УДК 313.42

ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ РЫНОЧНОЙ АДАПТАЦИИ

ВОРОНИН А. В., ГУНЬКО О. В.

УДК 313.42

Воронин А. В., Гунько О. В. Дискретная модель рыночной адаптации

В настоящей работе предложена динамическая модель рыночного ценообразования и производства, которая позволяет определить общие закономерности производственно-технологической специфики на эволюцию экономической системы. Теоретической основой построения модели являются балансовые соотношения, объединяющие подходы Л.Вальраса и А. Маршалла для описания динамики цен и объемов промышленной продукции на рынке одного товара. Синтезированная математическая модель представляет собой систему двух линейных разностных уравнений для определения цены и объема товара в дискретном времени. Для данной динамической системы получены условия устойчивости равновесного положения и выполнен соответствующий параметрический анализ. В данной статье достаточно подробно рассмотрены периодические режимы функционирования исследуемой системы с позиции теории экономических циклов. В качестве примера рассмотрена проблема влияния автономных колебаний на стороне спроса в целом на динамику ценообразования и объема выпуска товарной продукции. С помощью средств компьютерного моделирования представлены численные результаты , демонстрирующие все типы колебательного поведения, включая гармонические биения и резонанс.

***Ключевые слова:** цена, объем, спрос, предложение, баланс, устойчивость, колебания, резонанс.*
***Рис.:** 5. **Формул:** 26. **Библ.:** 8.*

***Воронин Анатолий Витальевич** – кандидат технических наук, доцент, кафедра высшей математики и экономико-математических методов, Харьковский национальный экономический университет (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)*
***E-mail:** voronin61@ ukr/net*

***Гунько Ольга Владимировна** – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики и экономико-математических методов, Харьковский национальный экономический университет (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)*

УДК 313.42

Воронін А. В., Гунько О. В. Дискретна модель ринкової адаптації

У даній роботі запропоновано динамічну модель ринкового ціноутворення та виробництва, яка дозволяє визначити загальні закономірності виробничо-технологічної специфіки на еволюцію економічної системи. Теоретичною основою побудови моделі є балансові співвідношення, що об'єднують підходи Л.Вальраса і А. Маршалла для опису динаміки цін і обсягів промислової продукції на ринку одного товару. Синтезована математична модель являє собою систему двох лінійних різницевих рівнянь для визначення ціни і обсягу товару в дискретному часі. Для даної динамічної системи отримано умови стійкості рівноважного положення і виконаний відповідний параметрічний аналіз. У статті досить докладно розглянуто періодичні режими функціонування дослідженої системи з позиції теорії економічних циклів. Як приклад розглянуто проблему впливу автономних коливань на стороні попиту в цілому на динаміку ціноутворення та обсягу випуску товарної продукції. За допомогою засобів комп'ютерного моделювання представлені чисельні результати, що демонструють всі типи коливальної поведінки, включаючи гармонійні биття і резонанс.

***Ключові слова:** ціна, обсяг, попит, пропозиція, баланс, стійкість, коливання, резонанс.*
***Рис.:** 5. **Формул:** 26. **Бібл.:** 8.*

***Воронін Анатолій Віталійович** – кандидат технічних наук, доцент, кафедра вищої математики й економіко-математичних методів, Харківський національний економічний університет (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)*
***E-mail:** voronin61@ ukr/net*

***Гунько Ольга Володимирівна** – кандидат фізико-математичних наук, доцент, кафедра вищої математики й економіко-математичних методів, Харківський національний економічний університет (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)*

UDC 313.42

Voronin A. V., Gunko O. V. Discrete Model of Market Adaptation

The article offers a dynamic model of market price formation and production, which allows identification of general regularities of influence of production and technological specific features upon evolution of an economic system. Balance relations, which unite approaches of L. Walras and A. Marshall for description of dynamics of prices and volumes of industrial production of one commodity in the market, serve as the theoretical basis of building the model. Synthesised mathematical model is a system of two linear differential equations for identifying price and volume of the commodity in discrete time. Conditions of stability of the equilibrium position have been obtained for this dynamic system and a relevant parametric analysis was conducted. The article considers in detail periodical modes of functioning of the studied system from the point of view of the theory of economic cycles. The problem of influence of autonomous fluctuations on the demand side in general upon dynamics of price formation and volume of commodity output are considered as an example. Numerical results, which demonstrate all types of fluctuation behaviour including harmonic beat and resonance, are presented with the help of the means of computer modelling.

***Key words:** price, volume, demand, supply, balance, stability, fluctuations, resonance.*
***Pic.:** 5. **Formulae:** 26. **Bibl.:** 8.*

***Voronin Anatolii V.**– Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Department of Mathematics and Economic and Mathematical Methods, Kharkiv National University of Economics (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)*
***E-mail:** voronin61@ ukr/net*

***Gunko Olga V.**– Candidate of Sciences (Physics and Mathematics), Associate Professor, Department of Mathematics and Economic and Mathematical Methods, Kharkiv National University of Economics (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)*

Для экономистов-теоретиков всегда актуальной является проблема конструирования модели механизма формирования цен на выпускаемую предприятиями продукцию. Наиболее важным здесь является синтез двух различных подходов в ценообразовании. Так, с одной стороны, с позиций А. Маршалла, классическая теория фирмы постулирует, что в случае производственного равновесия цена выпускаемой продукции должна быть равна предельным издержкам предприятия. С другой стороны, руководствуясь теорией Л. Вальраса, так называемая «паутинная» модель рыночной цены допускает существование равновесной цены при равенстве объемов спроса и предложения товара. Вполне очевидно, что оба подхода взаимно дополняют друг друга и позволяют учитывать в рамках единой динамической экономической системы совместный эффект от взаимодействия не только избытков спроса и предложения, но и превышение цены спроса над ценой предложения и наоборот.

К настоящему времени известен ряд работ, посвященных данной проблеме, и получены соответствующие результаты для динамических систем с непрерывным изменением времени [1 – 7]. Наше дальнейшее изложение будет посвящено процессам, где время является дискретно меняющейся величиной.

Пусть рынок какого-либо отдельного товара (продукта) характеризуется двумя основными переменными: $p = p(t)$ – цена, зависящая от времени t, единицы товара (продукта); $y = y(t)$ – объем выпускаемой продукции, также меняющийся во времени t. Будем предполагать, что время t изменяется как целочисленная величина – $t = 0, 1, 2, ...$

Для формализации вышеупомянутых подходов Л. Вальраса и А. Маршалла необходимо определить еще ряд понятий:

1) $D = D(p, y, t)$ – объем спроса на товарном рынке;

2) $S = S(p, y, t)$ – объем предложения продукта;

3) $P_d = P_d(p, y, t)$ – рыночная цена спроса;

4) $P_s = P_s(p, y, t)$ – рыночная цена предложения;

Динамический процесс реализуется при наличии запаздывании на стороне спроса или предложения. Одним из наиболее простейших допущений в дискретном анализе является сосредоточенное запаздывание, или отставание функции предложения на некоторый интервал времени:

$$D(p,y,t) = S(p,y,t-T_1).$$

Данное соотношение имеет место в случае, когда необходимо конечное время T_1 для формирования требуемого объема предложения. С другой стороны, производитель строит свои ожидания будущей цены, которая имела место на рынке, т. е. на цену предыдущего периода T_2:

$$P_S(p,y,t) = P_d(p,y,t-T_2).$$

Далее мы сосредоточим внимание на модели с одинаковыми запаздываниями $T_1 = T_2$. Тогда получим динамическую систему следующего вида

$$\begin{cases} D(p,y,t) = S(p,y,t-1) \\ P_S(p,y,t) = P_d(p,y,t-1) \end{cases}. \qquad (1)$$

Система (1) является слишком общей для анализа, и поэтому необходимо выдвинуть дополнительные гипотезы, конкретизирующие явное представление всех вышеуказанных функций. В этой связи допустим, что предложение товара $S(p, y, t)$ равно объему произведенной продукции $y(t)$, а цена спроса $P_d(p, y, t)$ есть цена единицы продукции $p(t)$. Функция спроса $D(p, y, t)$ будет считаться традиционной, т. е. линейной убывающей функцией цены $p(t)$: $D(p, y, t) = d_0(t) - d_1 p(t)$, где $d_1 = const > 0$; $d_0(t)$ – автономная тенденция изменения спроса. Относительно цены предложения $P_s(p, y, t)$, являющейся по сути предельными издержками производственных затрат, положим, что она состоит из условно переменных затрат, линейно зависящих от объема продукции $y(t)$ и условно постоянных затрат $S_0(t)$, зависящих только от времени t и не зависящих от объема выпуска $y(t)$:

$$P_S(p,y,t) = S_1 \cdot y(t) - S_0(t),$$

где $S_1 = const > 0$.

С учетом всех выдвинутых допущений система (1) примет вид системы двух линейных разностных уравнений первого порядка для переменных $p(t)$ и $y(t)$:

$$\begin{cases} d_0(t) - d_1 \cdot p(t) = y(t-1) \\ S_1 \cdot y(t) - S_0(t) = p(t-1) \end{cases}, \qquad (2)$$

при этом будем считать в начальный момент $t = 0$ заданными цену $p(0)$ и объем $y(0)$. Представим систему (2) в форме уравнений, разрешенных относительно $p(t)$ и $y(t)$:

$$\begin{cases} p(t) = -\dfrac{1}{d_1} y(t-1) + \dfrac{d_0(t)}{d_1}, \\ y(t) = \dfrac{1}{S_1} p(t-1) + \dfrac{S_0(t)}{S_1}. \end{cases} \qquad (3)$$

Дальнейшие преобразования допускают трансформацию системы (3) в два независимых разностных уравнения второго порядка для каждой искомой переменной:

$$p(t) + p(t-2)/S_1 d_1 = \left(S_1 d_0(t) - S_0(t-1)\right)/S_1 d_1; \qquad (4)$$

$$y(t) + y(t-2)/S_1 d_1 = \left(d_0(t-1) + d_1 S_0(t)\right)/S_1 d_1. \qquad (5)$$

Очевидно, что по своему внешнему виду уравнения (4) и (5) отличаются только правыми частями.

Рассмотрим простейший случай динамического поведения (4), (5) в случае постоянных значений d_0 и S_0. Тогда (4) и (5) будут иметь вид разностных уравнений второго порядка с постоянными правыми частями.

$$p(t) + \frac{1}{S_1 d_1} p(t-2) = \frac{S_1 d_0 - S_0}{S_1 d_1}; \qquad (6)$$

$$y(t) + \frac{1}{S_1 d_1} y(t-2) = \frac{d_0 + d_1 S_0}{S_1 d_1}. \qquad (7)$$

Система (6), (7) на больших временах t обладает равновесным решением:

$$p^* = \frac{S_1 d_0 - S_0}{1 + S_1 d_1}, \quad y^* = \frac{d_0 + d_1 S_0}{1 + S_1 d_1}. \qquad (8)$$

Поэтому представляется удобным ввести новые переменные $\tilde{p} = p - p^*$ и $\tilde{y} = y - y^*$, являющиеся по своему смыслу отклонениями от равновесных значений. Тогда уравнения (6), (7) в новых переменных примут форму однородных разностных уравнений второго порядка для $\tilde{p}(t)$ и $\tilde{y}(t)$ с соответствующими начальными условиями $\tilde{p}(0) = p(0) - p^*$, $\tilde{y}(0) = y(0) - y^*$.

Все это имеет конкретный экономический смысл, так как интерес представляет именно отклонение от положения равновесия. Итак, имеем:

$$\tilde{p}(t) + \frac{1}{S_1 d_1} \tilde{p}(t-2) = 0; \qquad (9)$$

$$\tilde{y}(t) + \frac{1}{S_1 d_1} \tilde{y}(t-2) = 0. \qquad (10)$$

Решения разностных уравнений (9), (10) хорошо известны и имеют вид:

$$\tilde{p}(t) = A_1 r^t \cos(\pi \cdot t/2) + A_2 r^t \sin(\pi \cdot t/2); \qquad (11)$$

$$\tilde{y}(t) = B_1 r^t \cos(\pi \cdot t/2) + B_2 r^t \sin(\pi \cdot t/2), \qquad (12)$$

где $r = 1\big/\sqrt{S_1 d_1}$.

Элементарные рассуждения о представлениях (11) и (12) позволяют сделать вывод о том, что отклонение от равновесных значений цены $\tilde{p}(t)$ и объема $\tilde{y}(t)$ совершают колебания вокруг p^* и y^* с одинаковой частотой π/2, но различными амплитудами и фазами, определяемыми начальными условиями.

Для определения постоянных A_1 и A_2 рассмотрим (11) при $t = 0$ и $t = 1$:

$$\tilde{p}(0) = A_1, \ \tilde{p}(1) = A_2 r.$$

Следовательно, (11) перепишется в виде

$$\tilde{p}(t) = A_1 r^t \cos(\pi \cdot t/2) + A_2 r^t \sin(\pi \cdot t/2). \qquad (13)$$

Аналогично, $\tilde{y}(0) = B_1, \ \tilde{y}(1) = B_2 r$

$$\tilde{y}(t) = r^t \tilde{y}(0) \cos\ (\pi \cdot t/2) + \frac{\tilde{y}(1)}{r} \sin\ (\pi \cdot t/2). \qquad (14)$$

Величины $\tilde{p}(1), \ \tilde{y}(1)$ могут быть легко найдены из системы (3):

$$p(1) = (d_0 - y(0))\big/d_1, \ y(1) = (S_0 + p(0))\big/S_1,$$

$$\tilde{p}(1) = p(1) - p^*, \ \tilde{y}(1) = y(1) - y^*.$$

Вполне очевидно, что вопрос об устойчивости положения равновесия p^*, y^* должен рассматриваться с точки зрения динамики. В данном случае важным для нас является значение параметра $r = 1\big/\sqrt{s_1 d_1}$. При этом заметим, что s_1 и d_1 являются сугубо статическими параметрами.

Тем не менее, при различных значениях r наблюдаются различные типы динамического поведения. Так, например, при $r > 1$ ($s_1, d_1 < 1$) колебания вокруг положения равновесия p^*, y^* носят нарастающий «взрывной» характер, т. е. равновесие является неустойчивым. При $r < 1$ ($s_1, d_1 > 1$), наоборот, колебания являются затухающими, что свидетельствует об устойчивости равновесного положения. В случае $r = 1$ ($s_1, d_1 = 1$) равновесие называется «нейтральным», т. к. происходят колебания с постоянной амплитудой.

На *рис.* 1 – *рис. 3* представлены результаты моделирования переходных процессов для отклонений цен и объемов от своих равновесных значений. Вычисления произведены для следующих значений параметров: $d_1 = 1$; $S_1 = 1 + \mu$; $d_0 = 3$; $S_0 = 2$; $p_0 = d_0 / d_1$; $y_0 = S_0 / S_1$, где μ – малая знакопеременная величина [8]. На всех графиках отклонения цены представлены штрих-пунктирной линией, отклонения объема – точечной.

Представляет содержательный интерес рассмотрение ситуации, когда автономная тенденция спроса $d_0(t)$ содержит в себе периодическую составляющую, что, как правило, соответствует сезонным колебаниям рыночного спроса:

$$d_0(t) = d_0 + \varepsilon \cdot \sin(\omega t),$$

где ε – амплитуда и ω – частота соответствующих колебаний.

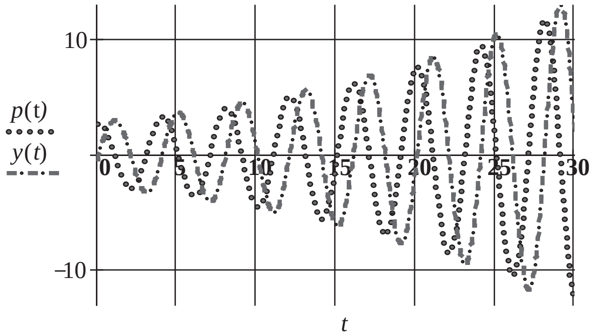

Рис. 1. Неустойчивый переходный процесс в системе (13), (14) при μ = –0,1

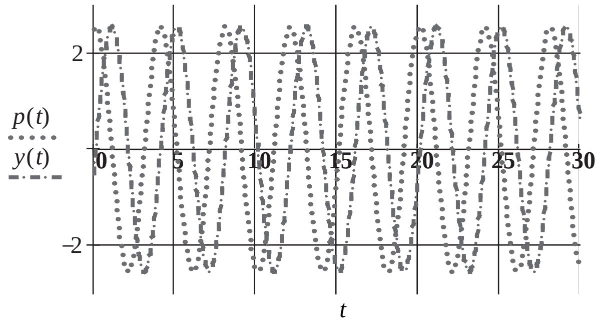

Рис. 2. Нейтральный переходный процесс в системе (13), (14) при μ = 0

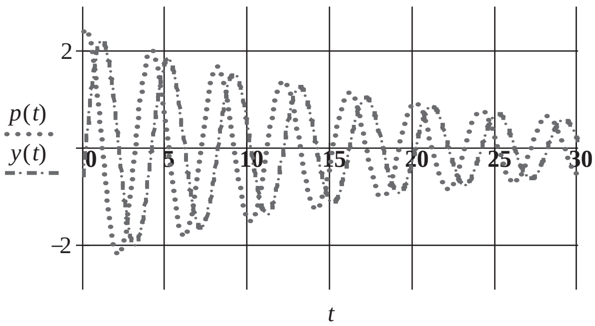

Рис. 3. Устойчивый переходный процесс в системе (13), (14) при μ = 0,1

Кроме того, положим $s_1 d_1 = 1$ с целью нейтрализации затухающих и взрывных периодических режимов в исследуемой экономической системе. С учетом выдвинутых предположений уравнения (4) и (5) примут вид:

$$p(t) + p(t-2) = S_1 d_0 - S_0 + S_1 \varepsilon \sin(\omega \cdot t); \qquad (15)$$

$$y(t) + y(t-2) = d_1 S_0 + d_0 + \varepsilon \sin(\omega \cdot (t-1)). \qquad (16)$$

Обозначим $p_e = (S_1 d_0 - S_0)/2$, $y_e = (d_1 S_0 - d_0)/2$ и введем переменные $\overline{p} = p - p_e$, $\overline{y} = y - y_e$. Величины p_e и y_e соответствуют p^* и y^* при условии $s_1 d_1 = 1$. Тогда, в новых переменных уравнения (15), (16) преобразуются к форме:

$$\overline{p}(t+2) + \overline{p}(t) = S_1 \varepsilon \sin(\omega \cdot (t+2)); \qquad (17)$$

$$\overline{y}(t+2) + \overline{y}(t) = \varepsilon \sin(\omega \cdot (t+1)) \qquad (18)$$

или

$$\overline{p}(t+2) + \overline{p}(t) = S_1 \varepsilon \sin(2\omega) \cos(\omega \cdot t) + \\ + S_1 \varepsilon \cos(2\omega) \sin(\omega \cdot t); \qquad (19)$$

$$\bar{y}(t+2)+\bar{y}(t)=\varepsilon\sin\omega\cdot\cos(\omega\cdot t)+ \\ +\varepsilon\cos\omega\cdot\sin(\omega\cdot t). \qquad (20)$$

Очевидно, что каждое из уравнений (19) и (20) можно переписать так:

$$x(t+2)+x(t)=R_1\cos(\omega\cdot t)+R_2\sin(\omega\cdot t). \qquad (21)$$

Его общее решение имеет вид:

$$x(t)=C_1\cos(\pi\cdot t/2)+C_2\sin(\pi\cdot t/2)+u(t), \qquad (22)$$

где $u(t)=Q_1\cos(\omega t)+Q_2\sin(\omega t)$ – некоторое частное решение (21) с неопределенными коэффициентами Q_1, Q_2. Для их нахождения подставим $u(t)$ в уравнение (21). В результате подстановки и выполнения необходимых преобразований, получим:

$$Q_1=(1/2)(R_1-tg\omega\cdot R_2),\ Q_2=(1/2)(tg\omega\cdot R_1+R_2).$$

Постоянные C_1, C_2 будут найдены из (22) при подстановке $t = 0$ и $t = 1$:

$$C_1=x(0)-Q_1,\ C_2=x(1)-Q_1\cos\omega\ -\ Q_2\sin\omega.$$

С учетом вышеизложенного после очевидных вычислений будем иметь:

а) решение уравнения (19):

$$\bar{p}(t)=C_1\cos(\pi\cdot t/2)+C_2\sin(\pi\cdot t/2)+ \\ +\ S_1\varepsilon\sin(\omega(t+1))/2\cos\omega, \qquad (23)$$

где $C_1=\bar{p}(0)-(S_1\varepsilon/2)tg\omega$, $C_2=\bar{p}(1)-S_1\varepsilon\cdot\sin\omega$.

б) решение уравнения (20)

$$\bar{y}(t)=C_1\cos(\pi\cdot t/2)+C_2\sin(\pi\cdot t/2)+ \\ +(\varepsilon/2\cos\omega)\sin(\omega t), \qquad (24)$$

где $C_1=\bar{y}(0)$, $C_2=\bar{y}(1)-(\varepsilon/2)tg\omega$.

Из явного вида решений (23), (24) следует, что в данном случае происходит наложение двух гармонических колебаний: свободных и вынужденных. Свободные колебания полностью определены начальными условиями с собственной частотой π/2 и никак не зависят от сезонной составляющей спроса.

Вынужденные колебания происходят с частотой сезонной компоненты ω и никоим образом не зависят от начальных условий. Когда ω = π/2, выражения (23) и (24) теряют смысл из-за имеющейся неопределенности, которая может быть раскрыта по правилу Лопиталя при ω → π/2. Предельный переход приводит к следующим результатам:

$$\bar{p}(t)=\bar{p}(0)\cos(\pi\cdot t/2)+\bar{p}(1)\sin(\pi\cdot t/2)+ \\ +(S_1\varepsilon/2)(t-1)\sin(\pi\cdot t/2); \qquad (25)$$

$$\bar{y}(t)=\bar{y}(0)\cos(\pi\cdot t/2)+\bar{y}(1)\sin(\pi\cdot t/2)- \\ -(\varepsilon t/2)\cos(\pi\cdot t/2). \qquad (26)$$

Легко заметить, что в (25) и (26) присутствуют слагаемые с линейно растущими амплитудами колебаний, что характеризует явление резонанса при совпадении собственной частоты с частотой автономного изменения спроса.

На *рис. 4* представлены результаты взаимодействия частот свободных и вынужденных колебаний при условии достаточной близости их частот при следующих значениях: $\omega=\frac{\pi}{2}0{,}9$; $d_1 = 1$; $S_1 = 1 + \mu$; $d_0 = 3$; $S_0 = 2$; $p_0 = d_0 / d_1$; $y_0 = S_0 / S_1$.

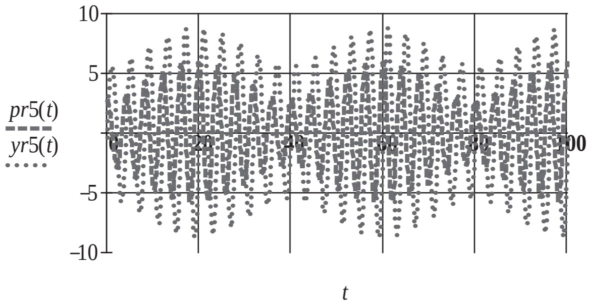

Рис. 4. Гармонические биения при близости частот свободных и вынужденных колебаний

На *рис. 5* изображен резонансный случай динамической системы (23), (24), где частоты вынужденных и свободных колебаний совпадают, что соответствуют решениям (25), (26).

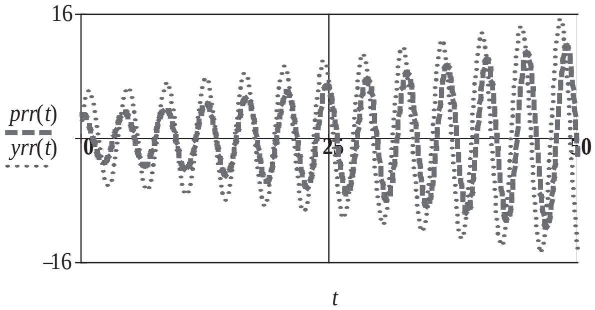

Рис. 5. Резонанс в динамической системе (15), (16)

ЛИТЕРАТУРА

1. Балацкий Е. В. Рыночное ценообразование и производственные циклы / Е. В. Балацкий // Экономика и математические методы. – 2005. – т. 41. – № 1. – С. 37 – 44.

2. Воронин А. В. Бифуркации в модели Вальраса – Маршалла / Воронин А. В., Евтушенко С. А., Московкин В. М. // Бизнес Информ. – 2002. – № 1–2. – С. 51 – 53.

3. Внукова Н. Н. Адаптационные механизмы производственно – экономической системы / Н. Н. Внукова, А. В. Воронин, А. В. Бондаренко // Економіка: проблеми теорії та практики : Збірник наук. праць. – Дніпропетровськ, ДНУ, 2009, Вип. 253, т. 3. – С. 756 – 774.

4. Кизим Н. А. Модель производственного цикла / Н. А. Кизим, А. В. Воронин // Бизнес Информ. – 2006 – № 6. – С. 71 – 74.

5. Воронин А. В. Нелинейность в неоклассических моделях «спрос – предложение» / А. В. Воронин // Бизнес Информ. – 2006. – № 11. – С. 85 – 88.

6. Воронин А. В.Сложная динамика производственно- экономической системы / А. В. Воронин // Бизнес Информ. – 2007. – № 1-2. – С. 109 – 112.

7. Воронин А. В. Структурная неустойчивость рыночного положения фирмы / А. В. Воронин // Бизнес Информ. – 2007. – № 6. – С. 67 – 70.

8. Гунько О. В. Використання середовища Mathcad при вивченні навчальної дисципліни «Математика для економістів» / О. В. Гунько. – Харків : Вид. ХНЕУ, 2010. – 288 с.

REFERENCES

Balatskiy, E. V. "Rynochnoe tsenoobrazovanie i proizvodstvennye tsikly [Market pricing and production cycles]." *Ekonomika i matematicheskie metody,* vol. 41, no. 1 (2005): 37-44.

Gunko, O. V. *Vykorystannia seredovyshcha Mathcad pry vyvchenni navchalnoi dystsypliny «Matematyka dlia ekonomistiv»* [Using Mathcad environment in the study of the course "Mathematics for Economists"]. Kharkiv: Vid. KhNEU, 2010.

Kizim, N. A., and Voronin, A. V. "Model proizvodstvennogo tsikla [Model of the production cycle]." *Biznes Inform*, no. 6 (2006): 71-74.

Vnukova, N. N., Voronin, A. V., and Bondarenko, A. V. "Adaptatsyonnye mekhanyzmy proyzvodstvenno - ekonomycheskoi systemy [Adaptation mechanisms production - the economic system]." *Ekonomika: problemy teorii ta praktyky,* vol. 3, no. 253 (2009): 756-774.

Voronin, A. V. "Nelineynost v neoklassicheskikh modeliakh «spros – predlozhenie» [Non-linearity in the neoclassical model "demand – offer»]." *Biznes Inform*, no. 11 (2006): 85-88.

Voronin, A. V. "Slozhnaia dinamika proizvodstvenno-ekonomicheskoy sistemy [Complex dynamics of production and the economic system]." *Biznes Inform*, no. 1-2 (2007): 109-112.

Voronin, A. V. "Strukturnaia neustoychivost rynochnogo polozheniia firmy [Structural instability of the market position of the company]." *Biznes Inform*, no. 6 (2007): 67-70.

Voronin, A. V., Evtushenko, S. A., and Moskovkin, V. M. "Bifurkatsii v modeli Valrasa – Marshalla [Bifurcation in the Walrasian-Marshall model]." *Biznes Inform*, no. 1-2 (2002): 51-53.

УДК 331.225.3

МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВОГО МЕХАНІЗМУ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ ПЕРСОНАЛУ

КАРПЕЦЬ О. С., ЧУЙКО І. М.

УДК 331.225.3

Карпець О. С., Чуйко І. М. Моделювання фінансового механізму підвищення продуктивності праці персоналу

У статті розглядається проблема побудови ефективної системи стимулювання персоналу підприємства на основі застосування основних положень теорії активних систем: визначений склад системи, її тип, основні цілі функціонування та інші характеристики. Подальші дослідження побудованої моделі дозволять уточнити її функціональні співвідношення та побудувати ефективну персоніфіковану модель фінансового стимулювання праці персоналу підприємства.

Ключові слова: *система, теорія активних систем, фактори, прогнозування, управління, механізм, моделі, стимулювання.*

Формул: *11.* ***Бібл.:*** *7.*

Карпець Ольга Сергіївна – *кандидат економічних наук, доцент, Західнодонбаський інститут Міжрегіональної академії управління персоналом (вул. Дніпровська, 400, Павлоград, 51400, Україна)*

Чуйко Ірина Михайлівна – *викладач, кафедра економічної кібернетики, Харківський національний економічний університет (пр. Леніна, 9а, Харків, 61166, Україна)*

E-mail: *irchik_be@ukr.net*

УДК 331.225.3

Карпец О. С., Чуйко И. М. Моделирование финансового механизма повышения производительности труда персонала

В статье рассматривается проблема построения эффективной системы стимулирования персонала предприятия с использованием теории активных систем: определены параметры, тип системы и основные цели ее функционирования. Построена в общем виде математическая модель стимулирования персонала, дальнейшие исследования которой позволят построить ее функциональные соотношения и разработать эффективную персонифицированную модель стимулирования персонала предприятия.

Ключевые слова: *система, теория активных систем, факторы, прогнозирование, управление, механизм, модели, стимулирование.*

Формул: *11.* ***Библ.:*** *7.*

Карпец Ольга Сергеевна – *кандидат экономических наук, доцент, Западнодонбасский институт Межрегиональной академии управления персоналом (ул. Днепровская, 400, Павлоград, 51400, Украина)*

Чуйко Ирина Михайловна – *преподаватель, кафедра экономической кибернетики, Харьковский национальный экономический университет (пр. Ленина, 9а, Харьков, 61166, Украина)*

E-mail: *irchik_be@ukr.net*

UDC 331.225.3

Karpets O. S., Chuyko I. M. Modelling Financial Mechanism of Increase of Efficiency of Personnel Labour

The article considers the problem of building an effective system of stimulation of personnel of a company with the use of the theory of active systems: parameters, system type and main goals of its functioning are identified. It builds a general mathematic model of stimulation of personnel, the further study of which would allow construction of its functional correlations and development of effective personified model of stimulation of personnel of a company.

Key words: *system, theory of active systems, factors, forecasting, management, mechanism, models, stimulation.*

Formulae: *11.* ***Bibl.:*** *7.*

Karpets Olga S.– *Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor, West Donbass Institute of Interregional Academy of Personnel Management (vul. Dniprovska, 400, Pavlograd, 51400, Ukraine)*

Chuiko Irina M. – *Lecturer, Department of Economic Cybernetics, Kharkiv National University of Economics (pr. Lenina, 9a, Kharkiv, 61166, Ukraine)*

E-mail: *irchik_be@ukr.net*

Центральне місце у виробничій діяльності будь-якого підприємства посідає персонал і результати його праці. В умовах розвитку ринкових відносин правильна організація праці та системи її оплати повинна забезпечувати відтворення робочої сили, формування мотивів і стимулів до праці, підвищення її якості та продуктивності. Ефективність використання трудових ресурсів на підприємстві виражається через показники продуктивності праці, які можуть оцінюватися в кількості продукції (обсягом робіт, послуг), виготов-