УДК 339.03: 69.003

О.А. Тугай, канд. техн. наук, доцент КНУБА

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКИХ МІР ЯК СКЛАДОВИХ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У БУДІВНИЦТВІ

Пропонуються шляхи математичної формалізації теорії нечітких мір і нечітких критеріїв при багатокритеріальному аналізі мети, обмежень та рішень, що дозволяє ідентифікувати ризик організаційно-технологічного планування будівельного виробництва

Ухвалення рішення - це вибір альтернативи, що одночасно задовольняє і нечітким цілям, і нечітким обмеженням. У такий спосіб мети й обмеження є симетричними щодо рішення, що стирає розбіжності між ними і дозволяє представити рішення як злиття нечітких цілей і обмежень.

Взаємозв'язок між нечіткими метою, обмеженням і рішенням зображений на рис. 1. Мета й обмеження конфліктують між собою, тому в нечіткій безлічі D немає жодного елемента зі ступенем приналежності рівної 1. Виходить, не існує альтернативи, що цілком задовольняє і мети, і обмеженню. Як чітке рішення в таких випадках звичайно вибирають альтернативу з максимальним ступенем приналежності нечіткій безлічі Ď.

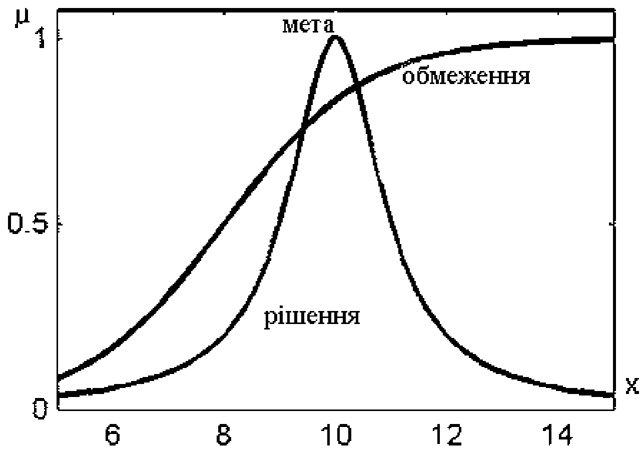

Рис.1. Ухвалення рішення за принципом Белмана-Заде

При прийнятті рішень за схемою Белмана-Заде [1] не робиться ніякого розподілу між метою й обмеженнями. Усякий розподіл на мету й обмеження є умовної: можна поміняти місцями ціль з обмеженням, при цьому рішення не зміниться. У традиційній теорії прийняття рішень подібні заміни функції переваги на обмеження неприпустимі. Однак, і тут простежується деяка схована подібність між цілями й обмеженнями. Вона стає явної при використанні методу невизначених множників Лагранжа і штрафних функцій, якщо мета й обмеження поєднуються в одну функцію.

У загальному випадку, якщо маємо n цілей і m обмежень, що результуюче рішення за схемою Белмана-Заде визначається перетинанням усіх цілей і обмежень:

$$\check{D}= \breve{G}_1 \cap \breve{G}_2 \cap \ldots \breve{G}_n \cap \check{C}_1 \cap \check{C}_2 \cap \ldots \cap \check{C}_m, \quad (1)$$

і відповідно

$$\mu_D=\mu_{G1} \cap \mu_{G2} \cap \ldots \cap \mu_{Gn} \cap \mu_{C1} \cap \mu_{C2} \cap \ldots \cap \mu_{Cm} \quad (2)$$

Дотепер передбачалося, що всі мети й обмеження, що входять у D, мають однакову важливість. Більш звичайна ситуація, у якій задоволення одним цілям і (або) обмеженням, важливіше чим іншим. Позначимо через $\alpha_i \in (0,1)$ - коефіцієнт відносної важливості *i-ої* мети , а через $\beta_j \in (0,1)$ - коефіцієнт відносної важливості *j-го* обмеження $\sum_{i=\overline{1,n}} \alpha_i + \sum_{j=\overline{1,m}} \beta_j$. Тоді функція приналежності рішення визначається так:

$$\mu_D = (\mu_{G1})^{\alpha_1} \cap (\mu_{G2})^{\alpha_2} \cap \ldots \cap (\mu_{Gn})^{\alpha_n} \cap (\mu_{C1})^{\beta_1} \cap (\mu_{C2})^{\beta_2} \cap \ldots \cap (\mu_{Cm})^{\beta_m} \quad (3)$$

Чим менше коефіцієнт відносної важливості, тим більше відповідна нечітка безліч мети або обмеження стає більш розмазаним, отже, їхня роль в ухваленні рішення знижується. На рис. 2 приведені нечіткі рішення при різних коефіцієнтах важливості мети й обмежень із приклада на рис. 1.

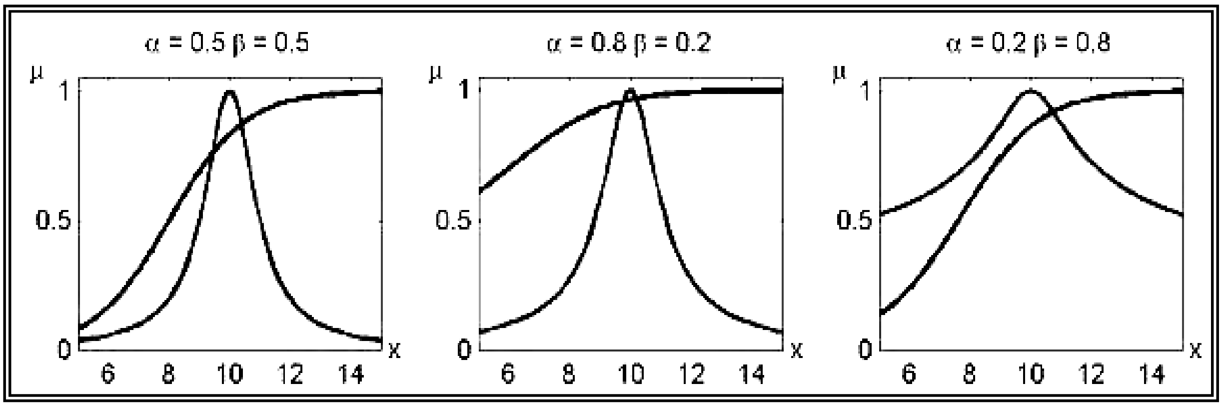

Рис. 2. Прийняття рішень при різній важливості мети й обмежень.

При нечіткому багатокритеріальному аналізі варіантів відомими є $X = \{x_1, x_2, \ldots, x_k\}$- безліч варіантів проектів, що підлягають багатокритеріальному аналізу;

$G = \{G_1, G_2, \ldots, G_k\}$ - безліч кількісних і якісних критеріїв, за яких оцінюються варіанти.

Задача багатокритеріального аналізу складається в упорядкуванні елементів безлічі X за критеріями з безлічі G.

Нехай $\mu_{G_i}\{x_j\}$ - число в діапазоні [0,1], що характеризує рівень оцінки варіанта $x_j \in X$ за критерієм $G_i \in G$: чим більше число $\mu_{G_i}\{x_j\}$, та вище оцінка варіанта x_j за критерієм G_i, $i = \overline{1,n}$, $i = \overline{1,k}$. Тоді критерій G_i можна представити у виді нечіткої безлічі $\widetilde{G}_i$ на універсальній безлічі варіантів *X*:

$$\widetilde{G}_i = \left\{ \frac{\mu_{G_i}(x_1)}{x_1}, \frac{\mu_{G_i}(x_2)}{x_2}, \ldots, \frac{\mu_{G_i}(x_k)}{x_k} \right\}, \quad (4)$$

де $\mu_{G_i}\{x_j\}$ - ступінь приналежності елемента x_j нечіткій безлічі $\widetilde{G}_i$.

Знаходити ступеня приналежності нечіткій безлічі (4) зручно методом побудови функцій приналежності на основі парних порівнянь. При використанні цього методу необхідно сформувати матриці парних порівнянь варіантів за кожним критерієм. Загальна кількість таких матриць збігається з кількістю критеріїв і дорівнює *n*. Найкращим варіантом буде той, що одночасно кращий за всіма критеріями. Нечітке рішення $\widetilde{D}$ знаходиться як перетинання окремих критеріїв:

$$\widetilde{D} = \widetilde{G}_1 \cap \widetilde{G}_2 \cap \dots \cap \widetilde{G}_n = \left\{ \frac{\min\limits_{i=\overline{1,n}} \mu_{G_i}(x_1)}{x_1}, \frac{\min\limits_{i=\overline{1,n}} \mu_{G_i}(x_2)}{x_2}, \dots, \frac{\min\limits_{i=\overline{1,n}} \mu_{G_i}(x_k)}{x_k} \right\} \qquad (5)$$

Відповідно до отриманої нечіткої безлічі **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.**, найкращим варіантом варто вважати той, для якого ступінь приналежності є найбільшої.

При нерівновагих критеріях формула (5 приймає вид (6):

$$\widetilde{D} = \widetilde{G}_1 \cap \widetilde{G}_2 \cap \dots \cap \widetilde{G}_n = \left\{ \frac{\min\limits_{i=\overline{1,n}} \left(\mu_{G_i}(x_1)\right)^{\alpha_i}}{x_1}, \frac{\min\limits_{i=\overline{1,n}} \left(\mu_{G_i}(x_2)\right)^{\alpha_i}}{x_2}, \dots, \frac{\min\limits_{i=\overline{1,n}} \left(\mu_{G_i}(x_k)\right)^{\alpha_i}}{x_k} \right\}, \qquad (6)$$

де α_i - коефіцієнт відносної важливості критерію G_i, $\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_n = 1$.

Показник ступеня α_i у формулі (6) свідчить про концентрації нечіткої безлічі **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** відповідно мері важливості критерію G_i. Коефіцієнти відносної важливості критеріїв можуть бути визначені різними методами, наприклад, за допомогою парних порівнянь по шкалі Сааті.

Практичне використання теорії нечітких безлічей передбачає наявність функцій приналежності, який описуються лінгвістичні терми "низький", "нижче за середній", "середній", "вище за середній", "високий" і т.п. Задача побудови функцій приналежності формулюється в такий спосіб: є дві безлічі: безліч термов $L = \{I_1, I_2, ..., I_m\}$ і універсальна безліч $U = \{u_1, u_2, ..., u_n\}$. Нечітка безліч $\bar{I}_j$, який описується лінгвістичний терм I_j, $j = \overline{1,m}$, на універсальній безлічі U представляється у виді: $\bar{I}_j = \left(\frac{\mu_{I_j}(u_1)}{u_1}, \frac{\mu_{I_j}(u_2)}{u_2}, \dots, \frac{\mu_{I_j}(u_n)}{u_n} \right)$.

Можна визначити міру приналежності елементів безлічі U до елементів з безлічі L, тобто знайти $\mu_{I_j}(u_i)$ для всіх $j = \overline{1,m}$ і $i = \overline{1,n}$.

За допомогою програмного забезпечення пропонується наступний шлях математичної формалізації теорії нечітких мір і нечітких критеріїв :

– розробка й узгодження універсальної шкали первинної оцінки ризиків **||ML||** у виді дискретного набору натуральних чисел, за допомогою якого ЛПР (експерти) будуть ідентифікувати ризик організаційно-технологічного рішення (рис.2.1.а). Достатня «малість» цього набору забезпечить семантичну простоту для ЛПР при ідентифікації ризиків і далі ідентифікації ризикової ситуації з урахуванням сукупної думки ЛПР;

Рис.2.1.а.

– розробка математичних процедур зв'язку отриманого індикатора ризикової ситуації зі змінюваними параметрами організаційно-технологічної моделі планування будівельного виробництва (рис.2.1.б);

Рис. 2.1.б.

Рис.2.1.в. Изменение параметров организационо-технологической модели в зависомости от совокупных оценок риска

– формування альтернатив організаційно-технологічної моделі ресурсно-календарного планування будівельного виробництва доцільно робити з різним сполученням варіативних детермінованих і нечітких параметрів. Для вибору альтернативи доцільно використовувати критерій забезпечення максимуму значення впевненості в підсумкових показниках моделі;

– обрану модель випливає оптимізувати по декількох критеріях - чітким і нечітким з наступним їхньої погодженням розробки математичних процедур зв'язку отриманого індикатора ризикової ситуації зі змінюваними параметрами організаційно-технологічної моделі планування будівельного виробництва (рис.2.1.в);

– обрану модель можливо оптимізувати по декількох критеріях - чітким і нечітким з наступним їх узгодженням (рис.2.1.г.).

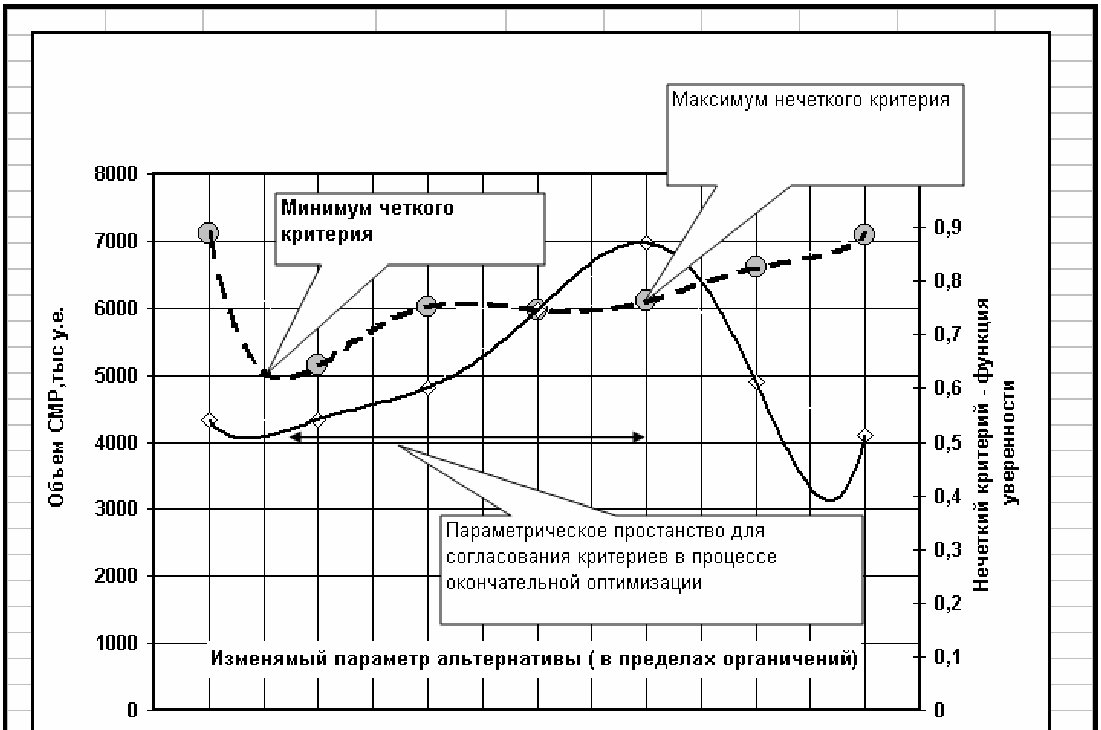

Рис.2.1.г. Оптимизация по четким и нечетким критериям.

Література

1. Перфильева И.Г. Приложение теории нечетких множеств// Итоги науки и техники. –1990. - Том 29. - М.: ВИНИТИ. - 150 с.
2. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедов Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 240 с.
3. Саммаха Бассам Фарес. Многокритериальная оптимизация организационно-технологических моделей строительства на основе теории нечетких данных в условиях смешанной экономики// Збірник наукових праць «Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин». – К.:КНУБА. – 2005. – Вип.14.