

Половян О. В.

МОДЕЛЮВАННЯ СТРАТЕГІЙ ПОВЕДІНКИ ПІДПРИЄМСТВ У ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНИХ ПОПУЛЯЦІЯХ

Запропоновано підхід до врахування впливу функціонування підприємства на зовнішнє середовище та зворотного зв'язку із станом економіко-екологічних систем, що знаходяться на різних рівнях науково-технічного розвитку. Для відображення спектру корисливих мотивів господарських суб'єктів передбачено введення егоїстичних та альтруїстичних стратегій поведінки. На підставі запропонованої когнітивної знакової моделі функціонування господарського суб'єкта розроблено системно-динамічну модель окремого підприємства, що є елементом економічної популяції.

Ключові слова: економіко-екологічна система, егоїстична стратегія, альтруїстична стратегія, економічна популяція

Рис.: 3. *Формул:* 13. *Бібл.:* 9.

Половян Олексій Володимирович – кандидат економічних наук, доцент, головний науковий співробітник, Інститут економіки промисловості НАН України (вул. Университетська, 77, Донецьк, 83048, Україна)

Email: iep-eer@yandex.ru

УДК 338.001.36

Половян А. В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ ПОВЕДЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ В ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ

Предложен подход, учитывающий влияние функционирования предприятия на окружающую среду и обратную связь с состоянием экономико-экологических систем, которые находятся на разных уровнях научно-технического развития. Для отображения спектра корыстных побуждений хозяйственных субъектов предусмотрено введение эгоистических и альтруистических стратегий поведения. На основании предложенной когнитивной знаковой модели функционирования хозяйственного субъекта разработана системно-динамическая модель отдельного предприятия как элемента экономической популяции.

Ключевые слова: экономико-экологическая система, эгоистическая стратегия, альтруистическая стратегия, экономическая популяция

Рис.: 3. *Формул:* 13. *Библ.:* 9.

Половян Алексей Владимирович – кандидат экономических наук, доцент, главный научный сотрудник, Институт экономики промышленности НАН Украины (ул. Университетская, 77, Донецк, 83048, Украина)

Email: iep-eer@yandex.ru

UDC 338.001.36

Polovyan A. V.

MODELING THE BEHAVIOR STRATEGIES OF ENTERPRISES IN ECONOMIC AND ECOLOGICAL POPULATIONS

In the article proposes an approach that describes impact enterprise of the operation on the environment and feedback from the state economic-ecological systems, which are at different levels of technological development. The selfish and altruistic behavior strategies provided to display a range of self-interest of businesses. The symbolic model of cognitive functioning economic agents and designed system-dynamic model of individual enterprises as part of the economic population.

Keywords: economic and ecological system, selfish strategy, altruistic strategy, the economic population

Рис.: 3. *Formulae:* 13. *Bibl.:* 9.

Polovyan Aleksey V. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, Chief research scientist, Institute of Industrial Economics of NAS of Ukraine (vul. Unyversytetska, 77, Donetsk, 83048, Ukraine)

Email: iep-eer@yandex.ru

Економічне зростання, яке є, перш за все, кількісним ростом, не може бути стійким нескінченно на окремій обмеженій території. Отже «екологічно чисті» інституціональні правила поведінки господарюючих суб'єктів розвинутих країн є наслідком «екологічно брудних» правил поведінки країн, що розвиваються¹. Управління цими процесами потребує керованого екологічно орієнтованого розвитку окремих суб'єктів економіко-екологічних популяцій.

Доведено, що керованість будь-якого процесу обумовлена дотриманням чотирьох умов: (1) керованості; (2) кількісної вимірності; (3) наявності моделі, що його описує; (4) усунення відхилення показників, що фіксуються, від цільових [1]. Таким чином, найважливішим елементом про-

цесу управління є побудова моделі об'єкта управління, що дозволяє проводити контрольовані експерименти й обґрунтовувати управлінські рішення, що ухвалюються.

У науковій літературі розроблено чималу кількість моделей функціонування складних економічних систем різного рівня агрегації: трансрегіональних [2–4], національних [5], галузевих та окремих підприємств [6–7]. Проте більшістю дослідників не враховані питання впливу сумісної еволюції економічних популяцій та її зв'язок із розвитком економіко-екологічних систем, до складу яких вони входять.

Отже **метою статті** є розроблення моделі функціонування господарського суб'єкта, що є елементом економіко-екологічної популяції, придатної для дослідження інституціональних правил його поведінки та оцінювання ефек-

¹ Тобто практичне вирішення питань збалансованого розвитку полягає в перенесенні шкідливих технологій на інші території.

тивності обраної стратегії розвитку – альтруїстичної або егоїстичної.

Викладення основного матеріалу. Для відображення спектру корисливих мотивів господарських суб'єктів різних ² економіко-екологічних систем в моделі передбачено введення егоїстичних та альтруїстичних субпопуляцій. Когнітивну знакову модель поведінки представників егоїстичної та альтруїстичної економічних субпопуляцій, їх взаємодії з ринком та природним середовищем наведено на рис. 1.

Егоїстична стратегія поведінки підприємства передбачає орієнтацію лише на виробництво продукції, її максимальну реалізацію за найкращою ціною та отримання відповідної фінансової винагороди ³. Природне середовище в ієрархії цінностей егоїстів займає позицію «сировинної бази» та «складу відходів». Отже, екологічно спрямована діяльність підприємств цього типу підтримується на мінімальному рівні ⁴ та орієнтована лише на імітацію існуючих технологій.

Альтруїстична стратегія передбачає активну інвестиційну позицію та екологічно лояльну поведінку. Розрізняють два типи альтруїстичної поведінки: (1) внутрішні інвес-

тиції у розроблення власних природоохоронних інновацій; (2) інвестування коштів у екологічні інноваційні проекти інших учасників економічної популяції.

Фактично, ці дві стратегії демонструють два типи поведінки, які засновані на коротких або довгострокових правилах: отримати максимальний результат зараз або відстрочити його отримання на довгострокову перспективу [8].

Характер взаємодії між егоїстами та альтруїстами, а також провідну тенденцію успіху на ринку однієї з економічних субпопуляцій визначає технологічний прогрес, який задається зовнішньою функцією зростання продуктивності (фондовіддачі) із врахуванням фактору часу. Величина інвестицій у розробку інновацій та модернізацію основних фондів визначає вірогідність «виграшу» у ринкових відносинах та отримання прибутку. Згодом, результати моделювання дозволяють зробити висновок про зміщення акцентів на користь агентів із альтруїстичним підходом до господарювання.

Для оцінки ефективності діяльності окремого підприємства, що є елементом економічної популяції, розроблено модель функціонування господарського суб'єкта із використанням методу системної динаміки (рис. 2).

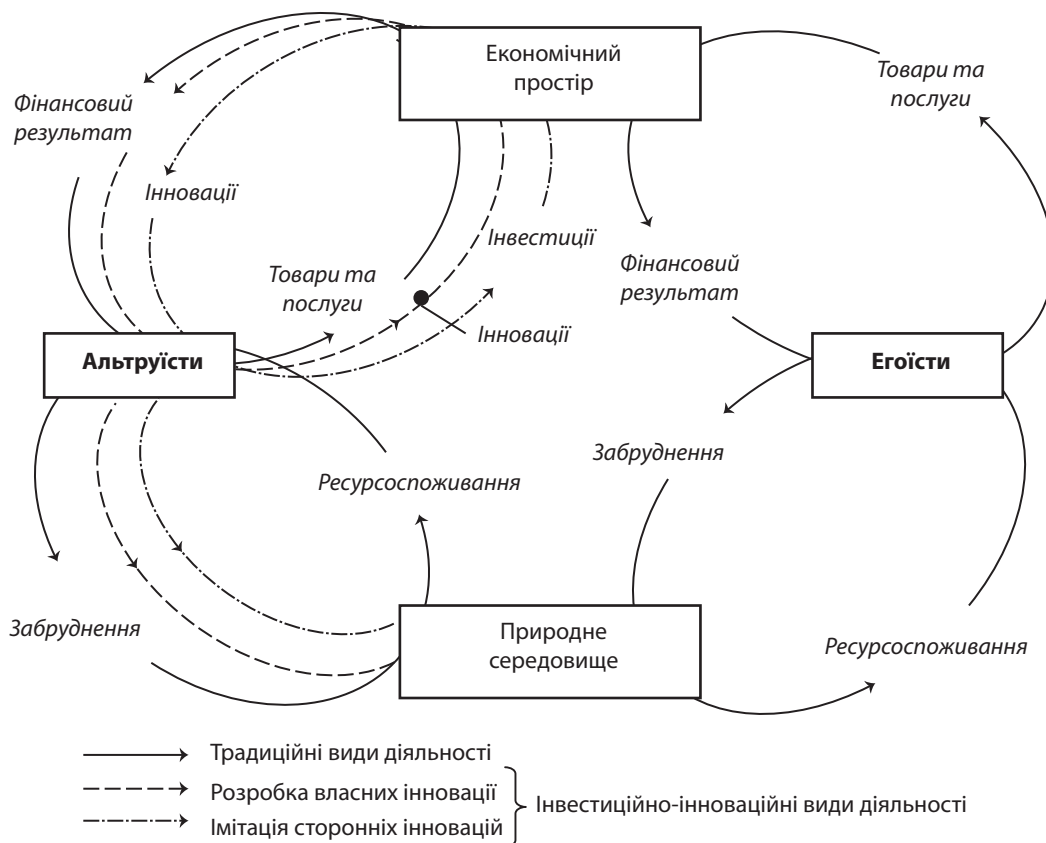


Рис. 1. Когнітивна модель поведінки представників егоїстичної та альтруїстичної економічних субпопуляцій

² За рівнем науково-технологічного розвитку.

³ За умов успішності їх діяльності на ринку збуту.

⁴ Зумовленому вимогами природоохоронного законодавства територій, на які розповсюджується зона їх економічних інтересів.

Об'єктом моделювання обрано типове підприємство, яке здійснює певні дії за трьома основними напрямками: (1) основна економічна діяльність; (2) природоохоронна діяльність; (3) інвестиційна діяльність. Основні досліджувані па-

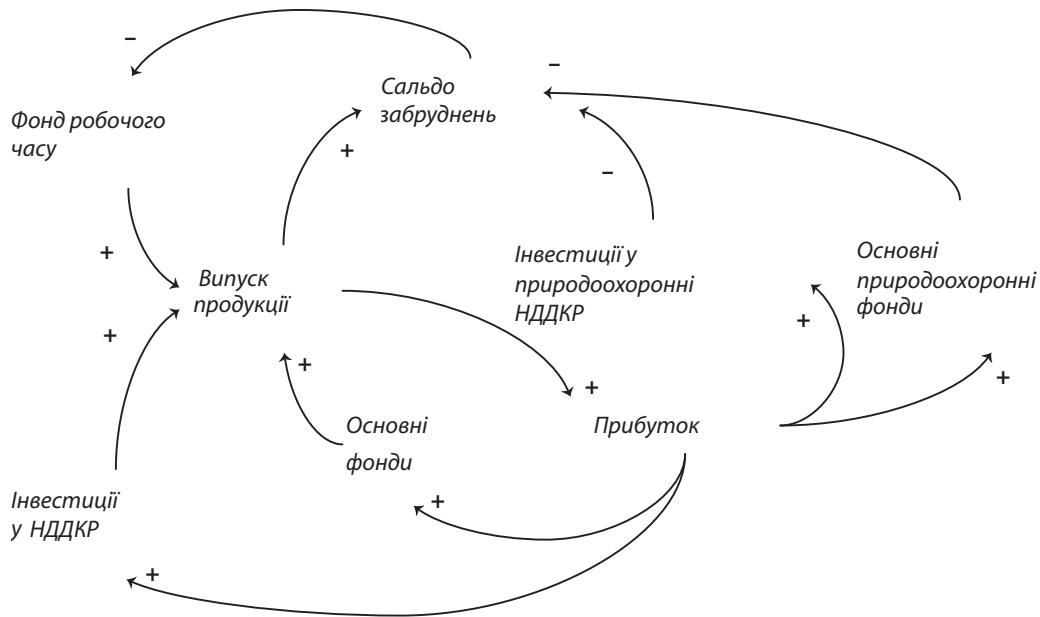


Рис. 2. Когнітивна знакова модель функціонування господарського суб'єкту

раметри: 1) економічні – випуск продукції, прибуток, обсяг інвестицій у науково-дослідні та дослідно-конструкторські розробки (НДДКР), вартість основних виробничих фондів, випуск продукції; 2) екологічні – обсяг інвестицій у природоохоронні НДДКР, вартість основних виробничих фондів природоохоронного призначення, сальдо забруднень.

В математичному виразі поведінка окремого суб'єкта економічної популяції має такий вигляд. Випуск i -го підприємства (Q_t^i) в період t дорівнює:

$$Q_t^i = \frac{Q_t^i F_0^i}{F_t^i L_0^i} L_t^i = A_t^i f_0^i L_t^i, \quad (1)$$

де F_t^i – вартість основних виробничих фондів i -го підприємства в період t ;

- A_t^i – фондовіддача;
- f_0^i – фондоозброєність (константа);
- L_t^i – кількість відпрацьованих годин;
- i – номер підприємства;
- t – номер періоду;
- 0 – початковий період.

Оскільки передбачається, що фондоозброєність є константою, це дає можливість визначити потребу в труді для виробництва продукції (\tilde{L}_t^i):

$$\tilde{L}_t^i = \frac{F_t^i}{f_0^i}. \quad (2)$$

Загальна потреба в труді (\tilde{T}_t^i) для підприємства розраховується як:

$$\tilde{T}_t^i = \tilde{E}_t^i + \tilde{L}_t^i, \quad (3)$$

де \tilde{E}_t^i – потреба в труді для природоохоронної діяльності.

Загальне фактичне споживання труда (F_t^i) підприємством в період t визначається як функція від пропозиції труда на ринку регіону (S_t^i):

$$F_t^i = \begin{cases} \tilde{T}_t^i, & S_t^i \geq \sum_{i=1}^n \tilde{T}_t^i \\ \frac{\tilde{T}_t^i}{\sum_{i=1}^n \tilde{T}_t^i} S_t^i, & S_t^i < \sum_{i=1}^n \tilde{T}_t^i \end{cases} \quad (4)$$

де n – кількість підприємств у галузі.

Фактичне споживання труда для виробництва кінцевої продукції на підприємстві розраховується:

$$L_t^i = \begin{cases} \tilde{L}_t^i, & \tilde{T}_t^i = F_t^i L_t^i \\ \frac{\tilde{L}_t^i}{\tilde{T}_t^i} F_t^i L_t^i \end{cases} \quad (5)$$

Пропозиція виробленої продукції підприємством на ринку (\tilde{Q}_t^i) визначається за формулою:

$$\tilde{Q}_t^i = Q_t^i + Z_{t-1}^i, \quad (6)$$

де Z_{t-1}^i – запас (нереалізована) продукція, яка розраховується з умови:

$$Z_t^i = \begin{cases} \tilde{Q}_t^i - Q_r^i, & \tilde{Q}_t^i > Q_r^i \\ 0, & \tilde{Q}_t^i \leq Q_r^i \end{cases} \quad (7)$$

де Q_r^i – обсяг реалізованої продукції.

Передбачається, що підприємства функціонують на конкурентному ринку. Прибуток (P_t^i) дорівнює різниці між реалізованою продукцією підприємства та витратами виробництва ($Cost_t^i$) з урахуванням податкових платежів (tax):

$$P_t^i = (Q_t^i - Cost_t^i)(1 - tax), \quad (8)$$

Як відомо, в реальній економіці ступінь взаємозамінюваності ресурсів різний, тому еластичність заміщення ресурсів також відрізняється. Це вимагає використання виробничих функцій витрат, які враховують вплив еластичності заміщення ресурсів. Для вирішення даного завдання можливе використання виробничої функції витрат з постійною еластичністю заміщення (CES):

$$Cost_t^i = \gamma \left(\frac{k^F (EF_t^i + F_t^i)^{-\alpha} + k^L (EL_t^i + L_t^i)^{-\alpha} + k^Q (Q_t^i)^{-\alpha} + k^{Atm} (-AQ_t^i)^{-\alpha} + k^{Wat} (-WQ_t^i)^{-\alpha} + k^{Land} (-LQ_t^i)^{-\alpha}}{\gamma} \right)^{-\frac{1}{\alpha}}, \quad (9)$$

де EL_t^i – кількість відпрацьованих годин у природоохоронній діяльності;

EF_t^i – вартість основних фондів природоохоронного призначення i -го підприємства в період t ;

$-AQ_t^i, -WQ_t^i, -LQ_t^i$ – сальдо забруднення викидами в атмосферне повітря, скидами у водні ресурси і розміщенням відходів в періоді t відповідно;

$k^F, k^L, k^Q, k^{Atm}, k^{Wat}, k^{Land}$ – коефіцієнти ємності відповідних показників;

γ, α, ν – параметри функції.

На рис. 3 наведено процедуру розподілу прибутку, що залишився у розпорядженні підприємства. Передбачає-

ся, що прибуток спрямовується у виробничу та природоохоронну діяльність. Величина (d_e^i) визначає групу, до якої належить підприємство – егоїсти ($d_e^i = 1$) або альтруїсти ($d_e^i < 1$). В свою чергу прибуток надалі може спрямовуватися на підтримку наявних потужностей (I_t^i) або на НДДКР та імітацію.

Динаміка середньої вартості основних фондів визначається за формулою:

$$F_t^i = \begin{cases} F_{t-1}^i - NA \cdot F_{t-1}^i + I_t^i = F_0^i - \int_0^T Rate_6_t^i dt + \int_0^T I_t^i dt, Pr_t^i > 0 \\ F_{t-1}^i - NA \cdot F_{t-1}^i = F_0^i - \int_0^T Rate_6_t^i dt, Pr_t^i \leq 0 \end{cases}, \quad (10)$$

де NA – норма амортизації;

$Rate_6$ – амортизаційні платежі;

T – число періодів.

Науково-дослідницький процес здійснюється відповідно до схеми, запропонованої в [9]. НДДКР генерують нові рівні фондівіддачі за допомогою двоетапного стохастичного процесу. Перший етап характеризується незалежними випадковими величинами dm і dn , які приймають значення 0 або 1. Відповідно значенням цих випадкових величин підприємству випадає (або не випадає) жереб займатися імітацією або інновацією. Вірогідності успіху цих жеребкувань дорівнюють відповідно:

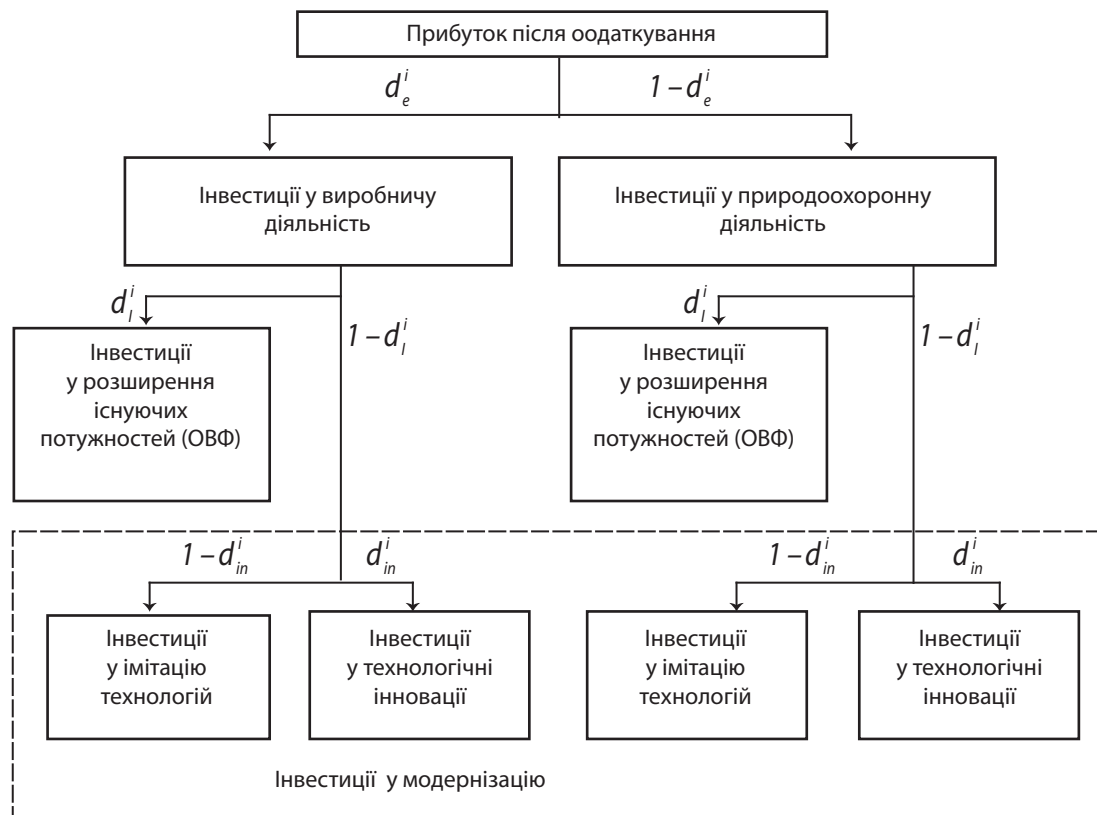


Рис. 3. Схема розподілу прибутку підприємства

$$\Pr(dm=1) = \frac{K_{-rm}_t^i - K_{-rm}_t^{\min}}{K_{-rm}_t^{\max} - K_{-rm}_t^{\min}}; \quad (11)$$

$$\Pr(dn=1) = \frac{K_{-rm}_t^i - K_{-rm}_t^{\min}}{K_{-rm}_t^{\max} - K_{-rm}_t^{\min}},$$

де $K_{-rm}_t^{\max}$, $K_{-rm}_t^{\min}$ – максимальні та мінімальні витрати на імітацію технології підприємствами галузі в період t ;
 $K_{-rm}_t^{\max}$, $K_{-rm}_t^{\min}$ – максимальні та мінімальні витрати на інноваційну технологію підприємствами галузі в період t ;

dm, dn – випадкові величини.

Якщо підприємству дістається імітація, йому надається можливість виявити і скопіювати найкращу практику галузі. Якщо підприємству випадає інновація, воно вибирає з розподілу технологічних можливостей :

$$Ain_t = f^{in}(t). \quad (12)$$

Для підприємства, яке витягнуло інноваційний та імітаційний жеребки, рівень фондovіддачі задається вираженням:

$$A_{t+1}^i = \max(A_t^i, \tilde{A}_t, Ain_t) \quad (13)$$

де \tilde{A}_t – найвищий рівень продуктивності в популяції.

Якщо підприємству не дістається ні імітація, ні інновація, то фондovіддача залишається на попередньому рівні. При цьому необхідно зазначити, що підприємство починає здійснювати пошук більш ефективної технології тільки тоді, коли рівень рентабельності стає нижче заданого рівня. У свою чергу, природоохоронна діяльність підприємства аналогічна виробничій.

Висновки.

1. Для відображення спектру корисливих мотивів господарських суб'єктів різних економіко-екологічних систем в моделі передбачено введення егоїстичних та альтруїстичних субпопуляцій. Егоїстична стратегія поведінки підприємства орієнтована лише на виробництво продукції із мінімальною природоохоронною діяльністю та на імітацію існуючих технологій. Альтруїстична – передбачає інвестиції в природоохоронні інновації. Характер взаємодії між егоїстами та альтруїстами і провідну тенденцію успіху на ринку однієї з економічних субпопуляцій визначає технологічний прогрес, який задається зовнішньою функцією зростання продуктивності (фондовіддачі) із врахуванням фактору часу.
2. Аналіз досліджень технічного прогресу дозволяє стверджувати, що існує декілька підходів до моде-

лювання цього процесу: (1) випадкове явище; (2) кумулятивне накопичення дрібних удосконалень; (3) процес, який підпорядковується загальним правилами. Крім того, існують проблеми з вимірюваністю інформації, необхідністю виявити всі області використання нових даних.

3. На підставі запропонованої когнітивної знакової моделі функціонування господарського суб'єкту розроблено системно-динамічну модель окремого підприємства, що є елементом економічної популяції. Розроблена модель дозволить врахувати особливості функціонування та стратегій поведінки, які наведено в когнітивних знакових моделях господарчого суб'єкта та території.

ЛІТЕРАТУРА

1. Emmanuel C. Accounting for management control / C. Emmanuel, D. Otley, K. Merchant. – Cengage Learning EMEA, 1990 – 518 p.
2. Stiglitz J. E. Stability with growth: macroeconomics, liberalization and development / J. E. Stiglitz. – New York: Oxford University Press, 2006. – 339 p.
3. So1ow R. Technical Change and the Aggregate Production Function / R. So1ow // Review of Economics and Statistics. – 1957. – № 39. – P. 312–320.
4. Леонтьев В. Межотраслевой анализ воздействия структуры экономики на окружающую среду / В. Леонтьев, Д. Форд // Экономика и математические методы. – 1972. – Т. VIII. – Вып. 3. – С. 370–400.
5. Yi I. Development of the interregional I/O based LCA method considering region-specifics of indirect effects in regional evaluation / I. Yi, N. Itsubo (eds.)// International Journal of Life Cycle Assessment. – 2007. – № 12 (6). – P. 353–364.
6. Wilting H.C. Analysis of the sustainability of supply chains with a multi-regional input-output model / H.C. Wilting // International Input-Output Meeting on Managing the Environment (9–11 July, 2008, Seville, Spain) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.upo.es/econ/IOMME08/index.php>.
7. Стратегія розвитку регіональних підприємств електроенергетики: аспекти формування : монографія / О. М. Тищенко, М. О. Кизим, Л. М. Шутенко та ін. – Х.: ВД «ІНЖЕК», 2008. – 344 с.
8. Вишнеvский В. Инновации, институты и эволюция / В. Вишнеvский, В. Дементьев // Вопросы экономики. – 2010. – № 9. – С. 41–62.
9. Nelson R. An Evolutionary Theory of Economic Change. The Belknap / R. Nelson, S. Winter. – Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1985. – 454 p.