

УДК 330.46

Вітлінський В. В.,*доктор економічних наук, професор Київського національного економічного університету імені Вадима Гетьмана;***Коляда Ю. В.,***кандидат фізично-математичних наук Київського національного економічного університету імені Вадима Гетьмана;***Пертен С. І.,***викладач Чернівецького торговельно-економічного інституту Київського національного торговельно-економічного університету*

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ОЦІНКИ ІНФЛЯЦІЙНОГО РИЗИКУ І ЙОГО ДИНАМІКИ

У статті розглядається поняття інфляційного ризику з різних поглядів та подано його економіко-математичне підґрунтя на основі моделювання цього явища.

Ключові слова: *інфляція, ризик, моделювання, інвестор, гроші, майбутня вартість, рівняння.*

In this article inflation risk is being investigated from different aspects on the basis of the economic mathematic modeling of the above mentioned phenomenon.

Key words: *inflation, risk, modelling, investor, money, future value, equation.*

Постановка проблеми. Важливим індикатором стану економіки є інфляція. Пов'язані з нею ризики позначаються на ефективності функціонуванні і розвитку економічної системи. В умовах інфляції підприємець несе реальні втрати, а споживач не може в повному обсязі перетворити гроші в товарну масу.

Інфляційний ризик полягає в тому, що темпи інфляції будуть перевищувати прогнозовані показники [1], тобто гроші в майбутньому знеціняться з погляду реальної купівельної спроможності. Ризик великих темпів інфляції призводить до посилення всіх фінансових ризиків. Можливо, інфляційний ризик потрібно розглядати не тільки з точки зору знецінення грошових засобів, а й з позиції непередбачуваності інфляції. Характерна для економік, що розвиваються, невизначеність інфляційних процесів пов'язана зі слабкістю конкурентних механізмів.

мів ціноутворення і особливістю моделі грошової емісії. Таким чином, першочерговим виступає дослідження самої динаміки індексу споживчих цін.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженнями інфляційних процесів займалися такі українські і зарубіжні вчені, як Г. Великоіваненко, В. Вітлінський, В. Гасенко, О. Заріцький, В. Заводник, М. Михайличенко, О. Мельник, В. Накоряков, Н. Райська, Ю. Харазішвілі та інші. Проте застосування динаміки і моделей у прогнозуванні ризиків інфляції, ще недостатньо обґрунтовані. Цей чинник зумовив тему і математичний інструментарій дослідження.

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження полягає у визначенні сутності інфляційних ризиків та їх математичної інтерпретації на основі моделювання.

Виклад основного матеріалу. Серед вчених економістів існує практично повна згода про природу чинників інфляційного процесу, але немає єдиної згоди щодо наслідків впливу інфляційного процесу на економіку.

На підґрунті класичного рівняння обміну Фішера

$$Mv = pY \quad (1)$$

де M – об'єм грошової маси, v – швидкість обертання грошей, p – рівень цін, Y – валовий внутрішній продукт, можна дійти висновку, що основні фактори формування динаміки цін, з боку пропозиції характеризуються як емісійні, тобто призводять до збільшення грошової маси.

Питанню моделювання складових динаміки інфляційного процесу присвячені роботи [2-5]. Представлені математичні моделі (ММ) мають статичний характер і можуть бути використанні для короткострокового прогнозу.

Той факт, що актуальними є не тільки першопричини виникнення інфляції, але й сила їх впливу на інші економічні показники (зокрема на валовий внутрішній продукт), потребує доповнення інструментарію сучасного аналітика. Можливо, виходом з такої ситуації може бути створення математичної моделі інфляції на основі моделювання економічної динаміки.

Повертаючись до рівняння Фішера, варто зазначити, що рівність навряд чи виконується. Вочевидь, нерівність (1) з мінімальною різницею лівої і правої частин вважається моментом рівноваги економіки. Будь-яка економічна система насамперед є нелінійною і динамічною, тому існують переходи від одного рівноважного стану до іншого. Розвиток системи від рівноважного стану (в неперервному випадку) описується за допомогою диференціального рівняння:

$$\dot{x} = k(x - x_e) \quad (2)$$

де x і x_e – відповідно нове і старе рівноважне значення параметра системи, \dot{x} – похідна по часу.

Кінетична модель [6] є спробою описання динаміки індексу споживчих цін у взаємодії з ВВП. Основою виступають класичне рівняння (1) і прямо пропорційне співвідношення валових інвестицій і валового продукту

$$Y = pI \quad (3)$$

де p – частка інвестицій у ВВП.

Рівняння (1) і (3) демонструють момент рівноваги економічної системи.

Припустимо, що маса грошей є ендогенно заданою величиною, і з часом змінюється від початкового значення M_0 на величину $\Delta M(t)$

$$M(t) = M_0 + \Delta M(t) \quad (4)$$

Використовуючи (4), співвідношення (1) і (3) перепишуться:

$$p = \frac{M_0 + \Delta M}{Y} v;$$

$$Y = \rho \left(I_0 + \frac{\xi \Delta M}{p} \right), \quad (5)$$

де ξ – частка емісійних грошей, що інвестуються у виробництво. Співвідношення (5) представляють параметри для нового рівноважного стану.

Грунтуючись на моделі рівноваги (2), отримуємо таку систему:

$$\begin{cases} \frac{dp}{dt} = k_1 \left(\frac{M_0 + \Delta M}{Y} v - p \right); \\ \frac{dY}{dt} = k_2 \left(p I_0 + \frac{\rho \xi \Delta M}{p} \right), \end{cases} \quad (6)$$

де k_1, k_2 – швидкості реакції системи на відновлення рівноважного стану або так звані лаги.

При переході до безрозмірних величин відносно ВВП $y = Y/Y_0 - 1$ і нормованого індексу цін $\tilde{p} = p/p_0$ система (6) набуде такого вигляду:

$$\begin{cases} \frac{d\tilde{p}}{dt} = k_1 \left(\frac{1+m}{1+y} - \tilde{p} \right); \\ \frac{dy}{dt} = k_2 \left(\frac{m \cdot d}{\tilde{p}} - y \right), \end{cases} \quad (7)$$

де $m(t) = \Delta M(t)/M_0$ – безрозмірна функція емісії, $d = \zeta M_0/p_0 I_0$ – безрозмірний параметр еластичності інвестицій.

ММ (7) є жорсткою системою диференціальних рівнянь, тому чисельно інтегрувалась з використанням модифікованого метода Розенброка. Функціональне представлення статистичних даних проводилось за допомогою кубічних сплайнів.

Для початку зобразимо розв’язки моделі для різних сценаріїв поведінки параметрів, які визначають систему.

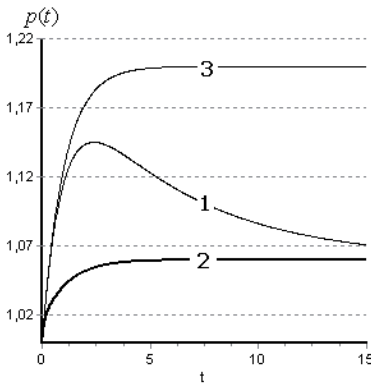


Рис. 1. Динаміка зміни індексу цін для 20% разової емісії в межах моделі (7) при $d=0.7$, (крива 1) і при $d=0.7$, (крива 2), а також без впливу валового продукту (крива 3).

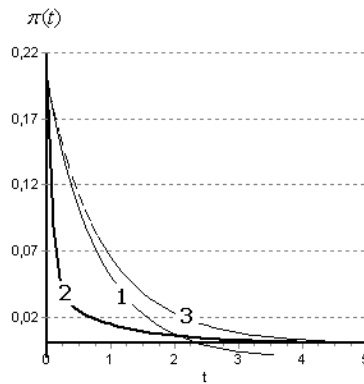


Рис. 2. Динаміка зміни інфляції для 20% разової емісії в межах моделі (7) при $d=0.7$, (крива 1) і при $d=0.7$, (крива 2) в порівнянні з динамікою індексу без впливу валового продукту (крива 3).

Тут криві інфляції побудовані на основі її оцінки з рівняння (1)

$$\pi = \frac{1}{M} \frac{dM}{dt} \quad (8)$$

Характерним є те, що, використовуючи відношення, можна моделювати різні сценарії розвитку динаміки цін. Наприклад, при великому на порядок значенні відносно виробництво встигає заповнити ринок необхідним об’ємом товарної маси і сплеску цін не відбувається.

У рамках моделювання економічних систем розглядається питання – наскільки точно модель економічної динаміки відо-

ображає процеси, які реально спостерігаються в економіці. Достовірність відображення моделлю реальних економічних процесів ґрунтується на практичній оцінці зіставлення реальності і моделі економічної динаміки.

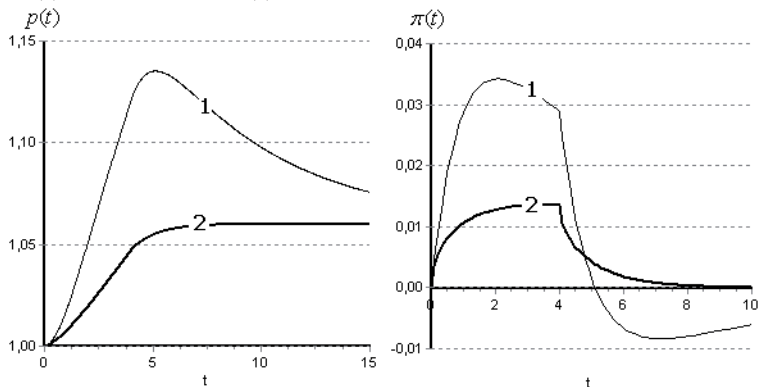


Рис .3 Динаміка зміни індексу цін при 20% лінійній емісії в межах моделі (7) при $d=0.7$, (крива 1) і при $d=0.7$, (крива 2).



Рис. 4. Динаміка зміни інфляції при 20% лінійній емісії в межах моделі (7) при $d=0.7$, (крива 1) і при $d=0.7$, (крива 2).

На рис. 5, 6 зображені криві розв'язку системи (7) в порівнянні з реальними показниками, які спостерігаються в Україні протягом 1992-2008 рр., на яких видно неозброєним оком схожість побудованих розв'язків і реальних статистичних даних.



Рис. 5. Динаміка зміни індексу цін: в умовах української економічної дійсності протягом 1992-2008 рр. в межах моделі кінетичних рівнянь (7) – крива 1; за даними держкомстату України – крива 2. Зміна індексу цін в обох графіках вимірюється в процентах відносно початкового моменту.



Рис. 6. Динаміка зміни ВВП: в умовах української економічної дійсності протягом 1992-2008 рр. в межах моделі кінетичних рівнянь (7) – крива 1; в порівнянні з даними держкомстату України (крива 2).

Зміна ВВП в обох графіках вимірюється в процентах відносно початкового моменту.

Важливим є аналіз темпів зростання показників і формули знаходження яких має такий вигляд: і .



Рис. 7. Темпи динаміки індексу цін: в умовах української економічної дійсності протягом 1992-2008 рр. в межах моделі кінетичних рівнянь (7) – крива 1; в порівнянні з даними держкомстату України – крива 2.



Рис. 8. Темпи динаміки ВВП: в умовах української економічної дійсності протягом 1992-2008 рр. в межах моделі кінетичних рівнянь (7) – крива 1; в порівнянні з даними держкомстату України – крива 2.

Точність розв'язку по параметру на порядок більше, ніж по параметру (рис. 7). Поясненням цьому може виступати функція емісії, оскільки формується вона як приріст грошового агрегату й інші чинники формування цін до уваги не беруться.

Характерним є уповільнення темпів зростання інфляції в першій половині 90-х років. Така ситуація продовжувалась до

дефолта 1998 р. і прискорення темпів починаючи з 1999 р. Крива 2, після 1995 р. близька до нуля, що не може ні насторожувати, з одного боку, а з іншого – не наштовхувати на думку про невірну апроксимацію темпів зростання (за даними держкомстату). Факт невірної апроксимації підтверджується і на рис. 8. Досить різні за характером зміни і за абсолютними величинами криві темпів зростання відповідають майже ідентичним кривим динаміки (рис. 6).

Безумовно, основою моделювання динаміки інфляційного ризику повинна виступати ММ, числові розв'язки якої будуть найбільш точно відповідати динаміці інфляційних процесів. У нашому випадку ця умова досягається, за допомогою підбору значень параметрів і для відповідних об'ємів грошової маси, що дозволяє обмежуватись використанням монетарної динаміки як джерела інфляції. Часові лаги між чинниками динаміки основних макроекономічних показників, сили їх впливу, змінюються і є достатньо складними у визначенні.

Ризик втрати запланованого прибутку в першу чергу залежить від правдоподібності прогнозованого рівня інфляції. Так, на основі моделі (7) побудований прогноз на 2009 р., згідно з яким інфляція в Україні буде нарівні 20,5%. Кабінет міністрів припускає, що ріст становитиме – 15,9%, тоді як Світовий банк – 16,4%. Експертний прогноз – 19%, при цьому, якщо бюджетні витрати не будуть скороченні і виконавча влада не відмовиться від емісійного наповнення, зростання цін взагалі може перевищувати 45%.

Для початку можна оцінити середнє зважене прогнозів,

$$W = \sum_{j=1}^n p_j x_j, \quad (10)$$

де n – кількість прогнозів, x_n – прогнозований рівень інфляції, p_n – достовірність кожного прогнозу, яка для всіх сценаріїв вважається однаковою, оскільки визначити правдоподібність прогнозу скоріше всього не можливо.

У нашому випадку отримаємо:

$$W = (20,5 + 15,9 + 16,4 + 19 + 45) \times 0,2 = 22,78$$

Для оцінки степеня ризику будемо використовувати семіквадратичне відхилення

$$SSV = \sqrt{\sum_{j=1}^n \alpha_j p_j (x_j - W)^2} = 9,93, \quad (11)$$

де α_j – індикатор несприятливих відхилень, який приймає значення "0", якщо x_j менше або дорівнює W (сприятливий сценарій) і "1" в протилежному випадку.

Відповідно в 2009 році величина інфляційного ризику становитиме 9,93%.

Ще одним можливим інструментом аналізу динаміки інфляційного ризику виступає геометрична ймовірність. Ризик перевищення прогнозованого рівня інфляції обчислюється за формулою:

$$R_i = \begin{cases} 1 - S_i/M_i, & M_i \geq S_i, \\ 1 - M_i/S_i, & M_i < S_i, \end{cases} \quad (12)$$

де $S_i = \int ICP_S(t) dt$, $M_i = \int ICP_M(t) dt$, $ICP_S(t)$ – функція реальної динаміки індексу споживчих цін, ICP_M – розв'язок системи (7).

Перевагою цього підходу є врахування попередніх значень індексу цін. У таблиці 1 представлений інфляційний ризик розрахований за формулою (12).

Рік	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
	15,5%	15,81%	28,1%	48,2%	53,1%	49,1%	45,3%	42,3%
Рік	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	38,6%	31,8%	26,4	22,6	16,5	9,7	4	9,6

Характерним є досить високий інфляційний ризик напередодні 1998 року і поступове зменшення його до 10%.

Висновки. Представлені розрахунки є досить спрощеними, тим не менш достатньо прості в практичному використанні і дозволяють охопити велику кількість механізмів прогнозування інфляції, що не може негативно відобразитись на результатах.

Можна зробити висновок, що інвестор в першу чергу зверне увагу на країни з меншим інфляційним ризиком.

Література

1. Вітлінський В. В., Великоіваненко Г. І. Ризикологія в економіці та підприємстві: Монографія. – К.: КНЕУ, 2004. – 480 с.
2. Райская Н., Сергиенко Я. Денежная масса и инфляция // Экономист (рус.). – 1999. – № 11. – С. 82-87.
3. Харазішвілі Ю., Заріцький О., Заводник В. Інфляція, фактори впливу та інструменти регулювання // Вісник Національного банку України. – 2003. – № 9. – С. 12-17.
4. Михайличенко М. Основні причини та наслідки високої інфляції у 2004 в Україні // Финансовые риски. – 2005. – № 1. – С. 30-34.
5. Мельник О. Інфляція: теорія і практика регулювання. – К.: Знання; КОО, 1999. – 291 с.
6. Накоряков В.Е., Гасенко В.Г. Кинетическая модель инфляции // Экономика и математические методы. – 2004. – Т. 40. – № 1. – С. 129-134.