

УДК 656.13:004.896:004.891.3

*О. Л. Петрашевський, д.т.н., професор
(професор кафедри «Аеропорти» Національного транспортного
університету, м. Київ)*

*В. І. Данилевський, к.т.н.
(доцент кафедри «Тяговий рухомий склад залізниць» Державного
економіко-технологічного університету транспорту, м. Київ)*

*О. В. Алексєєнко
(старший викладач кафедри «Аеропорти» Національний транспо-
ртний університет, м. Київ)*

*В. В. Данилевський
(здобувач кафедри «Аеропорти» Національний транспортний уні-
верситет, м. Київ)*

ЕКСПЕРТНА ОЦІНКА ТА ПОБУДОВА ФУНКЦІЙ НАЛЕЖНОСТІ НЕЧІТКИХ КРИТЕРІЇВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИКОНАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ПРОЕКТІВ

Математичний апарат теорії нечіткої логіки, що використовує нечіткі моделі систем (алгоритмів, інтегралів), на даний момент, вже представлений у вигляді програмного продукту. Разом з тим, використання готових програм не прибирає вимогу більш докладного викладу методики роботи з нечіткими моделями систем. В теорії нечіткої логіки нечіткі моделі займають верхню ступінь ієрархії понять і найбільш адекватно відображають реальні системи управління, з якими мають справу дослідники.

Ключові слова: нечітка логіка, нечіткі множини, нечітка функція, функція належності, експертна система з нечіткими висновками

Математический аппарат теории нечеткой логики, которая использует нечеткие модели систем (алгоритмов, интегралов), на данный момент, уже представлен в виде программного продукта. Вместе с тем, использование готовых программ не убирает требование более подробного изложения методики работы с нечеткими моделями систем. В теории нечеткой логики нечеткие модели занимают верхнюю степень иерархии понятий и наиболее адекватно отображают реальные системы управления, с которыми имеют дело исследователи.

Ключевые слова: нечеткая логика, нечеткие множества, нечеткая функция, функция принадлежности, экспертная система с нечеткими выводами.

Постановка проблеми. В рамках теорії нечіткої логіки доцільно сформулювати ієрархічну послідовність ключових категорій, які з різним ступенем адекватності відображають логіку застосування понять ТНЛ у процесі обробки нечітких

© *Петрашевський О. Л., Данилевський В. І., Алексєєнко О. В., Данилевський В. В., 2016*

даних і моделювання нечітких чисел і систем в умовах невизначеності. Як варіант даного висновку представимо таку послідовність у вигляді семантичного ряду: нечіткі множини (НМ) → нечіткі відносини (НВ) → нечіткі змінні (НЗ) → нечіткі числа (НЧ) → нечіткі лінгвістичні змінні (НЛЗ) → нечіткі висловлювання (НВ) → нечіткі моделі систем (НМС) [нечіткі моделі процесів (НМП), нечіткі алгоритми (НА), нечіткі інтегралі (НІ)].

Ключовою категорією є поняття нечіткої множини, яке бере участь у формуванні визначень для всіх наступних категорій, з яких тільки дві втілені в методи розв'язання задач з невизначеностями, в першу чергу, з інформаційними, шляхом обробки нечітких даних і моделювання в умовах невизначеності. Виходячи зі сказаного, доцільно навести наступне визначення НМ [1].

Визначення 1. Нечітка множина A універсальної множини E є множинами впорядкованих пар $A = \{\mu_A(x)/x\}$, де $\mu_A(x)$ – функція належності, набираюча значень у деякій цілком упорядкованій множині M .

Для більш повного розуміння сенсу поняття НМ додатково наведемо наступне [3]. Нечітка множина характеризує модельоване нечітке поняття і представляється у вигляді функції належності, яка задає для кожного значення x ступінь впевненості (можливості) в належності його до деякого класу значень, яка вимірюється в деякій шкалі оцінок. Звернемо особливу увагу на термін «можливість» звідки пішло друге найменування теорії нечіткої логіки – теорія можливості [3]. Весь ряд нечітких категорій базується на основних поняттях і характеристиках НМ таких, як [1]:

E – універсальна множина (універсум), графічно зазвичай представляється на осі X ;

x – елемент E , $x \in E$ (або область міркувань);

R – деяка властивість (зазвичай приймає вид відносини);

A – нечітка множина, підмножина універсуму;

M – упорядкована множина, графічно зазвичай представляється на осі Y і межі його, як правило, $M = [0,1]$;

$\mu_A(x)$ – функція належності, приймаюча значення на множині M , тому M ще називають – множина належності.

Значення $\mu_A(x) = 0$ означає відсутність належності значення x до множини A , $\mu_A(x) = 1$ – повну належність. Таким чином, НМ є множиною впорядкованих пар. Графічно являє собою графік кривої для завдання функції належності. При роботі з НМ (моделюванні) виконується значна кількість обчислювальних операцій з лінгвістичними змінними, тому, для зручності, бажано працювати з $\mu_A(x)$ стандартної форми, яка поряд з графічною реалізацією володіє і аналітичною формою запису. Найчастіше застосовуються три типові форми $\mu_A(x)$: трикутна, трапецеїдальна і гаусова функція належності [3]. Наявність ФН дає наступні характеристики нечітким множинам:

- висотою НМ A називається величина $\sup_{x \in E} \mu(x) = H_A$;

- при $H_A = 1$ нечітка множина A нормальна, якщо $H_A < 1$, то НМ називається субнормальним;

- НМ порожньо, якщо $\forall x \in E \mu_A(x) = 0$;

- нечітка множина унімодальна, якщо $\mu_A(x) = 1$, тільки для одного x ;

- звичайна множина N з властивостями $\mu_A(x) > 0$, називається носієм НМ A , тобто $\forall x \in E \{x/\mu_A(x) > 0\}$;

- точкою переходу НМ є точка для якої $\forall x \in E \mu_A(x) = 0,5$.

Нечіткі множини в процесі роботи з ними підлягають наступним операціям (A і B) нечіткі множини на універсумі E) [5]:

- включення, A міститься в B – $A \subset B$, якщо $\forall x \in E \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$;

- рівність, A і B рівні – $A = B$, якщо $\forall x \in E \mu_A(x) = \mu_B(x)$;

- доповнення, при $M = [0,1]$ A і B доповнюють один одного – $B = \bar{A}$ або $A = \bar{B}$, якщо $\forall x \in E \mu_A(x) = 1 - \mu_B(x)$;

- перетин, $A \cap B$ – найбільша нечітка підмножина, що міститься одночасно в A і B, при цьому $\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x))$;

- об'єднання, $A \cup B$ – найменша нечітка підмножина, що включає як A, так і B, при цьому $\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x))$;

- рівність, $A - B = A \cap \bar{B}$, при цьому ФН дорівнює $\mu_{A-B}(x) = \mu_A \cap \bar{B}(x) = \min(\mu_A(x), 1 - \mu_B(x))$;

- диз'юнктивна сума, $A \oplus B = (A - B) \cup (B - A) = (A \cap \bar{B}) \cup (\bar{A} \cap B)$, при цьому $\mu_{A \oplus B}(x) = \max\{\min\{\mu_A(x), 1 - \mu_B(x)\}; \min\{1 - \mu_A(x), \mu_B(x)\}\}$.

До нечітких множин, наприклад A і B, застосовні алгебраїчні операції:

- вираз, $A \cdot B$ і $\forall x \in E \mu_{A \cdot B}(x) = \mu_A(x) \mu_B(x)$;

- суми, $A \tilde{+} B$, при цьому $\forall x \in E \mu_{A \tilde{+} B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \mu_B(x)$;

- зведення в степінь α НМ A, де α – позитивне число, при цьому A^α визначається ФН $\mu_{A^\alpha} = \mu_A^{\alpha*}(x)$. Окремими випадками зведення в степінь є:

$CON(A) = A^2$ – операція концентрування, } використовується при роботі з
 $DIL(A) = A^{0,5}$ – операція розтягування; } лінгвістичними змінними

- множення на позитивне число α , то НМ αA має ФН $\mu_{\alpha A}(x) = \alpha \mu_A(x)$;

- декартовий вираз нечітких множин, нехай A_1, A_2, \dots, A_n – НМ універсальних множин E_1, E_2, \dots, E_n відповідно. Декартовий вираз

$A = A_1 \times A_2 \times \dots \times A_n$ є НМ множини $E = E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$ з функцією належності $\mu_A(x_1, x_2, \dots, x_n) = \min\{\mu_{A_1}(x_1), \mu_{A_2}(x_2), \dots, \mu_{A_n}(x_n)\}$;

- чітка множина α -рівня (або рівня α), множиною α -рівня НМ A універсальної множини E називається чітка підмножина A_α універсуму E, яка визначається у вигляді: $A_\alpha = \{x / \mu_A(x) \geq \alpha\}$, де $\alpha \leq 1$.

Наступною категорією нечіткості (невизначеності) є нечітке відношення, яке відіграє істотну роль при роботі з завданнями шляхом застосування НЛ. Нехай множина $E = E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$ – прямий вираз універсальних множин і M – деяка множина належності (типу $M = [0,1]$). Нечітке n-арне відношення визначається як нечітка множина R на E, що приймає свої значення в M.

При $n = 2$ НВ R між множинами $X = E_1$ і $Y = E_2$ буде називатися нечітка функція $R: (X, Y) \rightarrow [0,1]$, яка ставить у відповідність кожній парі елементів $(x, y) \in X \times Y$, величину $\mu_R(x, y) \in [0,1]$, при цьому НВ на $X \times Y$ запишеться так: $x \in X, y \in Y: xRy$. Якщо $X = Y$ НВ $R: X \times X \rightarrow [0,1]$ називається нечітким відношенням на множині X.

Найбільш характерним НВ є ставлення $x \gg y$ (x багато більше y). Це нечітке відношення задається ФН виду:

$$\mu_R(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } x \leq y \\ 1 \\ 1 + \frac{1}{(x-y)^2}, & \text{якщо } y < x \end{cases}$$

Нечітке відношення R , для якого $\mu_R(x, y) = e^{-k(x-y)^2}$, при досить великих k можна інтерпретувати так: « x і y близькі один до одного числа». Операції, вироблені з двома НВ R_1 і R_2 практично ті ж, що і операції, які застосовуються до НМ (об'єднання, перетин, алгебраїчний вираз, сума, доповнення, диз'юнктна сума, композиція і декомпозиція, α -рівень НВ R та інші). При описі організаційно-технічних об'єктів, явищ, суб'єктів які виконуються природною (декларативною) мовою, використовуються поняття нечіткої і лінгвістичної змінних. Нечітка змінна описується кортежем $\langle \alpha, X, A \rangle$, де α – назва НЗ, X універсальна множина (область визначення α), A – НМ на X , що описує обмеження – $\mu_A(x)$ на значення НЗ α .

Окремим варіантом нечітких змінних є нечіткі числа. Нечіткі числа – НЗ, визначені на числовій осі, тобто нечітке число визначається як НМ A на множині дійсних чисел R з функцією належності $\mu_A(x) \in [0,1]$, де x – дійсне число – $x \in R$. Нечіткі числа досить часто використовують для обліку невизначеностей при прогнозних розрахунках комерційних проектів. На сьогоднішній день розрахунки з НЧ можна проводити при використанні програмних продуктів FC (Fuzzy Calculator) v.2.1 і FE (Fuzzy for Excel) v.10 [4].

Лінгвістичною змінною називається набір $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, де:

β – найменування лінгвістичної змінної;

T – множина значень β (терм-множина) – найменування НЗ, областю визначення кожної з яких є множина X . Множина T називається базовою терм-множиною НЛЗ;

G – синтаксична процедура, що дозволяє оперувати елементами терм-множини T , зокрема, генерувати нові терми (значення) за допомогою нечітких зв'язок і модифікаторів «і», «або», «не», «дуже», «злегка» і виконувати операції над НМ виду: $A \cap B, A \cup B, \bar{A}, \text{CONA} = A^2, \text{DILA} = A^{0.5}$ та ін.

Значення НЛЗ можуть бути визначені у вигляді нечітких чисел, множина $T \cup G(T)$, де $G(T)$ – множина згенерованих термінів, називається розширювальною терм-множиною НЛЗ;

M – семантична процедура, що дозволяє перетворити кожне нове значення НЛЗ, утворене процедурою G , в нечітку змінну, тобто сформувати відповідну НМ.

Перейдемо до наступної категорії ряду 3.1 – нечітким висловлюванням []. Нечіткий вислів це вислів $\langle \beta \in \beta \text{ '}' \rangle$ (вид 1), де β – найменування НЛЗ, β' – її значення, якому відповідає НМ на універсальній множині X . Часто значення НВ приймає семантичний вигляд у терм-множини: $T = \{\text{«маленьке»}, \text{«середнє»}, \text{«велике»}\}$. Нечітким є висловлювання $\langle \beta \in m\beta \text{ '}' \rangle$ (вид 2), де m – модифікатор, якому відповідають слова: «дуже», «більш-менш», «багато більше» та ін. Складові НВ утворюються з висловлювань видів 1 і 2 та спілок «І», «АБО», «ЯКЩО ...», «ТО ...», «ЯКЩО ..., ТО ...», «ІНАКШЕ». Якщо НВ на множині значень фіксованої лінгвістичної змінної, то значення НЛЗ відповідає нечітким множинам однієї і тієї ж універсальної множини X , що дозволяє ототожнювати модифікатори «дуже» або «не» з операціями «CON» і «додаток», а сполучники «І», «АБО» з операціями «перетин» і «об'єднання» над НМ.

Припустимо маємо дві НЛП $\langle \beta, T\alpha, X, G\alpha, M\alpha \rangle$ і $\langle \beta, T\beta, X, G\beta, M\beta \rangle$ (вид 3), і висловлювань $\langle \alpha \in \alpha \text{ '}' \rangle$, $\langle \beta \in \beta \text{ '}' \rangle$ відповідають НМ A і B задані на X і Y . Складові НВ виду 3, що зв'язують значення НЛП α і β , можна навести до НВ виду 1. Ввівши лінгвістичну змінну (α, β) , значенням якої будуть відповідати НМ на $X \times Y$. Нечіткі множини, відповідні складовим висловлювань $\langle \alpha \in \alpha \text{ '}' \text{ І } \beta \in \beta \text{ '}' \rangle$ і $\langle \alpha \in \alpha \text{ '}' \text{ АБО } \beta \in \beta \text{ '}' \rangle$,

визначаються за правилами перетворення до виду 1, при умові не взаємодії змінних, тобто множини X і Y такі, що їх елементи не пов'язані будь-якою функціональною залежністю. Правила перетворення НВ складаються з:

- кон'юнктивної форми – $\langle \alpha \in \alpha' \text{ і } \beta \in \beta' \rangle \Rightarrow \langle (\alpha, \beta) \in (\alpha' \cap \beta') \rangle$, де \Rightarrow – знак підстановки;

- диз'юнктивної форми – $\langle \alpha \in \alpha' \text{ і } \beta \in \beta' \rangle \Rightarrow \langle (\alpha, \beta) \in (\alpha' \cup \beta') \rangle$;

- імплікативної форми – $\langle \text{якщо } \alpha \in \alpha', \text{ то } \beta \in \beta' \rangle \Rightarrow \langle (\alpha, \beta) \in (\alpha' \rightarrow \beta') \rangle$, де значення $(\alpha' \rightarrow \beta')$ НЛЗ (α, β) відповідає нечіткому відношенню XY на $X \times Y$. Функція належності $\mu_R(x, y)$ залежить від обраного способу завдання нечіткої імплікації.

Таким чином, з послідовності (1) поки не розглянуті нечіткі моделі систем. У ТНЛ нечіткі моделі найбільш адекватно відображають реальні системи управління, з якими мають справу дослідники. Математичний апарат теорії нечіткої логіки, що використовує нечіткі моделі систем (алгоритмів, інтегралів), на даний момент, вже представлений у вигляді програмного продукту, що і буде прийнято при моделюванні організаційно-технічних ризиків НДП з транспортної тематики. Разом з тим, використання готових програм не прибирає вимогу більш докладного викладу методики роботи з нечіткими моделями систем.

В теорії нечіткої логіки (ТНЛ) нечіткі моделі займають верхню ступінь ієрархії понять і найбільш адекватно відображають реальні системи управління, з якими мають справу дослідники.

За своєю суттю нечіткі моделі (НМ) ґрунтуються на логіко-лінгвістичних описах систем, що є описами різних аспектів функціонування систем в природній розмовній формі або слабо формалізованій формі вербальних (декларативних) висловів, виразів та висновків, використовуваних дослідниками виходячи з особистих баз знань. Вхідні і вихідні показники системи при цьому є лінгвістичними змінними, а словесний опис функціонування системи задається сукупністю висловів вигляду [2]:

L1: якщо $\langle A1 \rangle$, то $\langle B1 \rangle$,

L2: якщо $\langle A2 \rangle$, то $\langle B2 \rangle$,

.....

LK: якщо $\langle AK \rangle$, то $\langle BK \rangle$,

де $A1, A2, \dots, AK$ – нечіткі множини, задані на декартовому виразі X універсальних множин вхідних лінгвістичних змінних;

$B1, B2, \dots, BK$ – нечіткі множини, задані на декартовому виразі Y універсальних множин вихідних лінгвістичних змінних.

Сукупність $\{ L1, L2, \dots, LK \}$ відбиває функціональний взаємозв'язок вхідних та вихідних змінних і є основою побудови нечіткого відношення між X та Y , заданого на декартовому виразі $X \times Y$ універсальних множин вхідних та вихідних змінних. Якщо на множині X задана нечітка множина A , то композиційне правило виводу визначає на Y нечітку множину B з функцією належності

$$\mu_A(y) = V_x (\mu_A(x) \wedge \mu_R(x, y)), \quad (1)$$

де R – нечітке відношення між X та Y .

В цьому випадку композиційне правило виводу визначає закономірності функціонування нечіткої системи.

Зупинимося детальніше на джерелах нечітких моделей. Як вже було зазначено при побудові будь-якої моделі, як правило, присутні в значній мірі такі фактори: суб'єктивізм («я так вважаю»); волюнтаризм («моя воля, що хочу, те й роблю»); неоднозначність в інформаційному плані («начебто так, а начебто інакше»), які призводять до повної невизначеності процесу побудови складних моделей. Тому нечіткість моделей слід закладати вже на стадії побудови теоретико-множинних моделей і паралельно інфологічних моделей.

Для виявлення механізму появи нечіткостей в оцінці ризиків виконання НДП звернемося до моделей (2.1) и (2.2). Множини апріорних $S_{ц_{апр}}$ та апостеріорних $S_{ц_{апт}}$ сценаріїв з високою ступінню можливості будемо вважати чіткими множинами з характеристичними функціями, наприклад для $S_{ц_{апр}}$:

$$\mu(S_{ц_{апр}}) = \begin{cases} 0, \text{ якщо } \mu(\widetilde{S}_{ц_{апр}}) < 0,5 \\ 1, \text{ якщо } \mu(\widetilde{S}_{ц_{апр}}) > 0,5 \\ 0 \text{ або } 1, \text{ якщо } \mu(\widetilde{S}_{ц_{апр}}) = 0,5, \end{cases} \quad (2)$$

зазвичай приймають $\mu(S_{ц_{апр}}) = 0$, якщо $\mu(\widetilde{S}_{ц_{апр}}) = 0,5$. Надрядковий знак «~» (тильда) означає, що змінні (множини) носять цей знак і беруть участь у моделях носять нечіткий характер і до них застосовні методи ТНЛ. Аналогічний висновок можна зробити відносно множин $S_{б_{поч}}$, $S_{б_{кін}}$, $T_{пл}$, $T_{ф}$, T . Що стосується множин $IS_{3H1}(Pr1, S_{ц_{апр}})$, $IS_{3H2}(S_{ц_{апр}}, Pr2)$ та Π в даному випадку слід зробити висновок, що саме тут знаходиться нечіткість лінгвистичних змінних. Таким чином, моделі (2.1) та (2.2) несуть в собі дуальний характер

$$\widetilde{M}_1: S_{ц_{апр}} \times S_{б_{поч}} \times Repr \widetilde{IS}_{3H1}(Pr1, S_{ц_{апр}}) \times T_{пл} \times T \rightarrow Pr1(\widetilde{\Pi}) \times T; \quad (3)$$

$$\widetilde{M}_2: S_{ц_{апт}} \times S_{б_{кін}} \times Repr \widetilde{IS}_{3H2}(S_{ц_{апт}}, Pr2) \times T_{ф} \times T \rightarrow Pr2(\widetilde{\Pi}) \times T; \quad (4)$$

Моделі \widetilde{M}_1 та \widetilde{M}_2 можна спростити з точки зору оцінки ступеня нечіткості

$$\widetilde{M}_1 \Rightarrow \widetilde{M}_{28}: \widetilde{IS}_{3H1} \rightarrow \widetilde{\Pi}; \quad (5)$$

$$\widetilde{M}_2 \Rightarrow \widetilde{M}_{29}: \widetilde{IS}_{3H2} \rightarrow \widetilde{\Pi}. \quad (6)$$

Носії нечіткості інформаційного забезпечення попередньої і остаточної баз знань у повній мірі відповідають характеру невизначеності через значно нечіткі значення критеріїв якості інформації: достовірності Δ , повноти Π , однорідності O та безперервності N , а також таких характеристик інформаційного забезпечення в цілому, як: оперативність Ω і економічність Σ . Спрощуємо інші моделі, переносючи нечіткість на основі лінгвистичних змінних і розглядаючи їх апріорні і апостеріорні значення

$$\widetilde{M}_9 \Rightarrow \widetilde{M}_{30}: \widetilde{\Delta}_{апр} \times \widetilde{\Pi}_{апр} \times \widetilde{O}_{апр} \times \widetilde{N}_{апр} \times \widetilde{\Omega}_{IS_{апр}} \times \widetilde{\Sigma}_{IS_{апр}} \rightarrow \widetilde{IS}_{3H1}; \quad (7)$$

$$\widetilde{M}_{10} \Rightarrow \widetilde{M}_{31}: \widetilde{\Delta}_{апт} \times \widetilde{\Pi}_{апт} \times \widetilde{O}_{апт} \times \widetilde{N}_{апт} \times \widetilde{\Omega}_{апт} \times \widetilde{\Sigma}_{апт} \rightarrow \widetilde{IS}_{3H2}; \quad (8)$$

$$\widetilde{M}_{17} \Rightarrow \widetilde{M}_{32}: \widetilde{R}(IS_{3H1}) \rightarrow \widetilde{R}(\Pi); \quad (9)$$

$$\widetilde{M}_{18} \Rightarrow \widetilde{M}_{33}: \widetilde{R}(IS_{3H2}) \rightarrow \widetilde{R}(\Pi); \quad (10)$$

$$\widetilde{M}_{23} \Rightarrow \widetilde{M}_{34}: \widetilde{R}(\Delta_{апр}) \times \widetilde{R}(\Pi_{апр}) \times \widetilde{R}(O_{апр}) \times \widetilde{R}(N_{апр}) \times \widetilde{R}(\Omega_{апр}) \times \widetilde{R}(\Sigma_{апр}) \rightarrow \widetilde{IS}_{3H1}; \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \tilde{M}_{24} \Rightarrow \tilde{M}_{35}: \tilde{R}(\Delta I_{\text{апт}}) \times \tilde{R}(\Pi_{\text{апт}}) \times \tilde{R}(OI_{\text{апт}}) \times \tilde{R}(NI_{\text{апт}}) \times \tilde{R}(\Omega_{\text{апт}}) \times \\ \tilde{R}(\Sigma I_{\text{апт}}) \rightarrow \tilde{I}\tilde{S}_{3H2}; \quad (12) \\ \tilde{M}_{27} \Rightarrow \tilde{M}_{36}: \tilde{A} \times \tilde{B} \rightarrow \tilde{R}_D \quad (13) \end{aligned}$$

Наступним етапом оцінки нечіткого ризику виконання науково-дослідних проектів з транспортної тематики йдуть:

- конкретизація області предметної діяльності в сенсі вибору НДП в діяльності виду транспорту;
- визначення списку вхідних і вихідних лінгвістичних змінних;
- визначення списку (при необхідності) модифікаторів для значень лінгвістичних змінних;
- складання терм-множини нечітких лінгвістичних змінних;
- побудова функцій належності для кожної лінгвістичної змінної.

Однією з найбільш складних задач при використанні математичного апарата ТНЛ являється побудова функцій належності нечітких множин які зв'язані з лінгвістичними змінними через нечіткі змінні та НМ. Існують прямі і непрямі методи побудови ФН. Найбільш ефективним є прямий метод для одного експерта який запропонований Осгудом і називається – метод семантичних диференціалів [5]. Практично в будь-якій ОПД можна отримати безліч оцінок, якщо слідувати процедурі:

- визначити одну або декілька властивостей, за якими оцінюється об'єкт, подія або стан процесу;
- для конкретних властивостей знайти крайові (екстремальні) точки і сформувати протилежні пари понять;
- для кожної пари понять визначити в якій мірі вони позитивні відносно властивостей.

Застосуємо цей метод шляхом послідовного використання окремих особистісних баз знань 3-х експертів, які тривалий час працюють в галузі науково-практичної діяльності шляхом застосування результатів виконаних науково-дослідних проектів у сфері залізничного транспорту. Експерт Э1 у своїй роботі більше практикує застосування аналітичних методів дослідження і надає більше уваги побудові, аналізу та використанню моделей області предметної діяльності щодо розробки та впровадження результатів виконання НДП. Експерт Э2 є фахівцем в області реалізації конкретних розробок, в основному діагностичних комплексів, що застосовуються як в ремонтних умовах, так і при експлуатації діагностованих виробів на рухомому складі ж/д транспорту. Експерт Э3 схильний до оцінки умов прояву несправностей виробів і агрегатів, їх опису та аналізу наслідків відмов виробів в експлуатаційній обстановці. Така спеціалізація експертів мала проявитися при побудові індивідуальних ФН стосовно ЛЗ, описують показники репрезентативності системи інформаційного забезпечення. Подібна СІЗ охоплює інформаційну область наукових розробок, практичного застосування, як правило, діагностичних комплексів, і результатів впровадження виконаних науково-дослідних проектів в експлуатаційних умовах.

До оцінки та конкретизації функцій належності, опишемо більш докладно вихідні передумови щодо наступних лінгвістичних змінних:

- «рівень достовірності інформації» (Δ)
 - «рівень повноти інформації» (Π);
 - «рівень однорідності інформації» (O);
 - «рівень неперервності інформації» (N);
 - «рівень оперативності інформаційного забезпечення» (Ω);
 - «рівень економічності інформаційного забезпечення» (Σ).
- Лінгвістичною змінною називається – набір $\langle \beta, T, X, G, M \rangle$, де:

β – найменування лінгвістичної змінної, наприклад, « Δ »;

T – базова терм-множина, $T = \{\text{«низьке»}, \text{«середнє»}, \text{«високе»}\}$;

X – універсальна множина (універсум), $E\Delta = X = [0, 1]$;

G – синтаксична процедура, що дозволяє розширити базову терм-множину, шляхом створення нових терм-нечітких значень [5].

M – семантична процедура, що дозволяє перетворити кожне нове значення ЛЗ, утворене процедурою G , в нечітку змінну, тобто сформувані відповідну нечітку множину.

Дано визначення для Δ – достовірності інформації (інформаційного елемента).

Визначення 1 Достовірність інформації (ІЕ) – Δ форма існування істини, що полягає в адекватному відображенні системних подій та/або станів процесу виконання НДП в термінах науково-дослідної діяльності.

Отже, $\beta \equiv \Delta$, так як достовірність інформації характеризується своїм рівнем, а із 2.5 випливає, що $\Delta = [0, 1]$. Лінгвістична змінна пов'язана з нечіткою змінною $\langle \alpha, X, A \rangle$ універсальною множиною X (область застосування НЗ α), де α – найменування нечіткої змінної, A – НМ на X , що описує обмеження – функції належності $\mu_A(x)$ на значеннях НП α , $A = \{\mu_A(x)/x\}$, $x \in X$ – відображає міру задоволення деякій властивості R . У нашому випадку: $\alpha_1 = \text{«рівень достовірності інформації низький»}$, $x \in E_\Delta \equiv X$, $\tilde{A}_1 \equiv A = \{\mu_{\Delta_1}(x_{\Delta_1}^i)/x_{\Delta_1}^i\}$. Конкретизуємо властивість $R\Delta$ яке для Δ визначається наступним чином (перший етап методу Осгуда):

Визначення 2. Властивість достовірності інформаційного відображення – $R\Delta$, полягає в можливості ІЕ, формованих об'єктивними чи суб'єктивними методами, достовірно описати системні події та/або стану процесу виконання НДП шляхом істинного, адекватного відображення предметів і явищ дійсності науково-дослідної діяльності.

Користуючись даним визначенням експерти $\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_3$ дали свою особисту суб'єктивну оцінку ступеня належності змінної, $x \in E_\Delta$ нечіткою підмножиною \tilde{A}_i , $i = \overline{1, 3}$. На рис. 1 – 3 показані функції належності $\mu_{\Delta_1}(x, \mathcal{E}_i)$, окремо по кож-

ному експерту (другий етап методу Осгуда):

$$\tilde{A}_1(\mathcal{E}_1) = \left\{ \mu_{\Delta_1}(x, \mathcal{E}_1)/x \right\} = 1 \text{ при } 0 \leq x \leq 0,15 \text{ і } \left\{ \mu_{\Delta_1}(x, \mathcal{E}_1)/x \right\} = 0 \text{ при } x \geq 0,4, \text{ рис. 1, табл. 1;}$$

$$\tilde{A}_1(\mathcal{E}_2) = \left\{ \mu_{\Delta_1}(x, \mathcal{E}_2)/x \right\} = 1 \text{ при } 0 \leq x \leq 0,2 \text{ і } \left\{ \mu_{\Delta_1}(x, \mathcal{E}_2)/x \right\} = 0 \text{ при } x \geq 0,7, \text{ рис. 2, табл. 1;}$$

$$\tilde{A}_1(\mathcal{E}_3) = \left\{ \mu_{\Delta_1}(x, \mathcal{E}_3)/x \right\} = 1 \text{ при } 0 \leq x \leq 0,4 \text{ і } \left\{ \mu_{\Delta_1}(x, \mathcal{E}_3)/x \right\} = 1 \text{ при } x \geq 0,7, \text{ рис. 3, табл. 1.}$$

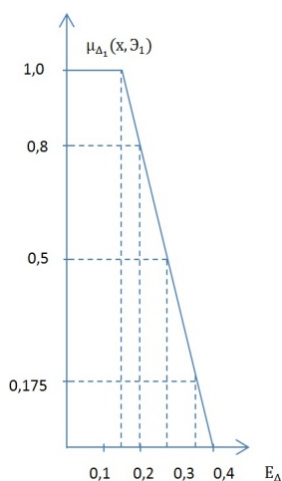


Рис. 1. Суб'єктивна ФН експерта Э₁ НМ $\tilde{L}_{\Delta 1}$ нечіткої змінної «рівень достовірності інформації низький»

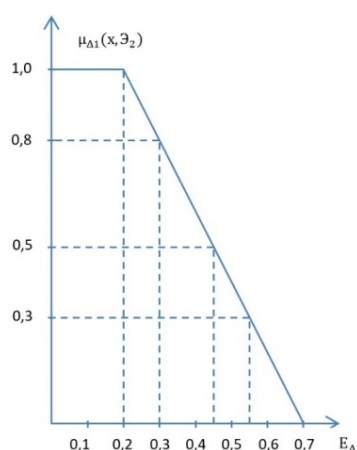


Рис. 2. Суб'єктивна ФН експерта Э₂ НМ $\tilde{L}_{\Delta 2}$ нечіткої змінної «рівень достовірності інформації низький»

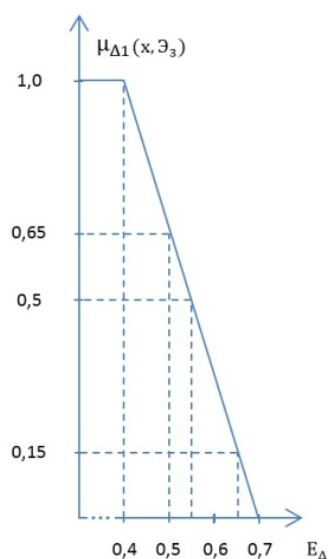


Рис. 3. Суб'єктивна ФН експерта Э₃ НМ $\tilde{L}_{\Delta 1}$ нечіткої змінної «рівень достовірності інформації низький»

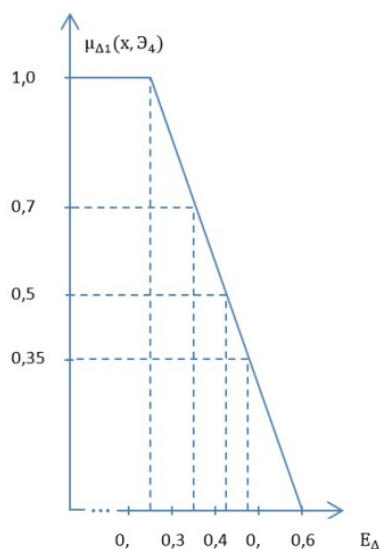


Рис. 4. Усереднення (по трьом суб'єктивним) ФН нечіткої множини $\tilde{L}_{\Delta 1}$ «рівень достовірності інформації низький»

Усереднення графіків ФН $\tilde{\Delta}_1(\mathcal{E}_i)$ дозволило отримати $\tilde{\Delta}_1$, рис. 4, табл. 1:

$$\tilde{\Delta}_1 = \left\{ \frac{\mu_{\Delta 1}(x)}{x} \right\}_{x \in E_{\Delta}} = 1 \text{ при } 0 \leq x \leq 0,25 \text{ і } \left\{ \frac{\mu_{\Delta 1}(x)}{x} \right\}_{x \in E_{\Delta}} = 0 \text{ при } x \geq 0,6.$$

Аналогічно отримані крайові значення для нечіткої змінної $\tilde{\Delta}_2 - \alpha_2 =$ «рівень достовірності середній» і $\tilde{\Delta}_3 - \alpha_3 =$ «рівень достовірності високий», табл. 1.

Ці три ФН зведені в один малюнок, рис. 5, це допустимо, оскільки вони визначені на одній і тій самій універсальній множині (область визначення $\alpha_i, i = \overline{1,3}$). Кожен графік функції належності має свої характерні параметри (точки графіка). Так, для ФП, показаного на рис. 5, висота НМ $\tilde{L}_{\Delta_1} - \tilde{\Delta}_1$ дорівнює $\sup_{x \in E_{\Delta}} \mu_{\Delta_1}(x) = 1$, тобто $\tilde{\Delta}_1$ нормальна нечітка множина.

Функція належності приймає значення $\mu_{\Delta_1}(x_{\Delta_1}) = 1$, на інтервалі $0 \leq x_{\Delta_1} \leq 0,25$, з чого випливає, що НМ Δ_1 не унімодальне. Носій нечіткої множини $\tilde{\Delta}_1$ – звичайна множина Δ_1 з властивістю $\mu_{\Delta_1}(x) > 0, \Delta_1 = \forall x \in$

$E_{\Delta}\{x/\mu_{\Delta_1}(x) > 0\}$, а саме $\Delta_1 = \{0,25, 0,35, 0,425, 0,475\}$. Точка переходу НМ $\tilde{\Delta}_1, x \in E_{\Delta}$ для яких $\mu_{\Delta_1} = 0,5$, тобто при $x_{\Delta_1}^3 = 0,425, \mu_{\Delta_1}(x_{\Delta_1}^3) = 0,5$, табл. 2, рис. 5. Таким чином виконаний і третій етап методу Осгуда.

Таблиця 1

Оцінка	НМ				
	$\mu_{\Delta_1}(x_{\Delta_1}^1)/x_{\Delta_1}^1$	$\mu_{\Delta_1}(x_{\Delta_1}^2)/x_{\Delta_1}^2$	$\mu_{\Delta_1}(x_{\Delta_1}^3)/x_{\Delta_1}^3$	$\mu_{\Delta_1}(x_{\Delta_1}^4)/x_{\Delta_1}^4$	$\mu_{\Delta_1}(x_{\Delta_1}^5)/x_{\Delta_1}^5$
$(\exists_1)\tilde{\Delta}_1$	1,0/0,15	0,8/0,2	0,5/0,275	0,175/0,35	0/0,4
$(\exists_2)\tilde{\Delta}_1$	1,0/0,2	0,8/0,3	0,5/0,45	0,3/0,55	0/0,7
$(\exists_3)\tilde{\Delta}_1$	1,0/0,4	0,65/0,5	0,5/0,55	0,15/0,65	0/0,7
$\tilde{\Delta}_1$	1,0/0,25	0,7/0,35	0,5/0,425	0,35/0,475	0/0,6
$(\exists_1)\tilde{\Delta}_2$	0/0,3	0,5/0,5	1,0/0,7	0,5/0,825	0/0,95
$(\exists_2)\tilde{\Delta}_2$	0/0,4	0,5/0,625	1,0/0,825	0,5/0,86	0/0,9
$(\exists_3)\tilde{\Delta}_2$	0/0,5	0,5/0,6	1,0/0,7	0,5/0,775	0/0,85
$\tilde{\Delta}_2$	0/0,4	0,5/0,575	1,0/0,75	0,5/0,825	0/0,9
$(\exists_1)\tilde{\Delta}_3$	0/0,75	0,25/0,775	0,5/0,8	0,75/0,825	1,0/0,85
$(\exists_2)\tilde{\Delta}_3$	0/0,7	0,2/0,725	0,5/0,775	0,675/0,8	1,0/0,85
$(\exists_3)\tilde{\Delta}_3$	0/0,8	0,25/0,85	0,5/0,9	0,75/0,95	1,0/1,0
$\tilde{\Delta}_3$	0/0,75	0,3/0,8	0,5/0,825	0,65/0,85	1,0/0,9

Наступною характеристикою інформації є повнота – П. Дамо визначення для П і властивості РП.

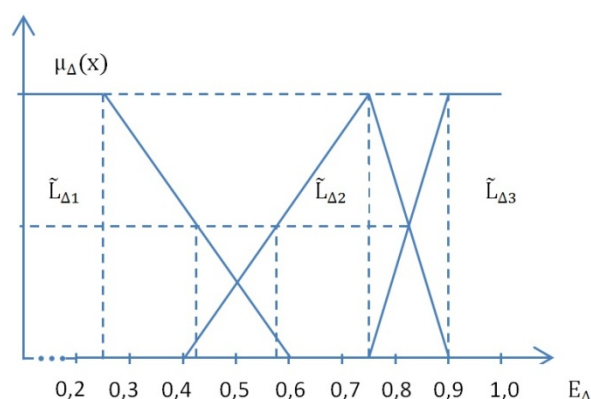
Визначення 3. Повнота інформації (ІЕ) – достатність інформаційних засобів, що формують ІЕ об'єктивними чи суб'єктивними методами, адекватно відобразити реальні системні події та/або стан процесу виконання НДП в термінах науково-дослідної діяльності.

Визначення 4. Властивість повноти інформаційного відображення – РП, полягає в можливості ІЕ досить повно описати системні події та/або стан процесу виконання НДП шляхом логістичної (математичної) достатності відображення предметів і явищ дійсності науково-дослідної діяльності.

На рис. 6 представлені функції належності нечітких множин $\tilde{L}_i \equiv \tilde{P}_i$ нечітких змінних «рівень повноти інформації низький», «рівень повноти інформації середній», «рівень повноти інформації високий», як значень ЛЗ – «рівень повноти інформації, табл. 2. Наведемо визначення для лінгвістичної змінної ЛП – «рівень однорідності інформації та властивості RO.

Таблиця 2

Оцінка	НМ					
	$\mu_{x \in X}(x^1)/x^1$	$\mu_{x \in X}(x^2)/x^2$	$\mu_{x \in X}(x^3)/x^3$	$\mu_{x \in X}(x^4)/x^4$	$\mu_{x \in X}(x^5)/x^5$	$\mu_{x \in X}(x^6)/x^6$
$\tilde{\Delta}_1$	1,0/0,25	0,7/0,35	0,575/0,4	0,5/0,425	0,35/0,475	0/0,6
$\tilde{\Delta}_2$	0/0,4	0,5/0,575	0,7/0,65	1,0/0,75	0,5/0,825	0/0,9
$\tilde{\Delta}_3$	0/0,75	0,3/0,8	0,5/0,825	0,65/0,85	0,8/0,875	1,0/0,9
$\tilde{\Pi}_1$	1,0/0,4	0,735/0,425	0,5/0,45	0,35/0,465	0,225/0,475	0/0,5
$\tilde{\Pi}_2$	0/0,4	0,5/0,5	1,0/0,6	1,0/0,7	0,5/0,75	0/0,8
$\tilde{\Pi}_3$	0/0,75	0,325/0,8	0,5/0,825	0,65/0,85	0,825/0,875	1,0/0,9
\tilde{O}_1	1,0/0,25	0,85/0,3	0,725/0,35	0,5/0,425	0,275/0,5	0/0,6
\tilde{O}_2	0/0,4	0,5/0,475	1,0/0,55	1,0/0,7	0,5/0,75	0/0,8
\tilde{O}_3	0/0,7	0,325/0,75	0,5/0,775	0,65/0,8	0,675/0,825	1,0/0,85
\tilde{N}_1	1,0/0,35	0,675/0,4	0,5/0,425	0,325/0,45	0,175/0,475	0/0,5
\tilde{N}_2	0/0,35	0,5/0,425	1,0/0,55	1,0/0,75	0,5/0,775	0/0,8
\tilde{N}_3	0/0,75	0,25/0,775	0,375/0,787	0,5/0,8	0,75/0,825	1,0/0,85
$\tilde{\Omega}_1$	1,0/0,5	0,75/0,525	0,5/0,55	0,25/0,575	0,1/0,587	0/0,6
$\tilde{\Omega}_2$	0/0,5	0,5/0,6	0,75/0,65	1,0/0,7	0,5/0,75	0/0,8
$\tilde{\Omega}_3$	0/0,75	0,3/0,825	0,5/0,875	0,8/0,95	0,975/0,9	1,0/1,0
$\tilde{\Sigma}_1$	1,0/0,3	0,75/0,35	0,5/0,4	0,25/0,45	0,125/0,475	0/0,5
$\tilde{\Sigma}_2$	0/0,4	0,5/0,5	0,75/0,55	1,0/0,6	0,5/0,7	0/0,8
$\tilde{\Sigma}_3$	0/0,7	0,25/0,775	0,325/0,8	0,5/0,85	0,75/0,925	1,0/1,0



Лінгвістична змінна – Δ = «рівень достовірності інформації» з базовою термножиною $T = \{ \text{«низький», «середній», «високий»} \}$
 $x_{\Delta 1}, x_{\Delta 2}, x_{\Delta 3} \equiv x \in E_{\Delta}$
 $E_{\Delta} = [0,1]$

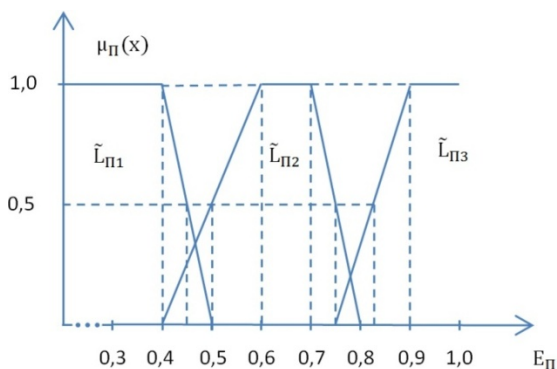
Рис. 5. Функції належності нечітких множин $\tilde{L}_{\Delta 1}, \tilde{L}_{\Delta 2}, \tilde{L}_{\Delta 3}$ лінгвістичної змінної Δ на універсальній множині $E_{\Delta}, (x \in E_{\Delta})$

Визначення 5. Однорідність інформації (ІЕ) – причинно-наслідковий поділ (принцип МОКО) інформаційних реквізитів, що формуються об’єктивними і суб’єктивними методами, шляхом казуального відображення системних подій та/або станів процесу виконання НДП в термінах науково-дослідної діяльності.

Визначення 6. Властивість однорідності інформаційного відображення RO, полягає в можливості ІЕ, формованих об’єктивними і суб’єктивними методами, в достатній мірі описати причинно-наслідковий зв’язок при відображенні реаль-

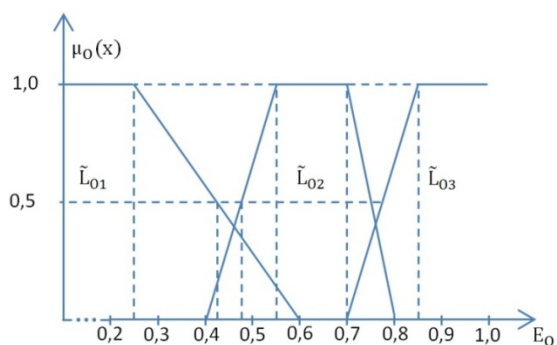
них системних подій та/або станів процесу виконання НДП шляхом розкриття казуальності предметів і явищ дійсності науково-дослідної діяльності.

Функції належності нечітких множин $\tilde{L}_{0,1}, \tilde{L}_{0,2}, \tilde{L}_{0,3} \equiv \tilde{O}_1, \tilde{O}_2, \tilde{O}_3$ показані на рис. 7, а параметри графіків поміщені в табл. 2. Аналогічно, щодо ЛЗ – «рівень безперервності інформації» та властивості RN, рис. 8, табл. 2.



Лінгвістична змінна – П = «рівень повноти інформації» з базовою терм-множиною $T = \{\text{«низький», «середній», «високий»}\}$
 $x_{P1}, x_{P2}, x_{P3} \equiv x \in E_P$
 $E_P = [0,1]$

Рис. 6. Функції належності нечітких множин $\tilde{L}_{P1}, \tilde{L}_{P2}, \tilde{L}_{P3}$ лінгвістичної змінної П на універсальній множині $E_P, (x \in E_P)$

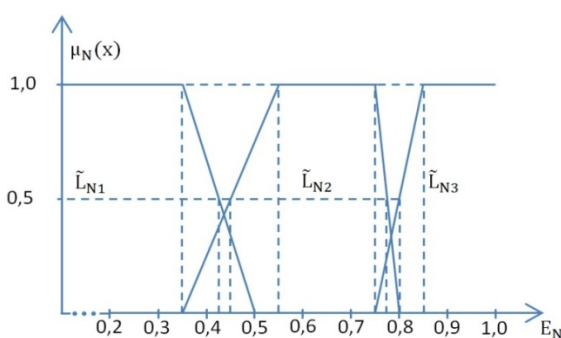


Лінгвістична змінна – О = «рівень однорідності інформації» з базовою терм-множиною $T = \{\text{«низький», «середній», «високий»}\}$
 $x_{O1}, x_{O2}, x_{O3} \equiv x \in E_O$
 $E_O = [0,1]$

Рис. 7. Функції належності нечітких множин $\tilde{L}_{O1}, \tilde{L}_{O2}, \tilde{L}_{O3}$ лінгвістичної змінної О на універсальній множині $E_O, (x \in E_O)$

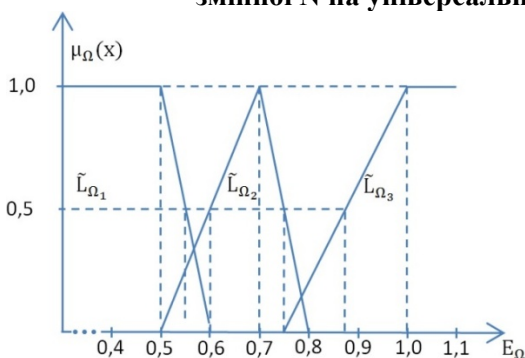
Визначення 7. Безперервність інформації (ІЕ) – нерозривність інформації, що відображає системні події та/або стан процесу виконання НДП у вигляді ІЕ, формованих і трансформованих у просторі та часі інформаційними процедурами, шляхом послідовного та обов'язкового відображення характеристик процесу в термінах науково-дослідної діяльності.

Визначення 8 Властивість безперервності інформаційного відображення – RN, полягає в можливості ІЕ, формованих об'єктивними і суб'єктивними методами, представляти інформацію про системні події та/або станах процесу виконання НДП в будь-який заданий момент часу або відповідно з дискретністю реалізації інформаційних процедур (формуванні, передачі, зберігання тощо) шляхом видачі даних про предмети та явища дійсності науково-дослідної діяльності.



Лінгвістична змінна – N = «рівень неперервності інформації» з базовою термножиною
 $T = \{\text{«низький»}, \text{«середній»}, \text{«високий»}\}$
 $x_{N_1}, x_{N_2}, x_{N_3} \equiv x \in E_N$
 $E_N = [0,1]$

Рис. 8. Функції належності нечітких множин $\tilde{L}_{N_1}, \tilde{L}_{N_2}, \tilde{L}_{N_3}$ лінгвістичної змінної N на універсальній множині $E_N, (x \in E_N)$



Лінгвістична змінна – $\Omega =$ «рівень оперативності інформації» з базовою термножиною
 $T = \{\text{«низький»}, \text{«середній»}, \text{«високий»}\}$
 $x_{\Omega_1}, x_{\Omega_2}, x_{\Omega_3} \equiv x \in E_\Omega$
 $E_\Omega = [0,1]$

Рис. 9. Функції належності нечітких множин $\tilde{L}_{\Omega_1}, \tilde{L}_{\Omega_2}, \tilde{L}_{\Omega_3}$ лінгвістичної змінної Ω на універсальній множині $E_\Omega, (x \in E_\Omega)$

Якщо показники Δ, Π, O і N характеризують якість інформації (інформаційних елементів), то показники оперативності Ω та економічності відносяться до системи інформаційного забезпечення в цілому. Наведемо для них сформульовані, в рамках даної роботи, визначення, як для лінгвістичних змінних:

ЛП – «рівень оперативності інформаційного забезпечення»;

ЛП – «рівень економічності інформаційного забезпечення».

Визначення 9 Оперативність інформаційного забезпечення – показник тимчасових витрат, що витрачаються на підготовку і видачу інформації про системні події та/або стан процесу виконання НДП у вигляді реакції і інформаційний запит шляхом реалізації низки інформаційних процедур в середовищі науково-дослідної діяльності.

Визначення 10. Властивість оперативності інформаційного забезпечення – R_Ω , полягає в можливості системи інформаційного забезпечення своєчасно, в межах встановленого (заданого) інтервалу часу, сформувати інформацію опису системні події та/або стан процесу виконання НДП шляхом аналізу інформаційного запиту, підготовки адекватних даних та видачі інформації яка відображає предмети і явища дійсності науково-дослідної діяльності.

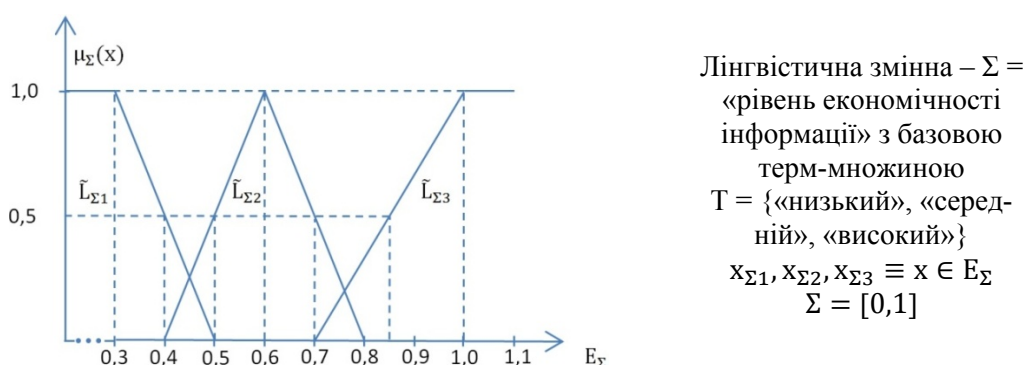


Рис. 10. Функції належності нечітких множин $\tilde{L}_{\Sigma 1}, \tilde{L}_{\Sigma 2}, \tilde{L}_{\Sigma 3}$ лінгвістичної змінної Σ на універсальній множині $E_{\Sigma}, (x \in E_{\Sigma})$

Визначення 11. Економічність інформаційного забезпечення – показник матеріальних витрат, витрачених на реалізацію науково-дослідного проекту по створенню та експлуатації системи інформаційного забезпечення науково-дослідної діяльності шляхом послідовного виконання етапів і фаз НДП, від формування проблеми до модернізації методів та утилізації технічних засобів системи інформаційного забезпечення.

Визначення 12. Властивість економічності інформаційного забезпечення – R_{Σ} , полягає в можливості економічного обґрунтування і фінансування нових, раціональних методів проектування, побудови та експлуатації інформаційної системи шляхом усвідомлення неможливості створення репрезентативного ІЗ відомими методами проектування без відповідних матеріальних витрат та висновку про необхідність побудови системи інформаційного забезпечення як інтелектуальної інформаційної системи.

Графіки ФН $\tilde{L}_{\Omega 1}, \tilde{L}_{\Omega 2}, \tilde{L}_{\Omega 3}$ показані на рис. 9, 10, а чисельні дані поміщені в табл. 2. В заключенні викладеного матеріалу слід зробити висновок про ефективність методу Осгуда, як методу, що дозволяє незалежним експертам зробити особистісну оцінку нечітких множин і побудувати суб'єктивні функції належності НМ і за загальним універсумом $E_k, k \in K = \{\text{«}\Delta\text{»}, \text{«}\Pi\text{»}, \text{«}\text{O}\text{»}, \text{«}\text{N}\text{»}, \text{«}\Omega\text{»}, \text{«}\Sigma\text{»}\}$ перейти до нечітких змінних, а потім визначати ФН базової терм-множини, а за необхідності і розширеного ТМ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 368с.
2. Петрашевский О.Л., Редзюк А.М., Алексеенко А.В. Методология концептуально-логического отображения и проектного моделирования целей системы управления безопасностью дорожного движения. Проблемы транспорта: Зб. наук. праць: Вип. 6. – К.: НТУ. – 2009. – С.76-89.
3. Фрейдина Е.В. Исследование систем управления / Е.В. Фрейдина; под ред. Ю.В. Гусева. – М.: Изд. «Омега-Л», 2008. – 367 с.
4. Прогнозные коммерческие расчеты и анализ рисков на Fuzzy for Excel / В.П. Бочарников, С.В. Свешников, С.Н. Возняк. – К.: ИНЭКС, 2000. – 159 с.
5. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 167 с.

*Oleg L. Petrashevsky, Doctor of Science (Technical Sciences), Professor
(Professor of the Airports Chair of National transport University)
Volodymyr I. Danylevskyi, PhD (Technical Sciences)
(Associate Professor Traction Rolling Stock of Railways Chair of State
University for Transport Economy and Technologies)
Aleksandr V. Aliksieienko
(Senior Lecturer of the Airports Chair of National transport University)
Volodymyr V. Danylevskyi
(Graduate Student of Airport Chair of National Transport University)*

**EXPERT ESTIMATION AND CONSTRUCTION MEMBERSHIP
FUNCTION OF FUZZY CRITERIA OF DATAWARE
IMPLEMENTATION OF RESEARCH PROJECTS**

The mathematical theory of fuzzy logic device that uses fuzzy system models (algorithms integrals), currently already represented in the form of software. However, the use of finished programs removes not request a more detailed presentation of how to work with fuzzy model systems. In the theory of fuzzy logic fuzzy models in the top level of the hierarchy of concepts and most adequately reflect the real control system which deal researchers.

Keywords: Fuzzy logic, fuzzy set, ODD Function, membership function, fuzzy expert system

REFERENCES

1. Anfilatov VS Emelyanov AA, Kukushkin AA System analysis in management. – M.: Finance and Statistics, 2003 – 368s.
2. Petrashevsky OL, Redzyuk AM Alekseenko AV Methodology The conceptual and logical mapping and modeling project management objectives of road safety. Problems of transport: ST. Sciences. Praca: 6. Key infrastructure – Singapore: NTU. – 2009. – S.76-89.
3. EV Freidin Research of management systems / EV Freidin; ed. Y. Gusev. – M.: Publishing house. «Omega-L», 2008. – 367s.
4. Projected commercial calculations and risk analysis on Fuzzy for Excel / VP Bocharnikov, SV Sveshnikov, SN Wozniak. – Singapore: INEX 2000. – 159 with.
5. L. Zadeh concept of linguistic variable and its application to the adoption of the approximate solutions. – M.: Mir, 1976.- 167 p.