

ЛІНГВІСТИЧНІ ПІДХОДИ ДО ФОРМАЛІЗАЦІЇ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК В ЗАДАЧАХ ДЕРЖАВНОГО УПРАВЛІННЯ

Формалізовано та описано нечіткі поняття, які можуть бути визначені за допомогою експертних оцінок, та досліджено методи врахування і розкриття невизначеностей в задачах державного управління. Запропоновано застосування лінгвістичних підходів до формального опису невизначених, неточних і ненадійних факторів, які доцільно представляти у вигляді інтервальних чисел або об'єктів багатозначних логік.

The paper considers the problem of formalization and description of fuzzy notions while decision making in administering the state. It is proposed the use of linguistic approaches to the formal description of factors that could be conveniently represented in the form of interval numbers or objects of multivalued logics.

Ключові слова: державне управління, експертні оцінки, лінгвістичний підхід, нечітка логіка.

Сучасне державне управління повинно ґрунтуватись на системному підході, де в якості найважливішого виміру мають виступати ефективність, результативність, швидкість прийняття рішень та оцінка якості рішень і управління. Проте у процесі розв'язання реальних завдань у державному управлінні загальнодержавного, регіонального та субрегіонального рівнів виникають проблеми з неповнотою інформації, неясності щодо розвитку подій у майбутньому, неточностями, недостатньою обґрунтованістю думок осіб, що приймають рішення та невизначеностями різної природи.

Зрозуміло, що для забезпечення належної якості державного управління під час прийняття рішень необхідно передбачити коректне врахування і розкриття невизначеностей та досягнути найбільш повного опису всіх факторів, що мають відношення до даної задачі та враховуючі особливості реальних задач і факторів, що не підлягають точному кількісному опису і, як правило, визначаються за допомогою експертних оцінок.

Значного застосування набули ймовірно-статистичні методи врахування невизначеностей. Серед таких можна виділити метод коректив, метод аналізу чутливості, ймовірнісний байєсівський аналіз, метод дерева рішень [1]. Вони дозволяють розкривати окремі види невизначеностей у реальних завданнях прийняття рішень. Однак вони мають певні недоліки, зокрема при розв'язанні завдань державного управління виникають проблеми з визначенням вхідних даних, особливо розподілом ймовірностей і стохастичних залежностей, з визначенням варіантів розвитку подій у майбутньому, труднощі з коректним і об'єктивним визначенням можливих відхилень у значеннях параметрів системи та з обчисленням відповідних коректив. Крім того, розглянуті методи не можуть бути застосовані для опису неточних даних і розпливчастих понять, не передбачають формалізацію й обробку якісних даних про процеси, що досліджуються.

Більшість існуючих методів розв'язання багатокритеріальних завдань, що передбачають урахування ситуаційної, стратегічної і невизначеностей цілей, придатні лише для розв'язання вузького кола проблем, а їх застосування пов'язане з певними труднощами при розв'язанні актуальних практичних задач та виконанні кількісного аналізу [4].

Проте необхідно виділити сучасні підходи на основі експертних оцінок, які виявляються не лише бажаним інструментом для одержання якісної інформації, але й необхідністю для розробки практично прийнятних методів для розв'язання реальних завдань державного управління, особливо у стратегічних і надзвичайно важливих галузях [1]. Застосування методів експертних оцінок потребує розробки та розвинення придатного інструментарію з адекватної формалізації якісних значень експертних оцінок.

Завдання полягає в розробці засобів для опису невизначених, неточних і нечітких понять, формалізації якісних значень, що забезпечить розкриття невизначеностей, урахування важливих факторів завдання, які не можуть бути визначені кількісно та підвищити якість результату розв'язання завдання прийняття рішень в державному управлінні.

У випадках наявності невизначеності, що пов'язана з нечіткими, неточними, розпливчастими властивостями процесів як, наприклад, за наявності інформаційної, ситуаційної і стратегічної невизначеностей, пропонується застосовувати лінгвістичні підходи до формалізації невизначених, неточних і ненадійних факторів, які, як правило, визначаються за допомогою експертних оцінок. Підходи передбачають представлення невизначених понять у вигляді лінгвістичних значень, яким ставляться у відповідність інтервальні числа або об'єкти багатозначних логік. Найбільш поширені такі підходи: апарат інтервальних чисел, теорія нечітких множин та логіка антонімів.

Метод інтервальних чисел. У задачах, в яких використовують інтервальні числа, недетерміновані коефіцієнти та невідомі постають у вигляді замкнутих інтервалів можливих значень, наприклад,

$\tilde{c}_i = [c_i^l, c_i^r]$ та $\tilde{x}_i = [x_i^l, x_i^r]$. Такі задачі іноді розв'язують за допомогою методу ймовірнісного аналізу, де інтервальне число розглядають як випадкову величину з рівномірним розподілом, або найчастіше вирішують “безпосередньо”, користуючись теорією інтервальних чисел. У такому випадку інтервальну задачу можна звести до двох аналогічних задач методом детермінації [5], які визначають нижню та верхню границі вектора невідомих. Цей метод ґрунтується на теорії порівняння інтервальних чисел [5], за якою порівняння таких чисел розглядається як порівняння їх відповідних границь – нижньої та верхньої.

Неперервнозначні чи багатозначні логіки нечітка логіка (НЛ) та логіка антонімів (ЛА) оперують приблизними міркуваннями – вони розширені від класичної Булевої логіки до обробки понять часткової істинності між “повністю хибний” до “повністю істинний”.

Нечітка логіка ґрунтується на теорії нечітких множин (ТНМ), що була запропонована Л. Заде [3, 6]. Головним поняттям ТНМ виступає нечітка множина, елементи якої можуть мати ступінь належності множині, проміжний між повною належністю та повною неналежністю. Нечіткою множиною \tilde{A} в X називається сукупність пар виду $(x; \mu_{\tilde{A}}(x))$, де $x \in X$, $\mu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0, 1]$ – функція належності (ФН) нечіткої множини \tilde{A} ; а значення $\mu_{\tilde{A}}(x)$ для конкретного x називається ступенем належності цього елемента нечіткій множині \tilde{A} .

Отже, в задачах прийняття рішень для урахування невизначеностей величин їх доцільно представляти у вигляді нечітких множин чи нечітких чисел L-R типу [6]. Нечітке число \tilde{S} визначимо таким чином:

$$\tilde{S} = (\underline{s}, \bar{s}, s),$$

де \underline{s} і \bar{s} – нижнє та верхнє значення нечіткого числа \tilde{S} ; s – центральне значення нечіткого числа, якому відповідає найбільша ступінь належності μ , що дорівнює 1.

Функція належності $f_{\tilde{S}}(x) \rightarrow [0, 1]$ (рис. 1) нечіткого числа \tilde{S} ставить значенню x з інтервалу $[\underline{s}, \bar{s}]$ у відповідність ступінь його належності μ :

$$f_{\tilde{S}}(x) = \begin{cases} f^l, & \underline{s} \leq x < s; \\ 1, & x = s; \\ f^r, & s < x \leq \bar{s}. \end{cases} \quad (1)$$

де $f^l \rightarrow [0, 1]$ – неперервна та строго зростаюча функція на $[\underline{s}, s]$; $f^r \rightarrow [0, 1]$ – неперервна та строго спадаюча функція на $[s, \bar{s}]$.

Використання нечітких словесних понять, якими оперує особа, що приймає рішення (ОПР), дозволяє ввести у розгляд якісні описи та врахувати невизначеність у завданнях прийняття рішень, досягнути найбільш повного опису всіх факторів, що мають відношення до даного завдання, але не підлягають точному кількісному опису. Для приблизного опису явищ, що не можуть бути описані в рамках традиційних математичних формалізмів, Л. Заде ввів поняття фазифікації та лінгвістичної змінної [3].

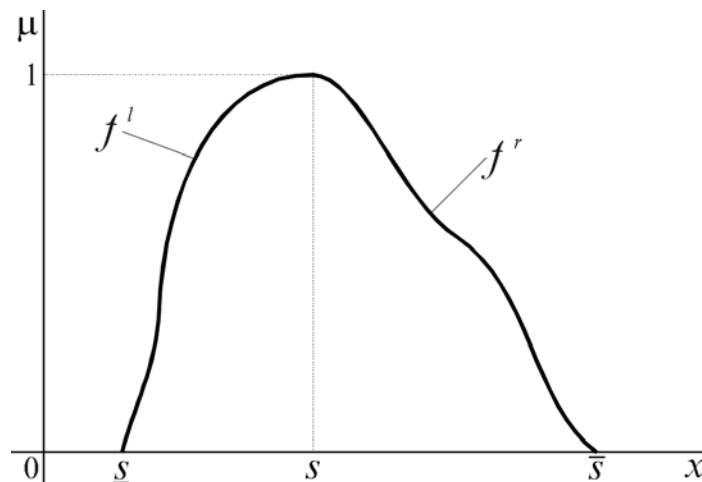


Рис. 1. Графік функції належності нечіткого числа

Наприклад, в задачі прийняття рішення в державному управлінні є невизначеність рівня потреб у ресурсах для інвестування в аграрний сектор регіону D . ОПР оцінює значення D за п'ятизначною шкалою лінгвістичних змінних $\tilde{L}_i, i = \overline{1, 5}$:

$$\{\text{дуже низький}, \text{низький}, \text{середній}, \text{високий}, \text{дуже високий}\}.$$

Якщо взяти за основу п'ятибальну числову шкалу, то лінгвістичну змінну можна характеризувати нечіткими числами в інтервалі $[1; 5]$ (рис. 2). Для наочності на рис. 2 використані ФН трикутного вигляду.

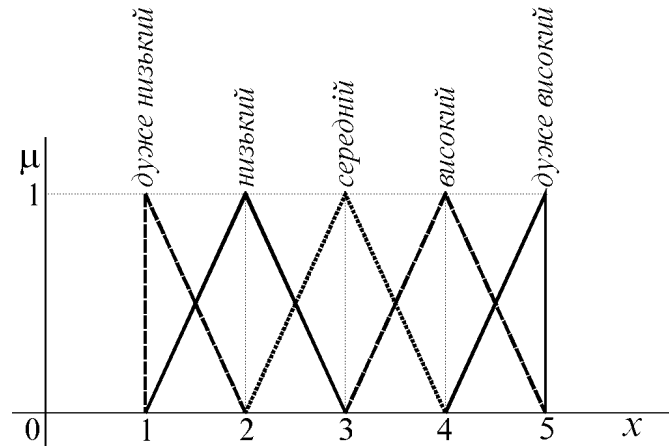


Рис. 2. Шкала лінгвістичних змінних для значення рівня ресурсів

Таким чином, урахування невизначеностей за цим підходом полягає в їх фазифікації: у представленні невизначених параметрів у виді нечітких множин відповідних до певних лінгвістичних змінних. Сформульовану нечітку задачу вирішують за допомогою її зведення до чіткої або вирішують в нечіткому вигляді, а результат піддають процедурі дефазифікації [3].

Принципова відмінність ТНМ від теорії ймовірностей полягає в тому, що ФН, яка є основою застосування математичного апарату нечітких множин, завжди є гіпотезою. Вона дає суб'єктивне уявлення ОПР про особливості проблемної ситуації, характери цілей та обмежень. Таким чином, ця форма стверджень гіпотез надає ОПР нові можливості: будувати оцінки альтернатив за допомогою формального апарату.

У задачах державного управління НЛ та ТНМ застосовуються при урахуванні невизначеності природи, ненадійності очікувань, стратегічній невизначеності та комбінаторній невизначеності. НЛ, ТНМ та апарат лінгвістичних змінних надають можливість ОПР використовувати як кількісні, так і якісні поняття, оперувати припущеннями та оцінками експертів, прогнозувати варіанти розвитку подій у майбутньому.

Логіка антонімів [2], як і нечітка логіка, відноситься до класу неперервнозначних логік. Вагомою властивістю ЛА є те, що в основі апарату ЛА міститься поняття антонімичної пари – поняття антонімів. У логіці антонімів знакосполучення виду $A, \alpha A$ розглядають як пару протилежних властивостей, наприклад: вигідний – нерентабельний; важливий – незначний. Вочевидь, можна давати оцінку стану об'єкта через оцінку ступеня наявності в нього протилежних властивостей, наприклад, оцінювати міру важливості, міру незначності проекту для фінансування. Знакосполучення виду $H[A], H[\alpha A]$ розглядають як оцінки ступеня наявності протилежних властивостей в об'єкта вивчення. Зв'язок між $H[A]$ та $H[\alpha A]$ виражається такою аксіомою ЛА:

$$H[\alpha A] = -\log_2(1 - 2^{-H[A]}). \quad (2)$$

Надалі завжди будемо вважати, що $H[A]$ і $H[\alpha A]$ зв'язані формулою (2) (рис. 3).

Для врахування невизначеностей у задачах системного аналізу і прийняття рішень за допомогою ЛА також, як і за ТНМ, користуються лінгвістичним підходом. Лінгвістичне вираження деякої властивості відбувається на основі відповідної антонімичної пари [2]. Міра наявності в об'єкта певної властивості утворюється шляхом комбінації кількісних модифікаторів з елементами антонімичної пари, наприклад: дуже важливий, злегка ризикований, тощо.

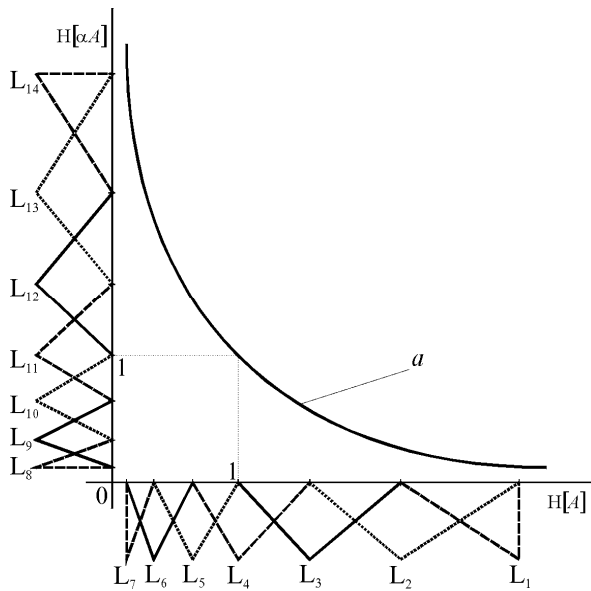


Рис. 3. Зв'язок лінгвістичних оцінок $H[A]$ та $H[\alpha A]$

На рис. 3 на координатних осях, що позначені $H[A]$ та $H[\alpha A]$, розташовуються оцінки міри наявності в об'єкта протилежних властивостей. Зрозуміло, що A і αA – антоніми, а пара оцінок $H[A]$ і $H[\alpha A]$, що пов'язані рівнянням (2), – синоніми. Можна також говорити, що $H[A]$ і $H[\alpha A]$ є координатами стану об'єкта, а крива a – крива станів об'єкта. Звернемо увагу, що оцінки $H[A]$ та $H[\alpha A]$ є координатами точки, котра поділяє криву a (рис. 3) на дві частини, які позначимо як A і αA відповідно. Значення $H[A]$ та $H[\alpha A]$ також відображають величини проєкцій дуг A і αA на відповідні вісі $H[A]$ та $H[\alpha A]$, а самі дуги A і αA доповнюють одна одну до всієї кривої. Звернемо увагу на точку з координатами $(1, 1)$, яка є точкою рівноваги, тому що вона відображає стан об'єкта, при якому оцінки міри наявності протилежних властивостей дорівнюють одна одній.

Проаналізуємо розташування різних лінгвістичних значень на координатних вісях $H[A]$ та $H[\alpha A]$ на прикладі фінансової ефективності проекту. В основі лінгвістичних оцінок ефективності покладемо антонімічну пару A – велика, αA – мала. Оператору α можна поставити у відповідність заперечення “НЕ”, яке на відміну від його розуміння в теорії Заде означає не “все інше”, а перехід до цілком визначеного протилежного значення (не велика = мала, і навпаки). Отже, сформуємо множину термів з використанням якісних понять: велика, мала; модифікаторів: злегка, достатньо, дуже; та заперечення “НЕ”. Отримані лінгвістичні значення наведено в табл.

Зазначимо, що на практиці, характеризуючи деяку властивість об'єкта, використовується не пара, а лише одне лінгвістичне значення. При цьому зазвичай інтуїтивно вибирається те лінгвістичне значення, котрому відповідає більша оцінка. У таблиці лінгвістичні значення позначенні курсивом.

На вісі $H[A]$ розташуємо всі лінгвістичні оцінки міри наявності $H[A]$ властивості *велика* у порядку зростання числової осі. Для зв'язку дискретних лінгвістичних значень скористаємось ідеєю фазифікації Заде [3]. При цьому приходимо до нечітких множин з назвами відповідних лінгвістичних оцінок, на рис. 3 вони позначені відповідними номерами з табл.

Відстані між сусідніми лінгвістичними значеннями визначаються суб'єктивно і не обов'язково мають бути рівними.

Таблиця лінгвістичних значень

Антоніми						
	A велика			αA мала		
$H[A]$	<i>дуже велика</i>	L_1	$H[\alpha A]$	дуже не мала	L_8	синон іми
$H[A]$	<i>достатньо велика</i>	L_2	$H[\alpha A]$	достатньо не мала	L_9	синон іми
$H[A]$	<i>завелика</i>	L_3	$H[\alpha A]$	злегка не мала	L_{10}	синон іми
$H[A]$	не велика та не мала	L_4	$H[\alpha A]$	не велика та не мала	L_1 1	синон іми
$H[A]$	злегка не велика	L_5	$H[\alpha A]$	<i>замала</i>	L_1 2	синон іми
$H[A]$	достатньо не велика	L_6	$H[\alpha A]$	<i>достатньо мала</i>	L_1 3	синон іми
$H[A]$	дуже не велика	L_7	$H[\alpha A]$	<i>дуже мала</i>	L_1 4	синон іми

На другій вісі $H[\alpha A]$ симетрично до бісектриси кута (початку координат) розташуємо лінгвістичні значення $H[\alpha A]$. Як вже зазначено вище, лінгвістичні значення можна розглядати як координати стану об'єкта, отже, маємо по одній координаті для кожного стану. Далі, використовуючи відповідні лінгвістичні значення, для кожного стану об'єкта з урахуванням залежності (2) визначається друга координата.

Як і в лінгвістичному підході Заде, в основі лінгвістичного підходу на базі ЛА полягають ідеї гранулювання інформації та фазифікації; однак для деяких класів задач у ЛА є можливість перетворювати (мінімізувати) побудовані моделі внаслідок того, що ЛА на відміну від НЛ Заде має властивість булевості, тобто в ній справедливі всі закони класичної логіки.

При розв'язанні задач прийняття рішень ЛА, як і НЛ, застосовується для врахування ситуаційної та стратегічної невизначеності та комбінаторної невизначеності. Однак у більшості задач прийняття рішень у державному управлінні використання лінгвістичного підходу на основі нечіткої логіки постає більш зручним, ніж на основі логіки антонімів.

Для врахування інформаційної, ситуаційної, стратегічної та комбінаторної невизначеностей з метою підвищення якості рішень у роботі запропоновано застосовувати лінгвістичні підходи до формального опису невизначених, неточних і ненадійних факторів. Для цього доцільно невизначені поняття представляти у вигляді інтервальних чисел або об'єктів багатозначних логік – нечіткої логіки та логіки антонімів.

У реальних задачах прийняття рішень у державному управлінні використання лінгвістичного підходу на основі нечіткої логіки виявляється більш прийнятним, забезпечує розкриття невизначеностей, урахування важливих якісних факторів задачі та призводить до підвищення якості результату в завданнях державного управління.

Подальші дослідження необхідно зосередити на розробці методів побудови функцій належності нечітких множин, що враховують індивідуальні моделі міркування кожного експерта.

Література:

1. Блех Ю. Инвестиционные расчеты / Ю. Блех, У. Гетце. – Калининград : Янтар. сказ, 1997. – 450 с.
2. Голота Я. Я. О формализации логики неполных знаний (логики антонимов) / Я. Я. Голота // Логика и развитие научного знания : межвуз. сб. ; [под ред. И. Н. Бродского, Я. А. Слинниина]. – СПб. : Из-во С.-Петербургского ун-та, 1992. – С. 92–112.
3. Коршевнюк Л. О. Розв'язання задачі багатокритеріального вибору за допомогою принципів компромісу / Л. О. Коршевнюк, П. І. Бідюк // Моделювання та керування станом еколого-економічних систем регіону. – 2006. – № 3. – К., – С. 162–171.
4. Левин В. И. Теория сравнения интервальных величин и ее применение в задачах измерения / В. И. Левин // Измерительная техника. – 1998. – № 5. – С. 20–24.
5. Zadeh L. A. Fuzzy Sets / L. A. Zadeh // In Information and Control. – № 8. – 1965. – P. 338–353.

