

## ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ В ПРОЦЕСІ ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ФІНАНСОВО-КРЕДИТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

© Хома І.Б., 2005

*Розглянуто інноваційні підходи в аспекті поєднання економіко-математичного методу фазових траєкторій і мультиплікативного методу залежності між очікуваним доходом кредиторів при різних відсоткових ставках і ризику реалізації проектів в діяльності підприємства.*

*The innovations' approaches are considered in aspect of association of an economic-mathematical method of phase trajectories and multiplicative method of dependence between the expected income of the creditors at the different interest rates and risk of realization of the projects in activity of the enterprise.*

**Постановка проблеми.** Подальший розвиток ринкових відносин підвищує відповідальність і самостійність підприємств та інших суб'єктів ринку щодо підготовки та прийняття управлінських рішень, ефективність яких залежить від всебічності і об'єктивності оцінювання їх фінансового стану, від оцінки інвесторів, зацікавлених в одержанні доходу та прийнятній ризикованості інвестування своїх коштів у певне підприємство, від стосунків з кредиторами і постачальниками, які бажають впевнитись у платоспроможності підприємства.

Суть ринкової економіки полягає у тому, що усі суб'єкти господарювання є вільними у своїй економічній діяльності і повинні діяти на свій розсуд, орієнтуючись на існуючі умови, встановлені правила та ринкові регулятори такі як: відсоткові ставки, ціни, податки, митні тарифи, розмір витрат, величина ризику тощо, сформовані внаслідок конкуренції виробників, продавців, покупців та споживачів, і шукати будь-які інноваційні підходи, щоб активізувати і раціоналізувати свою діяльність для виживання на ринку.

**Аналіз останніх досліджень і результатів.** Досвід показує, що вибір ефективних інноваційних рішень може бути тривалим і, отже, неможливий без всебічного динамічного аналізу комплексу взаємозалежних чинників, визначення і порівняльної оцінки можливих альтернатив і допустимих планів дій підприємства. Тому на практиці для оцінки процедур прийняття або неприйняття тих чи інших управлінських інноваційних рішень застосовують різноманітні економіко-математичні методи, які дозволяють з найбільшою точністю у часі оцінити кінцевий фінансовий результат.

Більшість останніх публікацій за даною тематикою базуються на такому економіко-математичному інструментарії, який складається з шести основних етапів: 1. Визначення проблемної ситуації підприємства на ринку та її формалізований опис. 2. Розробка економіко-математичної моделі за проблемою. 3. Вибір методу та проведення розрахунків щодо змодельованої ситуації. 4. Підготовка вихідної інформації і апробація на реальних даних. 5. Пошук альтернативних варіантів та вибір оптимального. 6. Ухвалення інноваційного підходу за даною проблемою з використанням економіко-математичного моделювання [1, с. 13].

**Постановка задачі.** Хоча розглянуто шість основних етапів, проте в реальних умовах бажано застосувати концептуальне поєднання декількох економіко-математичних методів, а саме на етапі розробки комплексної економіко-математичної моделі, щоб побудувати більш точну систему управління фінансово-кредитної діяльності підприємства. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку ключових параметрів, таких як: витрати, ризик, розмір кредиту, очікуваний дохід, імовірність вдалої реалізації проекту, щоб створити модель кредитування підприємств, які орієнтовані на інноваційні підходи у економіко-математичному моделюванні.

**Виклад основного матеріалу.** Розробка інноваційного підходу, насамперед, має базуватись на такому процесі формування комплексної економіко-математичної оцінки фінансово-кредитної діяльності, який був би досить гнучким до будь-яких змін у виробничо-фінансовій діяльності підприємства з наочною розрахунково-прогностичною оцінкою його діяльності. Досвід показує, що для візуального аналізу динаміки стану виробничо-економічного об'єкта найкраще використовувати метод фазових траєкторій. Цей метод ґрунтується на зображенні таких змін у вигляді траєкторії руху точки (вибраного фінансово-економічного параметра), що її відображає, у фазовому просторі. Якщо вибрано систему другого порядку (залежність тільки між двома параметрами, наприклад, розмір витрат від часового інтервалу або залежність витрат і ризику), то цей рух буде подаватись на фазовій площині. За осі координат рекомендовано вибрати регульований параметр витрати-ризик ( $y$ ) і швидкість (або величину) їх змін ( $\Delta y$ ). За характером можливих змін параметрів системи можна робити висновки про фінансову діяльність підприємства загалом.

Під час економічних процесів, що відбуваються на підприємстві, точка з вказаними координатами ( $y, \Delta y$ ), рухаючись по фазовій площині, накреслює фазову траєкторію. Сукупність фазових траєкторій, що відображають динамічні властивості системи, називають фазовим портретом системи. Для їх побудови найчастіше використовують метод ізоклін. Чим більше разів траєкторія перетне вісь абсцис, тим менш стабільним є стан підприємства.

Під неперервною лінійною частиною будуть відображені планові витрати підприємства, що досліджується, стосовно виконання робіт та їх зміну порівняно з фактично наданими послугами.

Вихідною величиною  $V$  буде ризик невідшкодування витрат. За рівнем витрат стежить плановий відділ, що коригує швидкість зміни розміру фактичних витрат порівняно з плановими. Значення існуючого рівня порівнюють з заданим і залежно від знаку цієї неузгодженості оцінюють ризик.

Передавальна функція лінійної частини системи згідно з [ 2, с. 20 ] має вигляд:

$$W(p) = \frac{k}{p(T_p + 1)} \quad , \quad (1)$$

де  $k$  – стала величина, що дорівнює 1 під час надходження сигналу про дослідження економічної системи, а у протилежному випадку – 0;  $T$  – питома вага витрат з кожним партнером підприємства;  $p$  – кількість партнерів.

Вихідною інформацією є те, що ризик постійно змінюється, а його величина буде визначатись знаком неузгодженості +1 або -1. Тоді рівняння системи набуває вигляду:

$$T y'' + y' - k \operatorname{sgn}(x - y) = 0 \quad , \quad (2)$$

де  $x$  і  $y$  – координатні значення регульованих параметрів.

Приймаючи, що  $x=0$ , а  $\operatorname{sgn}(-y) = -\operatorname{sgn}(y)$ , одержуємо:

$$T y'' + y' + k U \operatorname{sgn} y = 0 \quad (3)$$

У безрозмірних координатах встановлюють  $T=1, k=1$  і позначають  $\operatorname{sgn} y = -\delta$ , отже,  $\delta=1$  при  $\Delta y < 0$  і  $\delta=-1$  при  $\Delta y > 0$ . Тоді

$$V' + V = \delta \quad , \quad \text{де } y' = V \quad \text{або} \quad \frac{dV}{dy} = \frac{\delta - V}{V} \quad . \quad (4)$$

Рівняння фазових траєкторій одержуємо інтегруванням цього рівняння за умови  $t=0$  і позначивши  $V_0 = \Delta y_0$ :

$$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \delta \ln \Delta y_0 - \delta, \quad (5)$$

де  $y$  – фактичне значення витрат;  $y_0$  – планове значення витрат;  $\Delta y_0$  – зміна витрат;  $V$  – ризик;  $\delta$  – значення індикатора +1 або -1.

При встановленні значення індикатора  $\delta=1$  рівняння фазової траєкторії буде мати вигляд:

$$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \ln(1 - \Delta y_0) \quad (6)$$

При  $\delta = -1$  рівняння фазової траєкторії набуде вигляду:

$$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \ln(1 + \Delta y_0) \quad (7)$$

Перехід траєкторії з  $\delta=1$  на  $\delta = -1$  на фазовій площині відбувається на осі  $y$ . При цьому утворюється перехідна зона, яка відображає зміну значень фактичних витрат від планових.

На осі  $V$  також відбувається зміна знаків, відповідно до зміни значень  $\delta$  від +1 до -1 і навпаки.

Проведемо аналіз економіко-математичного методу фазових траєкторій на основі наведених у табл. 1 динаміки витрат діяльності змодельованого підприємства.

Таблиця 1

### Динаміка витрат діяльності підприємства

Партнери	Планові значення витрат, $y_0$ , грн.	Фактичні значення витрат, $y$ , грн.	Встановлення індикатора $\delta$	Розрахункова формула початкова
1	84000	82000	$\delta=1$	$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \ln(1 - \Delta y_0)$
2	12000	12800	$\delta=-1$	$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \ln(1 + \Delta y_0)$
3	6800	6700	$\delta=1$	$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \ln(1 - \Delta y_0)$
4	20600	19600	$\delta=1$	$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \ln(1 - \Delta y_0)$
5	34000	37500	$\delta=-1$	$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \ln(1 + \Delta y_0)$
6	63100	64900	$\delta=-1$	$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \ln(1 + \Delta y_0)$
7	51200	48300	$\delta=1$	$y = y_0 + \Delta y_0 - V + \ln(1 - \Delta y_0)$

$$\Delta y_0^1 = y^1 - y_0^1 = 82000 - 84000 = -2000 \Rightarrow \text{витрати зменшились, встановлення індикатора } \delta = 1$$

$$\Delta y_0^2 = y^2 - y_0^2 = 12800 - 12000 = 800 \Rightarrow \text{витрати зросли, встановлення індикатора } \delta = -1;$$

$$\Delta y_0^3 = y^3 - y_0^3 = 6700 - 6800 = -100 \Rightarrow \delta = 1; \Delta y_0^4 = y^4 - y_0^4 = 19600 - 20500 = -900 \Rightarrow \delta = 1;$$

$$\Delta y_0^5 = y^5 - y_0^5 = 37500 - 34000 = 3500 \Rightarrow \delta = -1;$$

$$\Delta y_0^6 = y^6 - y_0^6 = 64900 - 63100 = 1800 \Rightarrow \delta = -1;$$

$$\Delta y_0^7 = y^7 - y_0^7 = 48300 - 51200 = -2900 \Rightarrow \delta = 1.$$

$$82000 = 84000 + (-2000) - V_1 + \ln(1 + 2000) \rightarrow V_1 = 7,6\%; 12800 = 12000 + 800 - V_2 - \ln(1 + 800) \rightarrow V_2 = -6,7\%;$$

$$6700 = 6800 + (-100) - V_3 + \ln(1 + 100) \rightarrow V_3 = 4,6\%; 19600 = 20500 + (-900) - V_4 + \ln(1 + 900) \rightarrow V_4 = 6,8\%;$$

$$37500 = 34000 + 1500 - V_5 - \ln(1 + 1500) \rightarrow V_5 = -7,3\%; 64900 = 63100 + 1800 - V_6 - \ln(1 + 1800) \rightarrow V_6 = -7,5\%;$$

$$48300 = 51200 + (-2900) - V_7 + \ln(1 + 2900) \rightarrow V_7 = 7,9\%$$

$V_1 - V_7$  – розраховані ризики по кожному клієнту, %.

Графічну інтерпретацію фазових траєкторій (витрати – ризик) системи на змодельованому підприємстві наведено на рис. 1.

Кількість перетинів зон I, IV характеризує позитивну динаміку зменшення фактичних витрат відносно планових значень. Кількість перетинів зон II, III характеризує негативну динаміку зростання фактичних витрат відносно планових значень.

Оскільки сума перетинів I і IV зон дорівнює 8, а II і III – 6, тобто  $8 > 6$ , то позитивна тенденція на об'єкті переважає, отже, підприємство контролює усі фактичні витрати.

Задавшись швидкістю зміни розміру витрат, можна прогнозувати ризик.

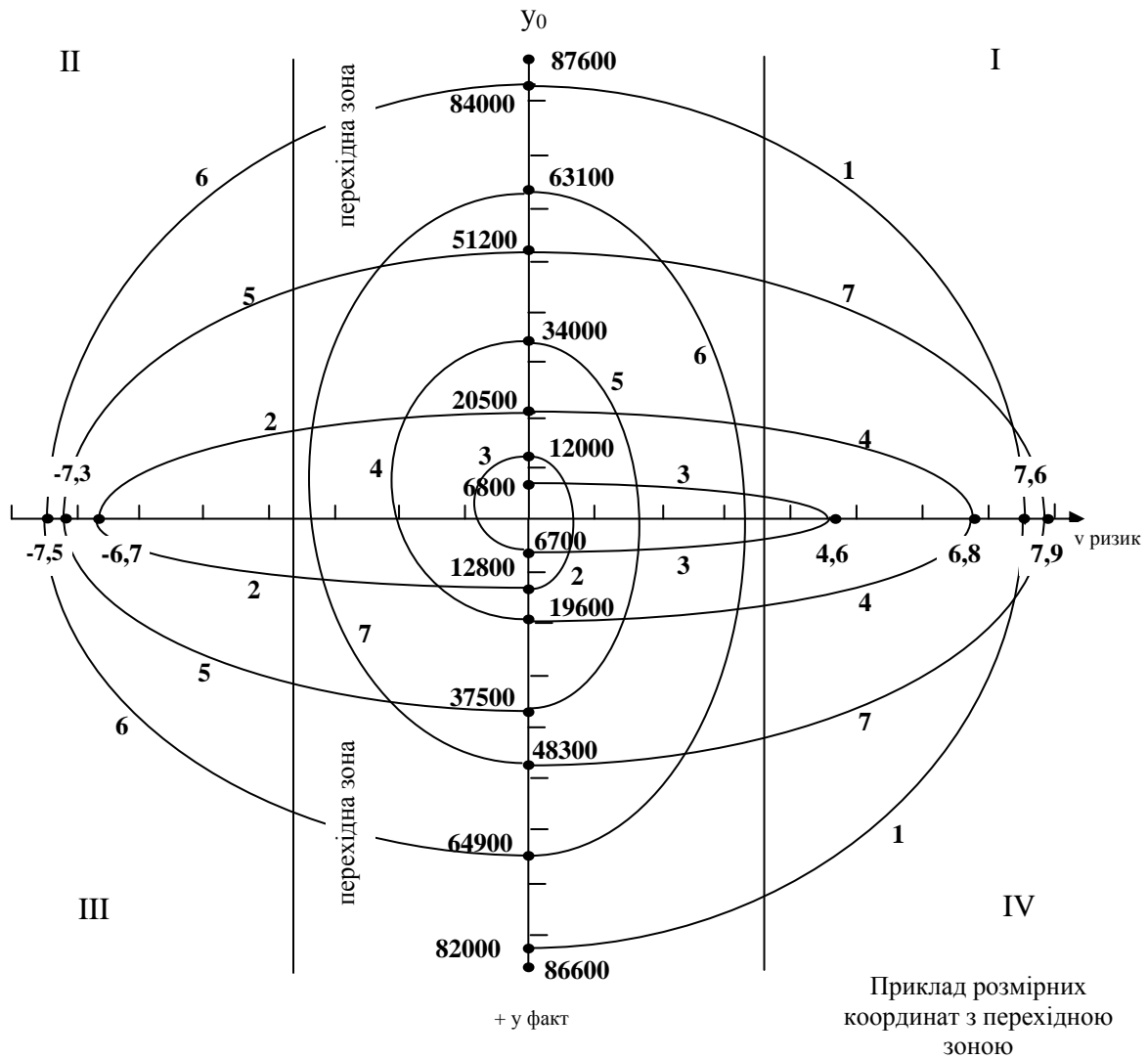


Рис. 1. Графічна інтерпретація фазових траєкторій (витрати – ризик) на підприємстві

Якщо підприємство вміє контролювати свої витрати, то його фінансовий стан стабільний. Для збереження стабільності на ринку у стосунках з партнерами для змодельованого підприємства-кредитора рекомендується застосування мультиплікативного економіко-математичного методу залежності між очікуваним доходом від кредитних операцій при різних відсоткових ставках і ризику реалізації одного класу проектів між виробничими компаніями тієї самої галузі.

Припустимо, що об'єкт дослідження займається обслуговуванням, тобто надає кредити таким позичальникам, як виробничі компанії у вигляді малих підприємств.

Нехай  $j$  – порядковий номер малого підприємства, що характеризується ймовірністю  $q_j$  успішною реалізацією проекту з очікуваним доходом, що дорівнює  $G_j$ . У протилежному випадку з ймовірністю  $(1 - q_j)$  віддача від проекту буде низькою (можливо нульовою), проте однаковою для всіх малих підприємств і дорівнюватиме  $\bar{G}$ . Припустимо, що малі підприємства утворюють відносно розглянутих проектів однорідний відносно ризиків клас, який згідно з [3, с. 178] можна записати у такому вигляді:

$$q_j G_j + (1 - q_j) \bar{G} = G, \quad (8)$$

де  $G$  – середній очікуваний дохід від реалізації проектів за множиною малих підприємств;  $\bar{G}$  – середній дохід  $j$ -го підприємства за певний період;  $q_j$  – запланована норма дохідності підприємства;  $G_j$  – валовий дохід  $j$ -го підприємства.

Тоді нехай для реалізації проектів необхідні ресурси в розмірі  $I$ , а власні фінансові можливості підприємств оцінюються однією і тією ж величиною  $K$ . Тоді фінансові потреби для реалізації проектів у всіх підприємств становитимуть  $I - K = F$ . Якщо потенційними споживачами продукції (послуги) чи замовниками є фірми з більшим статутним капіталом, то вони можуть бути інвесторами чи за відсутності вільних коштів у них – гарантами для потужного підприємства-кредитора, який кредитує малі підприємства за відсотковою ставкою  $r$ . Гарантіями у разі надання позичок малим підприємствам можуть бути векселі, застави акцій, які котируються на фондовому ринку.

При наданні кредиту в розмірі  $F$  при кредитній заборгованості  $F(1+r)$  повинна виконуватись нерівність:

$$G_j \geq (1+r)F > \bar{G}, \quad (9)$$

де  $F$  – розмір кредиту;  $r$  – відсоткова ставка.

Якщо малі підприємства знають і можуть оцінити успішність реалізації проекту, то підприємству-кредитору вона невідома. У випадку відсутності гарантій ризику кредитування помітно збільшуються, і тоді з'являються елементи дискримінації відносно високоризикових проектів і позичальників.

Припустимо, що обидві сторони – малі підприємства і кредитори – нейтральні за ризиком. Очікуване повернення коштів від реалізації проекту інвесторам від реалізації проекту становитиме:

$$M(w_j) = q_j [ G_j - (1+r)F ], \quad (10)$$

де  $M(w_j)$  – очікувана величина повернення коштів підприємству в результаті реалізації власного проекту.

Очікувані платежі позичальників підприємству-кредитору становитимуть:

$$M(w_j) = (1+r)F \int_0^q q_j f(q_j) dq_j + \bar{G} \int_0^q (1 - q_j) f(q_j) dq_j, \quad (11)$$

де  $q$  – граничний рівень для ймовірності, з якою позичальник звертається до кредитора.

Якщо подамо вираз (10) з врахуванням (8) згідно з [3, с. 180], отримаємо:

$$M(w_j) = q_j G_j - q_j (1+r)F = G - (1 - q_j) \bar{G} - q_j (1+r)F = G - \bar{G} - q_j [(1+r)F - \bar{G}] \quad (12)$$

Отже, враховуючи (12), погоджуємось з відомим положенням, що за високоризикові проекти інвестори готові платити більше, щоб здійснити потрібні позичання.

Якщо  $g$  – рівень гарантованої дохідності на фінансовому ринку, тобто рівень безпечної форми вкладів, віддача від реалізації проекту повинна задовольняти умову:

$$M(w_j) \geq (1 + g)K, \quad (13)$$

де  $K$  – сукупний капітал (із заставними вкладами великих фірм і найменших підприємств).

Введемо значення, яке дасть можливість малому підприємству розраховувати на оптимальну величину дохідності з використанням позикових коштів, а для підприємства-кредитора гарантію щодо повернення дебіторської заборгованості:

$$g_j = \frac{M(w_j)}{F}, \quad (14)$$

Розглянемо умовні дані змодельованого підприємства для двох основних позичальників – 1 і 2 (табл. 2).

Таблиця 2

**Поділ розміру кредиту між позичальниками, тис. грн.**

Кредитний портфель	Мале підприємство 1	Мале підприємство 2
на 1.01.2004	2103,8	1101,5
на 1.01.2005	2705,7	988,5
$r_j$	0,15	0,20

Кредитування малого підприємства 1 при відсотковій ставці  $r = 0.15$  станом на 1.01.04 р. (тис. грн.): 1619,2 – 2001 р.; 807,0 – 2002 р.; 1302,8 – 2003 р.; 5103,8 – 2004 р.  $\bar{G} = 2208,2$

Враховуючи (9), маємо:  $G_j = 5103,8 \geq (1+0,15)2103,8 = 2419,37$ , що, в свою чергу, відповідає нерівності:  $2208,2 < 2419,37 \leq 5103,8$ ; тоді очікувана величина повернення коштів малому підприємству в результаті реалізації проекту з запланованою нормою дохідності  $g = 0.5$  згідно з (10) буде дорівнювати:  $M(w_1) = 0,5 [5103,8 - (1+0,15) 2103,8] = 1342,2$ ; але відомо, що  $M_{w_1}^{opt} \geq (1 + g)K_1$ , де  $K_1$  – сукупний капітал підприємства 1 ( $K_1 = 800$  тис. грн.), тобто  $M(w_j) \geq (1 + g)K = (1 + 0,5)800 = 1200 (1342,2 \geq 1200)$ .

Звідси можна розрахувати оптимальну величину дохідності з використанням позичкових коштів:

$$g_1 = \frac{M(w_j)}{F} = \frac{1342,2}{2103,8} = 0,64, \text{ тобто, з використанням позичкових коштів норма}$$

дохідності підприємства реально зросте на 14%.

Аналогічно розглянемо кредитування малого підприємства 1 при відсотковій ставці  $r = 0.15$  станом на 1.01.05 р. (тис. грн.): 807,0 – 2002 р.; 1302,8 – 2003 р.; 5103,8 – 2004 р.; 5070,0 – 2005 р.  $\bar{G} = 3070,9$ . Тоді  $5070 \geq (1+0,15) 2705,7 = 3111,6 > 3070,9$ ; відповідно  $M(w_2) = 0,5 [5070 - (1+0,15) 2705,7] = 979,2$ ; при  $K = 670$  тис. грн.  $M_{w_2}^{opt} = (1+0,15) 670 = 971,5$ ;  $979,2 \geq 971,5$ ; тоді  $g = \frac{979,2}{2705,7} \approx 0,36$  – умова виконується, тобто треба очікувати падіння  $g$  з 0.5 до 0,36 на 14%.

Кредитування малого підприємства 2 при відсотковій ставці  $r = 0.20$  станом на 1.01.04 р. (тис. грн.): 513,0 – 2001 р.; 1180,0 – 2002 р.; 1002,0 – 2003 р.; 2050,0 – 2004 р.  $\bar{G} = 1186,3$ ;  $2050 \geq (1+0,20) 1101,5 = 1321,8 > 1186,3$ ; тоді при нормі дохідності  $g = 0.4$  маємо:  $M(w_2) = 0,4 [2050 - (1+0,20) 1101,5] = 291,28$ ; якщо  $K = 112$ , то  $M(w_2) = (1+0,4) 112 = 156,8$ ; це відповідає умові:  $291,28 \geq 156,8$ ; тоді  $g = \frac{291,28}{1101,5} \approx 0,26$  (норму дохідності треба знизити з 0.4 до 0.26)

Кредитування малого підприємства 2 при відсотковій ставці  $r = 0.20$  станом на 1.01.05 р. (тис. грн.): 1180,0 – 2002 р.; 1002,0 – 2003 р.; 2050,0 – 2004 р.; 1300,0 – 2005 р.  $\bar{G} = 1383,0$ ;  $1300 \geq (1+0,20) 988,5 = 1186,2 > 1383$ ;  $1383 < 1186,2 \leq 1300$ . Як бачимо, ліва сторона умови не виконується, отже, кредит – дуже ризикована операція, яка може привести до некредитоспроможності, що сприяє пошуку шляхів зростання валового прибутку.

Графічну інтерпретацію позитивних та негативних наслідків обслуговування позичальників – малого підприємства 1 і малого підприємства 2 – наведено на рис. 2.

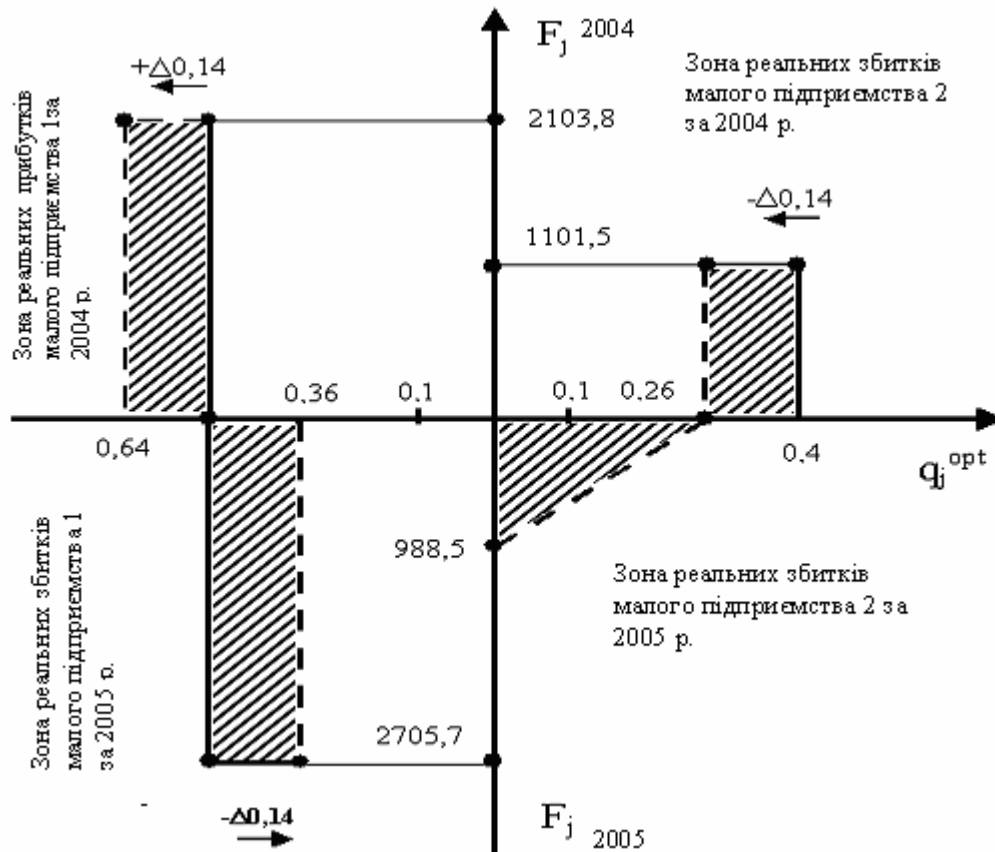


Рис. 2. Зони реальних прибутків і збитків малих підприємств 1 і 2

**Висновки.** Отже, поєднання декількох економіко-математичних методів дозволяє більш точно оцінити основні фінансові результати об'єкта господарювання та є інноваційним підходом щодо оцінки фінансово-кредитної діяльності підприємства загалом, підсилюючи значимість математичних методів для прийняття економічних рішень в умовах ринкової економіки.

1. Кігель В.Р. Математичні методи ринкової економіки: Навч. посіб. – К. : Кондор, 2003. – 158 с. 2. Кочура Є.В., Косарев В.М. Моделювання макроекономічної динаміки: Навч. посіб. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 236 с. 3. Хачатрян С.Р. Прикладные методы математического моделирования экономических систем. Науч. – метод. пособ. – М.: Издательство “Экзамен”, 2002. – 192 с.