

## Вариант 1

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	1	0	1	0.8	0.8	0.5	0.6	1	0.4	0.1	0	0.5
$\mu_B(x)$	0.5	0.4	0	1	0.3	0.6	0.8	0	0.5	1	0	0.8

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \cap \bar{B}$   
 ё)  $A \cap B$     ж)  $A \setminus (B \cap \bar{A})$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.5	0.4	0.8	0.9	0.5	0.5	0.8	0.3	0	0.4
$\mu_B(x)$	0.1	0.1	0.6	0.3	0.9	0.1	0	0.3	0.3	0.5

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0,2; 0,5; 0,6$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \text{ и } (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \text{ где } \alpha=0,1$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.1	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.4	0.9	0.9	0.7
$\mu_B(x)$	0.9	0.7	0.8	0.8	0.3	0.6	0	0.3	0.8	0.9
$\mu_C(x)$	0.7	0.1	0.5	0.4	0.7	0.6	0	0.3	0.7	0.9

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0,3; \quad \lambda_B=0,3; \quad \lambda_C=0,4$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \text{ если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 1$$

в противном случае.

б) построить  $(A \cup B \cup C)_\alpha$  и  $(A \cap B \cap C)_\alpha$ , где  $\alpha=0,4$  и убедиться, что

$$(A \cup B \cup C)_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \text{ и } (A \cap B \cap C)_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$

б)  $\overline{A \cap B} = \overline{A} \cup \overline{B}$ , где  $\mu_{\overline{A+B}}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \frac{1}{1 + k|x - y|}, k > 1.$$

### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0.9	0.2	0.2	0.4
X2	0	0.6	0.5	0.3
X3	0.1	0.8	0.9	0.3
X4	0.6	0.9	0.3	0.5

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.2	0.8	0.3	0.5	0.7
X2	0.4	0.5	0.9	0.2	0.4
X3	0.9	0.2	0.5	0.4	0.7
X4	0.5	0.4	0.9	0.6	0.5
X5	0.6	0.8	0.6	0.7	0.7

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.3	0.2	0.7	0.7	0.1
X2	0.8	0.5	0.7	0.6	0.9
X3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.9
X4	0.6	0.3	0.2	0.6	0.7
X5	0.6	0	0	0.6	0.6

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;      б)  $A \cap B$       в)  $\overline{A}$       г)  $\overline{B}$       д)  $A \setminus B$       е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$       ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.3	0.8	0.6	0.9	0.4
X2	0	0.6	0.2	0.2	0.4
X3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.8

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0.8	0.5	0.9	0
Y2	0.7	0.9	0.9	0.2
Y3	0	0.6	0.6	0.2
Y4	0.9	0.7	0.8	0.6
Y5	0.7	0	0.7	0

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	0	0.6	0.2
X2	0.9	0.9	0.6
X3	0.2	0.6	0.6

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$

### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.3	0.7	0.7	0.9
X2	0.1	1	0.2	0.8	0.4
X3	0.8	0.1	1	0.9	0.3
X4	0.4	0.8	0.7	1	0.9
X5	0.5	0.8	0.4	0.4	1

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.4	0.3	0.3	0.9
X2	0.7	1	0.6	0.1	0.4
X3	0.4	0.6	1	0.9	0.7
X4	0.6	0.7	0.7	1	0.6
X5	0.6	0.1	0.7	0.5	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.4	0.5	0.9	0.8	0.7
X2	0.6	1	0.7	0.5	0.6	0.5
X3	0.1	0.8	1	0.4	0.4	0.5
X4	0.7	0.7	0.5	1	0.3	0.4
X5	0.7	0.3	0.8	0.4	1	0.1
X6	0.6	0.9	0.4	0.2	0.5	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.8	0.3	0.5	0.2	0.1
X2	0.8	1	0.3	0.4	0.8	0.6
X3	0.7	0.9	1	0.7	0.3	0.7
X4	0.4	0.2	0.9	1	0.9	0.4
X5	0.3	0.7	0.9	0.1	1	0.2
X6	0.8	0.5	0.6	0.4	0.5	1

## Вариант 2

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	1	0.9	0.3	0.9	0.1	0.1	0.4	0.1	0.4	0.8	0.4	0
$\mu_B(x)$	0.2	0.6	0.2	0.6	0.7	0	0.3	0.4	0.6	0.9	0.7	0.6

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \bar{\cup} B$   
 ё)  $A \bar{\cap} B$     ж)  $(A \cup B) \bar{\cup} B$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.5	0.2	0.1	0	0.9	0.1	0.6	0.5	0	0
$\mu_B(x)$	0.5	0.7	0.4	0.5	0.1	0.7	0.4	0.7	0.9	0.8

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0,3; 0,8; 0,9$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \quad \text{и} \quad (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \text{ где } \alpha=0,1$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.2	0.3	0.7	0.4	0.6	0.9	0.2	0.1	0.9	0.3
$\mu_B(x)$	0.3	0.3	0.6	0	0.5	0.2	0.4	0.7	0.3	0.3
$\mu_C(x)$	0.8	0	0.1	0.2	0.9	0.8	0.7	0.9	0.2	0.1

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0,4; \quad \lambda_B=0,1; \quad \lambda_C=0,5$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \text{ если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 1$$

в противном случае.

б) построить  $(A \bar{\cup} B \bar{\cup} C)_\alpha$  и  $(A \bar{\cap} B \bar{\cap} C)_\alpha$ , где  $\alpha=0,4$  и убедиться, что

$$(A \bar{\cup} B \bar{\cup} C)_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \quad \text{и} \quad (A \bar{\cap} B \bar{\cap} C)_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$

б)  $\overline{A \cap B} = \overline{A+B}$ , где  $\mu_{\bar{A+B}}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \frac{1}{1 + k(x - y)^2}, k > 1.$$

### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0.9	0.1	0.6	0.5
X2	0.4	0.6	0.3	0.3
X3	0.1	0.5	0.3	0.9
X4	0.4	0.1	0.5	0.1

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.2	0.8	0.3	0.5	0.7
X2	0.4	0.5	0.9	0.2	0.4
X3	0.9	0.2	0.5	0.4	0.7
X4	0.5	0.4	0.9	0.6	0.5
X5	0.6	0.8	0.6	0.7	0.7

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.3	0.2	0.7	0.7	0.1
X2	0.8	0.5	0.7	0.6	0.9
X3	0.3	0.2	0.4	0.4	0.9
X4	0.6	0.3	0.2	0.6	0.7
X5	0.6	0	0	0.6	0.6

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;      б)  $A \cap B$       в)  $\overline{A}$       г)  $\overline{B}$       д)  $A \setminus B$       е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$       ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.3	0.8	0.6	0.9	0.4
X2	0	0.6	0.2	0.2	0.4
X3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.8

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0.8	0.5	0.9	0
Y2	0.7	0.9	0.9	0.2
Y3	0	0.6	0.6	0.2
Y4	0.9	0.7	0.8	0.6
Y5	0.7	0	0.7	0

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	1	0.6	0.2
X2	0.9	0.9	0.6
X3	0.2	0.6	0.9

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$

### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.3	0.7	0.7	0.9
X2	0.1	1	0.2	0.8	0.4
X3	0.8	0.1	1	0.9	0.3
X4	0.4	0.8	0.7	1	0.9
X5	0.5	0.8	0.4	0.4	1

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.4	0.3	0.3	0.9
X2	0.7	1	0.6	0.1	0.4
X3	0.4	0.6	1	0.9	0.7
X4	0.6	0.7	0.7	1	0.6
X5	0.6	0.1	0.7	0.5	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.4	0.5	0.9	0.8	0.7
X2	0.6	1	0.7	0.5	0.6	0.5
X3	0.1	0.8	1	0.4	0.4	0.5
X4	0.7	0.7	0.5	1	0.3	0.4
X5	0.7	0.3	0.8	0.4	1	0.1
X6	0.6	0.9	0.4	0.2	0.5	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.8	0.3	0.5	0.2	0.1
X2	0.8	1	0.3	0.4	0.8	0.5
X3	0.7	0.9	1	0.7	0.3	0.7
X4	0.4	0.2	0.9	1	0.9	0.1
X5	0.3	0.7	0.9	0.1	1	0.2
X6	0.8	0.5	0.6	0.4	0.5	1

## Вариант 3

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	0.1	1	0	0.2	0.1	0.4	0.6	0.2	0.7	0	0.3	0
$\mu_B(x)$	0.4	0.4	0.1	0.6	0.3	0.2	0.8	0.4	0.8	0.9	0.3	0.5

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \cup \bar{B}$   
 ё)  $A \cap \bar{B}$     ж)  $A \setminus (B \cap \bar{A})$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.3	0.6	0.2	0.6	0.3	0.8	0.7	0.8	0.6	0.7
$\mu_B(x)$	0.5	0.7	0.4	0.5	0.1	0.7	0.4	0.7	0.9	0.8

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0,2; 0,5; 0,6$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \quad \text{и} \quad (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \text{ где } \alpha=0,1$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.4	0.3	0.8	0.8	0	0.7	0.3	0.4	0.3	0.3
$\mu_B(x)$	0.9	0.7	0.7	0.9	0.5	0.7	0.2	0.4	0.6	0.8
$\mu_C(x)$	0	0	0.8	0.1	0.2	0.9	0	0.5	0.8	0.7

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0,3; \quad \lambda_B=0,3; \quad \lambda_C=0,4$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \text{ если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 1$$

в противном случае.

б) построить  $(A \cup B \cup C)_\alpha$  и  $(A \cap B \cap C)_\alpha$ , где  $\alpha=0,4$  и убедиться, что

$$(A \cup B \cup C)_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \quad \text{и} \quad (A \cap B \cap C)_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$

б)  $A + (B \cap C) = (A + B) \cap (A + C)$ , где  $\mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \frac{1}{1 + k|x - y|}, k > 1.$$

### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0.7	0.9	0.1	0.3
X2	0.5	0.1	0.2	0.6
X3	0.2	0.1	0.7	0.9
X4	0.5	0.8	0.7	0.2

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.3	0.5	0.7	0.5	0.7
X2	0.4	0.8	0.8	0.3	0.4
X3	0.7	0.1	0.5	0.6	0.7
X4	0.6	0.3	0.9	0.7	0.5
X5	0.5	0.7	0.1	0.9	0.7

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.1	0.3	0.7	0.5	0.3
X2	0.2	0.2	0.7	0.2	0.9
X3	0.9	0.6	0.4	0.8	0.9
X4	0.9	0	0.2	0.7	0.5
X5	0.6	0.1	0	0.6	0.1

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;      б)  $A \cap B$       в)  $\overline{A}$       г)  $\overline{B}$       д)  $A \setminus B$       е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$       ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.4	0.9	0.6	0.5	0.6
X2	0	0.5	0.2	0.4	0.9
X3	0.7	0.1	0.1	0.3	0.8

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0.1	0.4	0.7	0
Y2	0.2	0.8	0.7	0.3
Y3	0	0.2	0.1	0.9
Y4	0.4	0.5	0.5	0.8
Y5	0.9	0	0.9	0

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	0.2	0.7	0.4
X2	0.8	0.1	0.5
X3	0.1	0.3	0.7

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$



### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.4	0.6	0.3	0.9
X2	0.2	1	0.1	0.5	0.2
X3	0.7	0.2	1	0.7	0.9
X4	0.3	0.7	0.9	1	0.1
X5	0.4	0.9	0.2	0.1	8

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.6	0.3	0.3	0.8
X2	0.2	1	0.9	0.3	0.4
X3	0.4	0.5	1	0.7	0.3
X4	0.7	0.1	0.8	1	0.6
X5	0.6	0.4	0.7	0.5	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.3	0.5	0.9	0.8	0.7
X2	0.5	1	0.3	0.4	0.7	0.4
X3	0.2	0.7	1	0.4	0.5	0.6
X4	0.6	0.9	0.4	1	0.7	0.4
X5	0.6	0.1	0.9	0.8	1	0.2
X6	0.9	0.1	0.2	0.1	0.9	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.7	0.9	0.9	0.3	0.2
X2	0.9	1	0.5	0.6	0.7	0.5
X3	0.9	0.1	1	0.8	0.4	0.6
X4	0.5	0.3	0.6	1	0.9	0.9
X5	0.2	0.7	0.7	0.3	1	0.3
X6	0.2	0.4	0.6	0.4	0.5	1

## Вариант 4

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	0	0.5	1	0	1	0.4	0.1	0.6	0.6	0	0.2	0.2
$\mu_B(x)$	0.8	0	0.7	0.9	0.6	0.9	0.4	0.2	0.9	0.6	0.8	0.3

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \bar{\cup} B$   
 ё)  $A \bar{\cap} B$     ж)  $(\bar{A} \cap B) / (A \bar{\cup} B)$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.5	0.9	0.8	0.1	0.7	0.4	0.3	0.9	0.1	0.4
$\mu_B(x)$	0.3	0.8	0.9	0.9	0.6	0.9	0.3	0.6	0	0.6

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0,3; 0,5; 0,8$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \quad \text{и} \quad (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \quad \text{где } \alpha=0,2$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.2	0.9	0.4	0.5	0.4	0.1	0.9	0.6	0.1	0.7
$\mu_B(x)$	0.1	0.5	0.1	0.5	0	0.5	0.3	0.6	0.5	0
$\mu_C(x)$	0.1	0.8	0.2	0.9	0.2	0.1	0.3	0	0.1	0.5

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0,3; \quad \lambda_B=0,4; \quad \lambda_C=0,3$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \quad \text{если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 1$$

в противном случае.

б) построить  $(A \bar{\cup} B \bar{\cup} C)_\alpha$  и  $(A \bar{\cap} B \bar{\cap} C)_\alpha$ , где  $\alpha=0,4$  и убедиться, что

$$(A \bar{\cup} B \bar{\cup} C)_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \quad \text{и} \quad (A \bar{\cap} B \bar{\cap} C)_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

б)  $(A \bar{+} B) \bar{+} C = A \bar{+} (B \bar{+} C)$ , где  $\mu_{A \bar{+} B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \frac{xy}{1 + xy}, \quad y > x.$$

### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0	0.7	0.3	0.7
X2	0.2	0.9	0	0.7
X3	0.2	0.8	0.1	0.1
X4	0.9	0.6	0	0.4

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.4	0.4	0	0.1	0.9
X2	0.6	0.2	0.5	0.6	0.7
X3	0.1	0	0.6	0.1	0.5
X4	0.5	0	0.2	0.1	0.5
X5	0.8	0.7	0.3	0.6	0

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.6	0.9	0.4	0.2	0.3
X2	0	0.2	0.4	0	0.2
X3	0.4	0.9	0.5	0.2	0.8
X4	0.6	0.9	0.4	0	0.7
X5	0.8	0	0.7	0.5	0

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;      б)  $A \cap B$       в)  $\overline{A}$       г)  $\overline{B}$       д)  $A \setminus B$       е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$       ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.5	0.4	0.3	0.5	0.6
X2	0.2	0.3	0.8	0.7	0.7
X3	0.5	0	0.2	0.9	0.6

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0.1	0.1	0.6	0.5
Y2	0.9	0.1	0.6	0.9
Y3	0.4	0.9	0.7	0
Y4	0.1	0.5	0.6	0.6
Y5	0.3	0.2	0.2	0

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	0.2	0.2	0
X2	0.4	0.1	0.8
X3	0.9	0.2	0

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$

### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.9	0.7	0.2	0.2
X2	0.1	1	0.9	0.2	0.7
X3	0.2	0.9	1	0.6	0.2
X4	0.4	0.4	0.6	1	0.9
X5	0.7	0.8	0.1	0.3	1

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.4	0.5	0.8	0.2
X2	0.9	1	0.3	0.5	0.7
X3	0.6	0.3	1	0.7	0.6
X4	0.6	0.3	0.9	1	0.9
X5	0.8	0.1	0.4	0.4	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.6	0.7	0.4	0.4	0.8
X2	0.3	1	0.2	0.3	0.7	0.2
X3	0.3	0.6	1	0.4	0.9	0.7
X4	0.4	0.7	0.6	1	0.8	0.9
X5	0.8	0.4	0.1	0.1	1	0.7
X6	0.9	0.7	0.7	0.1	0.1	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.5	0.1	0.6	0.4	0.2
X2	0.8	1	0.7	0.7	0.3	0.3
X3	0.9	0.7	1	0.6	0.9	0.9
X4	0.8	0.1	0.1	1	0.6	0.4
X5	0.6	0.7	0.1	0.8	1	0.9
X6	0.1	0.3	0.9	0.3	0.1	1

## Вариант 5

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	0	0,3	0,3	0,1	0,3	0	1	0,8	0,6	0,8	0,6	0,9
$\mu_B(x)$	0,6	0,3	1	0,4	0	0,2	1	0,6	0	0,5	0,4	0,2

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \cup \bar{B}$   
 ё)  $A \cap \bar{B}$     ж)  $((\bar{B} \cup \bar{A}) \setminus A)$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

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

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0,3; 0,4; 0,8$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \text{ и } (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \text{ где } \alpha=0,2$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

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

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0,5; \quad \lambda_B=0,4; \quad \lambda_C=0,1$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \text{ если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 0$$

в противном случае.

б) построить  $(A \cup B \cup C)_\alpha$  и  $(A \cap B \cap C)_\alpha$ , где  $\alpha=0,1$  и убедиться, что

$$(A \cup B \cup C)_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \text{ и } (A \cap B \cap C)_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $\overline{A \cap B} = \bar{A} \cup \bar{B}$

б)  $\overline{A \cap (B \cup C)} \neq (\bar{A} \cap \bar{B}) \cup (\bar{A} \cap \bar{C})$ , где  $\mu_{\bar{A+B}}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \frac{xy}{1 + xy}, \quad y > x.$$

### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0	0,5	0,6	0,7
X2	0,6	0,5	0,8	0,9
X3	0,3	0,5	0,5	0,7
X4	0,7	0,8	0,2	0

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0,4	0,6	0,7	0	0,5
X2	0	0,4	0,3	0,6	0
X3	0,7	0,4	0,9	0,9	0,3
X4	0,9	0,6	0,8	0,5	0,1
X5	0,7	0,9	0,7	0,7	0,8

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0,5	0	0,1	0,2	0,9
X2	0,3	0,4	0,2	0	0,5
X3	0	0,3	0,7	0	0,5
X4	0,9	0,5	0	0,5	0,3
X5	0,7	0,1	0,1	0,6	0,8

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;      б)  $A \cap B$       в)  $\overline{A}$       г)  $\overline{B}$       д)  $A \setminus B$       е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$       ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.5	0.6	0	0.4	0.2
X2	0.5	0.5	0.6	0.6	0
X3	0.1	0.4	0.5	0.7	0.4

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0,1	0,3	0,3	0,4
Y2	0,5	0,5	0,8	0,7
Y3	0,3	0,2	0,3	0,4
Y4	0,3	0,2	0,4	0
Y5	0,9	0,8	0,6	0,6

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	0.2	0.4	0.6
X2	0.4	0.7	0.2
X3	0.1	0	0.9

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$

### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.1	0.4	0.2	0.8
X2	0.5	1	0.7	0.2	0.5
X3	0.6	0.3	1	0.4	0.2
X4	0.8	0.9	0.6	1	0.5
X5	0.6	0.9	0.6	0.4	1

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.2	0.7	0.8	0.8
X2	0.3	1	0.1	0.4	0.3
X3	0.2	0.7	1	0.4	0.3
X4	0.1	0.8	0.5	1	0.6
X5	0.6	0.2	0.8	0.5	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.2
X2	0.5	1	0.1	0.6	0.3	0.6
X3	0.5	0.3	1	0.7	0.6	0.3
X4	0.9	0.3	0.5	1	0.2	0.4
X5	0.9	0.3	0.3	0.5	1	0.5
X6	0.3	0.1	0.3	0.6	0.9	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.7	0.7	0.5	0.1	0.6
X2	0.9	1	0.7	0.3	0.6	0.7
X3	0.1	0.4	1	0.9	0.4	0.5
X4	0.2	0.7	0.9	1	0.1	0.1
X5	0.4	0.6	0.3	0.2	1	0.7
X6	0.5	0.6	0.5	0.8	0.9	1

## Вариант 6

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	0.1	0.1	0.7	0.1	0.8	0.8	0.8	1	0.7	0.4	1	0.5
$\mu_B(x)$	0.1	0.5	0.2	0	0.5	0.7	0.6	1	0.2	0.3	1	0.4

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \cup \bar{B}$   
 ё)  $A \cap \bar{B}$     ж)  $A \cap (\bar{B} \setminus \bar{A})$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.6	0.5	0.5	0.3	0.5	0.7	0	0.3	0.2	0.7
$\mu_B(x)$	0.1	0	0.5	0.4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.3

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0,2; 0,4; 0,7$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \quad \text{и} \quad (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \text{ где } \alpha=0,5$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.3	0.6	0.1	0.7	0.2	0.4	0.6	0	0.2	0
$\mu_B(x)$	0.9	0.7	0.7	0.9	0.5	0.7	0.2	0.4	0.6	0.8
$\mu_C(x)$	0.4	0.5	0.4	0.6	0.5	0.3	0.9	0.2	0	0.9

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0,6; \quad \lambda_B=0,3; \quad \lambda_C=0,1$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \text{ если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 1$$

в противном случае.

б) построить  $(A \cup B \cup C)_\alpha$  и  $(A \cap B \cap C)_\alpha$ , где  $\alpha=0,5$  и убедиться, что

$$(A \cup B \cup C)_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \quad \text{и} \quad (A \cap B \cap C)_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $\overline{A \cap B} = \bar{A} \cup \bar{B}$

б)  $A + (B \cap C) \neq (A+B) \cap (A+C)$ , где  $\mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \frac{1}{1 + (x^2 + y^2)}, k > 1.$$



### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0.1	0.4	0.9	0.8
X2	0	0.2	0.9	0.1
X3	0.3	0.1	0.9	0.3
X4	0.5	0	0.5	0.6

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.3	0.9	0	0.9	0.7
X2	0.7	0.7	0.9	0.5	0.7
X3	0.9	0.2	0.3	0.5	0.8
X4	0.6	0.7	0.9	0.4	0.4
X5	0.4	0.1	0.6	0	0.5

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.5	0.4	0.4	0	0.1
X2	0	0.7	0.8	0.9	0.2
X3	0.2	0.2	0.2	0.5	0.1
X4	0.7	0.6	0.2	0.4	0.6
X5	0.4	0.4	0.9	0.9	0.5

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;      б)  $A \cap B$       в)  $\overline{A}$       г)  $\overline{B}$       д)  $A \setminus B$       е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$       ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.4	0.9	0.3	0.3	0.4
X2	0.2	0.8	0.2	0.5	0.7
X3	0.3	0.2	0.9	0.3	0.9

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0	0.6	0.6	0.3
Y2	0.7	0.2	0.1	0.2
Y3	0.2	0.9	0.5	0.2
Y4	0.6	0.8	0.9	0.8
Y5	0	0	0.5	0.9

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	0.1	0.7	0.9
X2	0.2	0.9	0.9
X3	0.4	0.6	0.8

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$

### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.4	0.7	0.6	0.3
X2	0.2	1	0.3	0.6	0.7
X3	0.8	0.1	1	0.7	0.5
X4	0.5	0.4	0.8	1	0.8
X5	0.3	0.4	0.4	0.7	1

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.5	0.3	0.6	0.6
X2	0.3	1	0.7	0.3	0.7
X3	0.4	0.6	1	0.4	0.9
X4	0.7	0.9	0.7	1	0.8
X5	0.3	0.4	0.6	0.8	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.5	0.7	0.2	0.8	0.9
X2	0.6	1	0.8	0.3	0.5	0.4
X3	0.3	0.9	1	0.5	0.7	0.5
X4	0.8	0.6	0.2	1	0.2	0.3
X5	0.5	0.7	0.7	0.3	1	0.1
X6	0.9	0.6	0.4	0.7	0.5	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.1	0.4	0.4	0.2	0.1
X2	0.2	1	0.3	0.7	0.8	0.5
X3	0.6	0.3	1	0.8	0.5	0.7
X4	0.1	0.7	0.7	1	0.3	0.4
X5	0.1	0.3	0.8	0.6	1	0.4
X6	0.1	0.4	0.6	0.9	0.5	1

## Вариант 7

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	0.1	1	0	0.2	0.1	0.4	0.6	0.2	0.7	0	0.3	0
$\mu_B(x)$	0.1	0.8	0.4	0.7	1	0	0.1	0.3	0.3	0.2	0.6	0.9

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \cup \bar{B}$   
 ё)  $A \cap \bar{B}$     ж)  $A \cap (B \setminus A)$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.6	0.4	0.8	0.3	0.9	0.4	0.8	0.5	0.3	0.3
$\mu_B(x)$	0.5	0.6	0.2	0.6	0.3	0.8	0.7	0.8	0.6	0.7

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0,3; 0,8; 0,9$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \quad \text{и} \quad (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \text{ где } \alpha=0,1$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.3	0.4	0.4	0.7	0.6	0.1	0.4	0.2	0.2	0.6
$\mu_B(x)$	0.2	0.3	0.4	0.1	0.7	0.3	0.7	0.8	0.1	0.2
$\mu_C(x)$	0.6	0.4	0	0.5	0.7	0.5	0.6	0.8	0.4	0.1

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0,6; \quad \lambda_B=0,2; \quad \lambda_C=0,2$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \text{ если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 1$$

в противном случае.

б) построить  $(A \cup B \cup C)_\alpha$  и  $(A \cap B \cap C)_\alpha$ , где  $\alpha=0,4$  и убедиться, что

$$(A \cup B \cup C)_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \quad \text{и} \quad (A \cap B \cap C)_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$

б)  $A + (B \cap C) = (A + B) \cap (A + C)$ , где  $\mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \frac{1}{1 + (x^2 - y^2)}, k > 1.$$

### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0.1	0.2	0.3	0.9
X2	0.4	0.8	0.5	0.3
X3	0.4	0.8	0.2	0.9
X4	0.2	0.2	0.7	0.2

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.3	0.8	0.4	0.9	0.1
X2	0.3	0.5	0.1	0.5	0.4
X3	0.3	0.8	0.1	0.7	0.1
X4	0.3	0.1	0.4	0	0.7
X5	0.5	0	0.1	0.9	0.7

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.5	0.2	0.7	0.1	0.5
X2	0.7	0.5	0	0.9	0.8
X3	0.6	0.7	0	0.7	0.3
X4	0.3	0	0.6	0.9	0
X5	0.5	0.2	0.5	0.8	0.6

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;      б)  $A \cap B$       в)  $\overline{A}$       г)  $\overline{B}$       д)  $A \setminus B$       е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$       ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.5	0.7	0.6	0.3	0.8
X2	0.9	0.6	0.4	0.6	0.4
X3	0.7	0.8	0.7	0.5	0.2

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0	0.4	0.9	0.4
Y2	0.1	0.8	0.9	0.4
Y3	0.3	0.6	0.9	0.8
Y4	0.5	0	0.2	0.4
Y5	0.4	0.4	0.1	0.2

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	0.2	0.5	0.3
X2	0.3	0.3	0.5
X3	0.2	0.8	0.9

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$

### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.2	0.4	0.1	0.4
X2	0.8	1	0.5	0.1	0.4
X3	0.2	0.7	1	0.2	0.7
X4	0.1	0.5	0.2	1	0.1
X5	0.4	0.3	0.6	0.6	1

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.4	0.3	0.7	0.4
X2	0.6	1	0.9	0.3	0.3
X3	0.8	0.2	1	0.2	0.1
X4	0.4	0.4	0.1	1	0.2
X5	0.5	0.3	0.2	0.7	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.4	0.2	0.3	0.2	0.5
X2	0.6	1	0.1	0.3	0.9	0.6
X3	0.7	0.1	1	0.1	0.1	0.9
X4	0.3	0.9	0.3	1	0.6	0.2
X5	0.7	0.2	0.5	0.9	1	0.3
X6	0.6	0.3	0.9	0.1	0.7	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.8	0.4	0.5	0.6	0.9
X2	0.1	1	0.6	0.3	0.2	0.1
X3	0.4	0.2	1	0.4	0.8	0.1
X4	0.7	0.4	0.8	1	0.4	0.3
X5	0.3	0.5	0.5	0.6	1	0.5
X6	0.8	0.9	0.5	0.4	0.7	1

## Вариант 8

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	0.1	0.9	0.3	0.3	0.5	0	0.5	0.4	0.8	0.7	0.8	0.7
$\mu_B(x)$	0.9	1	0.7	0.3	0.4	0.4	0.7	0.7	0.5	0.1	0.1	0.8

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \cup \bar{B}$   
 ё)  $A \cap \bar{B}$     ж)  $\bar{A} \setminus (\bar{B} \cap A)$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.7	0.2	0.2	0.4	0.3	0	0.7	0.7	0.4	0
$\mu_B(x)$	0.9	0.2	0	0.8	0.5	0.4	0.1	0.2	0.2	0.1

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0.4; 0.5; 0.8$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \quad \text{и} \quad (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \text{ где } \alpha=0.3$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.4	0.3	0.8	0.8	0	0.7	0.3	0.4	0.3	0.3
$\mu_B(x)$	0.6	0.9	0.2	0.4	0.9	0	0.1	0.2	0.7	0.5
$\mu_C(x)$	0.7	0.2	0.6	0.3	0.9	0.6	0.4	0.4	0.9	0.3

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0.7; \quad \lambda_B=0.1; \quad \lambda_C=0.2$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \text{ если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 1$$

в противном случае.

б) построить  $(A \cup B \cup C)_\alpha$  и  $(A \cap B \cap C)_\alpha$ , где  $\alpha=0.2$  и убедиться, что

$$(A \cup B \cup C)_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \quad \text{и} \quad (A \cap B \cap C)_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $A \cap (B \cap C) = (A \cap B) \cap (A \cap C)$ ;

б)  $A + (B + C) = (A + B) + C$ , где  $\mu_{A+B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \frac{1}{1 + (x^2 - y^2)}, k > 1.$$

### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0.1	0	0.6	0.9
X2	0.8	0.5	0.4	0.5
X3	0.4	0.4	0.6	0.5
X4	0	0.4	0.9	0.9

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.4	0.6	0.7	0	0.5
X2	0	0.4	0.3	0.6	0
X3	0.7	0.4	0.9	0.9	0.3
X4	0.9	0.6	0.8	0.5	0.1
X5	0.7	0.9	0.7	0.7	0.8

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.5	0	0.1	0.2	0.9
X2	0.3	0.4	0.2	0	0.5
X3	0	0.3	0.7	0	0.5
X4	0.9	0.5	0	0.5	0.3
X5	0.7	0.1	0.1	0.6	0.8

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;      б)  $A \cap B$       в)  $\overline{A}$       г)  $\overline{B}$       д)  $A \setminus B$       е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$       ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.5	0.6	0	0.4	0.2
X2	0.5	0.5	0.6	0.6	0
X3	0.1	0.4	0.5	0.7	0.4

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0.1	0.3	0.3	0.4
Y2	0.5	0.5	0.8	0.7
Y3	0.3	0.2	0.3	0.4
Y4	0.3	0.2	0.4	0
Y5	0.9	0.8	0.6	0.6

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	0.2	0.4	0.6
X2	0.4	0.7	0.2
X3	0.1	0	0.9

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$

### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.1	0.4	0.2	0.8
X2	0.5	1	0.7	0.2	0.5
X3	0.6	0.3	1	0.4	0.2
X4	0.8	0.9	0.6	1	0.5
X5	0.6	0.9	0.6	0.4	1

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.2	0.7	0.8	0.8
X2	0.3	1	0.1	0.4	0.3
X3	0.2	0.7	1	0.4	0.3
X4	0.1	0.8	0.5	1	0.6
X5	0.6	0.2	0.8	0.5	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.2
X2	0.5	1	0.1	0.6	0.3	0.6
X3	0.5	0.3	1	0.7	0.6	0.3
X4	0.9	0.3	0.5	1	0.2	0.4
X5	0.9	0.3	0.3	0.5	1	0.5
X6	0.3	0.1	0.3	0.6	0.9	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.7	0.7	0.5	0.1	0.6
X2	0.9	1	0.7	0.3	0.6	0.7
X3	0.1	0.4	1	0.9	0.4	0.5
X4	0.2	0.7	0.9	1	0.1	0.1
X5	0.4	0.6	0.3	0.2	1	0.7
X6	0.5	0.6	0.5	0.8	0.9	1



## Вариант 9

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	0.2	0.7	0.7	0.4	1	0.7	0.3	0.6	0.9	0.4	0.1	0.2
$\mu_B(x)$	0.7	0.1	0.9	1	0.9	0.9	0.2	0	0.7	1	0.8	0.6

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \bar{\cup} B$   
 ё)  $A \bar{\cap} B$     ж)  $(A \bar{\cup} B) \bar{\cap} (\bar{A} \cup \bar{B})$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.7	0	0.5	0.5	0.7	0.7	0.5	0.9	0.4	0.6
$\mu_B(x)$	0.3	0.8	0.8	0	0.8	0.1	0.6	0.6	0.7	0.4

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0,5; 0,7; 0,8$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \quad \text{и} \quad (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \quad \text{где } \alpha=0,3$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.4	0.1	0.1	0.9	0.4	0.4	0.1	0.6	0.3	0.9
$\mu_B(x)$	0	0.4	0	0.6	0.2	0.6	0.6	0.6	0.2	0.9
$\mu_C(x)$	0.8	0.1	0.2	0.2	0	0.7	0.2	0.9	0.3	0.5

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0,7; \quad \lambda_B=0,1; \quad \lambda_C=0,2$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \quad \text{если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 0$$

в противном случае.

б) построить  $(A \bar{\cup} B \bar{\cup} C)_\alpha$  и  $(A \bar{\cap} B \bar{\cap} C)_\alpha$ , где  $\alpha=0,2$  и убедиться, что

$$(A \bar{\cup} B \bar{\cup} C)_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \quad \text{и} \quad (A \bar{\cap} B \bar{\cap} C)_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $A \bar{\cap} (B \cup C) = (A \bar{\cap} B) \cup (A \bar{\cap} C)$ ;

б)  $A \bar{+} (B \bar{+} C) = (A \bar{+} B) \bar{+} C$ , где  $\mu_{A \bar{+} B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \sqrt{|x^2 - y^2|}.$$

### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0.2	0.7	0.3	0.1
X2	0.3	0.8	0.6	0.9
X3	0.5	0.1	0.4	0.2
X4	0.6	0.9	0.4	0.1

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.4	0.4	0	0.1	0.9
X2	0.6	0.2	0.5	0.6	0.7
X3	0.1	0	0.6	0.1	0.5
X4	0.5	0	0.2	0.1	0.5
X5	0.8	0.7	0.3	0.6	0

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.6	0.9	0.4	0.2	0.3
X2	0	0.2	0.4	0	0.2
X3	0.4	0.9	0.5	0.2	0.8
X4	0.6	0.9	0.4	0	0.7
X5	0.8	0	0.7	0.5	0

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\overline{A}$     г)  $\overline{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$     ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.5	0.4	0.3	0.5	0.6
X2	0.2	0.3	0.8	0.7	0.7
X3	0.5	0	0.2	0.9	0.6

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0.1	0.1	0.6	0.5
Y2	0.9	0.1	0.6	0.9
Y3	0.4	0.9	0.7	0
Y4	0.1	0.5	0.6	0.6
Y5	0.3	0.2	0.2	0

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	0.2	0.2	0
X2	0.4	0.1	0.8
X3	0.9	0.2	0

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$

### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.9	0.7	0.2	0.2
X2	0.1	1	0.9	0.2	0.7
X3	0.2	0.9	1	0.6	0.2
X4	0.4	0.4	0.6	1	0.9
X5	0.7	0.8	0.1	0.3	1

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.4	0.5	0.8	0.2
X2	0.9	1	0.3	0.5	0.7
X3	0.6	0.3	1	0.7	0.6
X4	0.6	0.3	0.9	1	0.9
X5	0.8	0.1	0.4	0.4	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.6	0.7	0.4	0.4	0.8
X2	0.3	1	0.2	0.3	0.7	0.2
X3	0.3	0.6	1	0.4	0.9	0.7
X4	0.4	0.7	0.6	1	0.8	0.9
X5	0.8	0.4	0.1	0.1	1	0.7
X6	0.9	0.7	0.7	0.1	0.1	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.5	0.1	0.6	0.4	0.2
X2	0.8	1	0.7	0.7	0.3	0.3
X3	0.9	0.7	1	0.6	0.9	0.9
X4	0.8	0.1	0.1	1	0.6	0.4
X5	0.6	0.7	0.1	0.8	1	0.9
X6	0.1	0.3	0.9	0.3	0.1	1

## Вариант 10

### Задача № 1

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\mu_A(x)$	0.2	0.5	0	0.4	0.3	0.3	0.1	0.9	0.9	0	0.5	0.9
$\mu_B(x)$	0,6	0,5	0,3	0,6	0,8	0,2	0,9	0,3	0,4	0,6	0,8	0,1

Построить функции принадлежности для следующих нечётких множеств:

- а)  $A \cup B$ ;    б)  $A \cap B$     в)  $\bar{A}$     г)  $\bar{B}$     д)  $A \setminus B$     е)  $A \cup \bar{B}$   
 ё)  $A \cap \bar{B}$     ж)  $(\bar{A} \cap \bar{B}) \setminus (A \cup B)$

### Задача № 2

Заданы нечеткие множества А и В с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$  и  $\mu_B(x)$ :

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.7	0.9	0.8	0.6	0.1	0.3	0.4	0.2	0.5	0.3
$\mu_B(x)$	0.6	0.4	0.5	0.2	0	0.7	0	0	0.3	0.8

а) построить подмножества уровня  $\alpha$   $A_\alpha$  и  $B_\alpha$ , где  $\alpha=0.5; 0.7; 0.8$

б) построить  $(A \cup B)_\alpha$  и  $(A \cap B)_\alpha$  и убедиться, что

$$(A \cup B)_\alpha = A_\alpha \cup B_\alpha \quad \text{и} \quad (A \cap B)_\alpha = A_\alpha \cap B_\alpha, \quad \text{где } \alpha=0.4$$

### Задача № 3

Заданы нечеткие множества А, В и С с соответствующими функциями принадлежности, заданными в табличном виде:

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\mu_A(x)$	0.4	0.9	0.4	0.9	0.8	0	0.9	0.8	0.4	0.6
$\mu_B(x)$	0.4	0	0.8	0.8	0.4	0.2	0	0	0.8	0.3
$\mu_C(x)$	0	0	0.8	0.1	0.2	0.9	0	0.5	0.8	0.7

а) найти функцию принадлежности  $\mu_\lambda(x)$  выпуклой комбинации этих множеств с весами:

$$\lambda_A=0.2; \quad \lambda_B=0.3; \quad \lambda_C=0.5$$

$$\mu_\lambda(x) = \begin{cases} 1 \\ \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \end{cases}, \quad \text{если } \lambda_A \mu_A(x) + \lambda_B \mu_B(x) + \lambda_C \mu_C(x) \geq 1$$

в противном случае.

б) построить  $(\bar{A} \cup \bar{B} \cup \bar{C})_\alpha$  и  $(\bar{A} \cap \bar{B} \cap \bar{C})_\alpha$ , где  $\alpha=0.2$  и убедиться, что

$$(\bar{A} \cup \bar{B} \cup \bar{C})_\alpha \supseteq (A_\alpha \cup B_\alpha \cup C_\alpha) \quad \text{и} \quad (\bar{A} \cap \bar{B} \cap \bar{C})_\alpha \subseteq (A_\alpha \cap B_\alpha \cap C_\alpha)$$

### Задача № 4

Доказать, что для нечетких множеств А, В и С с функциями принадлежности  $\mu_A(x)$ ,  $\mu_B(x)$  и  $\mu_C(x)$  выполняется следующее:

а)  $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$ ;

б)  $A \cap (B \cap C) = (A \cap B) \cap (A \cap C)$ , где  $\mu_{A \cap B}(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \mu_B(x)$

### Задача № 5

Проверить, является ли нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , симметричным и рефлексивным:

$$\mu_R(x, y) = \exp\{-(ax + by)\}, \quad a > b > 1.$$

### Задача № 6

Проверить, является ли транзитивным нечеткое отношение R, заданное функцией принадлежности  $\mu_R(x, y)$ , вида:

	X1	X2	X3	X4
X1	0.2	0.7	0.3	0.1
X2	0.6	0.8	0	0.9
X3	0.5	0.7	0.4	0.7
X4	0.6	0.9	0.4	0.1

### Задача № 7

Для нечётких отношений A и B, функции принадлежности которых имеют вид:

A	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.2	0.3	0.3	0.7	0.9
X2	0.4	0	0.5	0.4	0.4
X3	0.1	0	0.8	0	0.4
X4	0.4	0.8	0.1	0.3	0.6
X5	0.1	0.4	0.4	0.3	0.2

B	X1	X2	X3	X4	X5
X1	0.4	0.7	0.7	0.9	0.3
X2	0.7	0	0.4	0.8	0.9
X3	0.4	0	0.7	0.1	0.6
X4	0.4	0.7	0.4	0.3	0.6
X5	0.1	0.6	0.7	0.2	0.1

Построить следующее:

- а)  $A \cup B$ ;      б)  $A \cap B$       в)  $\overline{A}$       г)  $\overline{B}$       д)  $A \setminus B$       е)  $A^{-1}$   
ё)  $B^{-1}$       ж)  $A \oplus B = (A \cap \overline{B}) \cup (\overline{A} \cap B)$

### Задача № 8

Для нечётких отношений A и B, с функции принадлежности которых имеют вид:

A	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
X1	0.4	0.2	0.6	0.1	0.6
X2	0.9	0.1	0.8	0.4	0.4
X3	0.5	0	0.4	0.8	0.5

B	Z1	Z2	Z3	Z4
Y1	0.9	0.9	0.9	0.2
Y2	0.9	0.9	0.4	0.8
Y3	0.1	0.6	0.7	0
Y4	0.2	0.4	0.5	0.5
Y5	0.1	0.2	0.4	0.1

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , где соответственно:

$$\mu_{R_1^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \min(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_2^2}(x, z) = \min_{y \in Y} \max(\mu_A(x, y), \mu_B(y, z));$$

$$\mu_{R_3^2}(x, z) = \max_{y \in Y} \{\mu_A(x, y) \cdot \mu_B(y, z)\}$$

### Задача № 9

Задано нечеткое отношение R с функцией принадлежности вида:

	X1	X2	X3
X1	0.1	0	0.2
X2	0.1	0.1	0.6
X3	0.7	0.2	0.7

Построить  $R_1^2$ ,  $R_2^2$ ,  $R_3^2$ , и проверить, выполняется ли  $R_3^2 \subseteq R_2^2 \subseteq R_1^2$

### Задача № 10

Для следующих нечетких отношений предпочтения, заданных функцией принадлежности в виде таблицы, найти отношение строгого предпочтения, множество недоминируемых альтернатив и наиболее недоминируемую альтернативу:

а)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.8	0.4	0.9	0.2
X2	0.9	1	0.8	0.9	0.4
X3	0.8	0.9	1	0.5	0.1
X4	0.3	0.1	0.4	1	0.6
X5	0.3	0.4	0.2	0.6	1

б)

	X1	X2	X3	X4	X5
X1	1	0.9	0.3	0.5	0.2
X2	0.7	1	0.3	0.2	0.4
X3	0.6	0.4	1	0.6	0.4
X4	0.5	0.2	0.9	1	0.1
X5	0.6	0.7	0.5	0.1	1

в)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.9	0.5	0.1	0.2	0.6
X2	0.1	1	0.9	0	0.7	0.3
X3	0.4	0.5	1	0.2	0.8	0.7
X4	0.7	0.8	0.9	1	0.8	0.6
X5	0.2	0.7	0.2	0.2	1	0.7
X6	0.6	0.1	0.6	0.7	0.1	1

г)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6
X1	1	0.3	0.4	0.2	0.4	0.7
X2	0.5	1	0.5	0.4	0.8	0.3
X3	0.6	0.6	1	0.5	0.6	0.9
X4	0.7	0.3	0.4	1	0.6	0.7
X5	0.8	0.1	0.2	0.9	1	0.9
X6	0.8	0.7	0.8	0.9	0.1	1