

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ВЗАЄМОДІЇ У ПРОСТОРІ ПОКАЗНИКІВ ЕКОНОМІЧНОЇ СТРУКТУРИ СУСПІЛЬСТВА, ЦІН І ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

У роботі запропоновано двосекторні моделі екологічної економіки, описаної у просторі показників економічної структури суспільства, цін на агрегований суспільний продукт, утилізацію створеного забруднення і показника забруднення довкілля. Розроблені моделі дозволяють досліджувати реальні процеси еколого-економічної взаємодії та вплив на них різних категорій суспільних груп, а також виявити основні тенденції розвитку економіки в умовах еколого-економічної рівноваги та адекватної економічної структуризації суспільства, що є необхідною умовою побудови економіки сталого розвитку.

Ключові слова: еколого-економічна взаємодія, економічна структура суспільства, динаміка заощаджень, цін і забруднення.

ВСТУП

Економіка будь-якої країни чи регіону не тільки забезпечує життєдіяльність суспільства, але й породжує ряд надзвичайно важливих проблем, пов'язаних з екологією та соціальними диспропорціями. На сьогодні особливо актуальними є проблеми еколого-економічної взаємодії, без успішного розв'язання яких неможливо побудувати економіку сталого розвитку, тобто екологічно та соціально збалансовану економіку, коли потреби людини та можливості природи гармонійно узгоджені, коли немає протиріччя між соціально-економічним розвитком і станом довкілля. Важлива роль у розв'язанні вказаних проблем належить науці. Лише глибокі наукові дослідження дозволяють розробити концептуальні, методологічні та методичні підходи до реальної екологізації економіки та її соціального спрямування. В свою чергу, такі дослідження можливі завдяки моделюванню процесів, що відбуваються у складних динамічних системах типу еколого-економічної та соціо-еколого-економічної системи, яким присвячена дана стаття.

Проблеми еколого-економічної взаємодії займають особливе місце у вітчизняній та світовій науці, оскільки на сучасному етапі розвитку людського суспільства вони належать до розряду найбільш гострих і актуальних проблем. Коло питань, пов'язаних з екологічними наслідками сучасного виробництва та економічної діяльності у цілому досить широке. Більшість з них повністю або частково відображені у науковій літературі [1], [2], зокрема у публікаціях з економіко-математичного моделювання І.Ляшенка, М.Михалевича, В.Григорківа, О.Ляшенко, А.Онищенко, Л.Буяк, Р.Білокурського, М.Коробової, Л.Пінчук, Ю.Тадеева, О.Якутової, А.Верстяка, О.Єдинак, Л.Хрущ та інших[©] авторів. Звичайно список науковців, які займалися чи займаються математичним моделюванням еколого-економічних систем, можна значно розширити, у тому числі прізвищами зарубіжних вчених. Однак, як і сам список, так і огляд їх основних результатів за своїм обсягом не вкладається у рамки даної праці. Власне, у цьому і немає потреби. Варто тільки відзначити, що їх основні результати пов'язані з побудовою балансових, оптимізаційних та імітаційних моделей еколого-економічної взаємодії різного рівня складності та агрегування. Різноманітність підходів до побудови еколого-економічних моделей є наслідком складності об'єкта моделювання, який досліджується у фазових просторах різних економічних, екологічних та соціальних змінних (показників). Незважаючи на вагомі здобутки у цьому напрямку наукових досліджень, на сьогодні тут є ще багато невивчених питань або їх окремих аспектів, які залишаються предметом майбутніх досліджень.

Метою даного дослідження є розробка моделі економіки, яка відображає процеси еколого-економічної взаємодії у просторі показників економічної структури суспільства, ринкових цін на агрегований суспільний продукт та утилізацію виробленого забруднення, а також незнищеного забруднення, що власне і є забрудненням довкілля. Під економічною структурою розуміють розподіл елементів суспільства (наприклад, сімей) за ліквідними нагромадженнями у грошах чи цінних паперах, які швидко і без втрат конвертуються у гроші [3], [4]. До показників економічної структури суспільства, про які йдеться нижче, відносяться показники нагромадження (надалі їх будемо називати заощадженнями), включених у структуру суспільних груп. Всі показники економічної структури суспільства, ціни і забруднення утворюють фазовий простір відповідної розмірності, точки якого у кожний момент часу відображають можливі стани об'єкта дослідження. Звичайно, модель об'єкта у цьому просторі у загальному випадку не буде його точною проекцією, а лише гомоморфним образом, що повністю узгоджується з теорією моделювання [5].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Отже, об'єктом дослідження нижче є економіка, у якій виробляється основний суспільний продукт і

здійснюється утилізація виробничих відходів (решток). Таку економіку логічно розглядати як цілісну еколого-економічну систему або систему, що складається з двох підсистем – підсистеми основного матеріального виробництва та підсистеми утилізації (знищення) забруднення. Інакше кажучи, йдеться про специфічну двосекторну економіку, у якій основний сектор займається виробництвом матеріальних благ, а допоміжний сектор – утилізацією забруднення, створеного у процесі виробничої або в більш широкому плані економічної діяльності. Звичайно, поняття сектора тут не слід ототожнювати з тими поняттями сектора, які традиційно використовуються у економіці, наприклад з державним чи приватним секторами (тобто з частинами економіки, які знаходяться у державній чи приватній власності та контролюються відповідними органами). Однак, як і в класичному сенсі, сектор означає певну частину економіки, яка має свою характерну ознаку, своє призначення і свої особливості.

Будемо вважати, що основне та допоміжне виробництво функціонують окремо, тобто кожне з них є окремим сектором економіки, що має свою інфраструктуру, своїх власників капіталу – організаторів виробництва та своїх працівників, тобто кожний сектор має свої фінансові та трудові ресурси, а також відповідні матеріально-фінансові рахунки. Обидва сектори тісно взаємопов'язані, оскільки перший сектор є постачальником створеного забруднення для утилізації у другому секторі. Під час знищення забруднення у допоміжному виробництві також можуть продукуватись свої екологічно небезпечні рештки, які повинні утилізуватись у тому ж таки допоміжному виробництві.

Між секторами основного та допоміжного виробництв можуть бути встановлені різні фінансові відносини, однак винуватець створеного забруднення повинен оплачувати його утилізацію (повну чи часткову). При цьому не виключається також стороння фінансова допомога з метою екологізації економіки, наприклад певна державна підтримка або допомога різних фінансових і навіть громадських організацій. У будь-якому випадку сектор знищення забруднення повинен бути рентабельним і привабливим для власників капіталу, які здатні організувати допоміжні виробництва для знешкодження забруднювачів. При цьому обсяги незнищеного забруднення не повинні перевищувати допустимий рівень забруднення, що відповідає встановленим екологічним стандартам суспільного життя.

Отже, нехай: А – сектор створення агрегованого суспільного продукту (матеріального продукту, послуги), В – сектор знищення (утилізації) екологічно небезпечних відходів виробничої та невиробничої діяльності.

Економічну структуру суспільства опишемо п'ятьма групами громадян: K_0^* – пенсіонери; K_1^* – працівники (робітники) сектору А, які безпосередньо створюють агрегований суспільний продукт; K_2^* – працівники сектору В, які безпосередньо здійснюють утилізацію виробничих решток; K_3^* – власники підприємств сектору А; K_4^* – власники підприємств сектору В. Чисельність членів кожної із вказаних суспільних груп позначимо відповідно через n_i^* ($\overline{0,4}$). Зазначимо також, що такі категорії громадян як діти непрацездатного віку, студенти, безробітні тощо тут не фігурують, оскільки вважається, що їх потреби неявно включені у потреби перелічених вище громадян.

Крім того, передбачається, що кожна група громадян володіє відповідними заощадженнями (грошима, цінними паперами) z_i ($\overline{0,4}$), які усереднюються всередині кожної групи і можуть витратитися на споживання агрегованого основного продукту за ціною P_A (частка α_i), утилізацію відходів виробництва за тарифом (ціною) P_B (частка β_i), виробничі потреби (частка γ_i). Зрозуміло, що $\alpha_i + \beta_i + \gamma_i \leq 1$ ($i = \overline{0,4}$). Можливі різні варіанти витрат. Надалі розглянемо один з можливих варіантів, коли $\beta_i = 0, \gamma_i = 0$ ($i = \overline{0,2,4}$).

Для визначення попиту споживачів на основну продукцію використовується функція попиту $q_A = q_A \left(\frac{\alpha_i z_i}{P_A} \right)$, де $\frac{\alpha_i z_i}{P_A}$ – максимальна купівельна спроможність споживача i ($i = \overline{0,4}$). Основна продукція виробляється власниками сектору А, який має в розрахунку на одного робітника групи K_1^* сумарну виробничу

потужність $\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* P_A}$, тому кількість виробленого за одиницю часу основного продукту, що припадає на одного

робітника описується виробничою функцією $f_A = f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* P_A} \right)$.

Очевидно, кожний з секторів, якщо вони працюють на ринкових засадах, має свої інтереси, які обов'язково враховує. Якщо окремий представник групи K_3^* (окремий власник сектору А) виділяє на утилізацію забруднення частку β_3 своїх заощаджень ($\beta_3 z_3$ – величина заощаджень), то по-перше, у цій частці виділених заощаджень уже певним чином його інтереси враховані, а, по-друге, ця частка заощаджень апріорі визначає обсяг пропозиції

забруднення, який пропонується сектору В для утилізації. При цьому загальна кількість фінансових коштів, виділених на утилізацію сектором А сектору В, становить $n_3^* \beta_3 z_3$, а кожному представнику групи K_4^* (окремому

власнику сектора В) буде виділено $\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_4^*}$ одиниць фінансового ресурсу. При цьому потужність утилізації у

секторі В становить P_B одиниць, а в розрахунку на одного працівника – $\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* P_B}$ одиниць. За допомогою цього ресурсу кожний власник сектора В може утилізувати

$$\frac{n_2^* \varphi_B}{n_4^*} \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* P_B} \right) = \psi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* P_B} \right)$$

одиниць забруднення, де $\varphi_B = \varphi_B(s_\beta)$ – функція утилізації (в розрахунку на одного працівника сектора В), тобто кількість одиниць забруднення, які за одиницю часу утилізує один працівник групи K_2^* , а $\psi_B = \psi_B(s_\beta)$ – функція попиту на забруднення (в розрахунку на одного власника сектора В), тобто кількість одиниць забруднення, які може утилізувати представник групи K_4^* за рахунок виділених сектором А сектору В на знешкодження забруднювачів $n_3^* \beta_3 z_3$ одиниць заощаджень.

Як і раніше, будемо вважати, що загальна кількість виробничих та невиробничих відходів (решток) установ сектора А прямо пропорційна з деяким коефіцієнтом $\lambda (0 < \lambda < 1)$ до загальної кількості виробленої основної

продукції (в розрахунку на одного працівника сектора А ця кількість рівна $\lambda f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* P_A} \right)$), а попит сектора В на утилізацію забруднювачів визначається пропозицією від сектора А, оскільки вище вже було зроблено початкове припущення про те, що власники сектора В своїх заощаджень ($\beta_4 = 0$) на утилізацію не витрачають, а функціонують за рахунок сектора А.

У випадку двосекторної економіки також будемо вимагати, щоб обсяг незнищеного забруднення був лімітований зверху. Якщо θ – максимально допустимий обсяг незнищених забруднювачів, то у випадку, коли представники групи K_4^* жодних ресурсів на знищення забруднення не виділяють, обмеження на викиди незнищеного забруднення має вигляд

$$n_1^* \lambda f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* P_A} \right) - n_2^* \varphi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* P_B} \right) = n_1^* \lambda f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* P_A} \right) - n_4^* \psi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* P_B} \right) \leq \theta \quad (1)$$

або

$$n_1^* \lambda f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* P_A} \right) - n_4^* \psi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* P_B} \right) = \theta \quad (2)$$

Співвідношення (2) відображає умову еколого-економічної рівноваги і дозволяє збалансувати частки заощаджень власників капіталу групи K_3^* , спрямованих на виробництво основної продукції та утилізацію створеного забруднення. Якщо взяти лінійні функції

$$f_A(s_\gamma) = f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* P_A} \right) = \frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* P_A},$$

$$\psi_B(s_\beta) = \psi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* P_B} \right) = \frac{n_2^*}{n_4^*} \varphi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* P_B} \right) = \frac{n_2^*}{n_4^*} \cdot \frac{n_1^* \beta_3 z_3}{n_2^* P_B} = \frac{n_1^* \beta_3 z_3}{n_4^* P_B}$$

то умова (2) конкретизується рівністю

$$\frac{\lambda n_3^* \gamma_3 z_3}{P_A} - \frac{n_3^* \beta_3 z_3}{P_B} = \theta \quad \text{або} \quad \beta_3 = \frac{P_B}{n_3^* z_3} \left(\frac{\lambda n_3^* \gamma_3 z_3}{P_A} - \theta \right) \quad (3)$$

Рівність (3) (або рівносильна їй рівність (2)) є аналітичною залежністю між частками заощаджень β_3 і γ_3 , яка обов'язково повинна виконуватись, щоб зберегти умову еколого-економічної рівноваги.

Розпочнемо процес формалізації моделей, які в певному сенсі є продовженням раніше виконаних автором досліджень [6,7]. Представники груп K_0^*, K_1^*, K_2^* отримують дохід d_0, d_1, d_2 (в натуральних одиницях (н.о)) тобто отримують відповідну пенсію чи зарплату, яка на певному відрізку часу є сталою величиною (d_0 – встановлена на державному рівні частина основного суспільного продукту, що визначає усереднену пенсію представника групи K_0^* ; d_1 – частина створеної основної продукції представником групи K_1^* , що витрачається на його зарплатню; d_2 – частина створеної екологічної продукції (знищеної кількості забруднювачів) представником групи K_2^* , що витрачається на його зарплатню).

Динаміка заощаджень пенсіонера визначається різницею між його доходом і видатками на споживання агрегованого суспільного продукту, а представників груп K_1^*, K_2^* – різницею між їх доходами, зменшеними на величину податку (податкова ставка k_0) і видатками на споживання агрегованого продукту:

$$\frac{dz_0}{dt} = p_A \left[d_0 - q_A \left(\frac{\alpha_0 z_0}{p_A} \right) \right] \quad (4)$$

$$\frac{dz_i}{dt} = p_A \left[d_i (1 - k_0) - q_A \left(\frac{\alpha_i z_i}{p_A} \right) \right], i = \overline{1, 2} \quad (5)$$

Крім податку на дохід (ставка k_0) представники груп K_3^*, K_4^* сплачують також податок на фонд заробітної плати (ставка k_1), на додану вартість або на право займатись даною діяльністю (ставка k_2) та додатково витрачають певні кошти на внутрішні потреби своєї діяльності, тобто потреби виробництва чи надання послуг (нехай λ_A – частка витрат в секторі А, λ_B – частка витрат в секторі В). Динаміка заощаджень власника сектора А характеризується різницею між його доходом від збуту виробленого суспільного продукту, зменшеним на величину податку та видатками на особисте споживання основного продукту, утилізацію забруднювачів, заробітну плату, податок на фонд заробітної плати, потреби своєї діяльності, податок на додану вартість, тобто

$$\begin{aligned} \frac{dz_3}{dt} = & \frac{p_A(1-k_0)}{n_3} \sum_{i=0}^4 n_i^* q_A \left(\frac{\alpha_i z_i}{p_A} \right) - p_A q_A \left(\frac{\alpha_3 z_3}{p_A} \right) - \frac{n_4^*}{n_3} p_B \psi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* p_B} \right) - \\ & - \frac{p_A}{n_3} \left[n_1^* d_1 (1+k_1) + n_1^* (\lambda_A + k_2) f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* p_A} \right) \right]. \end{aligned} \quad (6)$$

Заощадження власників допоміжних (або екологічних) установ залежать від різниці між їх доходами від прийому на утилізацію забруднювачів від сектора А (своєрідного “збуту екологічної продукції” або вартості утилізованого забруднення), зменшеними на величину податку та видатками на особисте споживання, заробітну плату працівників сектора В, податок на фонд заробітної плати, потреби своєї діяльності, податок на додану вартість (на право займатись своєю діяльністю), тому їх граничні прирости (миттєві швидкості зміни заощаджень) відповідно формалізуються так:

$$\frac{dz_4}{dt} = (1-k_0) p_B \psi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* p_B} \right) - p_A q_A \left(\frac{\alpha_4 z_4}{p_A} \right) - \frac{p_B}{n_4} \left[n_2^* d_2 (1+k_1) + n_2^* (\lambda_B + k_2) \varphi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* p_B} \right) \right]. \quad (7)$$

Всі складові рівняння (7) інтерпретуються аналогічно до відповідних складових рівняння (6).

Зауважимо, що з умови еколого-економічного балансу (2) випливає, що

$$\psi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* p_B} \right) = \frac{1}{n_4} \left(n_1^* \lambda f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* p_A} \right) - \theta \right). \quad (8)$$

З урахуванням (8) рівняння (6) та (7) набудуть вигляду

$$\begin{aligned} \frac{dz_3}{dt} = & \frac{p_A(1-k_0)}{n_3} \sum_{i=0}^4 n_1^* q_A \left(\frac{\alpha_i z_i}{p_A} \right) - p_A q_A \left(\frac{\alpha_3 z_3}{p_A} \right) + \frac{1}{n_3} \theta p_B - \frac{n_1^*}{n_3} d_1(1+k_1) p_A - \\ & - \frac{n_1^*}{n_3} [p_A(\lambda_A + k_2) + p_B \lambda_A] f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* p_A} \right), \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \frac{dz_4}{dt} = & \frac{n_1^*}{n_4} \lambda_A p_B [(1-k_0) - (\lambda_B + k_2)] f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* p_A} \right) - [(1-k_0) - (\lambda_B + k_2)] \frac{\theta}{n_4} p_B - p_A q_A \left(\frac{\alpha_4 z_4}{p_A} \right) - \\ & - \frac{n_2^*}{n_4} d_2(1+k_1) p_B \end{aligned} \quad (10)$$

Отже, якщо умова еколого-економічної рівноваги записана у вигляді рівності, то при описанні динаміки заощаджень власників основного та допоміжного виробництв можна обійтися без введених вище функцій утилізації забруднення та попиту на нього.

Продовжимо процес побудови моделі. Очевидно, швидкості зміни (граничні значення) цін p_A та p_B залежать від різниці між попитом та пропозицією відповідно агрегованого суспільного продукту та забруднення і формалізуються рівняннями

$$\frac{dp_A}{dt} = \theta_A \left[\sum_{i=0}^4 n_1^* q_A \left(\frac{\alpha_i z_i}{p_A} \right) - n_1^* f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* p_A} \right) \right], \quad (11)$$

$$\frac{dp_B}{dt} = \theta_B \left[n_4^* \psi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* p_B} \right) - n_1^* \lambda_A f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* p_A} \right) \right], \quad (12)$$

де θ_A і θ_B – коефіцієнти регулювання цін p_A і p_B , що відображають інерційність ринку.

$$\frac{dp_B}{dt} = -\theta_B \theta \quad (13)$$

Зазначимо також, що з урахуванням (8) рівняння (12) можна записати ще так:

Доповнимо рівняння динаміки заощаджень та цін початковими умовами

$$z_i(t_0) = z_i^{(0)} (i = \overline{0,4}), p_A(t_0) = p_A^{(0)}, p_B(t_0) = p_B^{(0)} \quad (14),$$

які, згідно з теорією диференціальних рівнянь, забезпечать знаходження єдиного розв'язку системи рівнянь. Таким чином, сукупність співвідношень (4)-(7), (11), (12), (14), у яких врахована умова (2) (чи у загальному випадку (1)) або сукупність співвідношень (4), (5), (9)-(11), (13), (14) описує один з варіантів двосекторної економіки з урахуванням еколого-економічної рівноваги у просторі показників економічної структури та цін на продукти основного і допоміжного виробництв. Запропонована вище модель може бути у різний спосіб розширена та доповнена. Зупинимось коротко на одному з таких розширень. Для цього врахуємо здатність природного середовища частково нейтралізувати наслідки негативного антропогенного впливу.

У початковий період розвитку промислового виробництва обсяги забруднення довкілля були незначними, тому природа успішно справлялась з ними. Сьогодні антропогенний вплив на природні процеси набув таких масштабів, що природа уже не здатна самостійно подолати ці наслідки. Саме тому утилізація створеного забруднення (принаймні часткова) є вкрай важливою, оскільки вона дозволяє не тільки призупинити, але й відвернути екологічні катастрофи, що реально загрожують існуванню людської цивілізації. Сумісно з природою людина може успішно боротись із забрудненням довкілля і мусить це робити для свого ж власного блага.

Отже, загальний обсяг незнищеного забруднення позначимо динамічною змінною ξ , а сталий коефіцієнт природного спаду забруднення (коефіцієнт асиміляції) – через η ($0 < \eta < 1$). Для двосекторної економіки, описаної моделлю (4), (5), (9)-(11), (13), (14) рівняння динаміки забруднення конкретизується так:

$$\frac{d\xi}{dt} = n_1^* \lambda f_A \left(\frac{n_3^* \gamma_3 z_3}{n_1^* p_A} \right) - n_4^* \psi_B \left(\frac{n_3^* \beta_3 z_3}{n_2^* p_B} \right) - \eta \xi \quad \text{або} \quad \frac{d\xi}{dt} = \theta - \eta \xi \quad (15)$$

Рівняння (15) означає, що швидкість зміни забруднення визначається тією частиною створеного забруднення, яка залишається після утилізації та природного спаду.

Додавши до (4), (5), (9)-(11), (13)-(15) початкову умову $\xi(t_0) = \xi^{(0)}$ (16), отримаємо більш загальну двосекторну

модель економіки з економічно структурованим суспільством, утилізацією забруднення основного сектора в межах заданих екологічних стандартів та динамікою незнищеного забруднення у навколишньому середовищі, тобто модель (4), (5), (9)-(11), (13)-(16). Завершуючи виклад основного матеріалу, зауважимо, що розроблені вище моделі дозволяють побудувати ряд інших варіантів моделей еколого-економічної взаємодії у просторі економічних змінних.

ВИСНОВКИ

Запропоновані у даній праці моделі дають можливість досліджувати реальні процеси еколого-економічної взаємодії на рівні цілісної соціо-еколого-економічної системи, спроектованої (ізоморфно чи гомоморфно) на простір показників економічної структури суспільства (представленої п'ятьма категоріями громадян), цін на основний агрегований суспільний продукт та утилізацію створеного забруднення і незнищеного забруднення (забруднення довкілля). Моделі можна віднести до класу імітаційних моделей, оскільки частина їх параметрів може бути адекватно ідентифікована за допомогою експертних оцінювань, зокрема засобами машинної імітації. У цьому їх особливість та значущість, оскільки прикладні дослідження саме з такими моделями, як правило, є найбільш ефективними на практиці.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Григорків В.С. Моделювання економіки : [Навчальний посібник] / В.С. Григорків. – Чернівці : ЧНУ, 2009. – 320 с.
2. Ляшенко І. М. Економіко-математичні методи та моделі сталого розвитку : [Монографія] / І. М. Ляшенко. – К. : Вища школа, 1999. – 236 с.
3. Чернавский Д. С., Старков Н. И., Щербаков А. В. О проблемах физической экономики / Д. С. Чернавский, Н. И. Старков, А. В. Щербаков // УФН. – 2002. – Том 172. – №9. – С. 1045-1066.
4. Большая экономическая энциклопедия. – М. : Эксмо, 2007. – 816 с.
5. Петров А. А., Поспелов И. Г., Шананин А. А. Опыт математического моделирования экономики : [монографія] / А. А. Петров, И. Г. Поспелов, А. А. Шананин. – М. : Энергоатомиздат, 1996. – 544 с.
6. Григорків М. В. Двосекторна модель еколого-економічної динаміки в умовах економічної кластеризації суспільства / М. В. Григорків // Фінансова система України. Збірник наукових праць. – Острог : Видавництво Національного університету «Острозька академія», 2011. – Випуск 16. – С. 585-591.
7. Григорків М. Моделювання залежних від фінансової спроможності функцій економічної поведінки / М. Григорків // Галицький економічний вісник. – 2012. – №2(35). – С. 114-123.

Отримано 07.12.2012р.

© **Григорків М.В.**, аспірантка кафедри економіко-математичного моделювання Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, тел. (0372) 51-49-88, e-mail: GmvMarichka@gmail.com