3.3. Нечіткі числа (L-R) -типу. Нечіткі числа (L-R) -типу – це різновид нечітких чисел спеціального вигляду, що задаються за певними правилами з метою зниження об'єму обчислень при операціях над ними.

Функції належності нечітких чисел (L-R)-типу задаються за допомогою незростаючих на множині не негативних дійсних чисел функцій дійсного змінного *L(x)* і *R(x),* що задовольняють властивостям:

L(-x) = L(x), R(-x) = R(x)

L(0) = R(0)

Очевидно, що до класу (L-R) відносяться функції, графіки яких мають вигляд, приведений на рисунку 3.3

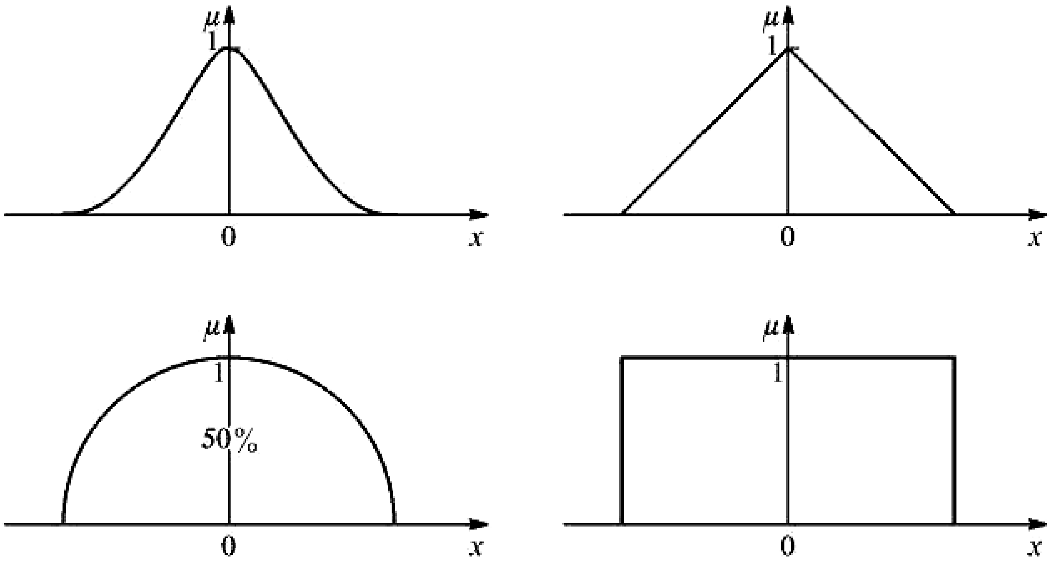

Рис. 3.3. Можливий вигляд (L-R) функцій

Прикладами аналітичного задання (L-R) функцій можуть бути:

$$L(x) = e^{-|x|^P},\ p \geq 0; \qquad (3.14)$$

$$R(x) = \frac{1}{1+|x|^P},\ p \geq 0 \qquad (3.15)$$

Нехай L(y) і R(y) — функції (L-R) -типу (конкретні). Унімодальне нечітке число A з модою а (тобто $\mu_A(a) = 1$) з допомогою L(y) і R(y) задається таким чином:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} L(\dfrac{a-x}{\alpha}), x \leq a, \\ R(\dfrac{x-a}{\beta}), x > a. \end{cases} \qquad (3.16)$$

де: a — мода; α > 0 ,β> 0 – відповідно лівий і правий коефіцієнти нечіткості.

Таким чином, при заданих L(y) і R(y) нечітке число (унімодальне) задається трійкою A = (a, α, β*).*

Толерантне нечітке число задається, відповідно, четвіркою параметрів: $A = (a_1, a_2, \alpha, \beta)$, де: a_1 і a_2 – межі толерантності, тобто в проміжку $[a_1, a_2]$ значення функції належності рівне 1.

Приклади графіків функцій належності нечітких чисел (L-R) -типу наведені на рисунку 3.4.

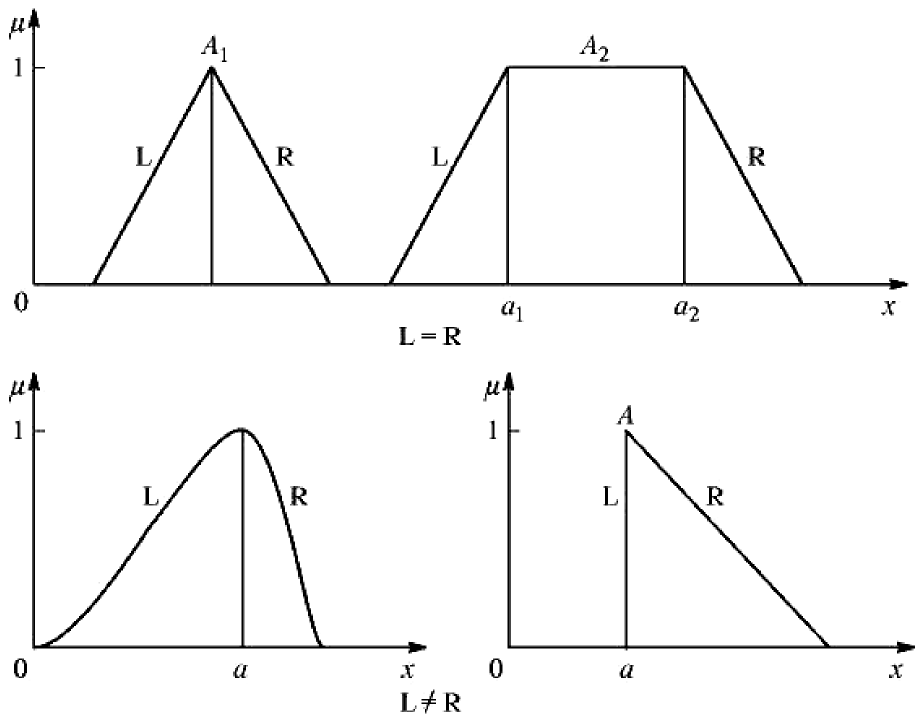

Рис. 3.4. Приклади графіків функцій належності нечітких чисел (L-R)–типу

Відзначимо, що в конкретних ситуаціях функції L(y), R(y), а також параметри α, β нечітких чисел (a, α, β) і $(a_1, a_2, \alpha, \beta)$ повинні підбиратися так, щоб результат операції (додавання, віднімання, ділення тощо) був точно або приблизно рівний нечіткому числу з тими ж L(y) і R(y), а параметри α' і β' результату не виходили за рамки обмежень на ці параметри для початкових нечітких чисел, особливо якщо результат надалі братиме участь в операціях.

Таблиця 3.1. **Можливе (**L-R**) представлення деяких лінгвістичних змінних**

Терм ЛЗ	(L-R)-представлення	Графічне представлення
Середній	$A = (a, \alpha, \beta)_{LR}$ $\alpha = \beta > 0$	α, β
Малий	$A = (a, \infty, \beta)_{LR}$ $\alpha = \infty$	$\alpha = \infty \beta$
Великий	$A = (a, \alpha, \infty)_{LR}$ $\beta = \infty$	$\alpha \beta = \infty$

Нехай, $E = E_1 \times E_2 \times \ldots \times E_n$ пряма похідна універсальних множин і M – множина (наприклад, $M = [0, 1]$). Нечітке n-арне відношення визначається як нечітка підмножина *R* на *E,* яка приймає свої значення в *M.* У випадку $n = 2$ і $M=$ [0, 1] нечітким відношенням R між *множинами* $X = E_1$ і $Y = E_2$ називатиметься функція R: (X, Y) > [0, 1], яка ставить у відповідність кожній парі елементів (х, у) величину $\mu_R(x, y) \subset [0,1]$.

Нечітке відношення на $X \times У$ записується у вигляді: $x \in X,\ y \in Y : xRy$. У випадку, коли $X = Y$, тобто *X* і *Y* співпадають, нечітке відношення $R: X \times X >$ [0, 1] називається нечітким відношенням на множині *X.*

Приклади. 1) Нехай $X= \{x_1, x_2, x_3\}$, $Y= \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$, M = [0, 1]. Нечітке відношення $R = XRY$ може бути задане, наприклад, таблицею 3.2.

Таблиця 1.3. **Задання нечіткого відношення**

	y_1	y_2	y_3	y_4
x_1	0	0	0,1	0,3
x_2	0	0,8	1	0,7
x_3	1	0,5	0,6	1

2) Нехай $X = У = (-\infty, \infty)$, тобто множина всіх дійсних чисел. Відношення $x >> y$ (*x* багато більше *y)* можна задати функцією належності:

$$\mu_R = \begin{cases} 0, x \le y \\ \dfrac{1}{1 + (1/(x - y)^2)}, y < x. \end{cases} \qquad (3.17)$$