

Тема 1. Основні поняття теорії нечітких множин

План

- 1.1. Способи представлення чітких множин.
- 1.2. Потужність множини, види множин.
- 1.3. Поняття універсальної множини.
- 1.4. Функція приналежності, способи її обчислення.
- 1.5. Способи представлення нечітких множин.
- 1.6. Нормування нечітких множин.
- 1.7. Носієм нечіткої множини.
- 1.8. Зрізи нечіткої множини.
- 1.9. Відношення між множинами

Нагадаємо основні поняття множини, способи представлення чітких множин, потужність множини, види множин, поняття універсальної множини, а також розглянемо основні поняття теорії нечітких множин.

Множина – це просте математичне поняття, тобто не має визначення, а пояснюється лише прикладами. Наприклад, множина точок на дошці, книжок на полиці, студентів в групі і т. д. Під множиною розуміють сукупність елементів будь-якої природи (точок, книг, студентів), що називають елементами даної множини, що володіють якою-небудь загальною для цієї множини властивістю (знаходження на дошці, на полиці, в складі групи). Засновник теорії множин Г. Кант так трактував поняття множини: «Велике, мислиме як єдине ціле».

Множини прийнято позначати великими буквами латинського алфавіту, наприклад: A , B , C і т. д., а його елементи – відповідно малими буквами, наприклад: a , b , c і т. д. Часто використовують індексовані імена множин і їх елементів, наприклад: A_1, B_1, C_1 і т. д., a_1, a_2, a_3 і т. д.

1.1 Способи представлення чітких множин

Для представлення чітких множин використовують наступні три способи.

1). **Шляхом перерахування всіх елементів множини.** Формат запису $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, де A – ім'я множини, a_1, a_2, \dots, a_n – імена елементів цієї множини, n – кількість елементів в множині. При цьому кожен елемент в списку є оригінальним (без повторів).

2). **Шляхом визначення характеристичної властивості елементів множини.** Формат запису $A = \{a: P(a)\}$, де A – ім'я множини, a – узагальнене ім'я елемента, $P(a)$ – предикат, який є логічною умовою або процедурою для перевірки того чи належить даний елемент цій множині або ні.

3). **Графічний спосіб.** Для цього використовують кола Ейлера або діаграми Вена. Множина представляється кругом, в якому будь-яка точка всередині цього круга представляє його елемент, а поза цим кругом – елемент, який не належить цій множині. Нижче на рисунку 1.1 множина A представлена кругом Ейлера. Тут точка x належить множині A , а точка y не належить множині A . Формальний запис приналежності - $x \in A$ і $y \notin A$.

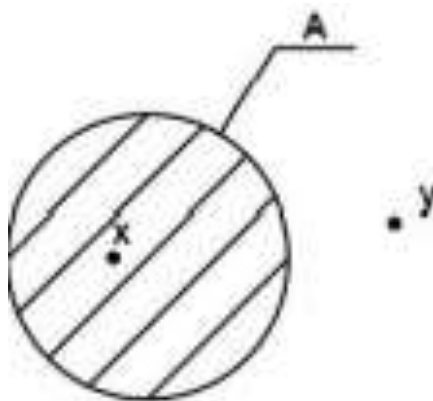


Рисунок 1.1 – Приклад графічного представлення чіткої множини

1.2 Потужність множини, види множин

Потужність або об'єм множини $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ – це числова характеристика, визначається кількістю елементів цієї множини. Потужність позначається прямими дужками, тобто $|A| = n$.

Всі множини можна розділити на наступні види.

1). Якщо $n = 0$, то множина називається пустою. Для позначення пустої множини використовують спеціальний символ \emptyset , наприклад, $A = \emptyset$.

2). Якщо $n < \infty$, то і множину називають скінченною.

3). Якщо $n \rightarrow \infty$, то і множина називається нескінченно зліченна або нескінченно незліченна (для неперервних множин).

4). Скінченні і нескінченні множини діляться на впорядковані і неупорядковані множини. В упорядкованих множинах на відміну від неупорядкованих множин порядок перерахунку елементів важливий, кожен елемент займає в списку цілком визначене місце.

1.3 Поняття універсальної множини

Універсальна множина – ця чітка множина, яку використовують для побудови будь-яких інших множин. Для універсальної множини прийнято використовувати наступний запис: $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$. Універсальну множину можна використовувати в наступних аспектах.

1). Всеосяжна універсальна множина, що включає всі об'єкти навколишнього світу.

2). Універсальна множина в рамках деякої практичної задачі (перед розв'язком задачі необхідно обов'язково визначити цю множину).

1.4 Функція приналежності, способи її обчислення

Поняття функції приналежності увів засновник теорії нечітких множин Л. Заде [1,2]. Воно принципіальним чином відрізняється від поняття

характеристичної властивості елементів, яке використовувалося раніше для побудови чітких множин.

Функція приналежності встановлює відповідність між елементами універсальної множини $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ і числовими значеннями їх *степенем приналежності* деякій новій множині A $\mu_A(u)$ на відрізку $[0,1]$. Значення функції приналежності $\mu_A(u)$ для деякого елемента $u \in U$ показує, в якій мірі, в якій степені цей елемент належить множині A .

Якщо степені приналежності $\mu_A(u)$ приймають лише два значення 0 або 1, то множина A є чіткою, в протилежному випадку ця множина є нечіткою (степені приналежності можуть приймати будь-які значення на відрізку $[0,1]$, наприклад, 0,2 або 0,8).

Для обчислення значень функції приналежності при побудові множини використовують наступні способи.

1). **Прямі (експертні) методи.** В цих методах розв'язок про степені приналежності приймає експерт, який тим самим виражає свою думку на основі досвіду, що в нього є.

2). **Непрямі методи.** В цих методах степені приналежності визначається на основі зміни властивостей елементів.

Слідусе зауважити, що використання різних методів приводить до встановлення цілком конкретних (невипадкових) числових значень степенів приналежності.

1.5 Способи представлення нечітких множин

Для представлення нечітких множин використовують наступні три способи.

1). **Шляхом перерахунку всіх елементів множин.** Формат запису $A = \mu_A(u_1)/u_1 + \mu_A(u_2)/u_2 + \dots + \mu_A(u_n)/u_n$, де A – ім'я множини, u_1, u_2, \dots, u_n –

імена елементів універсальної множини, на якому побудована множина A , $\mu_A(u_1), \mu_A(u_2), \dots, \mu_A(u_n)$ – степені їх приналежності до множини A , n – кількість елементів в універсальній множині. Знак «+» в цій формі означає не сумування, а об'єднання елементів у множину. При перерахунку пропускаються ті елементи універсальної множини, степені приналежності яких дорівнюють нулю. Часто використовують наступну звернуту форму запису: $A = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i)/u_i$.

2). **Шляхом визначення функції приналежності.** Формат запису $\mu_A(u): P(u)$ – предикат, який є логічною умовою або процедурою для оцінки того, в якій степені даний елемент належить множині A .

3). **Графічний спосіб.** Для цього використовується *діаграма Заде*. Діаграма Заде нечіткої множини A представляє собою фігуру під ламаною лінією, побудованої на основі функції приналежності $\mu_A(u)$. На рисунку 1.2 наведено приклад діаграми Заде, в якій представлена нечітка множина $A = 0,2/u_1 + 0,5/u_2 + 1/u_3 + 0,6/u_4 + 0,8/u_5 + 0,2/u_8$, побудована на основі універсальної множини $U = \{u_1, \dots, u_8\}$. Значення функції приналежності 0,5 є найбільш нечітким і визначає *лінію перегину* діаграми. Чим ближче степінь приналежності деякого елемента до лінії перегину, тим більш нечітким є цей елемент. Чим ближче степінь приналежності деякого елемента до 0 або 1, тим більш чітким є цей елемент. Для прикладу, наведеного на рис. 1.2, найбільш нечітким елементом в множині A є u_2 , а найбільш чіткими – u_3, u_6, u_7 .

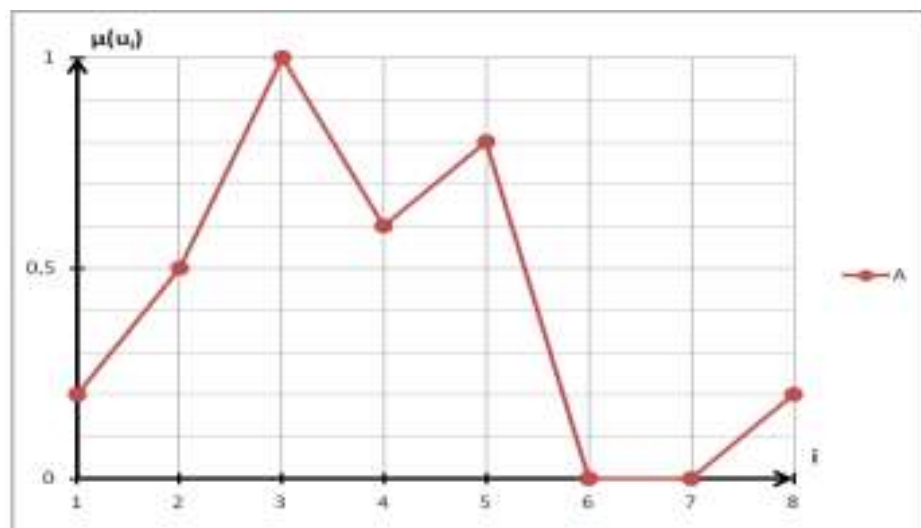


Рисунок 1.2 – Приклад графічного представлення нечіткої множини

Приклад 1.1. Задана універсальна множина $U = \{1, 2, \dots, 10\}$. На ній треба побудувати дві множини A і X , які представлені наступними функціями приналежності $\mu_A(u): u < 7, \mu_X(u): u$ трішки менше, чим 7.

Функції приналежності для множин A і X є логічними умовами, їх перевірка встановлює степені приналежності для кожного елемента заданої універсальної множини U . Причому перша умова є чіткою (так або ні), а друга умова – нечіткою, що вимагає застосування того чи іншого методу обчислення степенів приналежності. Наприклад, деякий експерт виразив свою думку відносно степенів приналежності так, як показано в таблиці нижче.

u	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(u)$	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$\mu_X(u)$	0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0	0	0	0

Перерахуємо елементи цих множин з використанням відповідних форматів запису.

$$A = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

$$X = 0,1/2 + 0,3/3 + 0,5/4 + 0,7/5 + 0,9/6$$

1.6 Нормування нечітких множин

Нечітка множина $A = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i)/u_i$ називається **нормальною**, якщо в ній є хоча б один елемент універсальної множини зі степінню приналежності 1 (тобто $\exists u \in U: \mu_A(u) = 1$), в протилежному випадку множина A називається **субнормальною**.

Будь-яка субнормальна множина A можна привести до вигляду нормальної множини A' за допомогою наступної **операції нормування**

$$\forall u \in U: \mu_{A'}(u) = \frac{\mu_A(u)}{MAX}, \text{ де } MAX = \max_{i=1, \dots, n} (\mu_A(u_i)).$$

Приклад 1.2. Множина X із прикладу 1.1 є субнормальною, для її нормування визначимо спочатку $MAX = \max_{i=1, \dots, 10} (\mu_X(u_i)) = 0,9$ і побудуємо нормальну множину X' .

u	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_X(u)$	0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0	0	0	0
$\mu_{X'}(u)$	0	1/9	1/3	5/9	7/9	1	0	0	0	0

1.7 Носієм нечіткої множини

Носієм або **супортом** нечіткої множини $A = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i)/u_i$ називається чітка множина $\text{supp}(A)$, яке складається тільки із таких елементів універсальної множини U , для яких виконується умова $\mu_A(u) > 0$.

Приклад 1.3. Множина $X = 0,1/2 + 0,3/3 + 0,5/4 + 0,7/5 + 0,9/6$ із прикладу 1.1 побудована на універсальній множині $U = \{1, 2, \dots, 10\}$. Тоді її носієм буде $\text{supp}(A) = \{2, 3, 4, 5, 6\}$.

1.8 Зрізи нечіткої множини

Нехай задане деяке число $0 < \alpha \leq 1$. **Множиною α -рівня** або **α -зрізом** нечіткої множини $A = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i)/u_i$ називається чітка множина A_α , яка складається тільки з таких елементів універсальної множини U , для яких виконується умова $\mu_A(u) \geq \alpha$.

Приклад 1.4. Множина $X = 0,1/2 + 0,3/3 + 0,5/4 + 0,7/5 + 0,9/6$ побудована на універсальній множині $U = \{1,2, \dots, 10\}$. Тоді його α -зрізом з $\alpha = 0,3$ буде множина $X_{0,3} = \{3,4,5,6\}$, а α -зрізом з $\alpha = 0,7$ – множина $X_{0,7} = \{5,6\}$.

1.9 Відношення між множинами

Нехай на універсальній множині U побудовані дві множини $A = \sum_{i=1}^n \mu_A(u_i)/u_i$ і $B = \sum_{i=1}^n \mu_B(u_i)/u_i$. Говорять, що множину B включено в множину A (B є підмножиною A) тоді і тільки тоді, коли виконується наступна умова:

$$\forall u \in U: \mu_A(u) \geq \mu_B(u). \quad (1.1)$$

Ця умова є нестрогою і записується як $B \subseteq A$.

Зауваження.

1). Якщо $\forall u \in U: \mu_A(u) \geq \mu_B(u)$, то множина B строго включена в A і є її **власною підмножиною**. В цьому випадку слідуює використовувати запис $B \subset A$.

2). Якщо $\forall u \in U: \mu_A(u) = \mu_B(u)$, то множини B і A **рівні між собою** (окремий випадок відношення включення). В цьому випадку слідуює використовувати запис $B = A$.

3). Будь-яка множина, побудована на універсальній множині U , є її підмножиною.

4). Діаграма Заде множини не нижче діаграми будь-якої її підмножини.

5). Для двох зрізів нечіткої множини A вірне наступне твердження

$$\alpha_1 > \alpha_2 \Rightarrow A_{\alpha_1} \subseteq A_{\alpha_2}. \quad (1.2)$$

Приклад 1.5. Множина $X = 0,1/2 + 0,3/3 + 0,5/4 + 0,7/5 + 0,9/6$ побудована на універсальній множині $U = \{1,2, \dots, 10\}$. Тоді множини Y і Z в таблиці нижче є її підмножинами (виконується умова (1.1)), причому Z є власною підмножиною, тобто $Y \subseteq X$ і $Z \subset X$.

u	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_X(u)$	0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0	0	0	0
$\mu_Y(u)$	0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,7	0	0	0	0
$\mu_Z(u)$	0	0	0,1	0,3	0,5	0,6	0	0	0	0

Приклад 1.6. Множина $X = 0,1/2 + 0,3/3 + 0,5/4 + 0,7/5 + 0,9/6$ побудована на універсальній множині $U = \{1,2, \dots, 10\}$. Побудуємо її зрізи за умовою $\alpha_1 > \alpha_2 > \alpha_3$. Наприклад, $X_{0,7} = \{5,6\}$, $X_{0,3} = \{3,4,5,6\}$, $X_{0,2} = \{3,4,5,6\}$. Очевидно, що у відповідність з умовою (1.2) $X_{0,7} \subseteq X_{0,3} \subseteq X_{0,2}$, причому в цьому прикладі $X_{0,7} \subset X_{0,3}$ і $X_{0,7} \subset X_{0,2}$, а $X_{0,2} = X_{0,3}$.

Лабораторна робота 1

Тема. Основні поняття теорії нечітких множин

Мета роботи

Закріплення теоретичного матеріалу та набуття практичних навичок з формалізації за допомогою нечітких множин понять, що погано формалізуються, створення відповідного програмного забезпечення.

У результаті виконання лабораторної роботи студент повинен вміти:

- визначати основні характеристики нечітких множин;
- виконувати математичні операції над нечіткими множинами;

- створювати програмні функції для виконання операцій над нечіткими множинами.

Завдання на підготовку

Студент повинен знати:

- основні поняття нечітких множин;
- форми та методи подання нечітких множин;
- теоретико-множинні операції над нечіткими множинами;
- одну з мов програмування.

Студент повинен вміти:

- створювати програми однією з мов програмування.

Для допуску до виконання роботи необхідно:

- вміти відповісти на теоретичні запитання по ходу виконання роботи;
- дати викладачу заготовку звіту про лабораторну роботу, яка повинна містити титульний лист та опис виконаного завдання.

Зміст звіту

Титульний лист.

Назва і мета лабораторної роботи.

Теоретична частина:

1. Опис умов задачі.
2. Обґрунтування створених нечітких множин.

Практична частина:

1. Формалізований опис функцій належності нечітких множин.
 2. Опис створених функцій для виконання операцій над нечіткими множинами.
 3. Приклади роботи створених функцій, ілюстровані скріншотами.
- Висновки по роботі.

Завдання 1

Варіант 1.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, менших за 8, B – множина чисел, трохи менших за 8, то $\mu_A(x)$ та $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \quad (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
$\mu_B(x)$	0	0	0	0,5	0,7	0,8	0,9	0	0	0

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;
- 3) вкажіть точку перетину множини B ;
- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;
- 6) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,8; 0,9\}$.

Варіант 2.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, менших за 9, B – множина чисел, трохи менших за 9, то $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \quad (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
$\mu_B(x)$	0	0	0	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0	0

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;
- 3) вкажіть точку перетину множини B ;
- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;
- 6) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,8; 0,9\}$.

Варіант 3.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, менших за 6, B – множина чисел, трохи менших за 6, то $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \quad (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
$\mu_B(x)$	0	0,5	0,7	0,8	0,9	0	0	0	0	0

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;
- 3) вкажіть точку перетину множини B ;
- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;
- 6) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,8; 0,9\}$.

Варіант 4.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, менших за 5, B – множина чисел, трохи менших за 5, то $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \quad (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
$\mu_B(x)$	0,5	0,6	0,8	0,9	0	0	0	0	0	0

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;
- 3) вкажіть точку перетину множини B ;
- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;

б) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,8; 0,9\}$.

Варіант 5.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, менших за 10, B – множина чисел, трохи менших за 10, то $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \ (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
$\mu_B(x)$	0	0	0	0	0	0,5	0,7	0,8	0,9	0

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;
- 3) вкажіть точку перетину множини B ;
- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;
- б) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,7; 0,9\}$.

Варіант 6.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, більших 5, B – множина чисел, трохи більших за 5, то $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \ (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
$\mu_B(x)$	0	0	0	0	0	0,9	0,8	0,6	0,5	0,2

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;
- 3) вкажіть точку перетину множини B ;

- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;
- 6) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,6; 0,9\}$.

Варіант 7.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, більших 6, B – множина чисел, трохи більших за 6, то $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \quad (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
$\mu_B(x)$	0	0	0	0	0	0	0,9	0,8	0,7	0,5

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;
- 3) вкажіть точку перетину множини B ;
- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;
- 6) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,7; 0,9\}$.

Варіант 8.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, більших 1, B – множина чисел, трохи більших за 1, то $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \quad (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$\mu_B(x)$	0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,2	0,1	0	0	0

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;
- 3) вкажіть точку перетину множини B ;

- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;
- 6) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,7; 0,9\}$.

Варіант 9.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, більших 4, B – множина чисел, трохи більших за 4, то $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \quad (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
$\mu_B(x)$	0	0	0	0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,3	0

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;
- 3) вкажіть точку перетину множини B ;
- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;
- 6) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,7; 0,9\}$.

Варіант 10.

Нехай маємо універсальну множину $U=\{1,2,\dots,10\}$, A – множина чисел, більших 3, B – множина чисел, трохи більших за 3, то $\mu_A(x)$ и $\mu_B(x)$ можна представити у вигляді таблиці:

$x \quad (x \in U)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
$\mu_B(x)$	0	0	0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2	0

- 1) зробіть графічне представлення (діаграму Заде) множин A та B ;
- 2) запишіть носій множини B ;

- 3) вкажіть точку перетину множини B ;
- 4) вкажіть, множина B є нормальною чи субнормальною;
- 5) пронормуйте множину B та запишіть множину B після нормування;
- 6) побудуйте α – зрізи множини B з рівнем $\alpha \in \{0,5; 0,7; 0,9\}$.

Завдання 2

Поставте у відповідність різному віку людини різні «ступені» її старості, які відобразить відповідними значеннями характеристичної функції, зведіть їх в таблицю та представьте діаграму Заде.

Завдання 3

Для кінцевої множини з десяти елементів

$$E = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_7, x_8, x_9, x_{10}\}$$

і множини

$$A = \{x_2, x_3, x_5, x_7, x_9\}.$$

Визначте для кожного елементу з E ступінь його належності множині A тобто визначте значення його функції належності. Запишіть нечітку підмножину \tilde{A}

Наведіть графічну інтерпретацію характеристичної функції μ_A множини A .

Наведіть носій нечіткої множини \tilde{A} .

Завдання 4

Наведіть приклад **нормальної унімодальної** нечіткої множини.

Завдання 5

Вкажіть точку переходу множини \tilde{B} :

$$\tilde{B} = \{ \langle 0,8/x_1 \rangle, \langle 0,5/x_2 \rangle, \langle 0,1/x_3 \rangle, \langle 0,7/x_4 \rangle, \langle 0,6/x_5 \rangle, \langle 0,9/x_6 \rangle \}.$$

Контрольні запитання

1. Яка принципова відмінність існує між чіткою та нечіткою множиною?
2. Що таке функція належності?
3. Назвіть основні характеристики нечітких множин.
4. Яку множину називають власною підмножиною?
5. Поясніть, як розташована діаграма Заде нечіткої множини відносно діаграми будь-якої її підмножини.

6. Що називають множиною α -рівня або α -зрізом нечіткої множини?
7. Наведіть способи обчислення значень функції приналежності при побудові множини.
8. Наведіть способи представлення нечітких множин.
9. Як проводиться нормування нечітких множин?
10. Коли нечіткі множини B і A рівні між собою?