

Посилання на статтю

Єлісеєва О.К. Оптимізаційна модель розвитку економічних систем / О.К. Єлісеєва // Управління проектами та розвиток виробництва: Зб.наук.пр. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В.Даля, 2011. – № 2(38). – С. 29-35. - Режим доступу: <http://www.pmdp.org.ua/images/Journal/38/11eokres.pdf>

УДК 330.117:519.711.477

О.К. Єлісеєва

ОПТИМИЗАЦИЙНА МОДЕЛЬ РОЗВИТКУ ЕКОНОМІЧНИХ СИСТЕМ

Розроблено оптимізаційну модель розвитку економічних систем та висвітлено проблеми оптимального використання ресурсів на рівні країни. Рис. 1, табл. 3, дж. 8.

Ключові слова: сталий розвиток, динамічна модель, економічна система.

О.К. Елисеева

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Разработана оптимизационная модель развития экономических систем и описаны проблемы оптимального использования ресурсов на уровне страны. Рис. 1, табл. 3, ист. 8.

О.К. Yeliseyeva

OPTIMIZATION MODEL OF THE ECONOMIC SYSTEM DEVELOPMENT

Optimization model of the economic system development is generated, problems of optimal implementation of resources on the state level are described.

Постановка проблеми. Управління сталим розвитком економічних систем різних рівнів є однією з актуальних проблем на сьогодні. Особливістю концепції сталого розвитку є соціально-економічний зміст, забезпечення високого ступеню екологічності зовнішнього середовища та економіки, комплексний системний підхід, що охоплює всі напрямки розвитку суспільства.

Аналіз останніх досліджень. Концепція сталого розвитку є результатом узагальнення комплексних досліджень соціально-економічних процесів. Низкою провідних вчених розроблені моделі економічного зростання на основі виробничої функції, зокрема: Ч. Коббом, П. Дугласом, Р. Харродом і Є. Домаром, Є. Шешинські, К. Ерроу, та ін. [7, 8].

Не зважаючи на вагомий внесок вищезазваних авторів в розвиток теорії моделювання розвитку економічних систем подальшого дослідження розробка моделей сталого розвитку економічними системами, відповідно до світових процесів глобалізації.

Тому **метою роботи** є розробка моделі сталого розвитку для визначення оптимальних обсягів використання ресурсів економічної системи.

Основна частина дослідження. Сталий розвиток є таке функціонування економічного механізму країни та всіх його складових, що задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди для майбутніх поколінь [4].

Для вирішення проблеми оптимального використання ресурсів необхідно визначити обмеження, які описують принципи сталого розвитку, одним із головних з них є використання ресурсів, в кількості, що можливо поновити штучно, або, що відновлюється за рахунок існування екосистем. Визначення можливості використання цих ресурсів повинно бути основою будь-якої концепції сталого економічного управління [5].

Визначимо проблему оптимального використання поновлюваних ресурсів для різної структури економіки і різного використання ресурсів на виробництві. Останнє є особливо важливим при дослідженні сталості як однієї з форм оптимальності. Для дослідження структури економіки використовуємо спочатку модель, де поновлювані ресурси є єдиним благом, а потім ускладнимо модель за рахунок включення в неї обмеження, що описує виробничий сектор на основі змінних – накопичення капіталу і наявних ресурсів.

В епоху зміни клімату для управління СЕС на рівні регіонів та України в цілому на перший план виходять завдання оптимального управління ресурсами – біологічними і екологічними. Для моделювання сталості розвитку СЕС на рівні регіонів з метою спрощення розрахунків передбачаємо що всі ресурси поновлювані.

Було розроблено математичну модель сталого розвитку СЕС за «зеленим правилом», за умови, що поновлюваний ресурс входить в модель не лише як джерело споживання, а і як джерело корисності, що означає, що існуючі запаси ресурсів є аргументом функції корисності, та сталого розвитку, тобто забезпечення майбутніх поколінь тими же запасами ресурсів, що наявні у теперішнього покоління [2].

Тому функцію корисності було визначено як $u(c, s)$, де c – рівень споживання, s – запас ресурсу, що залишається, а процес накопичення капіталу і динаміка запасів ресурсів як:

$$k = F(k, \sigma) - c, \quad (1)$$

$$s = r(s) - \sigma, \quad (2)$$

де k – поточний запас капіталу; σ – ресурсоемність виробництва; $F(k, \sigma)$ – виробнича функція; $r(s)$ – функція відновлення ресурсів. У загальному випадку, r – угнута функція, яка досягає максимуму при скінченному значенні s і зменшується після нього.

Оптимізаційну модель сталого розвитку регіону визначено системою рівнянь:

$$\begin{cases} \max \int_0^{\infty} u(c_t, s_t) e^{-\delta t} \\ k = F(k, \sigma) - c \\ s = r(s) - \sigma \end{cases}, \quad (3)$$

де $\delta > 0$ ставка, що дисконтується.

Утилітарний оптимум в цьому контексті є рішенням системи (3)

Для знаходження стаціонарних значень запасу капіталу k , споживання c та запасу ресурсів s використовуємо рівняння (4)-(7).

$$\delta = \frac{\partial F(k, \sigma)}{\partial k}, \quad (4)$$

$$\sigma = r(s), \quad (5)$$

$$c = F(k, \sigma), \quad (6)$$

$$\frac{\partial u(c, s) / \partial s}{\partial u(c, s) / \partial c} = \frac{\partial F(k, \sigma)}{\partial \sigma} * \left(\delta - \frac{\partial r(s)}{\partial s} \right). \quad (7)$$

Отже утилітарне рішення подано:

$$\begin{cases} k = F(k, \sigma) - c(s, \lambda_t) \\ s = r(s) - \sigma(\mu_t, \lambda_t, k_t) \\ \lambda - \delta\lambda = -\lambda F_k \\ \mu - \delta\mu = -u_s - \mu r_s \end{cases} \quad (8)$$

де λ і μ -змінні функції Гамільтона.

Запишемо «зелене правило» для цієї моделі. Для всіх стаціонарних станів, взаємозв'язки між споживанням і запасами ресурсів задовольняють рівнянню:

$$c = F(k, r(s)). \quad (9)$$

За «зеленим правилом» ми максимізуємо рівень стійкої корисності по відношенню до капіталу і ресурсів:

$$\max_{s, k} u(F(k, r(s)), s). \quad (10)$$

При рішенні задачі максимізації (10) отримуємо умову (11), яка характеризує стаціонарне рішення утилітарної задачі для випадку, в якому ставка дисконтування $\delta=0$

$$\frac{u_s}{u_c} = -F_{\sigma} r_s. \quad (11)$$

На основі розробленої моделі сталого розвитку СЕС було проаналізовано корисність використання лісу на рівні України. Модель сталого розвитку максимізує корисність від зменшення викидів CO₂, виражену за допомогою механізмів Кіотського протоколу, та від площі лісу, який має корисність як засіб виробництва та самостійно незалежно від процесу виробництва.

Дано специфікацію моделі:

$$\left\{ \begin{array}{l} \max \int_0^{\infty} u(c_t, s_t) e^{-\delta t} dt \\ \bullet \\ k = F(s_t, \sigma) - c_t \\ \bullet \\ s = r(s_t) - m_t + l_t \end{array} \right. \quad (12)$$

c_t – обсяг викидів CO₂ в атмосферу або квот на викиди CO₂, використаних СЕС, млн. т; s_t – площа лісових насаджень, тис. га; k_t – накопичений обсяг CO₂, млн. т; m_t – площа рубок лісів, тис. га; l_t – площа відновлення лісів, тис. га; σ_t – коефіцієнт використання CO₂ лісовими насадженнями; $r(st)$ – це функція природного відновлення лісу, тис. га.

Модель має два обмеження: перше відтворює принцип строгої сталості, на прикладі, викиди вуглекислого газу від діяльності людини, c_t , обмежені обсягом його використання екосистемою, $F(s_t, \sigma)$.

Функція використання вуглекислого газу лісом має такий вигляд:

$$F(s_t, \sigma) = \sigma^{v_t} s_t^{a_t}, \quad (13)$$

де $0 < v_t \leq 1$, $0 < a_t \leq 1$; v_t – вплив змін клімату на кількість CO₂, що абсорбується 1 га лісу; a_t – вплив змін клімату на площу лісів; s_t – площа лісових насаджень, тис.га; σ – коефіцієнт використання CO₂ лісовими насадженнями.

Друге обмеження моделює зміну площі лісу з урахуванням природного відновлення та антропогенного впливу, що відображений змінними m_t та l_t .

$$r(s_{t+1}) = j s_t + l_t, \quad (14)$$

де s_t – площа лісових насаджень, тис. га; l_t – площа відновлення лісів, тис. га; j – коефіцієнт природного поновлення ресурсу.

Отже, стаціонарне рішення має вигляд:

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta = \frac{\partial F(s_t, \sigma)}{\partial s_t} \\ m_t = r(s_{t-1}) + l_t \\ c_t = F(s_t, \sigma) \end{array} \right. \quad (15)$$

За даними моделі було розраховано площу лісу, яку необхідно зберегти згідно принципів сталого розвитку, та ту, що необхідна для поглинання всіх викидів CO₂, вироблених СЕС згідно зеленого правила. У табл. 1 представлені результати розрахунків за моделлю та фактична площа лісу для України.

Таблиця 1

Динаміка площі лісу розрахункова та фактична, тис.га [3]

Рік	Площа лісу, яку необхідно зберегти за принципами сталого розвитку, тис.га	Фактична площа лісу, тис.га	Площа лісу, яка необхідна для поглинання всіх викидів CO ₂ , вироблених СЕС, тис.га
1990	8620	8620,000	50273,22
1991	8620	8292,723	44808,74
1992	8620	8439,492	38251,37
1993	8620	8592,162	34426,23
1994	8620	8746,430	31147,54
1995	8620	8906,219	29508,2
1996	8620	8609,22	26229,51
1997	8620	8343,967	25136,61
1998	8620	8091,774	22677,6
1999	8620	7827,654	22568,31
2000	8620	7677,109	22131,15
2001	8620	7522,697	22185,79
2002	8620	7367,453	22404,37
2003	8620	7212,364	22677,6
2004	8620	7054,531	22513,66
2005	8620	6896,106	22786,89
2006	8620	6739,081	23224,04
2007	8620	6585,076	24043,72
2008	8620	6435,939	24590,16

Продовження таблиці 1

2009	8620	6288,351	26229,51
2010	8620	6138,434	26775,96
2011	8620	5970,851	26502,73

У табл. 2 показано динаміку обсягу викидів CO₂, що абсорбується лісом, визначає обсяг викидів CO₂, що може бути використано СЕС за зеленим правилом, обсяг викидів базового року згідно Кіотського протоколу, фактичні викиди CO₂ та різницю між ними, що потенціально може бути продана на ринку квотами згідно Кіотського протоколу.

Таблиця 2

Динаміка фактичного та розрахованого за моделлю обсягу викидів CO₂ [3, 6]

Рік	Викиди CO ₂ в атмосферу, млн.т	Розрахований за зеленим правилом обсяг CO ₂ , що абсорбується лісом, млн.т	Викиди CO ₂ в атмосферу, базовий рік, млн.т	Різниця викидів CO ₂ для продажу згідно Кіотського протоколу, млн.т
1990	720	157,7460	720	0
1991	625	151,7568	720	95
1992	515	154,4427	720	205

1993	480	157,2366	720	240
1994	430	160,0597	720	290
1995	390	162,9838	720	330
1996	350	157,5487	720	370
1997	335	152,6946	720	385
1998	305	148,0795	720	415
1999	304	143,2461	720	416
2000	300	140,4911	720	420
2001	303	137,6654	720	417
2002	307	134,8244	720	413
2003	315	131,9863	720	405
2004	318	129,0979	720	402
2005	322	126,1987	720	398
2006	330	123,3252	720	390
2007	335	120,5069	720	385
2008	348	117,7777	720	372
2009	362	115,0768	720	358
2010	371	112,3333	720	349
2011	380	109,2666	720	340

Опишемо функцію корисності, що максимізується суспільством, виражену у грошовому еквіваленті. Суспільство отримує прибуток від діяльності у лісовому господарстві та від іншої діяльності. Сталий розвиток передбачає використання ресурсу, за умови, що його обсяг не зменшується, тобто виробники лісоматеріалів повинні інвестувати у відновлення площі лісу, що призводить до зменшення їх доходу. Виробництво інших видів діяльності безпосередньо залежить від площі дерев у СЕС, адже за зеленим правилом людина у процесі своєї виробничої діяльності повинна викидати не більше вуглекислого газу, ніж ліс здатен поглинати. Отже, зменшення площу лісу призводить до одночасного зменшення виробництва. Виняток можуть складати виробництва з нульовим викидом CO₂.

На рис. 1 подано динаміку доходу від ВЕД у випадку, коли принципи сталого розвитку не враховуються і виробництво обмежено лише зеленим правилом, та коли обидва принципи враховуються, також наведені прогнозні дані на 2011 рік для обох випадків, розраховані на основі сплайн-функцій[1].

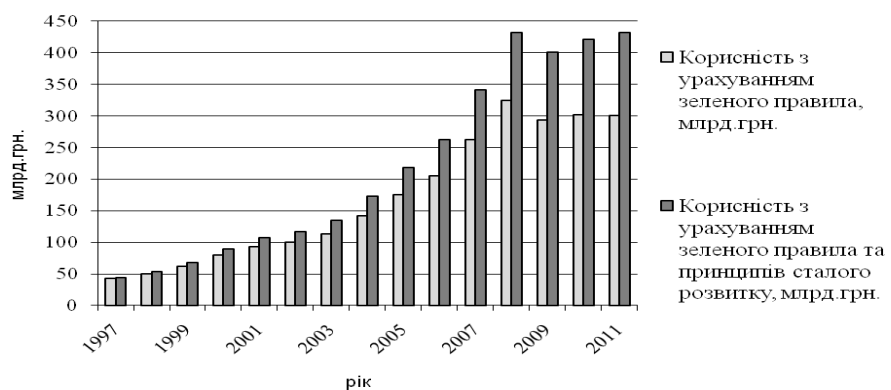


Рис. 1. Динаміка корисності використання лісу СЕС за різними правилами

За результатами порівняльного аналізу розрахунків можна зробити висновок, що суспільство отримує більше корисності у разі, якщо виробництво працює з урахуванням принципів сталого розвитку та зеленого правила. Отже, для отримання найбільшої корисності необхідні субсидії для відновлення ресурсів.

Для відображення корисності від зменшення викидів CO₂ використано механізми Кіотського протоколу та проведено розрахунки на прикладі України за 2009 рік.

Таблиця 3

Прогноз потенційного доходу від торгівлі квотами на викиди CO₂ на 2011 рік для України

Рік	Потенційний дохід від продажу квот згідно Кіотського протоколу за фактичними даними, млрд. грн	Потенційний дохід від продажу квот з урахуванням принципів сталого розвитку, млрд. грн	Потенційний дохід від продажу квот з урахуванням зеленого правила, млрд. грн
2009	21,48	33,73584	36,29539
2010	22,685	36,54716	39,49833
2011	23,12	38,23395	41,52987

У випадках, коли виробництво працює з урахуванням принципів сталого розвитку та зеленого правила, потенційний дохід від торгівлі квотами на викиди вуглекислого газу перевищує дохід від цієї ж діяльності при звичайному способі виробництва.

Отже, запропонована модель розвитку економічних систем, яка враховує принципи сталого розвитку та «зеленого правила», дозволила визначити обсяг капіталу та споживання ресурсів, розподілений у часі та проаналізувати корисність використання лісу на рівні України.

Результати розрахунків свідчать, що у випадках, коли виробництво працює з урахуванням принципів сталого розвитку та «зеленого правила», потенційний дохід від торгівлі квотами на викиди вуглекислого газу перевищує дохід від цієї ж діяльності при звичайному способі виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Благун І.С. Моделювання сталого розвитку регіону: монографія / І.С. Благун, Л.І. Сисяк, О.О. Солтисік. – Івано-Франківськ: Видавничо-дизайнерський відділ Центру інформаційних технологій, 2006. – 166 с.
2. Єлісеєва О.К. Оптимізаційна модель сталого розвитку соціально-економічних систем / О.К. Єлісеєва // Економіка : проблеми теорії і практики: Збірник наукових праць: у 6 т., випуск 256: / редкол.: А.А. Покотілов (гл. ред.) [та ін.]. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2009. – Т.6. – С. 1556-1565.
3. Довкілля України: статистичний збірник / Державний комітет статистики України. – К., 2008. – 264с.
4. Зварич І.Т. Економічне зростання регіону: Моделі та методи аналізу і прогнозування : монографія / І.Т. Зварич. – Івано-Франківськ: Видавничо-дизайнерський відділ Центру інформаційних технологій, 2006. – 184 с.
5. Осауленко О.Г. Сталый соціально-економічний розвиток : моделювання та управління / О.Г. Осауленко. – К.: Думка, 2000. – 176 с.
6. Статистичний щорічник України за 2009 р. / За ред. О.Г. Осауленка. – К.: ДП «Інформаційно-аналітичне агентство», 2010. – 568 с.

7. Becker G.S. Human Capital, Fertility, and Economic Growth / G.S. Becker, K.M. Murphy, M. Tamura // J. Polit. Econ, 1990. – V. 98. – № 5.
8. Dasgupta, Partha S. Economic Theory and Exhaustible Resources, / Dasgupta, Partha S. and Geoffrey M. Heal. – London, Cambridge University Press, 1979.

Рецензент статті
Д.е.н. Коренюк П.І.

Стаття надійшла до редакції
11.02.2011 р.