УДК 519.711

Розробка методики формалізації первинної вхідної інформації при складанні багаторівневих СППР.

К.т.н., старший викладач кафедри ЕПОВ **Азарова А.О.**

Вінницький державний технічний університет,

м. Вінниця, вул.Хмельницьке шосе, 93

РЕФЕРАТ

Стаття присвячена питанням розробки нових загальної математичної моделі прийняття рішенния (ПР) і структурної моделі СППР, які враховують об’єкти з параметрами різних типів (кількісними, якісними, змішаними) і дозволяють стратифікувати процес ПР в різних сферах людської діяльності, що суттєво спрощує процедуру формалізації СППР. Запропоновані методики визначення складних оцінювальних параметрів шляхом перетворення первинних параметрів одного типу до уніфікованих типів – кількісного або (і) якісного, що дозволяє формалізувати СППР, які містять такі типи параметрів, на базі математичного апарата нечітких множин (НМ). Це дозволяє приймати рішення без урахування всіх можливих комбінацій оцінювальних параметрів, що значно підвищує швидкість обробки інформації в таких СППР.

Ключові слова: математична модель, СППР, методика формализації, математичний апарат НМ, первинні вхідні параметри, оцінювальні параметри, обробка даних.

Існує багато різних концепцій математичних моделей задач прийняття рішення (ПР). Серед них є такі, в яких ПР описується відображеннями типу "трійка" [1]:

$$y: \ \mathbf{X} \times \mathbf{P} \times \mathbf{Q} \ \rightarrow \mathbf{Y}, \qquad (1)$$

де X - множина керуючих впливів, P - множина параметрів задачі, Q - множина зовнішніх збурень, Y - множина вихідних змінних;

або "двійка": якщо збурення невипадкові, то їх можна віднести до параметрів **P** задачі, тоді детермінована модель буде описуватися відображенням виду [2]:

$$y: \ \mathbf{P} \times \mathbf{X} \ \rightarrow \mathbf{Y}. \qquad (2)$$

Інша математична модель задачі ПР є "трійкою" виду: (**X**, *F*, *S*), де **X**- множина можливих альтернатив (варіантів) рішень деякої проблеми, *F* - принцип оптимальності, *S* - обмежувальні умови задачі [1].

Крім вищезгаданих моделей в теорії ПР існують і інші моделі ПР [3-6]. Проте, вони не є структурованими, в них не враховується можливість комп'ютеризації процедури ПР шляхом побудови відповідної СППР. Такі моделі не враховують специфічність вхідної інформації, на базі якої розраховуються значення складних оцінювальних параметрів СППР. Крім того, формалізація СППР потребує наявності відповідного математичного апарата, який був би спроможний обробляти як кількісну, так і якісну інформацію. Потужним математичним апаратом для цих цілей є аппарат теорії нечітких множин (НМ). Проте, для його використання процес ПР має бути представлений ієрархічно структурованою багаторівневою системою так, щоб розв'язок простіших підпроблем нижчого рівня дозволяв би визначити певні параметри в проблемі більш високого рівня, щоб вона була повністю формалізованою [7].

Таким чином, автор пропонує своє трактування математичної моделі ПР, яке враховує вищевикладені недоліки, використовуючи таке відображення [8]:

$$\mathbf{R}= \{\mathbf{O}, \mathbf{X}^*, \mathbf{X}, \mathbf{Q}, \mathbf{D}, \mathbf{F}_1, \mathbf{F}_2, \mathbf{F}_3\} , \qquad (3)$$

де

$\mathbf{O} = \{o_m\}$ – множина досліджуваних елементів, $m = \overline{1,M}$;

$\mathbf{X}^* = \{x^*_c\}$ – множина первинних вхідних параметрів, $c = \overline{1,t}$;

$\mathbf{X} = \{x_i\}$ – множина оцінювальних параметрів, $i = \overline{1,n}$;

$\mathbf{Q} = \{q_k\}$ – множина вихідних параметрів, $k = \overline{1,l}$;

$\mathbf{D} = \{d_j\}$ –множина критеріїв, за якими здійснюється сортування, $j = \overline{1,S}$;

$\mathbf{F}_1$: $\mathbf{X}^* \rightarrow \mathbf{X}$ - функція перетворення оцінювальних параметрів;

$\mathbf{F}_2$: $\mathbf{O}^* \rightarrow \mathbf{O}_j$ - функція сортування;

$\mathbf{F}_3$ - функція оптимізації .

Таким чином, для отримання остаточного результату **Q** при ПР, виходячи з множини первинних вхідних параметрів $\mathbf{X}^*$, необхідно реалізувати вищевказані функції в такій послідовності:

$$\mathbf{X}^* \xrightarrow{\mathbf{F_1}} \mathbf{X} \xrightarrow{\mathbf{F_2}} \mathbf{O} = \{\mathbf{O_j}\} \xrightarrow{\mathbf{F_3}} \mathbf{Q}. \qquad (4)$$

Виходячи з цього, СППР повинна містити 3 рівня, кожен з яких призначений для реалізації відповідної функції. Виходячи з цього, пропонується така загальна структурна модель багаторівневої СППР, що наведена на рис.1. На першому рівні обчислюються значення оцінювальних параметрів x_i, $i = \overline{1,n}$ на базі множини функцій fi_1, $fi_1 \in \mathbf{F}_1$.

Множину оцінювальних параметрів **X** утворюють параметри двох видів: кількісні - **К** та якісні - **Я**.

Кількісний параметр характеризується чисельним значенням. Він має певні одиниці вимірювання або є відносним.

Якісний параметр характеризується лінгвістичним термом T_j, $j=\overline{1,t}$ з відповідної множини термів. Тому спочатку визначається кількість t лінгвістичних термів, за якими буде здійснюватися оцінювання вхідних параметрів x_i, $i=\overline{1,n}$. Вона залежить від специфіки досліджуваних об'єктів та точності прийняття рішення. Наприклад, для t=2 маємо лінгвістичні терми - низький (Н) та високий (В). Для t=3 - низький, середній (С) та високий; для t=5 - низький, нижче середнього (НС), середній, вище середнього (ВС), високий.

Раціональність остаточного рішення, яке визначається на третьому рівні, суттєво залежить від обсягів та якості отриманої первинної інформації $\mathbf{X}^*$ про елемент $o_m \in \mathbf{O}$. Вона може бути отриманою як від зовнішніх, так і внутрішніх джерел.

Оскільки множина **X** може містити складні оцінювальні параметри, то визначається множина первинних вхідних параметрів $\mathbf{X}^*$ та функції $f_{1c} \in \mathbf{F}_1$, що пов'язують x^*_c та x_i, $c=\overline{1,t}$, $i=\overline{1,n}$.

У багаторівневій СППР, що описана на рис.1, для отримання остаточного результату **Q** необхідно реалізувати послідовність функцій (4), змінними для яких є множини первинних вхідних параметрів $\mathbf{X}^*$ та оцінювальних параметрів **X**. Суттєвою проблемою при цьому є те, що оцінювальні параметри можуть бути складними, а первинна вхідна інформація, на базі якої вони розраховуються, в загальному випадку представляється не лише кількісними або (і) якісними типами параметрів, які можуть бути формалізованими в СППР на базі математичного апарата НМ, але й іншими різновидами цих типів даних. Таким чином, актуальним є розробка методики формалізації складних оцінювальних параметрів на базі первинних вхідних параметрів.

Автор пропонує виділяти вхідну первинну кількісну інформацію таких типів: безпосередньо чисельні параметри, для яких є певні одиниці вимірювання, й бально-чисельні, для яких одиницею вимірювання є бали.

Вхідна первинна інформація якісного характеру може бути описана різною кількістю термів, а для представлення її оцінювальними якісними параметрами і подальшій їх формалізації в СППР постає необхідність в уніфікації такої кількості термів до t. Тому запропоновано таку схему відображення $\mathbf{X}^* \rightarrow \mathbf{X}$, що зображена на рис.2 [8].

На рисунку 2:

К* - підмножини первинних вхідних параметрів з чисельними та бально-чисельними значеннями;

Ч - підмножина первинних вхідних параметрів з чисельними значеннями;

Б-Ч - підмножина первинних вхідних параметрів з бально-чисельними значеннями;

Я* - підмножини якісних первинних вхідних параметрів, що описуються *k* лінгвістичними термами;

К - кількісний оцінювальний параметр;

Я - якісний оцінювальний параметр, що описується *t* лінгвістичними термам.

Перетворення **Ч→К** здійснюється за допомогою функціональних залежностей, які є відомими для кожної галузі.

Для перетворення **Б-Ч→Я** автор пропонується такий підхід.

Нехай деякий якісний оцінювальний параметр x_i, $i = \overline{1, n}$ з множини **X** характеризується певною кількістю лінгвістичних термів і є складним, тобто описується сукупністю бально-чисельних параметрів $x_1^* ... x_k^*$. Кожен параметр x_l^*, $l = \overline{1, k}$ оцінюється в балах b_l з певного діапазону. Причому параметру x_l^*, який в більшій мірі впливає на x_i, відповідає більший діапазон. Тоді ідентифікувати якісний параметр x_i можна так. Параметр x_i приймає значення *j*-го лінгвістичного терму, тобто $x_i = T_j$, якщо

$$g_н^j < \sum_{l=1}^{k} b_l \le g_в^j, \qquad j = \overline{1, t} \tag{5}$$

де t - кількість термів;

$g_н^j$ - нижня межа для *j*-го терму;

$g_в^j$ - верхня межа для *j*-го терму.

Для обчислення нижньої та верхньої межі кожного терму пропонуються такі формули:

$$g_н^j = k_н^j * N \ , \tag{6}$$

$$g_в^j = k_в^j * N \ ,$$

де $k_н^j$, $k_в^j$ - коефіцієнти меж ;

N - сумарна бальна оцінка параметрів x_l^*, $l = \overline{1, k}$, що обчислюється за формулою:

$$N = \sum_{l=1}^{k} b_l \max \ , \tag{7}$$

де $b_l \max$ - максимальна бальна оцінка параметру x_l^*.

Для визначення коефіцієнтів меж автор пропонує таку методику.

1. Побудувати функції належності *t* термів в одній системі координат.

2. Визначити точки перетину функцій належності T_j й T_{j+1} термів, $j = \overline{1,t-1}$.

3. Провести перпендикуляри з кожної точки перетину на вісь *x*. Точки перетину x_j цих перпендикулярів з віссю *x* дають значення $k_н^j$, $k_в^j$. Причому $k_н^1 = 0$, $k_в^t = 1$, $k_в^j = k_н^{j+1} = x_j$, $j = \overline{1,t-1}$.

Визначення коефіцієнтів $k_н^j$, $k_в^j$ для трьох термів: Н, С, В проілюстровано на рис. 3.

Значення коефіцієнтів $k_н^j$, $k_в^j$ при *j*=3 надано у табл. 1.

Таблиця 1 - Значення коефіцієнтів $k_н^j$, $k_в^j$ при *j*=3

Терм	Коефіцієнт	
	$k_н^j$	$k_в^j$
“низький”	0	0,4
“середній”	0,4	0,6
“високий”	0,6	1,0

При перетворенні **Я*→ Я**, тобто сукупності вхідних первинних параметрів, що описуються *k* термами, у складний якісний оцінювальний параметр, що описується *t* термам, можливі два варіанта.

Перший - це випадок, коли x^*_c, $c = \overline{1,t}$ є неперетворювальним, тобто $x_i = x^*_c$, $i = \overline{1,n}$.

Другий варіант виникає в тому випадку, коли якісний x^*_c описується тільки двома термами “так” і “ні”.

Функції, що пов’язують x_i та сукупність первинних вхідних параметрів x^*_c, автор пропонує описувати у вигляді табл. 2.

Набір оцінювальних параметрів A, B, C, D є набором деяких параметрів $\{x^*_c\}$, $c = \overline{1,t}$, з множини $\mathbf{X}^*$.

Нульове значення оцінювальних параметрів A, B, C, D відповідає лінгвістичному терму “ні”, а одиничне - терму “так”. Кожна з функцій є значенням певного лінгві-

стичного терму оцінювального параметру x_i . У випадку, що розглядається, одиничним значенням функцій f_1, f_2, f_3 відповідають терми “низький”, “середній”, “високий”.

Таблиця 2 - Приклад функцій перетворення $\{x^*_c\} \to x_i$, $c = \overline{1,t}$

Оцінювальні параметри				Значення функцій		
A	B	C	D	f_1	f_2	f_3
0	0	0	0	1	0	0
0	0	0	1	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0
...	...	...	...	...	...	...
1	1	1	1	0	0	1

Проілюструємо вищевикладені методики на конкретних прикладах з галузі банківського менеджменту. Нехай постає необхідність формалізувати СППР щодо кредитування. Одним з оцінювальних параметрів в СППР щодо кредитування є професійні здібності позичальника. Для визначення якісного параметра *x* - професійні здібності позичальника - пропонується використовувати такі первинні вхідні параметри, що найбільш повно описують професіоналізм керівництва фірми-позичальника і мають бальну оцінку (див. табл. 3). Скористаємося експертними знаннями щодо впливовості первинних вхідних параметрів ($x^*_1 ... x^*_6$) на рівень професіоналізму та викладеною автором методикою перетворення **Б-Ч→Я.**

Таблиця 3 - Професійні характеристики оцінювання позичальника

Найменування параметра	Параметр	Бальна оцінка - b_l
Рівень спеціальних знань	x^*_1	[0 - 5]
Компетентність	x^*_2	[0 - 5]
Аналітичність	x^*_3	[0 - 4]
Оперативність	x^*_4	[0 - 2]
Комунікативність	x^*_5	[0 - 2]
Комунікаційність	x^*_6	[0 - 2]

Значеннння коефіцієнтів меж за викладеною методикою для t = 3 (Н, С, В) дорівнюють $k_н^1 = 0$; $k_в^1 = k_н^2 = 0{,}4$; $k_в^2 = k_н^3 = 0{,}6$; $k_в^3 = 1$.

Сумарна кількість балів буде - $N = 5 + 5 + 4 + 2 + 2 + 2 = 20$.

Тоді обчислення параметра буде здійснюватися так:

$$x_{15} = \begin{cases} H, \text{ якщо } 0 \le \sum_{i=1}^{6} b_l \le 8; \\ C, \text{ якщо } 8 \cdot \sum_{=1}^{6} b_l \le 12; \\ B, \text{ якщо } 12 < \sum_{i=1}^{6} b_l \le 20. \end{cases} \quad (7)$$

Підставляючи конкретні бальні оцінки кожного вхідного параметра у побудовану модель, отримаємо шукане значення терму, яким описується якісний оцінювальний параметр *x*.

Другий приклад стосується методики визначення складного якісного оцінювального параметра, що описується трьома термами, за допомогою сукупності якісних первинних параметрів, що описуються 2 термами. Нехай постає необхідність оцінити порядність позичальника кредита (*x*) одним з трьох термів – Н, С, В. Це можна здійснити, враховуючи таку сукупність первинних параметрів: x^*_1 - наявність правопорушень, судимостей керівництва фірми-позичальника; x^*_2 - точність виконання укладених раніше договорів та сплата зобов'язань; x^*_3 - повнота та коректність наданих у банк фінансових звітів позичальника.

Функції, що пов'язують цей оцінювальний параметр з первинними вхідними параметрами $x^*_1 \ldots x^*_3$ описані граф-схемою, що відображає сутність запропонованої в статті відповідної таблиці. Ця граф-схема надана на рис.4. Тут *A* - аналіз інформації, що отримано з міжбанківських архівів, бізнес-плану та інших джерел; *B* - позичальник мав кримінальне минуле; *C* - позичальник не є точним при виконанні раніше укладених договорів з банками (або іншими фінансовими партнерами); *D* - позичальник приховує деяку інформацію, яка стосується його фінансового стану; *E* - позичальник коректно складає звітність у відповідності до існуючого законодавства.

Оцінивши відповідну фінансову звітність і визначивши *A, B, C, D, E*, можна, використовучи запропоновану модель, визначити належність оцінювального параметра *x* до одного з трьох можливих лінгвістичних термів.

Таким чином, в статті запропоновано методики визначення складних оцінювальних параметрів шляхом перетворення первинних параметрів одного типу до уніфікованих типів – кількісного або (і) якісного, що дозволяє формалізувати СППР, які містять такі типи параметрів, на базі математичного апарата НМ. А це в свою чергу дає можливість приймати рішення без урахування всіх можливих комбінацій оцінювальних параметрів, що значно підвищує швидкість обробки інформації в таких СППР.

Література

1. Зайченко Ю.П. Исследование операций.-3-е изд., перераб. И доп.- К.: Выща шк. Головное изд-во, 1988.-552 с.
2. Сергиенко И.В. Об основных направлениях развития информатики// Кибернетика и системный анализ.-1997.-№6.-С.3-72.
3. Hinloopen E., Nijkamp P. Qualitative multiple criteria chice analysis: The dominant regime method// Quality @ Quantity.-1990.-№24.-P.37-56.
4. Kemeny J.G., Snell L.J. Preference ranking: An axiomatic approch // Mathematical Models in the Social Sciences / Ed. By J. Kemeny.- Mew York: Ginn, 1962.-P. 9-23 .
5. Cook W.D., Kress M. A multiple criteria decision model with ordinal preference data // Eur. J. Oper. Res.- 1991.- 54.- P.259-273 .
6. Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: the next ten years/ J.S. Dyer, P.C. Fishburn, R.E. Steur, J. Wallenius, S. Zionts // Management Sci.- 1992.-38, №5.-P. 645-654.
7. Азарова А.О., Юхимчук С.В. Методики оцінювання ризику в рамках концепції багатофакторної ймовірнісної величини// Вісник ЖІТІ.- 1999 р.-№9.- С.265-271 .
8. Азарова А.О., Лужецький В.А. Розробка структурних моделей та алгоритмів формалізації багатоешелонної СППР// Вісник Чернігівського технологічного інституту.-2000 р.- №1.-С.67-81.