

НЕЧІТКІ МНОЖИНИ ТА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ДЕРЖАВНОМУ УПРАВЛІННІ

Прийняття управлінських рішень як у галузі економіки, так і у соціальному середовищі — це дуже складна розумова діяльність людини, що визначається як вибір направлення дій для досягнення мети. Для формалізації цієї діяльності використовуються як класична, так і поведінкова моделі прийняття рішень. Але незалежно від моделі, яка використовується, людина, котра приймає рішення (ЛПР), не провадить безпосереднього порівняння альтернатив. Певніше за все вона вибирає альтернативи або з допомогою таких чинників, як кінцевий ефект чи бажаний рівень поведінки, що притаманне поведінковій моделі, або в класичному випадку — здійснює вибір на підставі функції виграшу. Однак чим аморфніша проблема, тим складніше стає правильне передбачення цих змінних. У цих умовах людина звичайно абстрагує проблему і будує просту модель та отриманим з аналізу моделі результатом підміняє непередбачуваний результат.

На наступному етапі ЛПР повинна щось зробити для того, щоб усунути розбіжності між змодельованим результатом і результатом реальної проблеми. Один із засобів досягнення цієї мети, що витримав іспит часом, полягає в «розмитті» обчисленого результату. Припустимо, що завершення альтернативи отримання прибутку для досягнутого обсягу виробництва оцінено в 3 789 398 грн. У цьому разі людина, котра приймає рішення, повинна уявити собі це як десь «приблизно 4 млн грн.» або «трохи менш як 4 млн грн.». Образ дії, за допомогою якої людина «розмиває» ситуацію, залежить від таких чинників, як засіб моделювання проблеми і упередженість ЛПР при недостатній інформації.

Таке нечітке завершення розглядається як оцінка обсягу прибутку для даної альтернативи. Суворість мови в твердженні «обсяг прибутку досягає 3 789 398 грн.» повністю виключає можливість того, що він складе 3 789 399 грн. На відміну від цього твердження «обсяг прибутку буде приблизно 4 млн. грн.» не виключає можливість того, що він складе 3 789 397 грн. або 4,1 млн. грн. Тому нечітке твердження більш придатне для складних проблем.

Виграш — це відображений в цифрах результат, оцінений з врахуванням мети або системи переваг. Тому виграш неминуче повинен бути нечітким не тільки тому, що залежить, по суті, від нечіткого результату, але також і тому, що його значення одержується в результаті неоднозначної операції, тобто як результат процедури оцінки. Бажаний рівень можна також розглядати як нечіткий, оскільки він спирається на невловимі прагнення ЛПР. Бажаний рівень «просіює» альтернативи, порівнюючи їх із завершенням. Тому немає необхідності бути абсолютно точним, оскільки розглядувана мета і завершення самі по собі нечіткі.

Як показав В. В. Вітлінський [1], прийняття управлінського рішення в економіці завжди пов'язане з ризиком. Ця ситуація, на наш погляд, ще в більшій мірі притаманна прийняттю рішень у сфері державного управління на всіх його рівнях через те, що парадигма державного управління розглядає об'єкт управління як соціально-економічну систему, в якій економічна складова вже сама по собі реалізується в умовах певного ризику [1], а соціальна складова ще підвищує невизначеність і ризик через притаманну для

неї двоїстість (вона з одного боку є тим, для кого функціонує система управління, а з іншого — вона сама є об'єктом управління, який «має особисту думку»).

Ситуації, в яких може знаходитися ЛПР, можна розподілити на такі укрупнені групи:

1. Прийняття рішення в умовах визначеності.

2. Прийняття рішення в умовах ризику.

2.1. Невизначеність

2.2. Розмитість.

3. Прийняття рішення в умовах некомпетентності людини, що приймає рішення.

Опустивши ситуацію 3 (хоча, на жаль, такі ситуації все ще зустрічаються) як таку, що суперечить здоровому глузду, стисло розглянемо решту.

Ситуації 1 достатньо широко досліджені в класичних моделях прийняття рішень, для ситуації 2 найбільш характерно використання поведінкової моделі.

Той чи інший тип моделі будується з допомогою певних конструкцій:

- множина A альтернатив \mathbf{a} , об'єктивно прийнятних для досягнення мети;
- множина A^1 альтернатив \mathbf{a}^1 , що сприймаються і розглядаються ЛПР;
- множина Z можливих станів природи \mathbf{z} , що не підконтрольні ЛПР;
- множина O можливих завершень \mathbf{o} ;

функція завершення \mathbf{p} , яка виражає зв'язок між комбінацією будь-якої альтернативи \mathbf{a} з будь-яким станом природи \mathbf{z} і будь-яким завершенням \mathbf{o} . Іншими словами, $\mathbf{p}: A \times Z \rightarrow O$.

Звідки виділяємо множину $O_{\mathbf{a}}$ завершень при альтернативі \mathbf{a} , де $O_{\mathbf{a}}$ — підмножина O і $O_{\mathbf{a}} = U_{\mathbf{p}(\mathbf{a}, \mathbf{z})}$;

- функція виграшу \mathbf{Y} , яка виражає співвідношення між будь-яким завершенням \mathbf{o} та його виграшем, тобто величиною \mathbf{g} .

Система переваг — суб'єктивне відображення мети ЛПР, або оціночне судження.

Тобто, $\mathcal{Y}: O \rightarrow G$, де G — множина виграшів вартістю \mathbf{g} .

Складена функція ω визначається як композиція функції завершення \mathbf{p} і функції виграшу \mathcal{Y} , тобто $\omega = \mathcal{Y} \cdot \mathbf{p}$. Таким чином, множина G виграшів за альтернативою \mathbf{a} визначається, як підмножина G , така, що

$$G_{\mathbf{a}} = \bigcup_{\mathbf{z}} \omega(\mathbf{a}, \mathbf{z}).$$

Функція виграшу — це конструкція, що відрізняє класичну модель прийняття рішень від поведінкової. Класична модель будується на припущенні, що функція виграшу — дійснозначна та лінійно упорядковує всі завершення. На протилежність цьому поведінкова модель будується на припущенні, що функція виграшу має тільки два або три значення, іншими словами, в ній припускається спрощена функція виграшу.

В класичній моделі ЛПР з допомогою дійснозначної функції виграшу призначає кожній альтернативі дійсне число. Для людини, що приймає рішення, не важко вибрати альтернативу, коли кожній з них поставлений у відповідність тільки один виграш. Людина просто вибирає альтернативу з найбільшим виграшем. Це і є прийняття рішення в умовах визначеності.

Проте коли ЛПР не володіє повним знанням про стан природи, тоді кожній альтернативі призначається кілька вигравів. Вибір за такими умовами називається прийняттям рішення або в умовах ризику, або в умовах невизначеності. Рішення приймається в умовах ризику у випадку, якщо ЛПР знає можливі стани природи і розподіл їхніх ймовірностей. Рішення приймається при невизначеності у випадку, якщо ЛПР знає можливі стани природи, але не знає розподілу їх ймовірностей.

В обох випадках, як при ризику, так і при невизначеності, кожну альтернативу необхідно характеризувати єдиним дійсним числом, що відповідає виграшу. У випадку ризику (невизначеності) характеристика кожної альтернативи числовим значенням отримується зважуванням вигравів за імовірністю їхнього отримання, в результаті чого виводиться очікуваний виграш.

У будь-якому випадку в рамках класичної моделі прийняття рішень ЛПР для кожної альтернативи підраховує одне дійсне число і після цього вибирає альтернативу, відповідну найбільшому числу. Це можна висловити наступним чином:

$$\max_{\alpha \in A} g_{\alpha} \Rightarrow \text{вибирати } \alpha! \quad (1)$$

де — $g_{\alpha} = \text{rep}(G_{\alpha}) = \text{rep}(\mathcal{Y}(O_{\alpha}))$ (rep — презентуюче значення).

Цей запис відтворює імператив вибору альтернативи, що буде максимізувати відносно $\alpha \in A$ деякі презентуючі значення $\text{rep}(G_{\alpha})$ множини G_{α} — вигравів за альтернативою α .

Якщо процедура вибору ЛПР описана класичною моделлю, то в її розпорядженні є дійсна функція виграшу. Таким чином вона може вибрати найсприятливішу альтернативу.

Людина, що приймає рішення, матиме функцію виграшу з двозначними елементами, якщо відносно будь-якого результату вона видасть оцінку «добре» чи «погано», або «задовільно» чи «незадовільно» залежно від мети або системи переваг. Оцінка відбиває бажаний рівень досягнення мети або рівень задоволення людини, котра приймає рішення. У випадках, коли результат задовольняє бажані умови, ЛПР призначає цьому результату, наприклад, значення виграшу «одиниця». В протилежному разі буде призначено значення «нуль». Завершення з виграшем «одиниця» складають множину O^1 задовільних завершень ($O^1 \subset O$). Функція виграшу, елементи якої приймають два значення, має вигляд:

$$\begin{array}{ll} \text{якщо } o \in O^1, & \text{то } Y(o) = 1, \\ \text{якщо } o \notin O^1, & \text{то } Y(o) = 0. \end{array}$$

У відповідності з цією процедурою людина, котра приймає рішення, не може просто відразу вибрати найбільш сприятливу альтернативу. По-перше, вона повинна сформулювати поняття задовільної альтернативи, поширивши свою множину (A^1) альтернатив, які вона сприймає. Далі, існує також проблема навколишнього середовища: якщо людина не впевнена, в якому стані природи приймається рішення, то для кожної альтернативи існує кілька можливих завершень. В цьому випадку ЛПР рекомендується вибрати таку альтернативу, будь-яке завершення якої задовільне. Формально цю ідею можна висловити наступним чином:

$$O_a \subset O^1 \Rightarrow \text{вибирати } a, \quad (2)$$

де O_a — множина завершень породжених a ; O^1 — множина задовільних завершень.

Формули (1) і (2), що відтворюють відповідно класичну і поведінкову моделі прийняття рішень, підкреслюють відмінність між ними — засіб впорядкування. У класичній моделі альтернативи впорядковуються по відношенню нерівності (\geq). Людина, котра приймає рішення, вибирає альтернативу з найбільшим значенням виграшу. На відміну від цього поведінкова модель характеризується відношенням включення (\subset). Людина, що приймає рішення, вибирає альтернативу, множина можливих завершень якої вміщується у множині задовільних завершень.

З викладеного вище зрозуміло, що коли проблемна ситуація нестійка і складна, її буде супроводжувати нечіткість в завершенні і виграші кожної альтернативи, а також в рівні бажання людини, що приймає рішення. Будемо вважати, що завершення (або виграш) нечітке, якщо завершення або виграш визначається нечіткою підмножиною в множині завершень O (або множині виграшів G). Аналогічно бажаний рівень будемо вважати нечітким, коли він буде визначатися у вигляді нечіткої підмножини, наприклад, як «приблизно в межах 4 мли гри.»

Важливе значення для моделювання прийняття рішень в умовах нечіткості має поняття «ступінь розрізнення нечітких множин». Поняття ступеня розрізнення використовується при виборі альтернативи як в класичній моделі прийняття нечіткого рішення для ситуації, коли ЛПР встановлює відповідність між альтернативами і виграшами, використовуючи нечіткі дійсні числа, так і для поведінкової моделі прийняття нечіткого рішення для ситуації, в якій людина, котра приймає рішення, не така раціональна, як хотілося б (і, отже, кожній альтернативі вона призначає тільки нечіткі завершення), і в якій рівні її бажань теж нечіткі.

Якщо ступінь розрізнення альтернатив низький, то рішення зводиться до того, що потрібно зібрати більше інформації. Остаточне рішення вибирається тільки тоді, коли ступінь розрізнення перевищить певне значення. Сформульована рекомендація виходить з припущення, що після відбору додаткової інформації ступінь розрізнення збільшиться або, принаймні, не зменшиться.

Оцінка розрізнення повинна відповісти на запитання, чи існує певний зв'язок між нечіткими об'єктами. До її отримання необхідно вирішити, наскільки високим має бути ступінь розрізнення, щоб така оцінка стала можливою. Для того щоб дати оцінку, обережна людина зажадає високого ступеня розрізнення, більш легковірна задовольниться низьким ступенем розрізнення.

Припустимо, маємо два висловлювання:

$p =$ «у мене є лелека»,

$g =$ «у мене є птах».

Зв'язок між цими двома висловлюваннями полягає в тому, що якщо ствердження p істинно, то g теж зобов'язане бути істинним. Формально це записується у вигляді $p \Rightarrow g$, що означає p тягне g .

Розглянемо два твердження:

$$p = \langle X \in G \rangle;$$

$$g = \langle X \in F \rangle,$$

де X — суб'єкт твердження, G і F — окремі предикати, що характеризують суб'єкт X . Предикати G і F представлені у вигляді множин (чітких або нечітких). Якщо $G \subset F$, то $p \Rightarrow g$. В цьому випадку можна сказати, що твердження p більш інформативне, ніж твердження g .

Визначимо ступінь розрізнення даних як ступінь розподілу множин, що характеризують кожний об'єкт. Ефект розрізнення інформації безпосередньо зв'язаний з інформативністю інформації. Ступінь розрізнення, що виник в результаті надходження більш інформативної інформації, не зменшує міри розрізнення, встановленої за менш інформативною інформацією. Іншими словами, дискримінаційний ефект більш інформативної інформації невід'ємний. Наприклад, нехай неможливо навести чітку відмінність двох людей на основі двох висловлювань «Дмитро високий» і «Дмитро низький на зріст». Відмінність між ними можна зробити більш виразною, якщо, зібравши додаткову інформацію, зможемо, наприклад, стверджувати, що «Дмитро дуже низький на зріст» і після цього проведемо розрізнення.

З рис. 1 добре видно що «дуже низький на зріст» \subset «низький на зріст». Ступінь розрізнення α , що отримане на основі покращеної нечіткої множини, більше ступеня розрізнення β , що отримане за допомогою вхідної нечіткої множини.



Рис. 1. Визначення ступеня розрізнення в залежності від інформативності інформації

Більш інформативне висловлювання — це висловлювання з відносно меншою нечіткістю, що заважає розрізненню. В теорії прийняття рішень для кращого розрізнення альтернатив потрібно зменшити нечіткість кожного завершення і виграшу, зменшивши нечіткість функцій результату і функцій виграшу.

Розглянемо викладені вище підходи до прийняття рішень в умовах нечіткості на конкретному прикладі.

Припустимо, що для вирішення проблеми збільшення виробництва

сільськогосподарської продукції у регіоні (в умовах відсутності обігових коштів у господарств для закупівлі необхідних матеріальних та паливних ресурсів, виплати заробітної плати працівникам та розрахунків з партнерами) його керівництво приймає рішення про необхідність створення на теренах регіону об'єднаного сільськогосподарського ринку. Мета, до якої повинно привести прийняте рішення — це пошук варіантів отримання грошових коштів (у максимальному обсязі).

Множина **A** альтернатив **a**, об'єктивно прийнятних для досягнення мети, визначається набором усіх можливих джерел фінансування.

Множина A^1 альтернатив джерел фінансування, що будуть реально розглядатися, визначатиметься таким фактором як їхня доступність керівництву регіону в цей час. З урахуванням цього, при прийнятті рішення буде розглядатися п'ять альтернативних джерел фінансування, що об'єднані в множину альтернатив: $A = \{a_i, i=1,2,\dots,5\}$.

Ця множина можливостей джерел фінансування вміщує в собі:

a₁ — випуск векселів;

a₂ — залучення коштів за рахунок продажу нерентабельних господарств;

a₃ — акумулювання коштів в єдиному центрі за рахунок відрахувань від прибутку господарств;

a₄ — залучення інвестицій (комерційні банки);

a₅ — залучення державних фінансових ресурсів.

Кожна з альтернатив множини **A** оцінюється безліччю різноманітних характеристик (назвемо їх критерії). З усіх можливих критеріїв оцінки альтернатив виберемо найбільш суттєві (таких виявилось чотири): $K = \{k_i, i = 1,2,3,4\}$.

Дана множина включає наступні критерії:

k₁ — стан сільського господарства (наявність альтернативних видів власності, обмежений вибір форм господарювання);

k₂ — ринок сільськогосподарської продукції (лібералізацію ринку, наявність фіксованих закупівельних цін);

k₃ — екологія (зменшити внесення мінеральних добрив та хімічних речовин або залишити на сьогоднішньому рівні);

k₄ — фінансова допомога (позабюджетні фонди, цільові кредити).

Оцінимо альтернативи множини **A**, в нечітких критеріях множини **K**. Нечіткі («розмиті») оцінки подані в табл. 1.

Таблиця 1

РОЗМІТІ ОЦІНКИ РІШЕНЬ, ЩО ПРИЙМАЮТЬСЯ

		КРИТЕРІЇ			
		k_1	k_2	k_3	k_4
А Л Ь Т Е Р Н А Т И В И	α_1	більш-менш висока	не суттєвий	низька	не суттєва
	α_2	середня	середній	більш-менш низька	середня
	α_3	середня	від більш-менш низького до середнього	середня	більш-менш висока
	α_4	помірно висока	середній	більш-менш висока	низька
	α_5	помірно низька	високий	значна	висока

Оцінки, наведені в табл. 1, можна інтерпретувати наступним чином:

- екологічна ситуація в регіоні значною мірою залежить від розмірів фінансування на виробництво «чистої» продукції;
- • випуск векселів не суттєво впливає на ринок сільськогосподарської продукції тощо.

Завданням прийняття рішення є вибір одного з альтернативних джерел фінансування з урахуванням того, що ступінь значущості критеріїв оцінки вибраного варіанта нерівнозначний. Для ЛПР кожний з перерахованих критеріїв оцінки варіанта, що вибирається, має різну пріоритетність. Оцінка важливості критерію, тобто ранжування за пріоритетами, провадиться на підставі нечітких («розмитих») переваг, які створює ЛПР.

Розмиті оцінки значущості критеріїв рішення подані в табл. 2.

Таблиця 2

РОЗМІТІ ОЦІНКИ ЗНАЧУЩОСТІ КРИТЕРІЇВ

		k_1	k_2	k_3	k_4
λ_1	більш-менш важливо	λ_2	більш-менш важливо	λ_3	не дуже важливо
					λ_4
					дуже важливо

Аналіз табл. 2 свідчить, що найвищий пріоритет для ЛПР має k_4 — фінансова допомога. Останнє місце в цьому ранжованому ряді критеріїв займає k_3 — екологія. Критерії k_1 і k_2 займають проміжні місця в ряді, що ранжувався.

Початковим етапом розв'язання поставленої задачі є формування нечітких множин, що охоплюють усі альтернативи, з урахуванням впливу критеріїв оцінки альтернатив, що вибираються. Не перераховуючи різноманітні методики побудови нечітких множин, що описують певні явища, приймемо, що мірою відповідності «розмитого» опису проблеми прийняття рішення реальним явищам буде зважена сума «розмитих» оцінок альтернатив і критеріїв, що ранжувалися за їхньою значущістю. Отриману нечітку множину відповідності позначимо як F . Кожне з множин $f \subset F$ описується таким чином:

$$f_i = \sum_{j=1}^m \lambda_j \cdot t_{ij}, \quad (3)$$

де λ_j — елементи табл. 1;

t_{ij} — «розмиті» оцінки значущості критеріїв (табл. 2);

m — кількість критеріїв ($m = 4$).

Необхідно відзначити, що операції підсумовування (\sum) та множення (\cdot), які використовуються у формулі (3), мають характер нечітких операцій. Значення λ_j і t_{ij} — етикети нечітких множин, отримання яких широко описане в літературі [7].

Наступним етапом розв'язання задачі є розрахунок відношення домінації S_v , визначеної на нечітких множинах. Не аналізуючи конкретних форм множин і опустивши значний обсяг розрахунків, отримаємо наступну матрицю відношення домінацій:

$$S_v = \begin{bmatrix} 1.0 & 1.0 & 0.76 & 0.56 & 1.0 \\ 1.0 & 1.0 & 0.89 & 0.55 & 1.0 \\ 1.0 & 1.0 & 1.0 & 1.0 & 1.0 \\ 1.0 & 1.0 & 1.0 & 1.0 & 1.0 \end{bmatrix}$$

Аналіз матриці відношення домінацій п'яти альтернатив показує, що серед них є дві найменш схильні до домінації (найбільш прийнятні). Характеристика відношення домінацій цих альтернатив подана в четвертому і п'ятому рядках матриці. Всі елементи цих рядків рівні 1.0.

Згідно з матрицею відношення домінацій більш прийнятними альтернативами є:

- a_4 — залучення інвестицій (комерційні банки);
- a_3 — залучення державних фінансових ресурсів.

Для того, щоб визначити найбільш виграшну альтернативу з двох більш прийнятних, побудуємо дві матриці відношення домінацій S_{v_1} , які включають в себе коефіцієнти відношення домінацій альтернатив, що не ввійшли у число більш прийнятних, і коефіцієнти однієї з більш прийнятних альтернатив (тобто в першу матрицю ввійдуть коефіцієнти відношення домінацій альтернатив a_1, a_2, a_3 , і a_4 , а в іншу — a_1, a_2, a_3 , і a_5).

$$S_{v_1} = \begin{bmatrix} 1.0 & 1.0 & 0.76 & 0.56 \\ 1.0 & 1.0 & 0.89 & 0.55 \\ 1.0 & 0.95 & 1.0 & 0.88 \\ 1.0 & 1.0 & 1.0 & 1.0 \end{bmatrix} \quad S_{v_2} = \begin{bmatrix} 1.0 & 1.0 & 0.76 & 1.0 \\ 1.0 & 1.0 & 0.89 & 1.0 \\ 1.0 & 0.95 & 1.0 & 1.0 \\ 1.0 & 1.0 & 1.0 & 1.0 \end{bmatrix}$$

Відповідні ваги домінацій $V_i(i)$ мають вигляд:

$$v_1(i) = 0.56 \ 0.55 \ 0.58 \ 1.0$$

$$v_2(i) = 0.76 \ 0.89 \ 0.95 \ 1.0.$$

На наступному етапі необхідно побудувати множину переваг P_4 і P_5 , використовуючи функцію $h_i(\mathbf{F})$, яка відтворює нечітку зважену різницю оцінок між домінуючою альтернативою та рештою. Для цього використаємо значення v_4 і v_5 :

$$P_4 = h_4(F) = f_4 - \frac{V_4(1) \cdot f_1 + v_4(2) \cdot f_2 + v_4(3) \cdot f_3}{v_4(1) + v_4(2) + v_4(3)}, \quad (4)$$

$$P_5 = h_5(F) = f_5 - \frac{V_5(1) \cdot f_1 + v_5(2) \cdot f_2 + v_5(3) \cdot f_3}{v_5(1) + v_5(2) + v_5(3)}, \quad (5)$$

Після закінчення трудомістких і рутинних розрахунків (методику див. [7]), в яких аргументами є нечіткі множини \mathbf{f}_i , отримуємо множини переваг \mathbf{P}_4 і \mathbf{P}_5 , описані функціями приналежності $\mu_{P_4}(U)$ і $\mu_{P_5}(U)$, наведеними на рис. 2.

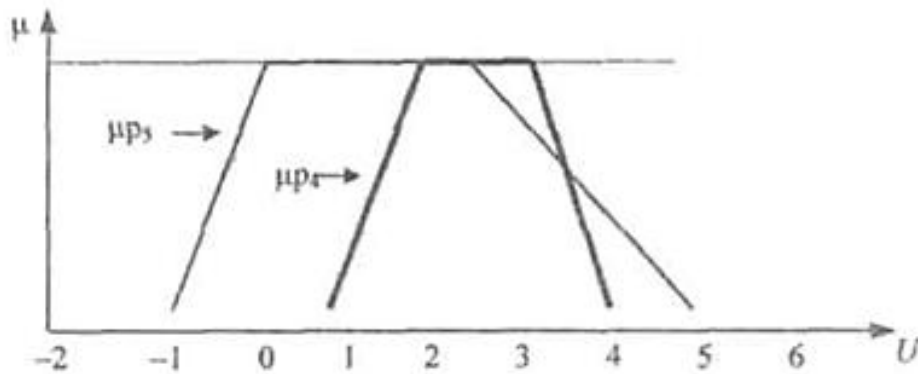


Рис. 2. Множини переваг \mathbf{P}_4 і \mathbf{P}_5 для домінуючих альтернатив

З рис. 2 можна побачити, що вершина множини \mathbf{P}_4 зміщена праворуч від початку координат далі ніж вершина множини \mathbf{P}_5 . Цей факт, з урахуванням лінійності бази (універсума) \mathbf{U} , на якій побудовані обидві множини, схиляє ЛПР до вибору множини \mathbf{P}_4 , яка характеризує альтернативу \mathbf{a}_4 . На цьому можна було б завершити пошук рішення в умовах нечіткості, задовольнившись альтернативою \mathbf{a}_4 — залучення інвестицій (комерційні банки).

Але унікальність об'єкта управління (що завжди притаманне державному управлінню) може вимагати для опису його структури, функціонування і особливостей управління ним спеціальних семантичних і прагматичних формальних моделей.

Тоді обґрунтування вибору саме альтернативи \mathbf{a}_4 — отримання грошових ресурсів як найбільш раціональної, з точки зору впевненості ЛПР у вірності вибору, було б неповним без використання додаткових можливостей обґрунтування вірності вибору, що надаються теорією нечітких множин. Такою додатковою можливістю є лінгвістична (словесна/вербальна) апроксимація рішень, що приймаються.

Це вимагає спеціальних мовних засобів для опису таких моделей. Мовні засоби повинні бути здатні відображати семантику і прагматику описаного явища. На жаль, класична математика не дозволяє зробити це. Тому потрібно розширювати її засоби. Краще всього робити це в області математичної логіки, що найбільш близько зіткється із засобом опису явищ і отримання висновків з цих описів. З іншого боку, ЛПР (державні службовці), котрі до цього часу якимось справлялися зі своєю задачею, можуть дати багато

інформації про об'єкт управління і про свою діяльність з управління цим об'єктом. Але інформація, що ними повідомляється, завжди висловлена природною мовою, надто далекою від точної мови математики.

Що відбувається, коли на складний об'єкт приходять майбутній управлінець (державний службовець)? Що робить досвідчений управлінець в цьому випадку? Звичайно, він не може повідомити новачку точного алгоритму управління, бо він його не знає. Але дещо, що знаходиться на якомусь інтуїтивному рівні, він знає і починає пояснювати новачку принципи управління об'єктом і радить стежити за тим, як він реалізує процес управління. Тоді через деякий час настає диво, звичайне диво, що відбувалося в історії людства мільйони разів: учень побудувавши в своїй голові модель об'єкта і модель управління ним, сам стає управлінцем. Йому для цього цілком вистачило пояснень учителя, зроблених звичайною природною мовою, і спостереження за його діями по управлінню.

Це дозволяє висунути наступну гіпотезу. *Всю інформацію про об'єкт управління і засоби управління нім можна висловити засобами звичайної природної мови.*

Цю гіпотезу, звичайно, не можна строго обґрунтувати. Можливо, що для деяких об'єктів вона просто невірна. Але для численних складних соціальних об'єктів подібну гіпотезу можна прийняти. Хоча на сьогодні для сучасних комп'ютерів, на базі яких будуються найбільш гнучкі системи управління, природна мова в її повному обсязі недосяжна. Тому виникає проблема звуження текстів на природній мові, що описують самий об'єкт управління і досвід по управлінню їм, до такого рівня, щоб отримані описи можна було «погрузити» в семіотичну систему.

Це веде до деякого твердження, яке може вилитися в гіпотезу. *Будь-який текст природною мовою, стосовно того, про що говориться в гіпотезі, можна перевести на формальну мову семіотичної моделі.* Ця гіпотеза, як і попередня, вірна, можливо, не завжди.

Таким чином, ми приходимо до наступної постановки основної задачі, що пов'язана з описом ситуацій, а також структури і функціонування об'єкта управління: знайти такий засіб природно-мовного опису необхідної інформації, що дозволяв би реалізовувати основні процедури ситуаційного управління: *класифікацію, кореляцію, екстраполяцію.*

При відображенні зовнішнього світу, при його описі людина виокремлює в ньому кінцевий набір відношень. Ці відношення пов'язують між собою окремі елементи моделі зовнішнього світу. Самі елементи, пов'язані відношеннями, виступають в них як певні ролі, семантика яких визначається видом відношення.

Це твердження потребує деяких пояснень. Напевно, не викличе сумнівів, що людина сприймає навколишній світ структуроване. Свідченням цього є людська мова, призначена для опису світу, в якому людина живе. Людина виділяє в цьому світі окремі конкретні факти, предмети, явища, процеси, події і відношення між ними. Мова зберігає цю структуру. Факти, предмети, явища, процеси і події одержують в мові свої, притаманні їм імена, а відношення висловлюються або з допомогою спеціальних імен, або чисто мовними синтаксичними засобами.

Семантика відношень нерозривно пов'язана з тими ролями, в яких виступають елементи, пов'язані відношеннями. Наприклад, відношення начальник — підлеглий пов'язує двох людей (елементів моделі), яким притаманні певні ролі, одна з яких називається *начальник*, а друга — *підлеглий*. У фразі «*Іванов — начальник Петрова*» Іванов і Петров

знаходяться саме в цих ролях. Осягаючи ролі, людина пізнає ситуацію реальної дійсності і може організувати свою цілеспрямовану діяльність у ній. Для вирішення останнього людина використовує ролі типу *засіб* — *результат*, *причина* — *наслідок* та низку інших ролей.

Таких ролей існує безліч, а отже існує і безліч відношень, що виділяються людиною в реальному світі, бо кожне таке відношення є пара взаємопов'язаних між собою ролей. Справедливість подібного твердження мабуть не можна довести. Але спостереження над мовними текстами і засобами побудови спеціальних мов для опису дійсності підтверджують її.

Словник термінів у цій мові за своєю суттю має бути обмежений, а його обсяг залежати від попередньо сформованої множини термінів (**T**). Множина **T** формується в контексті передбачуваних і можливих для прийняття речень у природній мові. Елементи множини **T** мають назву етикет. Кожен елемент множини **T** ідентифікує визначену нечітку множину [7].

За приклад лінгвістичного опису прийнятого рішення візьмемо речення:

«альтернатива a_i — t краще інших»
 «рішення — є **S** істинно»

Друге речення лінгвістичного опису слід інтерпретувати як опис ступеня вірогідності першого речення. Іншими словами, обидва речення можна замінити одним:

«те, що альтернатива a_i — t краще інших — є **S** істина».

Результатом лінгвістичної апроксимації можуть бути речення:

«вибір альтернативи a_i , рішення краще, ніж інші»,
 «рішення більш-менш істинно»,

що слід інтерпретувати наступним чином:

«те, що вибір альтернативи a_i — рішення краще, ніж інші —
 більш-менш істинно».

Задача генерації лінгвістичного опису рішення на підставі множини переваг **P_i** є проблемою його інтерпретації в лінгвістичних термінах. Зміст її полягає в присвоєнні множині **P_i** відповідних етикетів (оцінці переваг).

Запропонована Л. А. Задехом [8] концепція «семантичної рівноваги» дозволяє сформулювати рівноважну (по відношенню до **P_i**) нечітку множину **g**, що може бути описана наступною функцією:

$$\mu_g(U) = \mu_2(\mu_1(U)). \quad (6)$$

Лінгвістична апроксимація полягає в тому, щоб знайти нечітку множину g , семантично рівноважну P_i .

Цей етап процедури полягає в генеруванні множини нечітких множин g , на підставі залежності (6) і раніше отриманих множин T і S .

Якщо елемент g_i будуть згенеровані, то необхідно знайти серед них такий, який семантично найбільш наближений до відсутнього етикету множини P_i . Один з можливих мірників подібності нечітких множин ґрунтується на відношенні подібності, що сформульовано наступним чином:

$$\Pi(A, B) = \frac{\mu A \cap B(X)}{\mu A \cup B(X)} \quad (7)$$

Можна помітити, що $0 \leq \Pi \leq 1$. Якщо між множинами A і B немає зв'язку ($A \neq B$), тоді $\Pi = 0$ і водночас якщо $A = B$, відношення $\Pi = 1$.

Порівнюючи по чергові елементи множини Q з нечіткою множиною P_i необхідно вибрати той, для якого відношення подібності $\Pi(p_i, g_i)$ близько до одиниці.

На підставі цієї процедури для лінгвістичної апроксимації раніше знайденого рішення отримані такі речення:

«альтернатива a_4 — децю краща інших»
і
«рішення — більш-менш істинно».

Цей результат відповідає реченню:

«те, що альтернатива a_4 — децю краще інших —
більш-менш істинно»

Таким чином, отримана лінгвістична оцінка вибору альтернативи a_4 в умовах нечіткості підтверджує доцільність прийнятого рішення.

З викладеного вище видно, що виграв і втрати, що відповідають кожній альтернативі, а також рівні бажань ЛПР відносяться до числа вирішальних чинників у прийнятті рішення. Ці чинники неминуче стають нечіткими в погано визначених і складних задачах, до яких відносяться задачі прийняття рішень в області державного управління. Тому в даній роботі розглянута модель прийняття нечітких рішень, в якій визначені і використані відношення нечіткої нерівності і нечіткого включення. Модель такого типу є моделлю більш загального вигляду, ніж модель прийняття чітких рішень, тому що включає останню як поодинокій випадок.

Література

1. *Вітпінський В. В.* Аналіз, оцінка і моделювання економічного ризику. — К.: ДЕМІУР, 1996. — 212 с
2. *Кини Р. Л., РайфаХ.* Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. — М.: Радио и связь, 1981. — 560 с.
3. *Рейтман У.* Познание и мышление: моделирование на уровне информационных процессов. — М.: Мир, 1978. — 400 с.
4. *Поспелов Д. А.* Ситуационное управление: теория и практика. М.: Наука. 1986. — 288 с.
5. *Тронь В. П.* Стратегія прориву. — К.: Вид-во УАДУ при Президентіві України, 1995. — 344 с.
6. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ./ Под. ред. Р. Р. Ягера. — М.: Радио и связь, 1986. — 408 с.
7. *Zadeh L. A.* The concept of a linguistic variable and its application in approximate reasoning. Inform. Sei., 1975. — vol 8. — P. 199—249.
8. *Zadeh L. A.* PRUF — A meaning representation language for natural language., Int. J. Man-Machine studies, 1978. — vol. 10. — P. 395—460.