

$$Y(p) = \Phi(p)[X(p) + F_0], \quad \Phi(p) = \frac{\mu}{p+n}, \quad (9)$$

де $\Phi(p)$ — передавальна функція виробничої ланки.

Варіант моделі випуску продукції з врахуванням екзогенного методу не важко отримати, якщо оригінал вартості виробничих фондів (8) підставити в (6).

Література

1. Галабурда М. К., Кулик А. Б. Проблеми оптимізації системи диференціального оподаткування в Україні // Стратегія економічного розвитку України. — К.: КНЕУ, 2004. — Вип. № 15. — С. 44–49.
2. Кулик А. Б. Моделювання інвестиційної стратегії при взаємодії малих підприємств // Економіка: проблеми теорії та практики. — ДНУ, 2009. — Вип. 251, Т. II. — С. 373–378.
3. Статистичний щорічник України за 2007 рік. Державний комітет статистики України. — К., 2008.
4. Каданэр Э. Д. Динамическое моделирование экономических систем: Уч. пос. — Пермь: ПГУ, 1990.
5. Мартыненко В. С. Операционное исчисление. — К.: Вища школа, 1990.

Надійшла до редакції: 09.02.2010

УДК 330:51(075.8)

Ю. В. Коляда, докторант,
кафедри економіко-математичного моделювання
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

ЕКОНОМІЧНЕ ПАРТНЕРСТВО: МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТА ЇЇ ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ

Розглянуто сценарії можливої співпраці двох країн (союзів) на підґрунті «м'якого» моделювання. Розкрито адаптивну природу механізму взаємодії. Альтернатива доцільної поведінки визначається не стільки стартовими умовами, скільки коефіцієнтами математичної моделі, серед яких визначальними є боротьба за якість продукції галузі та ступінь міжгалузевих зв'язків.

Рассмотрены сценарии возможного экономического сотрудничества двух стран (союзов) на основании «мягкого» моделирования. Раскрыта адаптивная природа механизма взаимодействия. Альтернатива целесообразного поведения определяется не столько стартовыми условиями, сколько коэффициентами математической модели, среда которых определяющими есть борьба за качество продукции отрасли и степень межотраслевых связей.

Scripts of possible{probable} economic cooperation of two countries (unions) on the basis of «soft» modelling are considered. The adaptive nature of the mechanism of interaction is opened. The alternative of expedient behaviour is determined not so much by starting conditions, how many factors of mathematical model which environment determining is struggle for quality of production of branch and a degree of interbranch communications.

Ключові слова: моделювання партнерської співпраці, математична модель, якісний аналіз, економічне тлумачення.

Ключевые слова: моделирование партнерского сотрудничества, математическая модель, качественный анализ, экономическая интерпретация.

Key words: modelling of partner cooperation, mathematical model, the qualitative analysis, economic interpretation.

© Ю. В. Коляда, 2010

Вступ. В епоху глобалізації взаємного впливу між державами світу (щонайменше на теренах країн пострадянського простору) представляє інтерес неупереджений погляд на економічну співпрацю між ними, тобто критичний аналіз кооперації, позбавлений нашарувань особистого чи групового (партійного) походження, також інших уподобань чи переконань влади. На даний момент для України питання економічної взаємодії з кимсь іншим, наприклад Росією, стоїть досить гостро.

Вербального характеру пропозиції (думки і заклики) в економічній літературі висловлюються забагато — їх ціле розмаїття. Але наукових праць аналітичного плану з виваженими міркуваннями і рекомендаціями, як наслідок якісного та кількісного комп'ютерного моделювання, поки що нема.

Між іншим, актуальність окресленого вище неминуща: проблема взаємовигідної і ефективної співпраці об'єктів господарювання завжди існує.

Постановка проблеми і спосіб її розв'язання. Метою дослідження виступає математичне відтворення процесу економічного партнерства двох країн та якісний аналіз математичної моделі (ММ), що включає наступне: намітити шляхи можливого розвитку подій, сформулювати вимоги щодо вибору керуючих параметрів і коефіцієнтів моделі, надати економічне тлумачення результатам моделювання, реально альтернативу сценарію економічної кооперації.

Мета досягається досить поширеним прийомом запозичення або перенесення відомого в одній сфері наукового знання до іншої, як це за звичай відбувається в науці взагалі і економічній зокрема, починаючи із знаменитого спочатку в демографії рівняння Мальтуса. Останнім прикладом такого розповсюдження може слугувати стаття [1], згідно результату якої динаміка росту капіталу відтворюється рівнянням Ферхюльста (1838 р.), відомим спершу в теорії росту популяцій у природі. Серед здобутків математичної біології також відшукалася подібна до розглядуваної нами проблеми задача.

Виклад основного матеріалу. Будучи подальшим розповсюдженням знаного в науці підходу Вольтерра—Лотки [3], математичні моделі (ММ) динаміки процесів макроекономіки [4] суттєво перекликаються з системами диференціальних рівнянь, що описують біологічні та економічні нелінійні процеси з урахуванням явищ конкуренції, симбіозу тощо [3, 5].

Для двох конкуруючої взаємодії галузей економіки одного суспільства, споріднених своїм функціонуванням і кінцевою продукцією, справедливо записати рівняння динаміки обсягів виробництва

$$\begin{cases} \dot{x} = \varepsilon x - \alpha x^2 - \beta xy = f_1(x, y), \\ \dot{y} = \varepsilon y - \alpha y^2 - \beta xy = f_2(x, y), \end{cases} \quad (1)$$

де $x = x(t)$ — обсяг виробництва однієї з галузей, а $y = y(t)$ — відповідно іншої в деякий момент часу t ; $\dot{x} = \frac{dx}{dt}$ і $\dot{y} = \frac{dy}{dt}$ — швидкість змінюваності обсягів продукції відповідної галузі; коефіцієнти: ε — відтворення кожної з галузей; α — внутрішньої (у самій галузі) конкуренції; β — відображає конкуренцію між галузями.

Динамічна система рівнянь (1) володіє стаціонарними точками: 1) тривіальною $x = y = 0$; 2) $x = y = \varepsilon/(\alpha + \beta)$; 3) $x = \varepsilon/\alpha$; $y = 0$; 4) $x = 0$, $y = \varepsilon/\alpha$ — розв'язками нелінійної алгебраїчної системи рівнянь, що отримується з (1) при умові $\dot{x} = \dot{y} = 0$. Дійсно, вона набуває вигляду:

$$\begin{cases} x(\varepsilon - \alpha x - \beta y) = 0 \\ y(\varepsilon - \alpha y - \beta x) = 0, \end{cases} \quad (2)$$

звідки тривіальний розв'язок ($x = y = 0$) очевидний. Координати стаціонарної точки № 2 отримуються, розв'язуючи лінійну систему рівнянь

$$\begin{cases} \alpha x + \beta y = \varepsilon \\ \beta x + \alpha y = \varepsilon \end{cases}$$

за формулами Крамера.

Коли в першому рівнянні системи (2) невідома $x=0$, то з другого рівняння випливає $y = \varepsilon/\alpha$, тобто координати стаціонарної точки № 4. Аналогічним чином, коли $y=0$ у другому рівнянні системи (2), то з першого рівняння випливає $x = \varepsilon/\alpha$, тобто координати точки № 3. Між іншим, останній розв'язок легко записати в силу симетрії.

На фазовій площині стаціонарної точки зображено на рис. 1.

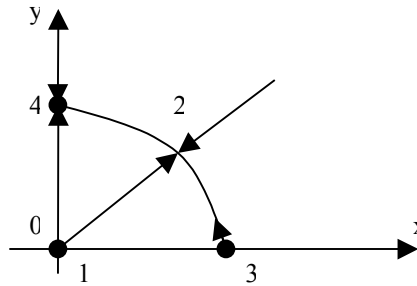


Рис. 1. Розташування стаціонарних точок

Техніка дослідження стаціонарних точок на стійкість полягає в наступному [6]. Для ММ(1) спочатку записується матриця Якобі $J = \frac{\partial f_i(x)}{\partial x_j}$ ($x = \{x, y\}$; $i, j = 1, 2$ конкретно у нашому випадку):

$$J(\cdot) = \begin{pmatrix} \varepsilon - 2\alpha x - \beta y & -\beta x \\ -\beta y & \varepsilon - 2\alpha y - \beta x \end{pmatrix},$$

котра потім обчислюється в кожній із стаціонарних точок. Складається характеристичне рівняння $\det(J - \lambda E) = 0$, де λ — спектр власних значень, E — одинична матриця. Конкретно в розглядуваному випадку характеристичне рівняння має вигляд:

$$\begin{vmatrix} (\varepsilon - 2\alpha x - \beta y - \lambda) & -\beta x \\ -\beta y & (\varepsilon - 2\alpha y - \beta x - \lambda) \end{vmatrix} = 0.$$

Розкриваючи визначник, отримується рівняння

$$\lambda^2 - \lambda \cdot Sp J + \det J = 0, \quad (3)$$

де слід матриці $Sp J = \varepsilon - 2\alpha x - \beta y + \varepsilon - 2\alpha y - \beta x$ є сума елементів головної діагоналі матриці Якобі; $\det J = (\varepsilon - 2\alpha x - \beta y)(\varepsilon - 2\alpha y - \beta x) - \beta^2 xy$ є числове значення визначника матриці Якобі, причому слід матриці та її детермінант обчислюються для кожної стаціонарної точки.

Залежно від коренів рівняння (3), тобто власних значень λ_1 і λ_2 , можливі наступні варіанти рухів в околі стаціонарних точок: 1) стійкий режим вузлового типу, коли λ_1 і λ_2 дійсні і від'ємні (на рис. 1 точка 2); система здійснює аперіодичні рухи і прагне повернутися до точки рівноваги; 2) нестійкий вузол (на рис. 1 точка 1), коли $\lambda_1 > 0$ і λ_2 ; система віддаляється від рівноважного стану; 3) нестійкий режим сідлового типу, коли величини λ_1 і λ_2 дійсні і протилежних знаків (на рис. 1 точки 3 і 4); 4) стійкий фокальний режим, коли корені λ_1 і λ_2 комплексні з від'ємною дійсною частиною; система здійснює стійкі періодичні коливання навколо точки рівноваги,

що затухають (крива зтягується); 5) нестійкий фокальний режим (крива траєкторії розкручується), коли дійсна частина коренів додатна; 6) стійкий режим типу центр, коли корені комплексні і нульовою дійсною частиною, тоді спостерігається періодичні коливання.

Перша стаціонарна точка нестійка при довільних додатних параметрах $\varepsilon, \alpha, \beta$. Для умови $\beta < \alpha$ нестійкими є стаціонарні точки № 3 і № 4, лише рівноважна точка № 2 стійка типу вузол. У випадку нерівності $\beta > \alpha$ все відбувається навпаки, а саме: нестійка точка № 2 — типа сідла, рівноважні № 3 і № 4 стають стійкими типу вузла; тобто одна із галузей на ринку витісняє іншу, причому перемагає та, у якій стартові умови були кращими.

На підґрунті розглянутого вище постає цілком слушне і навіть закономірне питання: що буде у тому випадку, коли розглядати дві держави (два економічні союзи) в кожній з яких завжди знайдуться дві споріднені або близькі галузі виробництва, причому на ринок збуту вони виходять майже з однаковою продукцією (асортиментом товарів)? яким чином вести себе кожній з сторін? чим і наскільки диктуються поведінка учасників? які фактори у розвитку подій є вирішальними? можливі сценарії взаємодії (антагоністичної, партнерської). Питання такого сорту не надумані, вони відображають реалії економічного життя — стосунки між Україною і Росією на прикладі металургійного і коксохімічного виробництв, котрі тісно пов'язані між собою та значно конкурують на зовнішньому ринку. Для прикладу можна навести інші країни і виробничі галузі. Варто зауважити, що можуть фігурувати не тільки галузі виробництва, але також інші сфери людської діяльності.

Зрозуміла незаперечна роль математичного моделювання у пошуку адекватних відповідей на сформульовані самим життям питання. До речі, скористатися досить розповсюдженим економетричним моделюванням принципово неможливо, бо треба володіти статистичною сукупністю, котра відсутня, як правило.

Нехай чисельне значення змінної x_1 описує обсяги виробництва першої галузі однієї держави, а x_2 — відповідно для іншої держави; змінні y_1 та y_2 — для другої галузі відповідно держав. Через сталу величину b позначається коефіцієнт міграції (вільного пересування) всередині кожної галузі для кожної з сторін — учасників процесу. Тоді рівняння динаміки обсягів виробництв для кожної з галузей обох сторін записуються

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= \varepsilon x_1 - \alpha x_1^2 - \beta x_1 y_1 - b(x_1 - x_2); & \dot{x}_2 &= \varepsilon x_2 - \alpha x_2^2 - \beta x_2 y_2 + b(x_1 - x_2); \\ \dot{y}_1 &= \varepsilon y_1 - \alpha y_1^2 - \beta x_1 y_1 - b(y_1 - y_2); & & \\ \dot{y}_2 &= \varepsilon y_2 - \alpha y_2^2 - \beta x_2 y_2 + b(y_1 - y_2), & & \end{aligned} \quad (4)$$

що є узагальненням ММ(1).

Для зручності проведення якісного аналізу приймається, що коефіцієнти $\varepsilon, \alpha, \beta$ стали і однакові у всіх рівняннях. Хоча в дійсності це не так, але на малому інтервалі часу таке припущення цілком прийнятне. Цим самим виключається будь-яка дискримінація галузей в обох суспільствах та їх продукції на ринках збуту.

Розв'язуючи відповідну систему алгебраїчних рівнянь, знаходяться стаціонарні точки. Всього їх 16, з числа яких розглядаються ті, що підходять за змістом (координати точок дійсні і невід'ємні). Перші чотири корені аналогічні розв'язкам системи рівнянь (2), ураховуючи структуру ММ(4).

Наступні два корені мають вигляд: для стаціонарної точки № 5 —
 $x_1 = \frac{1}{2\alpha}(\varepsilon - 2b + \sqrt{(\varepsilon - 2b)M})$; $x_2 = \frac{1}{2\alpha}(\varepsilon - 2b - \sqrt{(\varepsilon - 2b)M})$; $y_1 = \frac{1}{2\alpha}(\varepsilon - 2b - \sqrt{(\varepsilon - 2b)M})$;
 $y_2 = \frac{1}{2\alpha}(\varepsilon - 2b + \sqrt{(\varepsilon - 2b)M})$,

де $M = \varepsilon - 2b \frac{\alpha + \beta}{\alpha - \beta}$. Для подальшої зручності введемо значення: $(\varepsilon - 2b) = F$ і $\sqrt{(\varepsilon - 2b)M} = G$. Тоді стаціонарна точка № 6 має координати: $x_1 = \frac{1}{2\alpha}(F - G)$; $x_2 = \frac{1}{2\alpha}(F + G)$; $y_1 = \frac{1}{2\alpha}(F + G)$; $y_2 = \frac{1}{2\alpha}(F - G)$. Привертає увагу симетричність координат в обох стаціонарних точках, що пояснюється структурою ММ(4).

Аналіз існування дійсних і додаткових координат зазначених стаціонарних точок № 5 і № 6 приводить до нерівності

$$b < \frac{\varepsilon(\beta - \alpha)}{2(\alpha + \beta)}, (\alpha < \beta). \quad (5)$$

Ця умова накладає певні обмеження на коефіцієнти ММ(4), що відповідає ситуації, коли в межах однієї сторони партнерства галузь x витісняє іншу галузь y і навпаки в рамках іншої сторони співпраці.

Стаціонарна точка № 7 має координати:

$$x_1 = \frac{u_1}{2} + \sqrt{\frac{u_1^2}{4} - V_1}; \quad x_2 = \frac{u_2}{2} + \sqrt{\frac{u_2^2}{4} - V_2}; \quad y_1 = \frac{u_1}{2} - \sqrt{\frac{u_1^2}{4} - V_1}; \quad y_2 = \frac{u_2}{2} - \sqrt{\frac{u_2^2}{4} - V_2},$$

$$\text{де} \quad U_1 = \frac{A + \sqrt{B}}{2\alpha(\alpha + \beta)}; \quad U_2 = \frac{A - \sqrt{B}}{2\alpha(\alpha + \beta)}; \quad A = 3\varepsilon\alpha + \varepsilon\beta - 2\alpha\beta;$$

$$B = \varepsilon^2\alpha^2 + \varepsilon^2\beta^2 - 4\alpha^2\beta^2 - 2\varepsilon^2\alpha\beta - 8\alpha\beta b^2 + 4\varepsilon\alpha\beta b - 4\alpha\beta^2 b;$$

$$V_1 = \frac{C(D + \sqrt{B})}{2\alpha(\alpha + \beta)^2(\alpha - \beta)}; \quad V_2 = \frac{C(D - \sqrt{B})}{2\alpha(\alpha + \beta)^2(\alpha - \beta)};$$

$$C = \varepsilon\alpha + \beta b; \quad D = \varepsilon\alpha - \varepsilon\beta - 2\alpha\beta.$$

Наступні точки № 8–№ 10 виписуються, приймаючи до уваги симетричність (див. для прикладу точки № 5 і № 6).

Координати рівноважних точок № 7–№ 10 дійсні та невід'ємні, коли коефіцієнти ММ(4) досліджуваного явища задовольняють нерівність:

$$b < \frac{\varepsilon(\beta - \alpha)}{2(\alpha + 2\beta)}, (\alpha < \beta). \quad (6)$$

Зважаючи на теорему [6, с. 90] про стійкість розв'язків нелінійної ММ(4), розглядається лінійна диференціальна система $y = Ay$ де A є матриця Якобі, обчислювана в кожній стаціонарній точці. Конкретно елементи цієї матриці часткових похідних записуються: $a_{11} = \frac{\partial f_1(\cdot)}{\partial x_1} \equiv \varepsilon - 2\alpha x_1 - \beta y_1 - b$; $a_{12} = \frac{\partial f_1(\cdot)}{\partial x_2} \equiv b$; $a_{13} = \frac{\partial f_1(\cdot)}{\partial y_1} \equiv -\beta x_1$; $a_{14} = \frac{\partial f_1(\cdot)}{\partial y_2} \equiv 0$; $a_{21} = b$; $a_{22} = \varepsilon - 2\alpha x_2 - \beta y_2 - b$; $a_{23} = 0$; $a_{24} = -\beta x_2$; $a_{31} = -\beta y_1$; $a_{32} = 0$; $a_{33} = \varepsilon - 2\alpha y_1 - \beta x_1 - b$; $a_{34} = b$; $a_{41} = 0$; $a_{42} = -\beta y_2$; $a_{43} = b$; $a_{44} = \varepsilon - 2\alpha y_2 - \beta x_2 - b$.

Відповідно до методики якісного аналізу складається характеристичне рівняння $\det(A - \lambda E) = 0$, де E — одинична матриця, λ — спектр власних значень. Конкретно для нашого випадку характеристичне рівняння записується

$$\begin{vmatrix} (\varepsilon - 2\alpha x_1 - \beta y_1 - b) - \lambda & b & -\beta x_1 & 0 \\ b & (\varepsilon - 2\alpha x_2 - \beta y_2 - b) - \lambda & 0 & -\beta x_2 \\ -\beta y_1 & 0 & (\varepsilon - 2\alpha y_1 - \beta x_1 - b) - \lambda & b \\ 0 & -\beta y_2 & b & (\varepsilon - 2\alpha y_2 - \beta x_2 - b) - \lambda \end{vmatrix} = 0$$

Щоразу визначник розраховується в кожній стаціонарній точці. Спектр власних значень $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4)$ визначає характер рухів в околі стаціонарних точок. Наприклад, для першої (тривіальної) точки рівноваги має місце детермінант

$$\begin{vmatrix} (\varepsilon - b) - \lambda & b & 0 & 0 \\ b & (\varepsilon - b) - \lambda & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (\varepsilon - b) - \lambda & b \\ 0 & 0 & b & (\varepsilon - b) - \lambda \end{vmatrix} = 0.$$

Розкриваючи його, отримується характеристичне рівняння $[(\varepsilon - b - \lambda)^2 - b^2]^2 = 0$. Звідки випливає $[(\varepsilon - b - \lambda) - b][(\varepsilon - b - \lambda) + b] = 0$. З перших квадратних дужок отримується $\lambda_1 = \varepsilon - 2b$ і остаточно $\lambda_1 = \lambda_2$ в силу піднесення до квадрату; з другого співмножника добутку випливає $\lambda_3 = \varepsilon$ і остаточно $\lambda_3 = \lambda_4 = \varepsilon$ по тій же причині. Отже, для $\varepsilon > 0$ перша рівноважна точка нестійка.

Аналогічним чином діючи для стаціонарної точки № 2 $\left(x_1 = x_2 = y_1 = y_2 = \frac{\varepsilon}{\alpha + \beta}\right)$, знаходяться власні значення: $\lambda_1 = -\varepsilon$; $\lambda_2 = -2b$; $\lambda_3 = \frac{\varepsilon(\beta - \alpha)}{\alpha + \beta}$; $\lambda_4 = -\varepsilon - 2b$. Для нерівності $\alpha > \beta$ характеристичні числа $\lambda_i < 0$ ($i = 1, 2, 3, 4$) і точка стійка; при $\alpha < \beta$ власне значення $\lambda_3 > 0$ і точка нестійка.

Аналіз стійкості стаціонарних точок № 5 і № 6 приводить до нерівності (6), яка є необхідною і достатньою умовою стійкості. Рівноважні точки № 7–№ 10 лежать на межі областей тяжіння, але при деяких обмеженнях параметрів можлива їх нестійкість.

Висновки. Таким чином, можуть мати місце наступні сценарії розвитку подій для випадку взаємодії двох держав, у кожній з яких є дві споріднені галузі виробництва (міграційно пов'язані суспільства):

1) якщо внутрішньо галузева конкуренція (α) більша за міжгалузеву (β), то в обох суспільствах будуть стійко існувати обидві галузі виробництва незалежно від ступеня ізоляції між державами. Іншими словами, боротьба за якість продукції завжди виправдана. Серед перших чотирьох стаціонарних точок стійкою являється за № 2;

2) якщо виконується нерівність $\alpha < \beta$, то рівноправного співіснування двох галузей у кожній державі неможливе. Для випадку а) нерівності $b > \frac{\varepsilon(\beta - \alpha)}{2(\alpha + \beta)}$ — зазначеного співвідношення між коефіцієнтами ММ міграційний процес досить суттєво впливає на еволюцію системи (об'єкту моделювання), де перемагає одна галузь, витісняючи конкурента;

б) для подвійної нерівності $\frac{\varepsilon(\beta - \alpha)}{2(\alpha + \beta)} > b > \frac{\varepsilon(\beta - \alpha)}{2(\alpha + 2\beta)}$ матимуть місце стаціонарні точки № 5 і № 6, у державах-партнерах переважатимуть різні види, але спостерігатиметься нестійкість, тобто будь-яка випадковість може призупинити її. В такому разі в системі існуватимуть перші шість стаціонарних точок, з числа яких стійкі № 3 і № 4;

в) для випадку нерівності $b < \frac{\varepsilon(\beta - \alpha)}{2(\alpha + 2\beta)}$ — співвідношення між коефіцієнтами системи існуватимуть усі десять рівноважних точок, з яких чотири (№ 3 — № 6) стійкі. При цьому існує область стартових (початкових) умов у створенні продукції галузями, за яких об'єкт моделювання досягає рівноважного стану, але в кожного з партнерів переважатимуть різні види. Наприклад, у першій державі переважатиме галузь x , а в другій — вид y , причому деякі стаціонарні стани галузі y в першій державі і галузі x для другої існуватимуть лише за рахунок міграційного процесу.

Як видно, вплив міжгалузевої конкуренції на динаміку обсягів конкуруючих видів виробництва багатолікий. Динаміка в свою чергу може здійснювати вплив на розподіл галузей та їх еволюцію, допускаючи явище інтерференції, коли показники однієї галузі взаємно підсилюються або послабляються.

Очевидно, що партнерство має забезпечувати успішність кожної сторони (не пригнічувати, а сприяти взаємно ефективному співіснуванню на ринку збуту).

Література

1. *Царьков В. А.* О динамике Ферхюльста и динамике роста капитала в экономике // Экономика и матем. методы. — 2008. — Т. 44. — № 3. — С. 92–97.
2. *Фрисман Е. Я., Двойченков В. И.* Эволюционные последствия конкуренции / В кн. «Моделирование биологическ. сообществ». — Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. — С. 117–126.
3. *Вольтерра В.* Математическая теория борьбы за существование. — М.: Наука, 1976. — 286 с.
4. *Милованов В. П.* Синергетика и самоорганизация: Экономика. Биофизика. — М.: Ком-Книга, 2005. — 168 с.
5. *Смит Дж.* Модели в экологии. — М.: Мир, 1976. — 179 с.
6. *Эрроусмит Д., Плейс К.* Обыкновенные дифференциальные уравнения. Качественная теория с приложениями. — М.: Мир, 1986. — 243 с.

Надійшла до редакції: 29.12.2009