

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

УДК 519.86:330.3

В. Д. Дербенцев, канд. екон. наук, доц.,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕНДЕНЦІЙ ЕКОНОМІЧНОГО РОСТУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ЕКОНОМІКИ

Розглянуто підходи до моделювання середньострокових тенденцій розвитку економіки України в сенсі економічного росту. Наведено результати дослідження потенційно можливих темпів приросту валового випуску за умови зростання долі заробітної плати, що були одержані за допомогою нелінійної динамічної односекторної моделі економічного росту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: середньострокові тенденції розвитку економіки, нелінійна динамічна односекторна модель економічного росту, темп приросту валового випуску.

Моделювання економічного росту може здійснюватись для реалізації різних практичних завдань — аналітичних, прогнозних, планових, які, в свою чергу, обумовлюють різні підходи та принципи моделювання. Проте, спільним є той факт, що моделі економічного росту використовуються як теоретичні аналоги минулого або ймовірного майбутнього розвитку.

Головне призначення аналітичних моделей полягає у відображенні процесів реального економічного росту, прогнозних — передбачення майбутніх тенденцій. Відмінності між ними можна звести, принаймні, до двох аспектів. По-перше, прогнозні моделі мають бути більш агрегованими та узагальненими, оскільки наші уявлення про майбутнє є більш абстрактним та залежать від прийнятих гіпотез, по-друге, зі збільшенням горизонту прогнозу зростає його нормативний характер, зменшується його точність та визначеність економічного розвитку і тому вирішальне значення

має не стільки кількісний прогноз, скільки пошук можливих оптимальних траєкторій розвитку.

Так, для короткострокового прогнозування темпів економічного росту часто застосовують достатньо прості економетричні або трендові моделі. Цей підхід є цілком виправданий, оскільки на коротких проміжках часу не проявляються зворотні зв'язки між макроекономічними параметрами внаслідок лагових ефектів та інерційності більшості економічних процесів. Для більш довгих проміжків часу (більше року) необхідний системний аналіз параметрів економічного розвитку, для чого будують динамічні факторні моделі, що відображають взаємозв'язки між обсягами та динамікою виробництва (ВВП, валовий випуск, національний дохід) та обсягами і динамікою виробничих ресурсів.

Як свідчить теоретичний та емпіричний аналіз [1—7], кількісні та якісні закономірності економічного росту з достатньою повнотою можуть бути описані залежно від динаміки основних фондів та витрат праці з урахуванням їх важливіших структурних та якісних характеристик.

Розглянемо динамічну односекторну модель економіки, в якій макроекономічні показники пов'язані лінійним балансовим співвідношенням:

$$X(t) = X_{\text{пром}}(t) + Y(t), \quad (1)$$

де $X(t)$ — валовий випуск;

$X_{\text{пром}}(t)$ — частка валового випуску, що йде на проміжне споживання;

$Y(t)$ — кінцевий продукт (ВВП),

та мультиплікативною виробничою функцією типа Кобба-Дугласа, що пов'язує обсяг виробництва товарів і послуг із капіталом або фондоозброєністю та працею, у вигляді:

$$X(t) = F(K, L) = A[K(t)]^\alpha [wL(t)]^{1-\alpha}, \quad (2)$$

де $K(t)$ — капітал або фондоозброєність;

$wL(t)$ — повна вартість праці (w — середня заробітна плата на одного працюючого, L — кількість зайнятих у виробництві);

α — коефіцієнт еластичності валового випуску по капіталу;

A — коефіцієнт, який будемо вважати постійним.

В роботі [7] модель (1)—(2), яка була модифікована шляхом включення до її виходу динамічної ланки першого порядку [8],

яка враховує запізнення впливу введення основних фондів на валовий випуск, була застосована до аналізу темпів приросту валового випуску за припущення, що доля заробітної плати у валовому випуску γ є постійною:

$$\gamma = \frac{wL(t)}{X(t)} = const.$$

Таке припущення є цілком реалістичним у першому наближенні, оскільки згідно із статистичними даними Держкомстату [9] за період з 2002 по 2006 рр. доля заробітної плати у валовому випуску знаходилась у межах $\gamma \cong 0,17 - 0,19$, але мала тенденцію до зростання (табл. 1).

Таблиця 1

**ОБСЯГИ ВАЛОВОГО ВИПУСКУ ТА ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ
У ПОСТІЙНИХ ЦІНАХ 2000 року, млн грн**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Дефлятор ВВП, %	123,1	109,9	105,1	108	115,1	124,5	114
Валовий випуск X	432 425	476 934	495 729	552 511	637 141	641 427	676 472
Оплата праці wL	33 427	78 653	89 275	97 950	109 659	121 168	131 820
Темп приросту валового випуску		0,10	0,04	0,11	0,15	0,01	0,05
Доля зарплати у валовому випуску	0,08	0,16	0,18	0,18	0,17	0,19	0,195

Тому, представляє інтерес розглянути випадок, коли доля заробітної плати у валовому випуску γ не є сталою, а має деякий

постійний темп приросту $\dot{\gamma} = s = const$ (так, зокрема, згідно зі статистичними даними для України цей темп приросту у 2006 році складав близько 0,03). Тут і далі оператор « $\dot{}$ » позначає взяття першої похідної по часу, тобто $\dot{\gamma} = \frac{d\gamma}{dt}$.

Оплата праці є частиною кінцевого продукту (валової доданої вартості) і тому в балансовому співвідношенні її необхідно виділити в явному вигляді, оскільки вона є змінною величиною. Тому подамо кінцевий продукт у вигляді:

$$Y(t) = Y_1(t) + I(t) + wL(t), \quad (3)$$

де $wL(t)$ та $I(t)$ — долі кінцевого продукту, що йдуть на оплату праці та інвестиції відповідно, $Y_1(t)$ — частина кінцевого продукту, що йде на кінцеве використання та не пов'язана із заробітною платою.

Будемо вважати, що проміжне споживання $X_{\text{пром}}(t)$ складає певну фіксовану частку від валового випуску:

$$X_{\text{пром}}(t) = aX(t). \quad (4)$$

Позначимо через b долю кінцевого продукту у валовому випуску, що йде на кінцеве використання та не пов'язана із заробітною платою

$$b = \frac{Y_1(t)}{X(t)}.$$

З урахуванням введених позначень балансове співвідношення (1) прийме вигляд:

$$X(t) = aX(t) + bX(t) + \gamma X(t) + I(t),$$

звідки

$$I(t) = (1 - a - b - \gamma)X(t). \quad (5)$$

Враховуючи запізнення при введенні фондів (часовий лаг між інвестиціями та їхнім впливом на валовий випуск та ВВП) шляхом введення до (2) динамічної ланки першого порядку [8], одержимо:

$$\theta \frac{d^2 X}{dt^2} + \frac{dX}{dt} = \frac{d}{dt} [F(K, L)] = A \frac{d}{dt} [(wL)f(k)], \quad (6)$$

де $f(k) = \left(\frac{K}{wL} \right)^\alpha = k^\alpha$.

Знайдемо явний вигляд для правої частини рівняння (6):

$$\frac{d}{dt}[(wL)f(k)] = (\dot{wL})f(k) + (wL)f'(k)\frac{dk}{dt}. \quad (7)$$

Оскільки ми розглядаємо виробничу функцію типу Коба-Дугласа (2), то в нашому випадку

$$f(k) = k^\alpha, f'(k) = \alpha k^{\alpha-1} \frac{dk}{dt} = \alpha \frac{k^\alpha}{k} \frac{dk}{dt} = \frac{\alpha}{k} f(k) \frac{dk}{dt}.$$

Таким чином, другий доданок у (7) буде дорівнювати:

$$(wL)f'(k)\frac{dk}{dt} = (wL)\frac{\alpha}{k} f(k) \frac{\dot{K}(wL) - K(\dot{wL})}{(wL)^2} = \frac{\alpha}{k} f(k) \dot{K} - \alpha f(k)(\dot{wL}).$$

Остаточно одержимо:

$$\frac{d}{dt}[(wL)f(k)] = f(k) \left[\frac{\alpha}{k} I + (1 - \alpha)(\dot{wL}) \right],$$

де $I = \dot{K} = \frac{dK}{dt}$ — інвестиції, що дорівнюють приросту основних фондів.

Враховуючи, що

$$X(t) = A(wL)f(k) = A(wL)k^\alpha, \quad (8)$$

одержимо

$$\theta \frac{d^2 X}{dt^2} + \frac{dX}{dt} = X(t) \left[\frac{1}{wL} \frac{\alpha}{k} I + (1 - \alpha) \frac{(\dot{wL})}{wL} \right]. \quad (9)$$

Проаналізуємо другий доданок правої частини (9). Оскільки

$$\frac{(\dot{wL})}{wL} = \frac{(\dot{\gamma X})}{\gamma X} = \frac{\dot{\gamma} X + \gamma \dot{X}}{\gamma X} = \frac{\dot{X}}{X} + \frac{\dot{\gamma}}{\gamma}$$

та згідно з нашим припущенням, що $\frac{\dot{\gamma}}{\gamma} = s = const$, то

$$(1-\alpha)\frac{\dot{(wL)}}{(wL)} = (1-\alpha)s + (1-\alpha)\frac{\dot{X}}{X}. \quad (10)$$

Підставивши (10) у (9) та перенісши його у ліву частину, одержимо:

$$\theta \frac{d^2 X}{dt^2} + \alpha \frac{dX}{dt} - (1-\alpha)sX(t) = \gamma^{-1} \frac{\alpha}{k} I(t). \quad (11)$$

Зауважимо, що з (8) та враховуючи, що $\gamma = \frac{wL(t)}{X(t)}$, випливає

$$\frac{\alpha}{k} = \alpha A^{\frac{1}{\alpha}} \gamma^{\frac{1}{\alpha}}.$$

Підставивши цей вираз в (11) і з урахуванням (5) остаточно одержимо

$$\theta \frac{d^2 X}{dt^2} + \alpha \frac{dX}{dt} - \left[\alpha A^{\frac{1}{\alpha}} \gamma^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (1-a-b-\gamma) + (1-\alpha)s \right] X(t) = 0. \quad (12)$$

Знайдемо розв'язок цього рівняння. Оскільки ми припустили, що $\frac{\dot{\gamma}}{\gamma} = s = \text{const}$, то $\gamma(t) = \gamma_0 e^{st}$, або $\gamma^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} = \gamma_0^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} e^{\frac{1-\alpha}{\alpha} st}$, де в якості початкового значення візьмемо $\gamma_0 = \gamma(0) = 0,195$, яке відповідає статистичним даним за 2006 рік, а значення параметру еластичності візьмемо $\alpha = 0,6$.

Зауважимо, що рівняння (12) є рівнянням зі змінними коефіцієнтами при $X(t)$, оскільки $\gamma = \gamma(t)$ та в загальному випадку точний розв'язок його невідомий. Тому будемо шукати наближений розв'язок, скориставшись методом збурень [10—11], розкладаючи його за малим параметром $\varepsilon = st$. Розкладемо експоненту в ряд Тейлора:

$$e^{\frac{1-\alpha}{\alpha} st} = e^{\frac{2}{3} st} = 1 + \frac{2}{3} st + \frac{2}{9} (st)^2 + \dots = 1 + \frac{2}{3} \varepsilon + \frac{2}{9} \varepsilon^2 + \dots \quad (13)$$

Зауважимо, що ми шукаємо розв'язок на часовому інтервалі $t = 1-5$ років і тому можна обмежитись першими двома членами

розкладу, оскільки $\frac{2}{9}(st)^2 \approx 0,006$ для $s = 0,03$ (значення для 2006 року) та $t = 5$ років, тобто цей доданок за абсолютною величиною складає близько 6 % від другого.

Таким чином, розв'язок будемо шукати у вигляді:

$$X(t) = X_0(t) + \varepsilon X_1(t). \quad (14)$$

З урахуванням наведених вище міркувань та розкладу (13) рівняння (12) прийме вигляд

$$\theta \frac{d^2 X}{dt^2} + \alpha \frac{dX}{dt} - r_0 \left[(c - \gamma_0) + \left(\frac{2}{3}c - \frac{5}{3}\gamma_0 \right) \varepsilon \right] X(t) = 0, \quad (15)$$

де для спрощення запису позначено: $r_0 = \alpha A^\alpha \gamma_0^\alpha$, $c = (1 - a - b)$.

Початкові умови запишемо у вигляді $X(0) = x_0$, $\dot{X}(0) = \dot{x}_0$.

Підставивши (14) у (15), одержимо:

$$\theta \frac{d^2 X}{dt^2} + \alpha \frac{dX}{dt} - r_0 (c - \gamma_0) X_0(t) = 0, \quad X(0) = x_0, \quad \dot{X}(0) = \dot{x}_0, \quad (16)$$

розв'язком якого буде $X_0(t) = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t}$, де

$C_1 = \frac{\lambda_2 x_0 - \dot{x}_0}{\lambda_2 - \lambda_1}$, $C_2 = \frac{\dot{x}_0 - \lambda_1 x_0}{\lambda_2 - \lambda_1}$, а λ_1, λ_2 є коренями відповідного характеристичного рівняння:

$$\theta \lambda^2 + \alpha \lambda - r_0 (c - \gamma_0) = 0. \quad (17)$$

Аналогічно одержимо рівняння для $X_1(t)$:

$$\theta \frac{d^2 X_1}{dt^2} + \alpha \frac{dX_1}{dt} - r_0 (c - \gamma_0) X_1(t) = r_0 \left(\frac{2}{3}c - \frac{5}{3}\gamma_0 \right) X_0(t) \quad (18)$$

при початкових умовах $X_1(0) = \dot{X}_1(0) = 0$.

Загальний розв'язок (18) буде сумою розв'язків відповідного однорідного рівняння $X_{1\text{одн}}$ та частинного розв'язку неоднорідного $X_{1\text{част}}$:

$$X_1 = X_{1\text{одн}} + X_{1\text{част}}.$$

Розв'язок однорідного рівняння $X_{\text{одн.}}$ буде мати вигляд, аналогічний до розв'язку рівняння (16), тобто $X_{\text{одн.}} = D_1 e^{\lambda_1 t} + D_2 e^{\lambda_2 t}$. В якості частинного розв'язку неоднорідного рівняння візьмемо

$$X_{\text{част.}} = m t e^{\lambda_2 t}, \text{ де } m = \frac{r_0 \left(\frac{2}{3} c - \frac{5}{3} \gamma_0 \right)}{2\theta \lambda_2 + \alpha}.$$

$$X_1 = D_1 e^{\lambda_1 t} + D_2 e^{\lambda_2 t} + m t e^{\lambda_2 t}.$$

Підставивши розв'язки рівнянь (16), (18) у (14) після приведення подібних членів при експонентах остаточно одержимо:

$$X(t) = (C_1 + D_1 s t) e^{\lambda_1 t} + (C_2 + D_2 s t + m s t^2) e^{\lambda_2 t}, \quad (19)$$

$$\text{де } D_1 = -D_2, D_1 = \frac{m}{\lambda_2 - \lambda_1} \Rightarrow D_2 = -\frac{m}{\lambda_2 - \lambda_1}, m = \frac{r_0 \left(\frac{2}{3} c - \frac{5}{3} \gamma_0 \right)}{2\theta \lambda_2 + \alpha}.$$

Для проведення подальшого аналізу необхідно знайти чисельні оцінки коефіцієнтів та параметрів моделі $A, D_1, D_2, C_1, C_2, c, \lambda_1, \lambda_2, m, \theta, \alpha, \gamma_0$.

Згідно із даними Держкомстату [9], доля зарплати γ у валовому випуску складає останні кілька років приблизно 17—19 %, тому було обрано значення $\gamma_0 = 0,19$, що відповідає 2006 року (табл. 1). Оцінку для постійної часу для моделі із запізненням у вигляді динамічної ланки першого порядку θ можна вважати рівною приблизно третині спостережуваного часового лагу, тобто $\theta \cong \frac{\tau}{3}$ [8], якщо лаг між інвестиціями та їхнім впливом на випуск складає один рік, то $\theta = 0,33$.

Економетрична (МНК) оцінка коефіцієнта еластичності α та параметру A за річними статистичними даними за період 2000—2006 рр., що були переведені у постійні ціни 2000 року та приведені до безрозмірного вигляду, дала наступні значення: $\alpha = 0,62$, $A = 1,62$ ($R^2 = 0,88$) [7], що приблизно збігається із оцінкою, одержаною у [4].

Частка проміжного споживання у валовому випуску останні 7 років є достатньо стійкою та складає $a = \frac{X_{\text{пром}}(t)}{X(t)} \approx 0,611$. Доля кінцевого продукту, що йде на кінцеве використання та не

пов'язана із заробітною платою у валовому випуску b також є відносно постійною та складає $b = \frac{Y_1(t)}{X(t)} \approx 0,113$. Отже $c = (1 - a - b) = 0,276$.

Початкові умови $X(0) = X(t = 2006) = 1, \dot{X}(0) = \dot{X}(t = 2006) = 0,05$. Значення λ_1, λ_2 , що є коренями характеристичного рівняння (17), будуть дорівнювати $\lambda_1 = -1,86, \lambda_2 = 0,6$. Значення параметрів, які визначаються формулами (20), будуть відповідно $m = -0,1; D_1 = -0,05; D_2 = 0,05$, а значення констант, що входять до розв'язку рівняння (16) дорівнюють $C_1 = 0,05; C_2 = 0,995$.

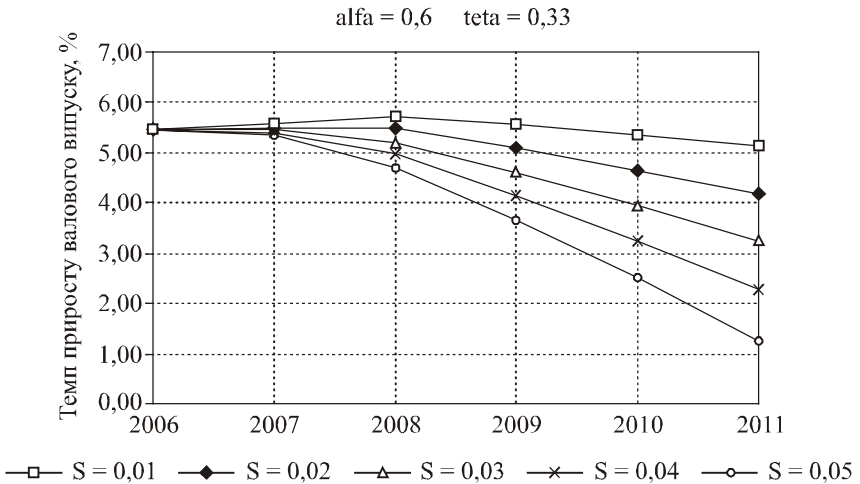
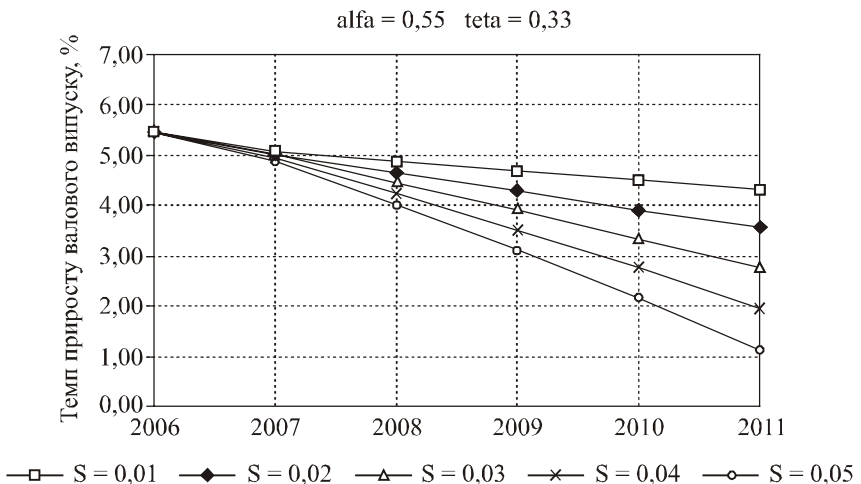


Рис. 1. Залежність щорічних темпів приросту валового випуску від темпів приросту долі заробітної плати у валовому випуску для $\alpha = 0,6$

На рис. 1 наведено графіки темпів приросту валового випуску для різних фіксованих значень темпів приросту долі заробітної плати у валовому випуску $\frac{\dot{\gamma}}{\gamma} = s, s = 0,01; 0,02; s = 0,03; s = 0,04; s = 0,05$.

Отже, можна побачити, що при зроблених припущеннях зростання темпів приросту заробітної плати за рівних інших умов у найближчій перспективі призведе до уповільнення зростання валового випуску та ще більшою мірою уповільнення темпів росту ВВП. Інший висновок, який можна зробити, аналізуючи рис. 1, полягає в тому, що при існуючій технологічній структурі економіки (яка в моделі врахована долями проміжного, кінцевого споживання та інвестицій у валовому випуску, коефіцієнтом еластичності випуску по капіталу тощо) темпи економічного росту будуть знижуватись. Окрім цього, щорічний темп приросту заробітної плати у валовому випуску при існуючих макроекономічних пропорціях не повинен перевищувати 1 %.

Для порівняння на рис. 2 наведено аналогічні графіки для значення коефіцієнта еластичності валового випуску по капіталу $\alpha = 0,55$ та $\alpha = 0,5$, оскільки значення $\alpha = 0,6$, яке було одержано за допомогою МНК лише за 7 спостереженнями (річні дані за період 2000—2006 рр.) і тому, незважаючи на високе значення $R^2 = 0,88$, є недостатньо надійним. Як можна побачити, якщо коефіцієнт еластичності валового випуску по капіталу буде менший від розрахункового, то максимально можливий (потенційний) темп приросту валового випуску буде ще нижчий.



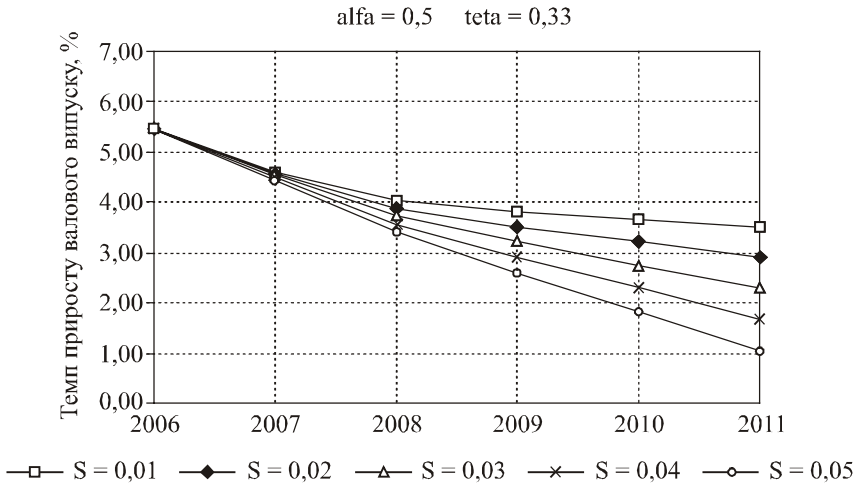


Рис. 2. Залежність щорічних темпів приросту валового випуску від темпів приросту долі заробітної плати у валовому випуску (верхній графік $\alpha = 0,55$, нижній графік $\alpha = 0,5$)

Підсумовуючи, зауважимо, що розглянутий підхід можна використовувати для якісного та кількісного аналізу середньострокових тенденцій економічного росту. Окрім цього, на відміну від загальноприйнятих економетричних методів, які потребують достатньо довгих часових рядів, не потребує ємної статистичної бази та попередньої обробки часових рядів, наявні статистичні дані за кожний звітний період є достатніми для оцінки потенційно можливих темпів приросту валового випуску та ВВП.

Література

1. *Иванов Ю. П., Лотов А. В.* Математические модели в экономике. — М.: Наука, 1979. — 304 с.
2. *Анчишкин А. И.* Прогнозирование роста социалистической экономики. — М.: Экономика, 1973. — 293 с.
3. *Колемаев В. А.* Математическая экономика: Учебник для вузов. — М.: ЮНИТИ, 1998. — 240 с.
4. *Алексеев А. А., Алексеев Д. А.* Практичні моделі макроекономіки. — К.: Наукова думка, 2006. — 266 с.
5. *Дунаев Б.Б.* Модель расчета валового внутреннего продукта как функции труда и капитала // Кибернетика и системный анализ. — 2004. — № 1. — С. 104—116.

6. Балацкий Е. В. Оценка объема потенциального ВВП // Проблемы прогнозирования. — 2000. — № 1. — С. 39—48.

7. Дербенцев В. Д. Аналіз довгострокових тенденцій економічного росту національної економіки за допомогою односекторної моделі // Економічна кібернетика (подано до друку).

8. Кобринский Н. Е., Майминас Е. З., Смирнов А. Д. Экономическая кибернетика. — М.: Экономика, 1982. — 408 с.

9. <http://www.ukrstat.gov.ua>

10. Мышкис А. Д. Математика. Специальные курсы. — М.: Наука, 1971. — 632 с.

11. Баранцев Р. Г., Маневич Л. И. Асимптотическая математика и синергетика: путь к целостной синергетике. — М.: Эдиториал УРСС. — 2004. — 304 с.

Стаття надійшла до редакції 06.11.2008

УДК 005.941.051.1

В. М. Гужва, канд. екон. наук, доцент,
кафедра інформаційних систем в економіці,
ДВНЗ «Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана»

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПОБУДОВИ КОРПОРАТИВНИХ ПОРТАЛІВ УПРАВЛІННЯ ЗНАННЯМИ НА ПІДПРИЄМСТВАХ

Сучасна економіка, що радикально відрізняється від економічної моделі минулого, отримала назву економіки знань. Така назва не є випадковою, оскільки пріоритетного значення на сучасному етапі набувають інтелектуальні активи — компетенції, досвід, знання, а також діяльність по їх захисту і відтворенню. Ефективне управління знаннями не можна уявити без відповідної системи управління — системи управління знаннями (СУЗ). Однією з основних частин СУЗ є корпоративні портали управління знаннями (КПУЗ).

У статті розглянуто питання, пов'язані зі створенням корпоративних порталів управління знаннями на підприємствах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: знання, система управління знаннями, портал, корпоративний інформаційний портал, портал управління знаннями, інструментальні засоби.

Порти та їх різновиди. Інформаційні портали підприємств та їх основні функції. Існує безліч визначень порталів, однак єдине, у чому ці визначення однозначні — це у визначеннях вертикального й горизонтального порталів, а не порталу в загальному значенні цього слова. Звернемося до «доінтернетівського