

ОДНОСЕКТОРНІ МОДЕЛІ ЕКОНОМІЧНОЇ ДИНАМІКИ З УРАХУВАННЯМ ПРОЦЕСІВ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ

Розроблено динамічні моделі односекторної економіки з урахуванням процесів утилізації створеного забруднення та суспільно-економічної структуризації. Запропоновані моделі дозволяють визначити основні закономірності та тренди економічного розвитку в умовах екологізації економіки.

Ключові слова: односекторна модель, утилізація створеного забруднення, економічна структура суспільства.

Постановка проблеми. Починаючи з 90-х років минулого століття проблеми еколого-економічної взаємодії та сталого розвитку набули особливої актуальності, зокрема вони сформували один із пріоритетних напрямків сучасних наукових досліджень [1-7]. Не тільки для науковців, але й для багатьох практиків-економістів, суспільно-політичних і державних організацій екологізація економіки стала не просто ідеєю, а й базовим принципом їхньої діяльності. Розуміння того, що конфлікти людини з природою в кінцевому результаті призводять чи можуть призвести до екологічних криз регіонального або й планетарного масштабу все більше активізує намагання людського суспільства не допустити настання таких криз та нейтралізувати наявне на сьогодні агресивне ставлення до природного середовища. Отже, питання розробки та реалізації загальнонаціональних програм і заходів встановлення еколого-економічної рівноваги та побудови суспільства сталого розвитку є вкрай важливими для людської цивілізації та потребують глибокого наукового обґрунтування як на теоретичному, так і на прикладному рівні. У цьому плані особлива роль належить економіко-математичному моделюванню.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемами еколого-економічної взаємодії та сталого розвитку займалися і займаються багато зарубіжних і вітчизняних учених. До них належать зокрема В. Леонт'єв, Д. Форд, Дж. Форрестер, Д. Медоуз, Р. Айрес, А. Ніс, Д. Уїллен, І. Шімацу, Т. Тінберг, Х. Дейлі, Р. Раяцкас, В. Суткайтис, В. Гурман, В. Вернадський, М. Мойсєєв, О. Петров, І. Поспелов, О. Шананін, О. Лотов, О. Горстко, Г. Угольницький, О. Рюміна, З. Герасимчук, Л. Гринів, Л. Загвойська, С. Дорогунцов, Б. Данилишин, І. Ляшенко, М. Михалевич, В. Григорків, О. Волошин, І. Благун, М. Коробова, Л. Пінчук, Л. Буяк, А. Онищенко, Р. Білоскурський, Ю. Тадеєв, О. Якутова, А. Верстак, О. Єдинак, Л. Хрущ та ін.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Праці вищезазначених і інших науковців суттєво поповнили базу знань та інструментарій дослідження еколого-економічної взаємодії та сталого (стійкого)

розвитку. Однак дана проблематика є багатогранною, тому цілий ряд питань й досі залишається актуальним предметом наукових досліджень, у тому числі питань, пов'язаних з розробкою моделей еколого-економічної динаміки.

Формулювання цілей статті. Економіко-математичне моделювання складних систем, до яких власне належить економічна система, є одним із найбільш ефективних і економічних методів їх дослідження, оскільки не потребує проведення експериментів з реальною дійсністю. На економічні процеси та їх результати впливає багато зовнішніх і внутрішніх факторів, до яких також належать екологічні та соціальні чинники, тому з позиції системного аналізу економічну систему залежно від рівня її опису та характеристики потрібно вивчати як еколого-економічну, соціально-економічну, соціо-еколого-економічну систему тощо. Що стосується еколого-економічної системи, то абсолютна більшість відомих на сьогодні моделей цих систем не враховують економічну структуру суспільства, до основних показників якої належать заощадження або ліквідні накопичення віднесених до цих структурних суспільних груп. Метою нижченаведених викладень власне і є побудова моделей еколого-економічної системи з урахуванням показників економічної структури суспільства. Такі моделі дозволяють дослідити основні закономірності та тренди еколого-економічного розвитку та його соціально-економічні наслідки для суспільства. Крім того, вони формують відповідну методологічну та інформаційну базу для аналізу економічної динаміки і підтримки процесів прийняття адекватних управлінських рішень.

Викладення основного матеріалу. Нехай економічна структура суспільства [8] відображена такими групами (кластерами) громадян: K_0 – пенсіонери, що не працюють ($n_0 = v_0 n$, n – число всіх громадян); K_1 – пенсіонери, що працюють ($n_1 = v_1 n$); K_2 – всі зайняті соціально-економічною діяльністю члени суспільства (усе зайняте населення країни, регіону тощо) непенсійного віку, які працюють в установах усіх можливих форм власності та

виробляють агрегований суспільний продукт (матеріальний продукт, послугу тощо) та здійснюють утилізацію забруднювачів як екологічно шкідливих відходів соціально-економічної діяльності ($n_2 = v_2 n$); K_3 – власники (держава, фізичні, юридичні особи) установ різних форм власності, де виробляється агрегований суспільний продукт (чи послуга) та здійснюється утилізація створених забруднювачів ($n_3 = v_3 n$). Вище через $v_i (i = \overline{0,3})$ позначено частку кількості членів i – тої групи громадян в їх загальній кількості, у яку не включені діти, студенти, безробітні (їх потреби неявно включені у потреби громадян груп K_0, K_1, K_2, K_3). Громадяни, які формують економічну структуру суспільства, мають ліквідні заощадження (гроші, цінні папери) $z_i (i = \overline{0,3})$, які всередині кожної групи вважаються однаковими.

Заощадження z визначають відповідну фінансову спроможність $s = z/p$ у сфері попиту та пропозиції, де p – або ціна певного продукту або вартість деякої виробничої операції чи послуги. Зрозуміло, що економічні змінні, які визначають фінансову спроможність, є динамічними змінними. У нашому випадку заощадження (як фінансові засоби) витрачаються на купівлю агрегованого суспільного продукту ($\alpha_i z_i$) за ціною p_A , утилізацію відходів соціально-економічної діяльності ($\beta_i z_i$) за тарифом p_B , а також на виробничі потреби ($\gamma_i z_i$). Частки $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ невід’ємні величини і задовольняють умову $\alpha_i + \beta_i + \gamma_i \leq 1 (i = \overline{0,2})$. Вважатимемо, що $\gamma_i = 0$ та $\beta_i = 0$ для $i = \overline{0,2}$. Крім того, нехай:

$$\frac{dz_0}{dt} = p_A \left[d_0 - q \left(\frac{\alpha_0 z_0}{p_A} \right) \right], \quad (1)$$

а представника групи K_1 – різниці між його доходом (одна частина якого складається із пенсії, а інша – із зменшеного на величину

$$\frac{dz_1}{dt} = p_A \left[d_0 + d_2 (1 - k_0) - q \left(\frac{\alpha_1 z_1}{p_A} \right) \right]. \quad (2)$$

Рівняння динаміки заощаджень зайнятого соціально-економічною діяльністю працівника непенсійного віку відрізняється від (2) лише

$$\frac{dz_2}{dt} = p_A \left[d_2 (1 - k_0) - q \left(\frac{\alpha_2 z_2}{p_A} \right) \right]. \quad (3)$$

попиту на агрегований суспільний продукт окремого споживача визначається величиною

$$q \left(\frac{\alpha_i z_i}{p_A} \right), \quad i = \overline{0,3} \quad (\alpha_i z_i - \text{частина заощаджень}$$

одного споживача i – тої групи, які можуть витратитись на споживання продукту, q – функція попиту); пропозиція виробленого агрегованого продукту, що припадає на одного працівника (на одне робоче місце) груп K_1, K_2

$$- \text{величиною } f \left(\frac{n_3 \gamma_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_A} \right) \quad (\gamma_3 z_3 -$$

частина заощаджень одного власника, які можуть бути використані у створенні агрегованого продукту, f – виробнича функція або функція пропозиції основного продукту в розрахунку на одного працівника).

Будемо припускати також, що загальна кількість забруднення прямо пропорційна з деяким коефіцієнтом $\lambda (0 < \lambda < 1)$ до загальної кількості виробленого агрегованого продукту (в розрахунку на одного працівника ця кількість дорівнює $\lambda f \left(\frac{n_3 \gamma_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_A} \right)$).

Будемо вважати, що виділені власником кошти на утилізацію повністю засвоюються.

Пенсіонери і всі зайняті соціально-економічною діяльністю громадяни отримують сталий дохід відповідно d_0 і d_2 (у натуральних одиницях ((н.о.)), який у певний період часу, як правило, є сталою величиною.

Граничний приріст заощаджень (або миттєва швидкість зміни заощаджень) непрацюючого пенсіонера у будь-який момент часу дорівнює різниці між його доходом і видатками на споживання агрегованого продукту:

податку (ставка k_0) доходу (зарплати) працівника) і видатками на споживання агрегованого продукту:

відсутністю у правій частині доданку $p_A d_0$ та величиною попиту, тобто

Власники (група K_3), крім податку на дохід (ставка k_0) сплачують також податок на фонд заробітної плати (ставка k_1), податок на додану вартість (ставка k_2) і додатково витрачають деякі кошти на потреби своєї діяльності (частка витрат на внутрішні потреби – λ^*). Зміна

$$\frac{dz_3}{dt} = \frac{p_A}{n_3} \cdot (1 - k_0) \cdot \sum_{i=0}^3 n_i q \left(\frac{\alpha_i z_i}{p_A} \right) - p_A q \left(\frac{\alpha_3 z_3}{p_A} \right) - p_B \Psi \left(\frac{n_3 \beta_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_B} \right) - \frac{p_A}{n_3} \left[(n_1 + n_2) d_2 (1 + k_1) + (n_1 + n_2) (\lambda^* + k_2) f \left(\frac{n_3 \gamma_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_A} \right) \right], \quad (4)$$

де Ψ – функція попиту одного власника на утилізацію забруднення.

$$\frac{dp_A}{dt} = \theta_A \left[\sum_{i=0}^3 n_i q \left(\frac{\alpha_i z_i}{p_A} \right) - (n_1 + n_2) f \left(\frac{n_3 \gamma_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_A} \right) \right], \quad (5)$$

де θ_A – сталий коефіцієнт регулювання ціни, що відображає інерційність ринку.

Швидкість зміни тарифу p_B за утилізацію одиниці решток (ціни знищення забруднювача)

$$\frac{dp_B}{dt} = \theta_B \left[n_3 \Psi \left(\frac{n_3 \beta_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_B} \right) - (n_1 + n_2) \lambda f \left(\frac{n_3 \gamma_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_A} \right) \right], \quad (6)$$

де θ_B – сталий коефіцієнт регулювання тарифу. Зазначимо, що у квадратних дужках

$$z_i(t_0) = z_i^{(0)} (i = 0, 3), p_A(t_0) = p_A^{(0)}, p_B(t_0) = p_B^{(0)}. \quad (7)$$

Система співвідношень (1)-(7) формалізує односекторну модель економічної динаміки з урахуванням процесів утилізації забруднення.

Тепер зазначимо таке. Рівень екологізації економіки визначається певними екологічними стандартами, тобто допустимими обмеженнями

$$(n_1 + n_2) \lambda f \left(\frac{n_3 \gamma_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_A} \right) - n_3 \Psi \left(\frac{n_3 \beta_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_B} \right) = \theta \quad (8)$$

можна прийняти за основне обмеження, що відображає екологічно збалансовану економічну діяльність. Зауважимо, що у більш загальному випадку у обмеженні (8) знак «=» потрібно замінити знаком « \leq ». Очевидно, з урахуванням (8) рівняння (4)-(6) можна конкретизувати в дещо іншій формі, а значить отримати новий варіант односекторної моделі.

Узагальненням моделі (1)-(7) буде модель, яка враховує рівняння динаміки забруднення

$$\frac{d\xi}{dt} = (n_1 + n_2) \lambda f \left(\frac{n_3 \gamma_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_A} \right) - n_3 \Psi \left(\frac{n_3 \beta_3 z_3}{(n_1 + n_2) p_B} \right) - \eta \xi, \quad (9)$$

заощаджень власника характеризується різницею між його доходом від збуту виробленої продукції, зменшеним на величину податку та видатками на особисте споживання, утилізацію виробничих відходів, заробітну плату, податок на фонд заробітної плати, внутрішні потреби своєї діяльності, податок на додану вартість:

Динаміка ціни агрегованого суспільного продукту залежить від різниці між попитом на нього та його пропозицією:

також залежить від різниці між сумарним попитом на забруднювачі та їх загальною пропозицією:

рівняння (6) вказана та частина забруднювачів, яка є неутілізована.

Доповнимо систему рівнянь (1)-(6) початковими умовами (умовами Коші):

(квотами) на обсяги незнищених забруднювачів (наприклад, квотами на викиди парникових газів). Нехай θ – величина (залежна від часу) вказаної квоти для загального обсягу неутілізованого забруднення. Тоді умову

довкілля. Якщо обсяг цього забруднення позначити динамічною змінною ξ і вважати, що його середній приріст у часі прямо пропорційний різниці між створеним і знищеним забрудненням (частина забруднення утилізується, а інша частина асимілюється природним середовищем), то рівняння динаміки ξ матиме вигляд:

де η – коефіцієнт асиміляції (природного початковою умовою спаду) забруднення. Доповнивши рівняння (9)

$$\xi(t_0) = \xi^{(0)}, \quad (10)$$

отримаємо ще один варіант односекторної моделі ((1)-(7), (9), (10)) економічної динаміки з урахуванням процесів еколого-економічної взаємодії.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Запропоновані вище моделі у математичному плані – задачі Коші для системи звичайних диференціальних рівнянь. Розв'язками цих задач є динамічні змінні, що відображають заощадження включених у економічну структуру суспільства груп, ціну на агрегований суспільний продукт, тариф на утилізацію створеного забруднення та обсяг незнищеного забруднення (забруднення довкілля). Знайшовши ці розв'язки (у загальному випадку вони можуть бути знайдені числовими

методами), можна здійснити якісний аналіз їх динаміки, що дозволяє визначити як ретроспективні, так і прогностичні закономірності та показники розвитку економічних систем з урахуванням процесів еколого-економічної взаємодії та економічної структури суспільства. Моделі можуть бути використані як на регіональному, так і на макrorівні (рівні окремої країни). Їх цільове застосування залежить від рівня параметризації. Зазначимо також, що вони можуть бути у різний спосіб модифіковані, зокрема за рахунок розширеної кластеризації тієї частини суспільства, яка є активним учасником економіки. Адекватність запропонованих моделей суттєво залежить від їх інформаційного забезпечення.

Список літератури

1. Гринів Л. С. Екологічно збалансована економіка : проблеми теорії : [монографія] / Л. С. Гринів. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2001. – 240 с.
2. Концепція сталого розвитку України / [Волошин В. В., Гордієнко Н. М., Горленко І. О., Данилишин Б. М., Дорогунцов С. І.]. – К., 1997. – 17 с.
3. Буравльов Є. П. Критерії сталого розвитку / Є. П. Буравльов // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1997. – №3. – С. 33-39.
4. Григорків В. С. Моделювання еколого-економічної взаємодії / В. С. Григорків. – Чернівці : Рута, 2007. – 84 с.
5. Дробноход М. Україна в контексті апокаліптичного розвитку людства / М. Дробноход // Наукові записки АН ВШ України. – 2010. – Том V. – С. 5-36.
6. Ляшенко І. М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку / І. М. Ляшенко. – К. : Вища школа, 1999. – 236 с.
7. Онищенко А. М. Моделювання еколого-економічної взаємодії в процесі виконання рішень Кіотського протоколу : [монографія] / А. М. Онищенко. – Полтава : Полтавський літератор, 2011. – 398 с.
8. Григорків М. В. Економічна структура суспільства та її роль у процесах соціально-економічної та еколого-економічної взаємодії / М. В. Григорків // Вісник Чернівецького торговельно-економічного інституту. – Чернівці : ЧТЕІ КНТЕУ, 2011. – Вип. IV (44). Економічні науки. – С. 42-49.

Анотація

Марія Григорків

ОДНОСЕКТОРНЫЕ МОДЕЛИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ДИНАМИКИ С УЧЕТОМ ПРОЦЕССОВ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Разработано динамические модели односекторной экономики с учетом процессов утилизации созданного загрязнения и общественно-экономической структуризации. Предложенные модели позволяют определить основные закономерности и тренды экономического развития в условиях экологизации экономики.

Ключевые слова: односекторная модель, утилизация созданного загрязнения, экономическая структура общества.

Summary

Mariia Hryhorkiv

SINGLESECTORAL MODELS OF ECONOMIC DYNAMICS IN VIEW OF THE PROCESSES OF ECOLOGIC-ECONOMIC INTERACTION

Developed the models of singlesectoral economy taking into account the utilization of the created contamination and socio-economic structurization. The proposed model allows to identify the main patterns and trends of economic development in a greening economy.

Keywords: singlesectoral model, utilization of the created contamination, economic structure of a society.