

залежно від компетенції. Персонал підприємства повинен, глибоко усвідомлюючи принципи TQM, керуватися і виходити з них у своїй повсякденній роботі. Саме від цього реально буде залежати успішність зазначеного проекту. На цьому етапі буде проведено аналіз наявності та відповідності окремих елементів системи якості вимогам стандарту ISO 9001.

Третій етап передбачає коригування на основі самооцінки і виконання розробленого на першому і скоригованого на другому етапі плану, який має завершитись сертифікацією системи якості через 12 – 14 місяців з початку робіт.

**Висновки.** Якості світового рівня не можна досягти лише за допомогою виконання певних методичних настанов чи вказівок. Стандарти ISO 9000 та ISO14000, конкурси з якості – це лише засіб або підхід для пошуку слабких місць і сфер можливого удосконалення. Вони автоматично не зроблять продукцію і послуги найвищої якості і не замінять постійної щоденної, кропіткої роботи усього персоналу. А головне, не замінити новаторство та творчість, які зроблять вироблений продукт чи послугу унікальними залежно від специфіки і тим нададуть їм відмінну якість і конкурентні переваги в умовах жорстокої конкуренції.

На сьогодні в Україні використовуються імпортовані ідеї та методи у сфері якості. Слід зрозуміти, що вторинність використання не дозволить українській продукції піднятися на вищі щаблі якості і витримати тиск глобальної конкуренції. Україна повинна на основі існуючого великого наукового потенціалу з використанням притаманних тільки їй конкурентних переваг у певних галузях виробити свій погляд на якість. І цей унікальний підхід стане однією з багатьох цеглин, які формуватимуть різноманітність Європи зі спільним набором загально визначених світових цінностей, що створюють нову філософію якості.

### Література

1. Білецький Б. Необхідна державна програма сприяння впровадження системи управління якістю // Світ якості України. - 2005. - №4. – С. 140 – 143.
2. Віткін Л. Місце України у світовій та європейській якості // Стандартизація сертифікація якості. - 2002. - №3. – С. 43-49.
3. ДСТУ ISO 9001:2001 (ISO 9001:2001, IDT). Система управління якістю. Вимоги [Електронний режим]. – Режим доступу: <http://www.tmv.com.ua/ru/dokuments/str199/2658/>
4. Топольницький О., Пархоменко Є. Розробка і впровадження системи управління якістю (ISO 9001) // Світ якості України. - 2005. - №8. – С. 136-139.
5. Калита П. Суспільне стимулювання підприємств до вдосконалення // Світ якості України. - 2004. - №4. – С. 123 – 126.
6. Калита П. Сходження до європейської досконалості // Світ якості України. – 2005. – № 6-7. – С. 140 – 143.
7. Калита Т. Система управління якістю: «за стандартом» чи за специфікою підприємства? // Світ якості України. – 2005. – № 3. – С. 102 – 104.
8. «Якість і системи якості» // Світ якості України. – 2004. – № 3. – С. 98. – Режим доступу до статті: <http://test1.clardesign.com.ua/russian/journal/8/98/>

Надійшла 10.01.2009 р.

УДК 519.87

В. М. ПІДГОРОДЕЦЬКА, М. М. ІВАНЮК  
Хмельницький національний університет

### МОДЕЛЬ ДИНАМІКИ ВНУТРІШНЬОГО ВАЛОВОГО ПРОДУКТУ З ЛОГАРИФМІЧНИМИ ЕКЗОГЕННИМИ ВЕЛИЧИНАМИ

*Побудовано розширену динамічну модель внутрішнього валового продукту (ВВП) зі змінними коефіцієнтами пропорційності. Вивчено динаміку ВВП з нульовим сальдо при всеможливих сполученнях початкових умов.*

*There has been constructed the dynamic model of the gross domestic product (GDP) with the varying coefficients of the proportionality. There has been learned the GDP dynamics with the zero balance by any combinations of the initial conditions.*

1. *Побудова моделі.* Показники прикладних динамічних моделей поділяються на дві основні групи (два основних класи): 1) *ендогенні* (регульовані або керовані *величини*, 2) *екзогенні* (регулюючі або керуючі) *величини*. Саме такої класифікації змінних величин ми дотримувались при побудові динамічної математичної моделі ВВП [2], спираючись на макроекономічну модель

$$y(t) = s(t) + i(t) + x_n(t), \quad (1)$$

в якій  $y(t)$ ,  $s(t)$ ,  $i(t)$  – ендогенні,  $x_n(t)$  – екзогенна, та гіпотези

$$s(t) = k_1 \cdot \frac{dy(t)}{dt}, \quad i(t) = k_2 \cdot \frac{ds(t)}{dt}, \quad (2)$$

в яких постійні за часом коефіцієнти  $k_1$  і  $k_2$  – екзогенні величини.

Вважаючи екзогенні величини  $k_1$  і  $k_2$  залежними від часу  $t$ , тобто функціями:  $k_1 = k_1(t)$  і  $k_2 = k_2(t)$  при обмеженнях  $0 < k_1(t), k_2(t) < 1$ , подамо співвідношення (2) у вигляді

$$s(t) = k_1(t) \cdot \frac{dy(t)}{dt}, \quad i(t) = k_2(t) \cdot \left( \frac{dk_1(t)}{dt} \cdot \frac{dy(t)}{dt} + k_1(t) \cdot \frac{d^2y(t)}{dt^2} \right). \quad (3)$$

Підставляючи (3) в (1), отримаємо лінійне неоднорідне диференціальне рівняння другого порядку зі змінними коефіцієнтами:

$$y(t) = k_1(t) \cdot k_2(t) \cdot \frac{d^2y(t)}{dt^2} + \left( \frac{dk_1(t)}{dt} k_2(t) + k_1(t) \right) \cdot \frac{dy(t)}{dt} + x_n(t). \quad (4)$$

Побудову розширеної моделі вважатимемо завершеною, якщо задамо початкові умови:

$$y(t_0) = y_0 \geq 0, \quad y'(t_0) = y'_0. \quad (5)$$

Як бачимо, динамічна модель (4)–(5) надає досліднику можливість обрати який завгодно спектр зміни екзогенних величин.

2. *Модель зі спектром:*  $k_1(t) = t/(\alpha - \ln t)$ ,  $k_2(t) = t \cdot (\alpha - \ln t)$ ,  $x_n(t) = a \cdot t$ .

Зі структури функцій  $k_1(t)$  і  $k_2(t)$  (рис. 1 і рис. 2 відповідно) безпосередньо випливає, що обмеження  $0 < k_1(t), k_2(t) < 1$  матимуть місце за умов:  $0 < t < 1$ ,  $\alpha < 1$ . Оберемо відрізок часу  $[t_0, t_T] \subset (0, 1)$  і називатимемо його в подальшому проектним періодом.

При такому спектрі зміни екзогенних величин модель (4) виражається диференціальним рівнянням

$$t^2 \cdot \frac{d^2y(t)}{dt^2} + t \cdot \frac{dy(t)}{dt} - y(t) = -a \cdot t, \quad (6)$$

яке має загальний розв'язок

$$y = c_1 \cdot \frac{1+t^2}{t^2} + c_2 \cdot t - 0,5a \cdot t \ln t. \quad (7)$$

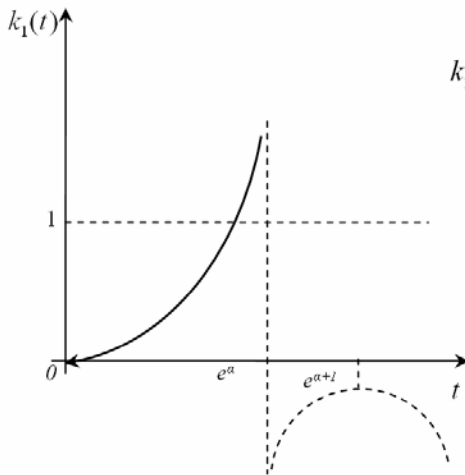


Рис. 1. Графік функції  $k_1(t) = t/(\alpha - \ln t)$

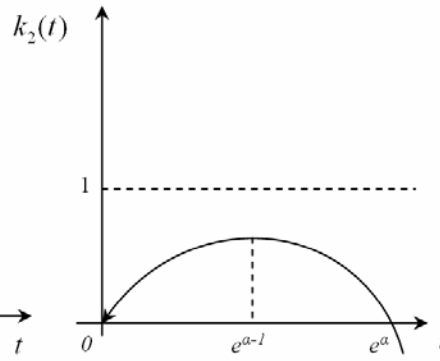


Рис. 2. Графік функції  $k_2(t) = t \cdot (\alpha - \ln t)$

При залученні початкових умов (5) з нього виокремлюється частинний розв'язок

$$y = \beta_1 \cdot \frac{1+t^2}{t^2} + \beta_2 \cdot t - 0,5a \cdot t \ln t, \quad (8)$$

де

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,5t_0 \cdot (y_0 - t_0 \cdot (y'_0 + 0,5a)), \\ \beta_2 &= 0,5a \cdot \ln t_0 + 0,5 \cdot (1+t_0^2) \cdot (0,5a + y'_0) - 0,5y_0 \cdot (t_0^2 - 1)/t_0. \end{aligned} \quad (9)$$

В даній роботі обмежимося дослідженням динаміки ВВП для випадку, коли експорт товарів та послуг дорівнює імпорту.

2.1. *Дослідження моделі з нульовим сальдо.*

Закон зміни внутрішнього валового продукту при нульовому сальдо з плином часу описується функцією

$$y = \frac{\beta_1}{t^2} + (\beta_1 + \beta_2) \cdot t, \quad (10)$$

де

$$\beta_1 = 0,5t_0 \cdot (y_0 - t_0 \cdot y'_0),$$

$$\beta_2 = 0,5y'_0 \cdot (1 + t_0^2) - 0,5y_0 \cdot (t_0^2 - 1)/t_0.$$

Дослідимо динаміку зміни ВВП, виділивши випадки: 1)  $y_0 > 0, y'_0 > 0$ ; 2)  $y_0 > 0, y'_0 < 0$ ; 3)  $y_0 > 0, y'_0 = 0$ ; 4)  $y_0 = 0, y'_0 > 0$ ; 5)  $y_0 = 0, y'_0 < 0$ ; 6)  $y_0 = 0, y'_0 = 0$ .

*Випадок 1.* Якщо  $y_0 > 0, y'_0 > 0$  і, окрім того,  $y_0 > t_0 \cdot y'_0$ , то  $\beta_1 > 0, \beta_1 + \beta_2 > 0$ . Функція (10) в цьому випадку має точку екстремуму (мінімуму)  $t^* = t_0 \cdot \sqrt{\frac{y_0 - t_0 \cdot y'_0}{y_0 + t_0 \cdot y'_0}} < t_0$  (рис. 3).

З геометричного представлення закону зміни внутрішнього валового продукту безпосередньо видно, що за проектний період  $[t_0, t_T]$  він набуває додатного приросту  $\Delta y$ .

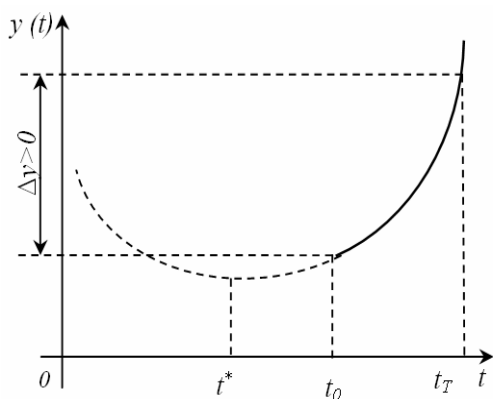


Рис. 3. Динаміка зміни ВВП при  $y_0 > 0, y'_0 > 0$

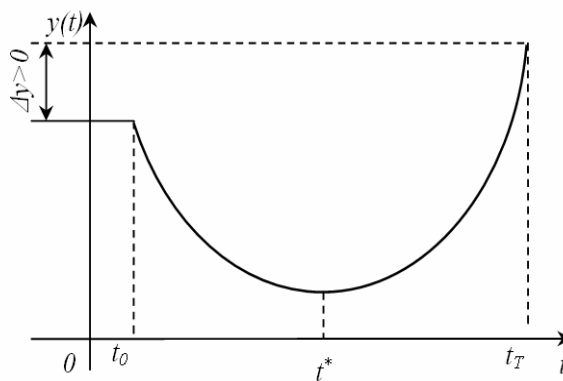


Рис. 4. Динаміка зміни ВВП при  $y_0 > 0, y'_0 < 0$

*Випадок 2.* Якщо  $y_0 > 0, y'_0 < 0$  і, окрім того,  $y_0 + t_0 \cdot y'_0 > 0$ , то  $\beta_1 > 0, \beta_1 + \beta_2 > 0$ . За цих умов функція (10) має точку екстремуму  $t^* = t_0 \cdot \sqrt{\frac{y_0 - t_0 \cdot y'_0}{y_0 + t_0 \cdot y'_0}} > t_0$  (рис. 4). Як бачимо, і в цьому випадку приріст  $\Delta y$  внутрішнього валового продукту на відріжку часу  $[t_0, t_T]$  – додатний.

*Випадок 3.* Якщо  $y_0 > 0, y'_0 = 0$ , то  $\beta_1 > 0, \beta_1 + \beta_2 > 0$ . При цьому функція (10) набуває мінімального значення точці  $t^* = t_0$  і монотонно зростає при всіх інших значеннях  $t$  проектного періоду (рис. 5).

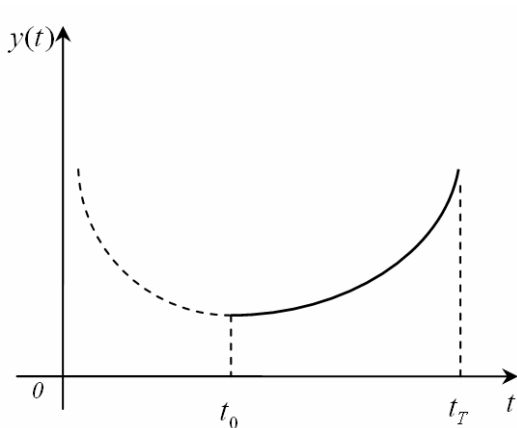


Рис. 5. Динаміка зміни ВВП при  $y_0 > 0, y'_0 = 0$

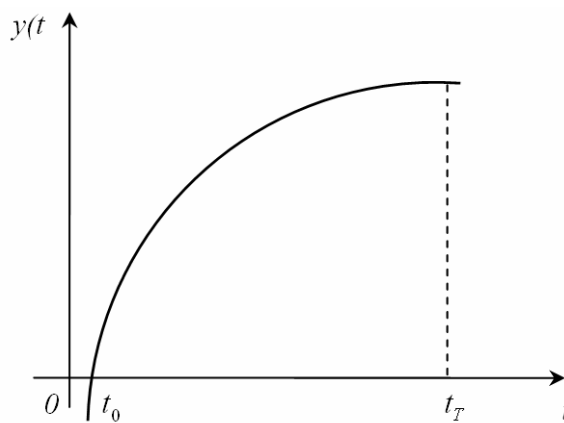


Рис. 6. Динаміка зміни ВВП при  $y_0 = 0, y'_0 > 0$

*Випадок 4.* Якщо  $y_0 = 0, y'_0 > 0$ , то  $\beta_1 < 0, \beta_1 + \beta_2 > 0$ . За тією ж формулою (10) переконаємось, що функція  $y(t)$  набуває нульового значення в точці  $t = t_0$  і її друга похідна  $y''(t)$  – від'ємна на всьому проектному відрізку часу  $[t_0, t_T]$  (рис. 6). Висловлюючись економічними категоріями, скажемо, що в цьому випадку внутрішній валовий продукт монотонно зростає з плином часу і набуває максимального значення в кінці проектного періоду.

*Випадок 5.* Якщо  $y_0 = 0, y'_0 < 0$ , то  $\beta_1 > 0, \beta_1 + \beta_2 < 0$ . При цьому функція (10) недодатно визначена (рис. 7) на усьому проектному періоді  $[t_0, t_T]$ .

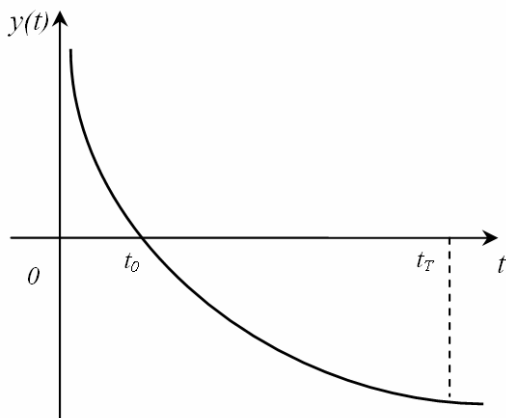


Рис. 7. Динаміка зміни ВВП при  $y_0 = 0, y'_0 < 0$

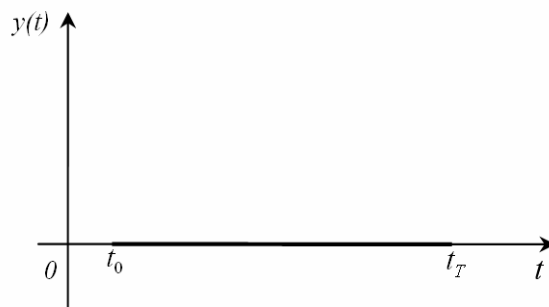


Рис. 8. Динаміка зміни ВВП при  $y_0 = 0, y'_0 = 0$

*Випадок 6.* Якщо  $y_0 = 0, y'_0 = 0$ , то  $\beta_1 = 0, \beta_1 + \beta_2 = 0$  і  $y(t) \equiv 0$  при всіх  $t \in [t_0, t_T]$  (рис. 8).

Зрозуміло, що цей випадок, як і попередній, не представляє економічного інтересу.

На завершення відзначимо, що результати даної роботи будуть корисними як для економістів-практиків, так і політиків, котрі займаються оцінкою економічних негараздів в минулому, реформуванням сьогоденних економічних ситуацій, а також складанням прогнозів розвитку економіки на майбутнє.

### Література

1. Войнаренко М. П., Радецька Л. П., Філінюк В. Р. Проблеми реформування економіки України: Монографія. – К.: Логос, 1999. – 259 с.: іл.
2. Іванюк М. М., Підгородецька В. М. Модель динаміки внутрішнього валового продукту зі сталими екзогенними величинами // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – Т. 1. – № 1. – С. 158 – 163.
3. Іванюк М. М. Методи побудови і дослідження розв'язків систем лінійних диференціальних рівнянь на комплексній площині. – Хмельницький: Поділля, 1997. – 218 с.
4. Качура Є. В., Косарів В. М. Моделювання макроекономічної динаміки: Навч. посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 236 с.
5. Костіна Н. І., Алексєєв А. А., Мельник П. В. Моделювання фінансів: Монографія. – Ірпінь: Академія ДСП України, 2002. – 224 с.

Надійшла 15.01.2009 р.