

## Лабораторная работа №1

### «Проектирование систем нечеткого логического вывода»

**Целью работы** является разработка системы нечеткого логического вывода (например, систему поддержки принятия решений, основанную на нечеткой логике).

#### **План работы:**

- 1) Необходимо выбрать предметную область и конкретную задачу (например, построения рейтинга студентов на основе данных о посещении ими лекций, изучении книг и сдаче лабораторных работ; задач прогнозирования (погоды, экономических ситуаций и др.).
- 2) Описание входных данных с помощью векторов лингвистических переменных:

#### **a) Данные о посещении лекции**

*Название переменной:*  $\omega$  = “посещение лекций”

*Терм-множество значений:*

$T_1$  = “низкое”,

$T_2$  = ”среднее”,

$T_3$  = ”высокое”

*Носитель:*  $U$  = промежуток от 0% до 100%

*Синтаксическое правило:* Уровень посещения лекций

*Семантическое правило:* определяется функциями принадлежности, для значения  $T_1$  -  $\mu_1(U)$ , для  $T_2$  -  $\mu_2(U)$ , для  $T_3$  -  $\mu_3(U)$ . Причем первая из них отвечает нечеткому подмножеству  $M_1$ , вторая –  $M_2$ , третья –  $M_3$

#### **b) Данные о прочтении книг**

*Название переменной:*  $\omega$  = “прочтение книг”

*Терм-множество значений:*

$T_1$  = “не читались”,

$T_2$  = ”немного”,

$T_3$  = ”достаточно”,

$T_4 = \text{”много”}$

*Носитель:*  $U =$  промежуток от 0 до 10, целые числа

*Синтаксическое правило:* Как читались книги

*Семантическое правило:* определяется функциями принадлежности, для значения  $T_1 - \mu_1(U)$ , для  $T_2 - \mu_2(U)$ , для  $T_3 - \mu_3(U)$ , для  $T_4 - \mu_4(U)$ . Причем первая из них отвечает нечеткому подмножеству  $M_1$ , вторая –  $M_2$ , третья –  $M_3$ , четвертая –  $M_4$

### *с) Данные о сдаче лабораторных работ*

*Название переменной:*  $\omega = \text{”сдача лабораторных работ”}$

*Терм-множество значений:*

$T_1 = \text{”несколько”},$

$T_2 = \text{”почти все”},$

$T_3 = \text{”все”},$

*Носитель:*  $U =$  промежуток от 0 до 8, целые числа

*Синтаксическое правило:* Сколько сдано работ

*Семантическое правило:* определяется функциями принадлежности, для значения  $T_1 - \mu_1(U)$ , для  $T_2 - \mu_2(U)$ , для  $T_3 - \mu_3(U)$ . Причем первая из них отвечает нечеткому подмножеству  $M_1$ , вторая –  $M_2$ , третья –  $M_3$

3) Описание выходных данных с помощью векторов лингвистических переменных:

### *Рейтинг*

*Название переменной:*  $\omega = \text{”рейтинг”}$

*Терм-множество значений:*

$T_1 = \text{”низкий”},$

$T_2 = \text{”средний”},$

$T_3 = \text{”высокий”},$

$T_4 = \text{”очень высокий”}$

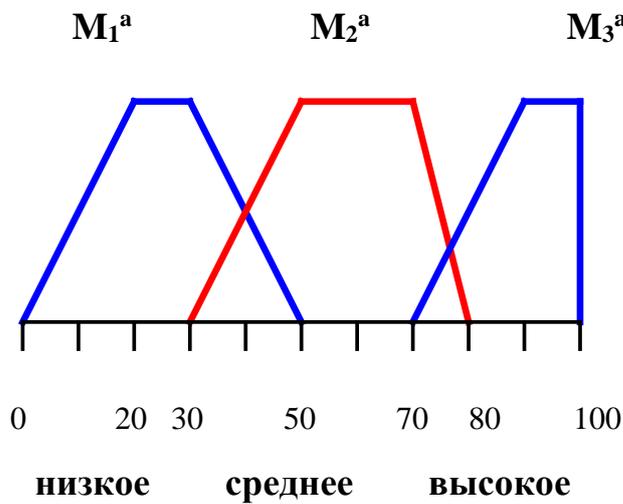
*Носитель:*  $U =$  промежуток от 0 до 10, целые числа

*Синтаксическое правило:* Качественное определение рейтинга

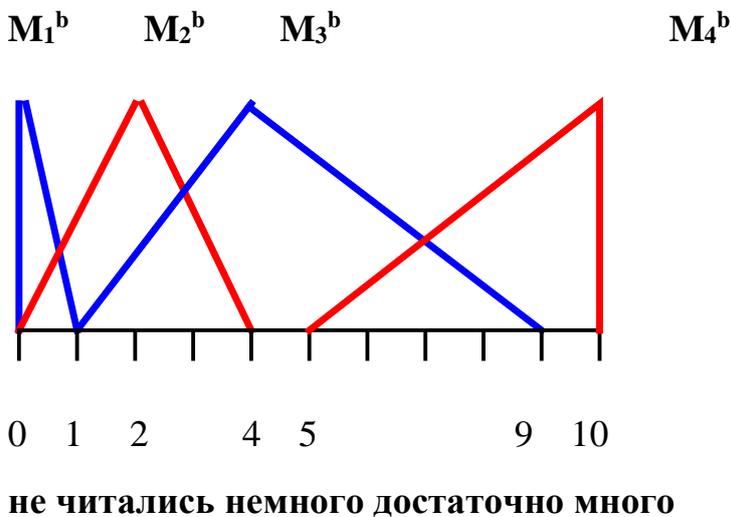
*Семантическое правило:* определяется функциями принадлежности, для значения  $T_1 - \mu_1(U)$ , для  $T_2 - \mu_2(U)$ , для  $T_3 - \mu_3(U)$ , для  $T_4 - \mu_4(U)$ . Причем первая из них отвечает нечеткому подмножеству  $M_1$ , вторая –  $M_2$ , третья –  $M_3$ , четвертая –  $M_4$

4) Построение графиков для всех описанных лингвистических переменных

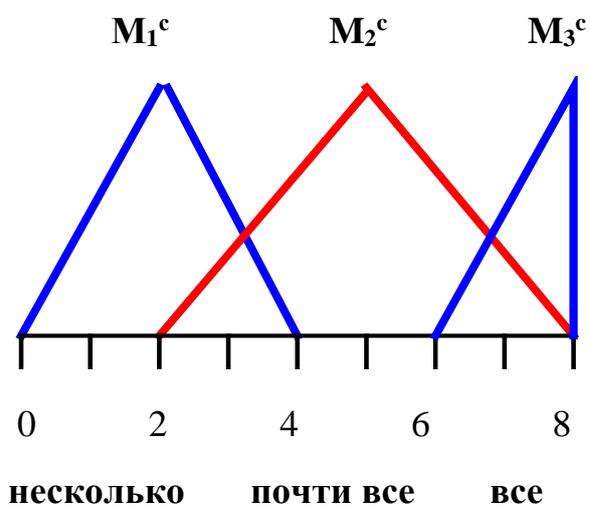
*a) Данные о посещении лекции*



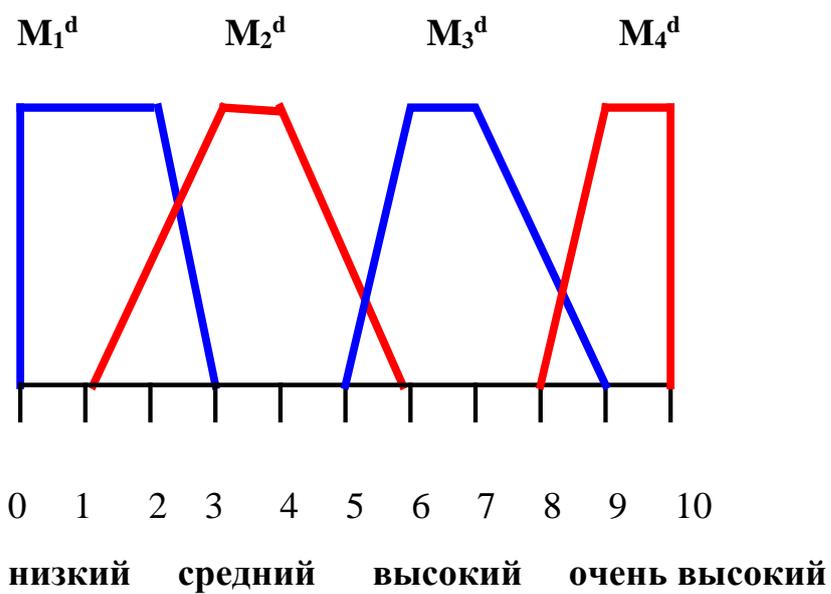
*b) Данные о прочтении книг*



c) Данные о сдаче лабораторных работ



d) Рейтинг



5) Формирование базы правила «Если-то».

Рейтинг	Составляющие правила	$M_1(u)$	Общее1	$M_2(u)$	Общее2
Низкий	Посещение лекций - низкое	0.5	0	0	0
	Книги – не читались	0		0	
	Лаб.работы – несколько	0		0	
Средний	Посещение лекций – среднее	0.5	0.33	0	0
	Книги – немного	0.5		0	
	Лаб.работы – почти все	0.33		0	
Высокий	Книги – достаточно	0.66	0.5	0.58	0.58
	Лаб.работы – все	0.5		1	
Очень высокий	Посещение лекций - высокое	0	0	0.5	0.2
	Книги – много	0		0.2	
	Лаб.работы – все	0.5		1	

б) Использование преобразований МИНИМУМ и МАКСИМУМ для операций И и ИЛИ

Для операции И используется МИНИМУМ, т.е.  $C = A \cap B$ , то

$$M_c(u) = \min (M_a(u) , M_b(u)).$$

Для операции ИЛИ используются МАКСИМУМ, т.е.  $C = A \cup B$ , то

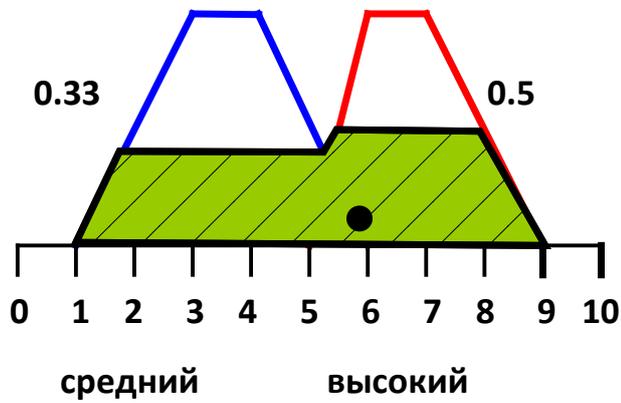
$$M_c(u) = \max (M_a(u) , M_b(u)).$$

Таким образом, на выходе системы:

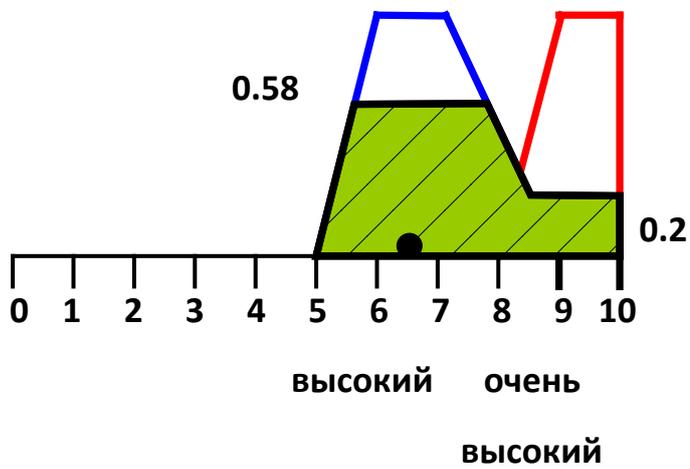
$$M_p(u) = \max \{ \min (M_1^a ; M_1^b ; M_1^c), \min (M_2^a ; M_2^b ; M_2^c), \min (M_3^b ; M_3^c), \min (M_4^a ; M_4^b ; M_4^c) \}$$

7) Построение графиков, соответствующих выходу системы

Рейтинг для первого студента



Рейтинг для второго студента



## 8) Дефаззификация с использованием приблизительной оценки

Для приблизительной оценки рейтингов студентов используем метод поиска центра тяжести.

То есть на основе полученных графиков, соответствующих выходу системы, для данных о каждом из студентов рассматриваем полученную фигуру.

Приблизительно определяем центр масс каждой из фигур (точку в которой разность масс фигуры справа и слева будет принимать наименьшее значение).

Для получения конечного результата находим значение рейтинга ближайшее к полученной точке.

Для данных о двух студентов получены значения 6 и 8.

№	Посещений лекций	Прочитано книг	Сдано лабораторных работ	Рейтинг
1	40%	3	7	<b>6</b>
2	80%	6	8	<b>8</b>

### Литература

1. Ярушкина Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2009. – 320 с.
2. Борисов В.В., Круглов В.В., Федулов А.С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007. – 284 с.
3. Коньшева Л.К., Назаров Д.М. Основы теории нечетких множеств. Учебное пособие. Стандарт третьего поколения. – СПб. Питер, 2011. – 192 с.

### Контрольные вопросы

1. Каковы основные характеристики нечетких множеств?
2. Какие методы построения функций принадлежности Вам известны?
3. Дайте определение нечеткой и лингвистической переменной.
4. Перечислите базовые операции над нечеткими множествами.
5. Каковы основные этапы нечеткого вывода?