

НАПРЯМ 6. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

Коцюба Олексій Станіславович

доктор економічних наук, доцент,

професор кафедри бізнес-економіки та підприємництва

Київського національного економічного університету

імені Вадима Гетьмана

DOI: <https://doi.org/10.36059/978-966-397-307-4-14>

ВИМІРЮВАННЯ РИЗИКУ ЕКОНОМІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В МЕЖАХ НЕЧІТКО-МНОЖИННОЇ ФОРМАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ

Згідно з нинішніми науковими уявленнями, невизначеність, властива економічній діяльності, не обмежується лише стохастичністю (випадковістю), яка становить предмет вивчення теорії імовірностей, а має більш складний характер. У багатьох випадках для її опису можуть використовуватися засоби теорії нечітких множин. В розрахунково-аналітичному аспекті нечітко-множинний підхід являє собою методологію, яка ґрунтується на моделюванні (формалізації) кількісних параметрів розглядуваної задачі за допомогою нечітких величин (чисел).

Нечітка невизначеність початкових даних зумовлює те, що оцінки результуючих економічних показників, які виконують роль критеріїв прийняття рішень, в загальному випадку також виявляються нечіткими величинами (числами). Звідси, в межах реалізації завдань з аналізу ризику постає завдання його вимірювання на основі одержаних за результатами відповідних

обчислень нечітких оцінок критеріальних економічних показників.

Згідно з положеннями сучасного ризик-менеджменту як одна з базових мір економічного ризику виступає ступінь можливості того, що значення аналізованого економічного показника не відповідатиме його нормативному рівню (нормативу). В межах нечітко-множинного моделювання свою актуальність зберігає питання стосовно того, як співвідносяться між собою альтернативні підходи до кількісного оцінювання ступеня ризику за нечіткими оцінками критеріальних економічних показників на основі зазначеної міри ризику.

Нехай K – економічний показник, який виконує функцію критерію прийняття рішення. Припустимо також, що даний показник покращується у напрямі збільшення і в межах досліджуваної проблемної ситуації описується нечіткою оцінкою (числом) (\tilde{K}) . Покладемо далі, що зацікавленою особою заданий нормативний рівень (G) показника K . Ступінь можливості невідповідності значення критерію K нормативному рівню G може бути оцінений в різний спосіб, зокрема, це може бути здійснене за допомогою співвідношення [1; 2]:

$$Risk^*(\tilde{K}, G) = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_{\tilde{K}G}^*(\alpha_i)}{\sum_{i=1}^n \phi_{\tilde{K}G}^{**}(\alpha_i)}, \quad (1)$$

при цьому

$$\phi_{\tilde{K}G}^*(\alpha_i) = \begin{cases} 0, & G \leq \underline{K}^{\alpha_i} \\ G - \underline{K}^{\alpha_i}, & \underline{K}^{\alpha_i} < G < \overline{K}^{\alpha_i} \\ \overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i}, & G \geq \overline{K}^{\alpha_i} \end{cases}, \quad (2)$$

$$\phi_{\tilde{K}G}^{**} = \overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i}, \quad (3)$$

$$\alpha_i = i/n, \quad i = \overline{1, n}. \quad (4)$$

де $Risk^*(\tilde{K}, G)$ – ступінь ризику невідповідності значення критерію K , заданого нечіткою оцінкою \tilde{K} , нормативу G ; \underline{K}^{α_i} , \overline{K}^{α_i} – відповідно нижня й верхня границя інтервалу нечіткої оцінки критерію K , який відповідає рівню належності α_i ; n – кількість часткових сегментів розбиття області значень функції належності нечіткої оцінки критерію K .

Питання вимірювання ризику в межах нечітко-множинної постановки дещо ускладнюється в разі, коли поряд з нечіткістю критеріального економічного показника його норматив також описується нечіткою оцінкою (\tilde{G}). Для розглянутої вище моделі міри ризику можливі різні варіанти її розширення до зазначеної ситуації. Зокрема, може бути використана модель, яку виражає формула [3]:

$$Risk^*(\tilde{K}, \tilde{G}) = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_{\tilde{K}\tilde{G}}^*(\alpha_i)}{\sum_{i=1}^n \phi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha_i)}, \quad (5)$$

при цьому

$$\phi_{\tilde{K}\tilde{G}}^*(\alpha_i) = \begin{cases} 0, \overline{G}^{\alpha_i} \leq \underline{K}^{\alpha_i} \\ \frac{1}{2}(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})^2, \underline{G}^{\alpha_i} < \underline{K}^{\alpha_i} < \overline{G}^{\alpha_i} < \overline{K}^{\alpha_i} \\ \frac{1}{2}(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i})[(\underline{G}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i}) + (\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})], \underline{K}^{\alpha_i} \leq \underline{G}^{\alpha_i} \leq \overline{G}^{\alpha_i} \leq \overline{K}^{\alpha_i} \ \& \ \underline{K}^{\alpha_i} < \overline{K}^{\alpha_i} \\ \frac{1}{2}(\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})[(\overline{G}^{\alpha_i} - \overline{K}^{\alpha_i}) + (\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})], \underline{G}^{\alpha_i} \leq \underline{K}^{\alpha_i} \leq \overline{K}^{\alpha_i} \leq \overline{G}^{\alpha_i} \ \& \ \underline{G}^{\alpha_i} < \overline{G}^{\alpha_i} \\ (\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i}) - \frac{1}{2}(\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i})^2, \underline{K}^{\alpha_i} < \underline{G}^{\alpha_i} < \overline{K}^{\alpha_i} < \overline{G}^{\alpha_i} \\ (\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i}), \overline{K}^{\alpha_i} \leq \underline{G}^{\alpha_i} \ \& \ \underline{K}^{\alpha_i} < \overline{G}^{\alpha_i} \end{cases}, \quad (6)$$

$$\phi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha_i) = (\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i}), \quad (7)$$

$$\alpha_i = \frac{i}{n}, \ i = \overline{1, n}, \quad (8)$$

де $Risk^*(\tilde{K}, \tilde{G})$ – ступінь ризику для нечіткої оцінки критерію K відносно нечіткої оцінки його нормативу G ; \underline{G}^{α_i} , \overline{G}^{α_i} – відповідно нижня й верхня границя інтервалу для нечіткої

оцінки нормативу G , який відповідає рівню належності α_i ; $\phi_{\tilde{K}\tilde{G}}^*(\alpha_i)$ – площа зони ризику для рівня належності α_i , де остання являє собою фігуру, утворену можливими комбінаціями параметрів K та G в межах зазначеного рівня належності, для яких є справедливою умова: $K < G$; $\phi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha_i)$ – площа зони усіх можливих комбінацій параметрів K та G для рівня належності α_i ; n – кількість часткових сегментів розбиття області значень функцій належності нечітких оцінок критерію K та нормативу G .

Представлена вище модель, яку пропонується трактувати у цьому дослідженні як базову, не вичерпує можливих підходів до вимірювання ризику в межах розглядуваної ситуації. А саме, якщо має місце одночасна нечіткість критеріального економічного показника K та його нормативного рівня G , ступінь ризику може бути оцінений також у такий спосіб:

1) спочатку за допомогою арифметичної операції віднімання для нечітких чисел знаходиться скоригована відносно нормативу G оцінка критерію K : $\tilde{K}^* = \tilde{K} - \tilde{G}$;

2) на другому кроці для скоригованої оцінки критерію K на основі формул (1)–(4) визначається шукана оцінка ступеня ризику ($Risk^{**}(\tilde{K}, \tilde{G})$). При цьому приймається, що $G = 0$, тобто $Risk^{**}(\tilde{K}, \tilde{G}) = Risk^*(\tilde{K}^*, G = 0)$:

$$Risk^{**}(\tilde{K}, \tilde{G}) = \frac{\sum_{i=1}^n \phi_{\tilde{K}^*0}^*(\alpha_i)}{\sum_{i=1}^n \phi_{\tilde{K}^*0}^{**}(\alpha_i)}, \quad (9)$$

при цьому

$$\phi_{\tilde{K}^*0}^*(\alpha_i) = \begin{cases} 0, & 0 \leq \underline{K}^{\alpha_i} \\ -\underline{K}^{\alpha_i}, & \underline{K}^{\alpha_i} < 0 < \overline{K}^{\alpha_i} \\ \overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i}, & 0 \geq \overline{K}^{\alpha_i} \end{cases}, \quad (10)$$

$$\phi_{\tilde{K}^*0}^{**}(\alpha_i) = \overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i}, \quad (11)$$

$$\alpha_i = i/n, i = \overline{1, n}. \quad (12)$$

де \underline{K}^{α_i} , \overline{K}^{α_i} – відповідно нижня й верхня границя інтервалу нечіткої оцінки \tilde{K}^* , який відповідає рівню належності α_i .

Для наведених вище двох методичних підходів до вимірювання ризику в ситуації одночасної нечіткості критеріального економічного показника та його нормативу інтерес становить здійснення порівняльного аналізу одержуваних при їх використанні результатів.

Отже, нехай прогнозне значення критеріального економічного показника деякого господарського заходу підприємства, а також його нормативний рівень задані нечіткими оцінками (млн гр. од.), які наводяться у таблиці 1.

Таблиця 1

**Вихідні дані та проміжні параметри для оцінювання
ступеня ризику в ситуації одночасної нечіткості
критеріального показника і нормативу**

$\alpha_i,$ $i = \overline{0, 10}$	$\underline{K}^{\alpha_i},$ млн гр. од.	$\overline{K}^{\alpha_i},$ млн гр. од.	$\underline{G}^{\alpha_i},$ млн гр. од.	$\overline{G}^{\alpha_i},$ млн гр. од.	$\underline{K}^{\alpha_i},$ млн гр. од.	$\overline{K}^{\alpha_i},$ млн гр. од.	$\phi_{\tilde{K}\tilde{G}}^*(\alpha_i)$	$\phi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha_i)$	$\phi_{\tilde{K}^*0}^*(\alpha_i)$	$\phi_{\tilde{K}^*0}^{**}(\alpha_i)$
0,0	-100	400	-50	100	-200	450	—	—	—	—
0,1	-80	370	-40	95	-175	410	14 513	60 750	175	585
0,2	-60	340	-30	90	-150	370	10 800	48 000	150	520
0,3	-40	310	-20	85	-125	330	7 613	36 750	125	455
0,4	-20	280	-10	80	-100	290	4 950	27 000	100	390
0,5	0	250	0	75	-75	250	2 813	18 750	75	325
0,6	20	220	10	70	-50	210	1 250	12 000	50	260
0,7	40	190	20	65	-25	170	313	6 750	25	195
0,8	60	160	30	60	0	130	0	3 000	0	130
0,9	80	130	40	55	25	90	0	750	0	65
1,0	100	100	50	50	50	50	0	0	0	0
Всього:	—	—	—	—	—	—	42 250	213 750	700	2 925

Джерело: розраховано автором

Необхідно визначити ступінь ризику того, що фактичне значення критеріального економічного показника не відповідатиме нормативу. При цьому слід виходити з припущення, що досліджуваний економічний показник оптимізується у напрямі максимуму.

Після виконання необхідних розрахункових процедур, проміжні результати яких відображені у таблиці 1, можна одержати, що шуканий показник ступеня ризику дорівнює: для базового методу – 0,198; для методу на основі коригування оцінки критеріального економічного показника – 0,239. Абсолютне значення різниці між знайденими альтернативними оцінками ступеня ризику становить 0,042. З одного боку, цю розбіжність можна охарактеризувати як у цілому неістотну. З іншого ж боку, за певних обставин вона може вплинути на результат прийняття економіко-управлінського рішення (скажімо, якщо прийнятним для аналізованого господарського заходу слід вважати ступінь ризику не вище 20%).

Очевидно, що проведене дослідження має ескізний характер і не претендує на повноту. Для одержання систематизованих уявлень стосовно того, як співвідносяться між собою розглянуті у цій публікації методичні підходи до кількісного оцінювання ступеня ризику, необхідні подальші наукові розвідки.

Література:

1. Тищук Т.А. Економіко-математичне моделювання процесів управління проектами на основі теорії нечітких множин: дис. ... канд. екон. наук: 08.03.02. Донецьк : Донец. нац. ун-т., 2001. 160 с.

2. Коцюба О.С. Кількісна оцінка господарського ризику в контексті нечітко-множинного моделювання. Київ : КНЕУ, 2006. 23 с. Деп. в ДНТБ України 27.03.06, № 24.

3. Коцюба О.С. Розвиток нечітко-множинного апарату вимірювання ризику: випадок одночасної нечіткості критеріального показника та його нормативу. *Проблеми економіки*. 2019. № 4. С. 264–271.