

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО
Факультет программной инженерии и компьютерной техники
Дисциплина «Дискретная математика»

Курсовая работа
Нечёткий вывод по схеме Мамдани

Выполнил
Горин Семён Дмитриевич
Р3108

Преподаватель
Поляков Владимир Иванович

Санкт-Петербург, 2025 г.

Содержание

1	Содержательная постановка задачи	3
2	Фазификация	3
2.1	Лингвистические термы для посещаемости h	3
2.2	Лингвистические термы для средней оценки y	4
2.3	Лингвистические термы для выходной переменной z	5
3	Блок выработки решения	6
3.1	Процедура вычисления истинности правил	6
4	Дефазификация	7

1 Содержательная постановка задачи

Задача: разработать алгоритм нечеткого вывода по схеме «Мамдани», по которому определяется, сколько баллов БаРС набрал студент за семестр, исходя из его посещаемости занятий и средней оценки за тесты.

Входные данные:

1. Посещенные занятия (в академических часах) $h \in [0; 32]$.
2. Усредненная оценка за тесты $y \in [2; 5]$.

Выходные данные: количество баллов БаРС (в баллах) $z \in [0; 103]$.

2 Фаификация

Во входных данных заданы две переменные:

- h — число посещённых академических часов ($0 \leq h \leq 32$).
- y — усредненная оценка за тесты ($2 \leq y \leq 5$).

Необходимо разбить каждую из этих переменных на лингвистические термы и определить для них функции принадлежности.

2.1 Лингвистические термы для посещаемости h

- **LA** (Low Attendance) — низкая посещаемость.
- **MA** (Medium Attendance) — средняя посещаемость.
- **HA** (High Attendance) — высокая посещаемость.

Функции принадлежности:

$$\mu_{LA}(h) = \frac{11-h}{11}, \quad 0 \leq h \leq 11$$

$$\mu_{MA}(h) = \begin{cases} \frac{h-10}{6}, & 10 \leq h \leq 16, \\ \frac{22-h}{6}, & 16 \leq h \leq 22 \end{cases}$$

$$\mu_{HA}(h) = \frac{h-21}{11}, \quad 21 \leq h \leq 32$$

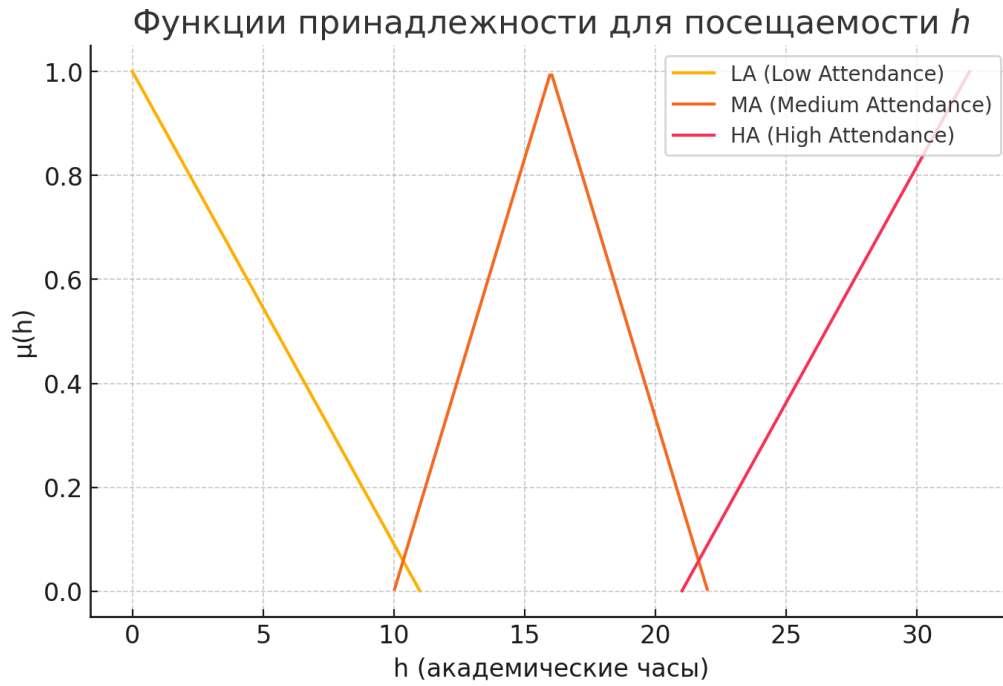


Рис. 1: Функция принадлежности для посещаемости h .

2.2 Лингвистические термы для средней оценки y

- **LAS** (Low Average Score) — низкая средняя оценка.
- **MAS** (Medium Average Score) — средняя усреднённая оценка.
- **HAS** (High Average Score) — высокая средняя оценка.

Функции принадлежности:

$$\mu_{LAS}(y) = 1 - \frac{y - 2}{1}, 2 \leq y \leq 3$$

$$\begin{cases} \mu_{MAS}(y) = \frac{y - 2.5}{1}, & 2.5 \leq y \leq 3.5, \\ 1 - \frac{y - 3.5}{1}, & 3.5 \leq y \leq 4.5 \end{cases}$$

$$\mu_{HAS}(y) = \frac{y - 3.5}{1.5}, 3.5 \leq y \leq 5$$

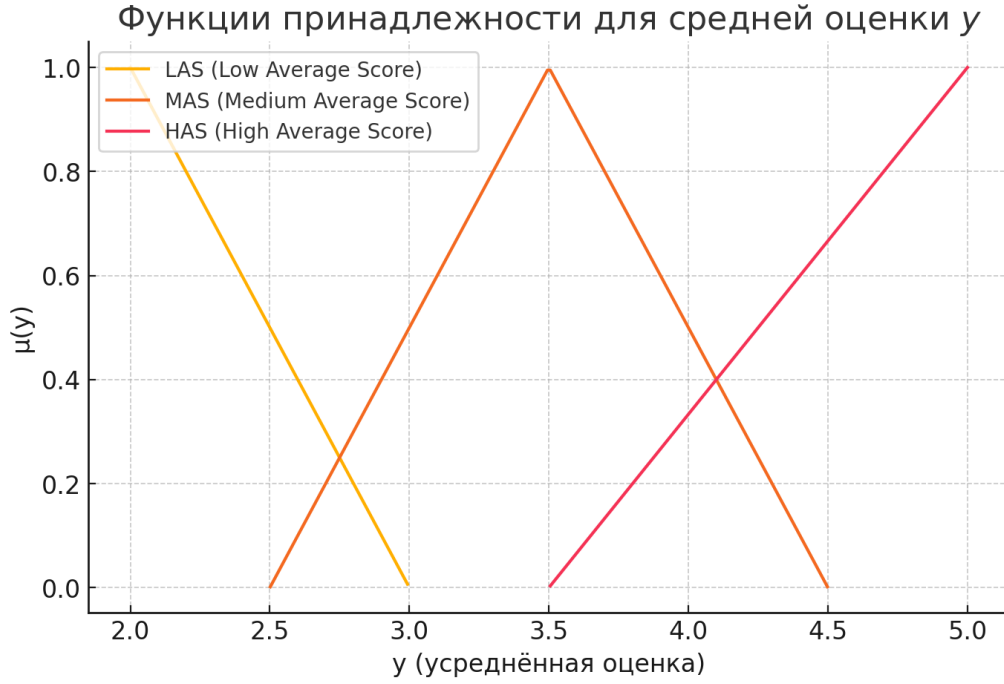


Рис. 2: Функция принадлежности для оценки y .

2.3 Лингвистические термы для выходной переменной z

Выходная переменная z (количество баллов БаРС) лежит в диапазоне $[0; 103]$. Разобьём её на пять термов:

- **PS** (Puny Score) — ничтожное количество баллов.
- **LS** (Low Score) — малое количество баллов.
- **MS** (Medium Score) — среднее количество баллов.
- **HS** (High Score) — высокое количество баллов.
- **OS** (Outstanding Score) — очень высокое количество баллов.

Функции принадлежности:

$$\mu_{PS}(z) = 1 - \frac{z}{20}, 0 \leq z \leq 20$$

$$\mu_{LS}(z) = \begin{cases} \frac{z-10}{15}, & 10 \leq z \leq 25, \\ 1 - \frac{z-25}{15}, & 25 \leq z \leq 40, \end{cases}$$

$$\mu_{MS}(z) = \begin{cases} \frac{z-30}{20}, & 30 \leq z \leq 50, \\ 1 - \frac{z-50}{20}, & 50 \leq z \leq 70, \end{cases}$$

$$\mu_{HS}(z) = \begin{cases} \frac{z-60}{15}, & 60 \leq z \leq 75, \\ 1 - \frac{z-75}{15}, & 75 \leq z \leq 90, \end{cases}$$

$$\mu_{OS}(z) = \frac{z-80}{23}, 80 \leq z \leq 103$$

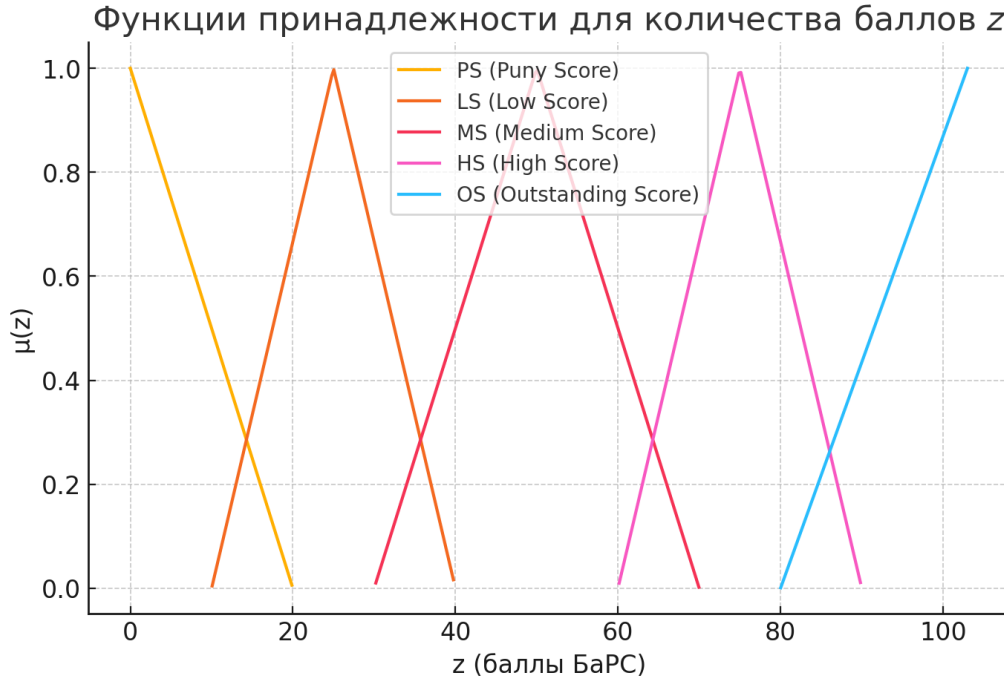


Рис. 3: Функция принадлежности для выхода z .

3 Блок выработки решения

На основе лингвистических термов построим базу правил

Посещаемость \ Средняя оценка	LAS	MAS	HAS
LA	PS	LS	MS
MA	LS	MS	HS
HA	MS	HS	OS

3.1 Процедура вычисления истинности правил

Пусть заданы входные значения

$$h = 25, \quad y = 4.0.$$

Вычислим сразу ненулевые степени принадлежности:

$$\mu_{HA}(25) = \frac{25 - 21}{11} = 0.364, \quad \mu_{MAS}(4.0) = 0.50, \quad \mu_{HAS}(4.0) \approx 0.333.$$

Посещаемость / Средняя оценка	LAS	MAS	HAS
LA	PS	LS	MS
MA	LS	MS	HS
HA	MS	HS	OS

Для каждой из этих двух активированных ячеек вычисляем степень истинности:
Агрегирование:

$$\alpha_{HS} = \min(\mu_{HA}(25), \mu_{MAS}(4.0)) = \min(0.364, 0.50) = 0.364$$

$$\alpha_{OS} = \min(\mu_{HA}(25), \mu_{HAS}(4.0)) = \min(0.364, 0.333) = 0.333.$$

Активация:

$$\tilde{\mu}_{HS}(z) = \min(\mu_{HS}(z), 0.364), \quad \tilde{\mu}_{OS}(z) = \min(\mu_{OS}(z), 0.333),$$

Аккумуляция:

$$\mu_{agg}(z) = \max(\tilde{\mu}_{HS}(z), \tilde{\mu}_{OS}(z)), \quad z \in [0, 103].$$

4 Дефазификация

Для получения единственного числового ответа z^* применяем метод центра тяжести:

$$z^* = \frac{\int_0^{103} z \mu_{\text{agg}}(z) dz}{\int_0^{103} \mu_{\text{agg}}(z) dz}.$$

При численной аппроксимации получаем

$$z^* \approx 82.4.$$

Таким образом, при $h = 25$ и $y = 4.0$ студент набирает примерно 82 балла БаРС.