Коцюба Олексій Станіславович
доктор економічних наук, доцент,
професор кафедри бізнес-економіки та підприємництва,
Київський національний економічний університет
імені Вадима Гетьмана

DOI: https://doi.org/10.36059/978-966-397-426-2-27

ПОРІВНЯННЯ НЕЧІТКИХ ОЦІНОК КРИТЕРІАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ У МЕЖАХ АНАЛІЗУ УПРАВЛІНСЬКИХ АЛЬТЕРНАТИВ

Вибір найкращого варіанта рішення з набору можливих альтернатив становить одну з центральних задач в структурі управлінської діяльності, в найширшому розумінні останньої. Один з напрямів теоретичного розроблення зазначеного питання пов'язаний з ситуацією, коли ранжуванню підлягають управлінські альтернативи, оцінки критеріальних показників яких моделюються засобами теорії нечітких множин і відповідно до цього мають нечіткий характер.

Залежно від використовуваного підходу проблема визначення оптимальної управлінської альтернативи може потребувати безпосереднього порівняння між собою оцінок, якими описуються критеріальні характеристики аналізованих альтернативних рішень. На цей час в межах теорії нечітких множин напрацьовано досить розвинений методичний апарат порівняння нечітких оцінок. Разом з тим, як в цілому, так і в контексті конкретних задач управління в сфері економіки та бізнесу, це питання припускає свій подальший розвиток.

Перш ніж перейти до викладення основної частини дослідження, зауважимо, що базовою формою нечітко-множинного оцінювання кількісних параметрів економічних та управлінських задач є нечіткі числа.

Сукупність існуючих методів порівняння нечітких чисел, і, відповідно, оцінок кількісних критеріальних показників, визначених за їх допомогою, можна систематизувати, виокремивши такі три групи [1]:

1) на основі функції ранжування;

2) за допомогою зіставлення з еталоном;

3) на основі індексу парного порівняння.

З практичної точки зору значущими є всі представлені підходи. Водночас, останній з них привертає окрему увагу. Відповідно до логіки даного методичного напряму, до його складу мають входити методи вимірювання ризику стосовно нечітких оцінок критеріальних показників в межах концепції міри ризику як ступеня можливості невідповідності фактичних результатів гранично допустимим або цільовим значенням. Продемонструємо наведену тезу на конкретному прикладі.

Нехай критеріальний показник K та його норматив G змодельовані у вигляді нечітких оцінок $\tilde{K}$ та $\tilde{G}$, відповідно. Припустимо також, що критерій K покращується при збільшенні. Покладемо далі, що нечіткі оцінки показників K та G являють собою нечіткі числа певного виду [2], в межах чого для них виконується таке:

$$\mu_{\tilde{K}}(K) = \begin{cases} 0, K \le \underline{K}^0 \\ f_{\tilde{K}}^L(K), \underline{K}^0 \le K \le \underline{K}^{1,0} \\ 1, \underline{K}^{1,0} \le K \le \overline{K}^{1,0} \\ f_{\tilde{K}}^R(K), \overline{K}^{1,0} \le K \le \overline{K}^0 \\ 0, \overline{K}^0 \le K \end{cases}, \quad (1)$$

$$\mu_{\tilde{G}}(G) = \begin{cases} 0, G \le \underline{G}^0 \\ f_{\tilde{G}}^L(G), \underline{G}^0 \le G \le \underline{G}^{1,0} \\ 1, \underline{G}^{1,0} \le G \le \overline{G}^{1,0} \\ f_{\tilde{G}}^R(G), \overline{G}^{1,0} \le G \le \overline{G}^0 \\ 0, \overline{G}^0 \le G \end{cases}, \quad (2)$$

де $\mu_{\tilde{K}}$, $\mu_{\tilde{G}}$ – функції належності нечітких оцінок $\tilde{K}$ та $\tilde{G}$;

$f_{\tilde{K}}^{L}(K):\ [\underline{K}^{0},\underline{K}^{1,0}]\to[0,1]$, $f_{\tilde{G}}^{L}(G):\ [\underline{G}^{0},\underline{G}^{1,0}]\to[0,1]$ – неперервні, строго зростаючі функції;

$f_{\tilde{K}}^{R}(K):\ [\overline{K}^{1,0},\overline{K}^{0}]\to[0,1]$, $f_{\tilde{G}}^{R}(G):\ [\overline{G}^{1,0},\overline{G}^{0}]\to[0,1]$ – неперервні, строго спадні функції.

Розглянемо один з наявних нечітко-множинних методів вимірювання ризику, який належить до означеного вище концептуального підходу. Його базову модель втілюють формули (на основі [3]):

$$Risk_{\tilde{K}\tilde{G}} = Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K<G) = \frac{\int_0^1 \alpha\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{*}(\alpha)d\alpha}{\int_0^1 \alpha\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha)d\alpha}, \tag{3}$$

$$\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{*}(\alpha)=\begin{cases}0,\ \overline{G}^{\alpha}\le\underline{K}^{\alpha}\\ \frac{1}{2}(\overline{G}^{\alpha}-\underline{K}^{\alpha})^{2},\ \underline{G}^{\alpha}<\underline{K}^{\alpha}<\overline{G}^{\alpha}<\overline{K}^{\alpha}\\ \frac{1}{2}(\overline{G}^{\alpha}-\underline{G}^{\alpha})[(\underline{G}^{\alpha}-\underline{K}^{\alpha})+(\overline{G}^{\alpha}-\underline{K}^{\alpha})],\ \underline{K}^{\alpha}\le\underline{G}^{\alpha}\le\overline{G}^{\alpha}\le\overline{K}^{\alpha}\\ \frac{1}{2}(\overline{K}^{\alpha}-\underline{K}^{\alpha})[(\overline{G}^{\alpha}-\overline{K}^{\alpha})+(\overline{G}^{\alpha}-\underline{K}^{\alpha})],\ \underline{G}^{\alpha}\le\underline{K}^{\alpha}\le\overline{K}^{\alpha}\le\overline{G}^{\alpha}\\ (\overline{K}^{\alpha}-\underline{K}^{\alpha})(\overline{G}^{\alpha}-\underline{G}^{\alpha})-\frac{1}{2}(\overline{K}^{\alpha}-\underline{G}^{\alpha})^{2},\ \underline{K}^{\alpha}<\underline{G}^{\alpha}<\overline{K}^{\alpha}<\overline{G}^{\alpha}\\ (\overline{K}^{\alpha}-\underline{K}^{\alpha})(\overline{G}^{\alpha}-\underline{G}^{\alpha}),\ \overline{K}^{\alpha}\le\underline{G}^{\alpha}\end{cases}, \tag{4}$$

$$\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha)=(\overline{K}^{\alpha}-\underline{K}^{\alpha})(\overline{G}^{\alpha}-\underline{G}^{\alpha}), \tag{5}$$

$$\alpha\in[0,1], \tag{6}$$

де $Risk_{\tilde{K}\tilde{G}}$ – ступінь ризику для нечіткої оцінки критерію K відносно нечіткої оцінки його нормативу G;

$Poss_{...}(...)$ – ступінь можливості відповідної події;

$\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{*}(\alpha)$ – площа зони ризику для рівня належності α;

$\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha)$ – площа зони усіх можливих комбінацій параметрів K та G для рівня належності α;

$\underline{K}^{\alpha}$, $\overline{K}^{\alpha}$ – мінімальне та максимальне значення інтервалу нечіткої оцінки критерію K, який відповідає рівню належності α;

$\underline{G}^{\alpha}$, $\overline{G}^{\alpha}$ – мінімальне та максимальне значення інтервалу для нечіткої оцінки нормативу G, який відповідає рівню належності α.

Обчислювальна версія описуваного методу оцінювання ступеня ризику, в основі якої лежить процедура дискретизації, може бути сформульована так (на основі [3]):

$$Risk_{\tilde{K}\tilde{G}}^{D} = Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}^{D}(K < G) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \times \varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{*}(\alpha_i)}{\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \times \varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha_i)}, \tag{7}$$

$$\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{*}(\alpha_i) = \begin{cases} 0, \overline{G}^{\alpha_i} \le \underline{K}^{\alpha_i} \\ \frac{1}{2}(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})^2, \underline{G}^{\alpha_i} < \underline{K}^{\alpha_i} < \overline{G}^{\alpha_i} < \overline{K}^{\alpha_i} \\ \frac{1}{2}(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i})[(\underline{G}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i}) + (\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})], \underline{K}^{\alpha_i} \le \underline{G}^{\alpha_i} \le \overline{G}^{\alpha_i} \le \overline{K}^{\alpha_i} \\ \frac{1}{2}(\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})[(\overline{G}^{\alpha_i} - \overline{K}^{\alpha_i}) + (\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})], \underline{G}^{\alpha_i} \le \underline{K}^{\alpha_i} \le \overline{K}^{\alpha_i} \le \overline{G}^{\alpha_i} \\ (\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i}) - \frac{1}{2}(\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i})^2, \underline{K}^{\alpha_i} < \underline{G}^{\alpha_i} < \overline{K}^{\alpha_i} < \overline{G}^{\alpha_i} \\ (\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i}), \overline{K}^{\alpha_i} \le \underline{G}^{\alpha_i} \end{cases}, \tag{8}$$

$$\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha_i) = (\overline{K}^{\alpha_i} - \underline{K}^{\alpha_i})(\overline{G}^{\alpha_i} - \underline{G}^{\alpha_i}), \tag{9}$$

$$\alpha_i = i/n, \ i = \overline{1, n}, \tag{10}$$

де $Risk_{\tilde{K}\tilde{G}}^{D}$ – наближена, на основі процедури дискретизації, оцінка ступеня ризику для нечіткої оцінки критерію K відносно нечіткої оцінки його нормативу G;

$Poss_{...}^{D}(...)$ – наближена, на основі процедури дискретизації, оцінка ступеня можливості відповідної події;

$\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{*}(\alpha_i)$ – площа зони ризику для рівня належності α_i;

$\varphi_{\tilde{K}\tilde{G}}^{**}(\alpha_i)$ – площа зони усіх можливих комбінацій параметрів K та G для рівня належності α_i;

$\underline{K}^{\alpha_i}$, $\overline{K}^{\alpha_i}$ – мінімальне та максимальне значення інтервалу нечіткої оцінки критерію K, який відповідає рівню належності α_i;

$\underline{G}^{\alpha_i}$, $\overline{G}^{\alpha_i}$ – мінімальне та максимальне значення інтервалу для нечіткої оцінки нормативу G, який відповідає рівню належності α_i.

Для показника $Poss_{...}(...)$ мають місце такі властивості:

1. $0 \le Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K < G) \le 1$, $0 \le Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K > G) \le 1$.

2. $Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K < G) + Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K > G) = 1$.

3. $Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K < G) = Poss_{\tilde{G}\tilde{K}}(G > K)$, $Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K > G) = Poss_{\tilde{G}\tilde{K}}(G < K)$.

4. Якщо $K < G$ для всіх $K \in \mathrm{supp}(\tilde{K})$ та $G \in \mathrm{supp}(\tilde{G})$, тоді $Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K < G) = 1$ (або $Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K > G) = 0$).

5. $Poss_{\tilde{K}\tilde{K}}(K < K) = 0{,}5$.

Відповідно до властивостей показника $Poss_{...}(...)$, логічно здійснювати порівняння між нечіткими оцінками (числами) за його допомогою у такий спосіб: якщо $Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K < G) > 0{,}5$, тоді $\tilde{K} \prec \tilde{G}$ ($\tilde{K}$ менше, ніж $\tilde{G}$); якщо ж $Poss_{\tilde{K}\tilde{G}}(K < G) = 0{,}5$, тоді $\tilde{K} \sim \tilde{G}$ ($\tilde{K}$ дорівнює $\tilde{G}$).

Резюмуючи результати проведеного дослідження, можна констатувати таке.

Задача вибору найкращого варіанта рішення з набору можливих альтернатив належить до базових в структурі управлінської діяльності. Одна з її важливих постановок пов’язана з ситуацією, коли ранжуванню підлягають управлінські альтернативи, оцінки критеріальних показників яких мають характер нечітких чисел. Визначення оптимальної управлінської альтернативи може потребувати безпосереднього порівняння між собою оцінок, якими виражаються критеріальні характеристики розглядуваних альтернативних рішень. В разі, коли аналізовані критеріальні показники моделюються за допомогою нечітких чисел, наявні в межах теорії нечітких множин методи дають змогу в різний спосіб розв’язати проблему їх порівняння. Як стверджується і продемонстровано на конкретному прикладі в роботі, в межах підходу до вирішення даного проблемного питання за допомогою індексу парного порівняння доцільно поряд з іншими використовувати методи вимірювання ризику, які ґрунтуються на концепції міри ризику як ступеня можливості невідповідності фактичних результатів гранично допустимим або цільовим значенням.

Література:

1. Wang X., Ruan D., Kerre E. E. Mathematics of Fuzziness – Basic Issues. Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2009. XI, 219 p.

2. Dubois D., Prade H. Operations on Fuzzy Numbers. *International Journal of System Science*. 1978. Vol. 9, No. 6. P. 613–626.

3. Коцюба О.С. Аналіз альтернативних методів вимірювання економічного ризику в межах нечітко-множинного підходу. *Бізнес Інформ*. 2023. № 10. С. 141–149.