

УДК 004.05(081)

Формування нечітких еталонів методом призначення та корекції параметру

Автор: М.Ю. Бондаренко, Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Науковий керівник: М.В. Турти, к.т.н., доц., Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Вступ. Зміст, сутність і досвід професійної діяльності фахівців з інформаційної безпеки пов'язані з необхідністю постійного прийняття і реалізації певних рішень відповідального характеру на основі детермінованих, стохастичних та нечітких даних.

Для побудови нечіткої системи може використовуватися засіб Fuzzy Logic Tool box середовища MathWorks MATLAB 7.7.0 (R2008b). Першим кроком при цьому є завдання функцій приналежності для кожної змінної. Для побудови функцій приналежності найчастіше застосовують трикутну, трапецевидну та дзвоноподібну (як різновид трапецевидної) форми. Однак цей програмний засіб має закритий код і великий обсяг, тому непридатний для вбудовування в системи реального часу та вимагає досить потужного апаратного забезпечення, що не завжди прийнятне для систем захисту інформації. Крім того, цей засіб має визначений спектр функцій, для розширення якого потрібно створювати окремі програми.

Метою даної роботи є розробка програмного модуля формування нечітких еталонів методом призначення та корекції параметру для інтегрального програмного засобу формування і обробки нечітких еталонів (НЕ).

Основна частина. Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі: проаналізувати сучасні методи формування нечітких еталонів за класичною теорією і теорією однозначної нечіткої логіки [1]; визначити особливості формування НЕ методами призначення та корекції параметру; проаналізувати форми представлення вхідної і вихідної інформації блоку формування нечітких еталонів методом призначення та корекції параметру у складі автоматизованої системи формування і обробки нечітких еталонів (АСФОНЕ) [2]; розробити алгоритми та програмний модуль визначення функцій належності за методом призначення та корекції параметру, для системи формування і обробки нечітких еталонів в інформаційній безпеці; сформулювати практичні рекомендації щодо використання розробленого програмного засобу.

Метод призначення параметрів (МПП) [3] дозволяє формувати трапецевидні і трикутні функції належності (ФН) нечітких чисел (НЧ). При цьому використовується така експертна інформація про

параметр як: назва параметра A ; діапазон $[a, c]$ визначення параметра; кількість лінгвістичних термів m , за допомогою яких оцінюється параметр; назва кожного лінгвістичного терму.

Трапецієподібну форму параметричного НЧ A за МПП визначає четвірка: $\tilde{A} = (a, b_1, b_2, c)_{LR}$, де $a(c)$ - нижня (верхня) межа НЧ A на ненульовому α -рівні; $b_1(b_2)$ - нижня (верхня) межа НЧ A на одиничному α -рівні, а L і R - лінійні функції:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } x < a; \\ (x - a) / (b_1 - a), & \text{якщо } a \leq x \leq b_1; \\ 1, & \text{якщо } b_1 \leq x \leq b_2; \\ (c - x) / (c - b_2), & \text{якщо } b_2 \leq x \leq c; \\ 0, & \text{якщо } x > c. \end{cases} \quad (1)$$

Трикутну форму НЧ (невизначеного параметра A) за МПП визначає трійка вигляду $\tilde{A} = (a, b, c)_{LR}$ де $a(c)$ - нижня (верхня) межа НЧ A на нульовому α -рівні; b - значення НЧ A на одиничному α -рівні; L і R (як і в попередньому випадку) - лінійні функції:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } x < a; \\ (x - a) / (b - a), & \text{якщо } a \leq x \leq b; \\ (c - x) / (c - b), & \text{якщо } b \leq x \leq c; \\ 0, & \text{якщо } x > c. \end{cases} \quad (2)$$

Метод коригування параметрів (МКП) [3], заснований на застосуванні стандартних наборів графіків ФН. Експерт вибирає найбільш придатний графік зі стандартного набору, а потім у діалозі з комп'ютером (якщо існує спеціальна програмна підтримка) або іншим способом з'ясовує його параметри і в разі потреби коригує їх. Елементами такого стандартного набору, наприклад, можуть бути такі функції:

$$\mu_1(x, a, c) = \begin{cases} 0, & \text{якщо } x \leq a; \\ 2(x - a)^2 / (b - a)^2, & \text{якщо } a < x \leq (a + b) / 2; \\ 1 - 2(b - x)^2 / (b - a)^2, & \text{якщо } (a + b) / 2 < x < b; \\ 1, & \text{якщо } x \geq b, \end{cases} \quad (3)$$

$$\mu_2(x, a, b) = \exp(-(x - a)^2 / 2b^2) \quad (4)$$

$$\mu(x) = \begin{cases} e^{kx}, & -\infty < x \leq 0, \\ e^{-kx}, & 0 \leq x < \infty, \end{cases} \quad k > 1; \quad (5)$$

$$\mu(x) = e^{-kx^2}; \quad (6)$$

$$\mu(x) = \frac{1}{1 + kx^2}, \quad k > 1, \quad (7)$$

для опису яких, поряд з відомими параметрами (a, b, c) , застосовують різні коефіцієнти.

Дослідження методів МПП та МКП, проведені в [3] показують, що отримана за МПП ФН може бути нормальною, опуклою, толерантною, безперервною та параметричною, а за МКП - нормальною, опуклою або неопуклою; унімодальною, полімодальною або толерантною; безперервною і параметричною.

Як показав проведений аналіз для формування ФН з властивостями, що відповідають ОНЛ [1], можуть бути придатні метод призначення параметра, метод корекції параметра і метод побудови експоненційної функції. Метод корекції параметру відрізняється від методу призначення параметру тільки автоматизацією визначення показників якості підбраної із стандартного набору, наявного в певному програмному продукті, функціональної залежності, для якої експерт потім встановлює параметри. Тому для програмної реалізації за класичною теорією вони ідентичні. Тому для безпосереднього формування ФН, які відповідають теоретичним основам ОНЛ, придатний лише метод призначення параметру.

Для формування нелінійних ФН у відповідності до теорії ОНЛ придатні функції, які гарантують відсутність зон толерантності. Для побудови ФН НЧ з цих міркувань придатні функції (2), (4-7). При цьому, якщо НЕ представляє собою НЧ, то алгоритми визначення ФН за класичною теорією та ОНЛ ідентичні. Якщо НЕ представляє собою лінгвістичну змінну, для термів якої слід визначити функції належності, то за класичною теорією незалежно будуються ФН для окремих термів, а алгоритм визначення ФН за ОНЛ в цьому випадку зміниться, бо повинне виконуватися правило $\sum_{l=1}^n \mu_l(x) = 1$, де l - номер терму. Тому можуть бути розраховані ФН, наприклад, для всіх парних термів, тоді ФН для непарних термів обчислюються за формулами

$$\mu_l(x) = \begin{cases} 1 - \mu_{l-1}(x) & \text{якщо } x_{l-1}^T < x_l < x_l^T; \\ 1 - \mu_{l+1}(x) & \text{якщо } x_l^T < x_l < x_{l+1}^T, \end{cases} \quad (8)$$

де l - непарний номер терму лінгвістичної змінної;

x_{l-1}^T - значення з числової шкали, що відповідає лінгвістичній змінній, при якому досягається максимум ФН попереднього (сусіднього зліва) терму;

x_{l+1}^T - значення з числової шкали, що відповідає лінгвістичній змінній, при якому досягається максимум ФН наступного (сусіднього справа) терму;

x_l^T - значення з числової шкали, що відповідає лінгвістичній змінній, при якому досягається максимум ФН поточного терму.

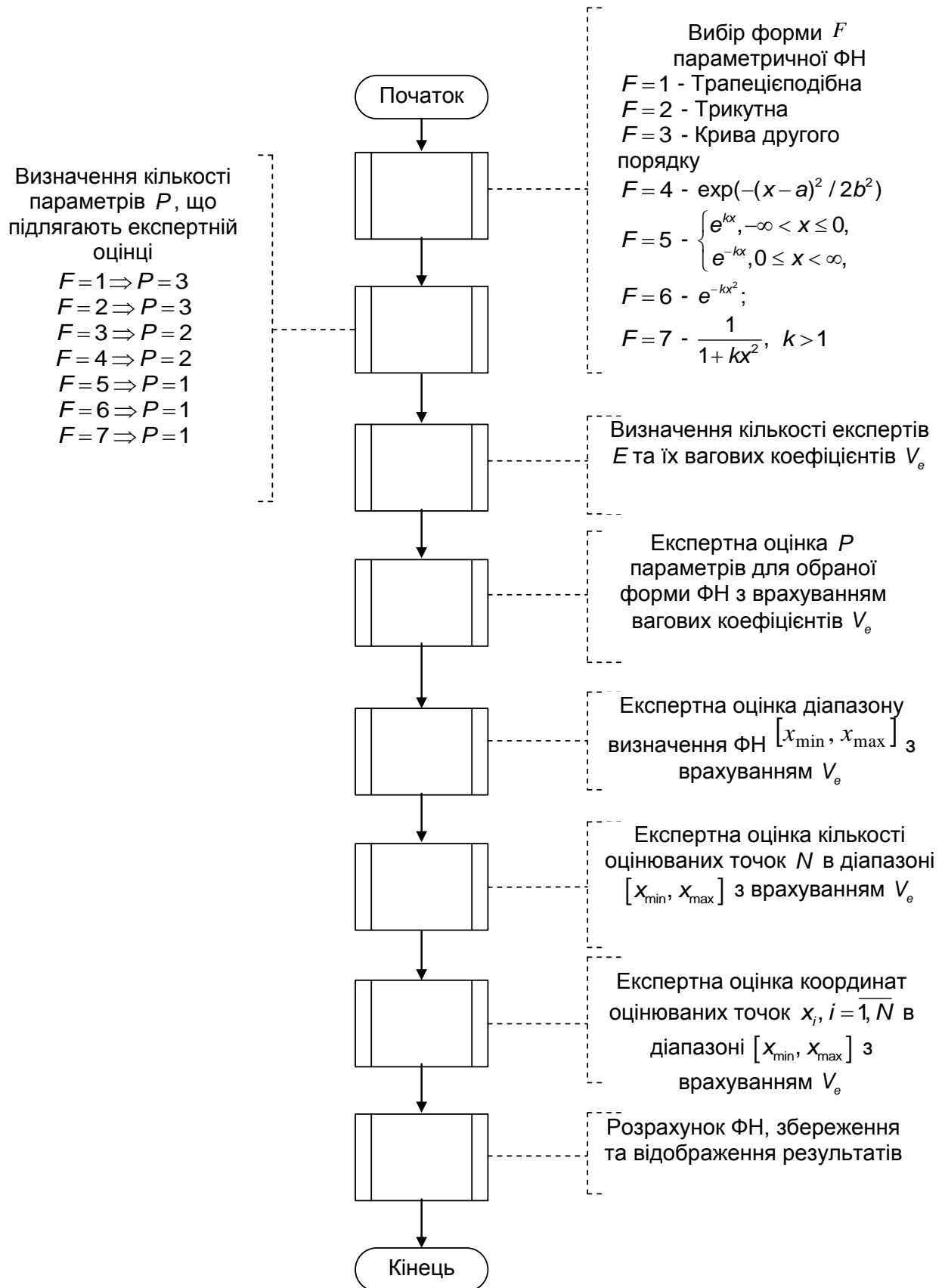


Рисунок 1 – Блок-схема узагальненого алгоритму визначення ФН методами призначення та корекції параметру

Розроблений програмний модуль функціонує в діалоговому режимі і дозволяє: описувати експертну групу, визначати носій нечіткої множини зваженою експертною оцінкою; визначати зваженим експертним оцінюванням форму ФН; виводити на екран дисплея результати роботи програмного модуля: координати оцінюваних точок в області визначення ФН, формулу для розрахунку ФН з визначеними в результаті зваженого експертного оцінювання параметрами і сформований нечіткий еталон у вигляді нечіткої множини. Узагальнений алгоритм роботи програмного модулю наведено на рис.1, а результати його спрацьовування – на рис.2, 3.

```
The shape of the membership? . Range: 0.160494
Input parameter k
Expert 1: Parameter k: 2
Expert 2: Parameter k: 3
Expert 3: Parameter k: 4
Membership function: m(x)=exp(-3.13333*x if x>0;)>
                    m(x)=exp(3.13333*x if x<0;)>
FUZZY STANDARD
```

Рисунок 2 – Результати зваженого експертного оцінювання параметрів функції $F = 5$

```
FUZZY STANDARD
< < 6, 6.84326e-009>; < 7, 2.98177e-010>; < 8, 1.29923e-011>; < 9, 5.66103e-013>
; < 10, 2.46664e-014>; < 11, 1.07477e-015>; < 12, 4.68303e-017>; < 13, 2.04051e-
018>; < 14, 8.89094e-020>; >
Process returned 0 (0x0)   execution time : 487.547 s
Press any key to continue.
```

Рисунок 3 – Вивод результату

Висновки.

Виконаний в роботі аналіз методів формування нечітких еталонів дозволив визначити, що вхідними даними для розроблюваного блоку повинні бути тип ФН, з яким пов'язані кількість і тип параметрів, що підлягають експертній оцінці. Для функцій (1)-(7) розроблено програмний модуль формування нечітких еталонів.

Нечіткі числа за ОНЛ мають форми належності з єдиним максимумом, що обов'язково дорівнює одиниці, і можуть бути класифіковані як нормальні, унімодальні, опуклі, неперервні та параметричні. Якщо в блоці формування НЕ вводити підсистему визначення властивостей сформованих ФН, то для всіх функцій належності вона видаватиме повідомлення та реєструватиме в пам'яті однакові властивості.

Специфіка ФН за теорією ОНЛ дозволяє описувати функції належності окремих термів, використовуючи програмний блок методу призначення та корекції параметра при обмеженні спектра доступних в ньому функцій. В тому випадку, коли НЕ представлений у формі лінгвістичної змінної, то ФН термів за класичною теорією визначаються даним програмним блоком незалежно, а ФН термів за теорією ОНЛ визначаються за правилами (8).

Список літератури:

1. Турти М.В. Теорія однозначних нечітких систем та нейронні мережі: Монографія. Частина 1.- Миколаїв: Вид-во Європейський університет, Миколаївська філія, 2007.-140 с.
2. Мігунов В.О., Турти М.В. Розробка програмного засобу обробки нечітких еталонів //Матеріали II Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Сучасні проблеми інформаційної безпеки на транспорті».-Миколаїв: НУК, 2012/ - С.142-147.
3. Корченко А. Г. Построение систем защиты информации на нечетких множествах. Теория и практические решения. – К.: “МК-Пресс”, 2006. – 320 с.