

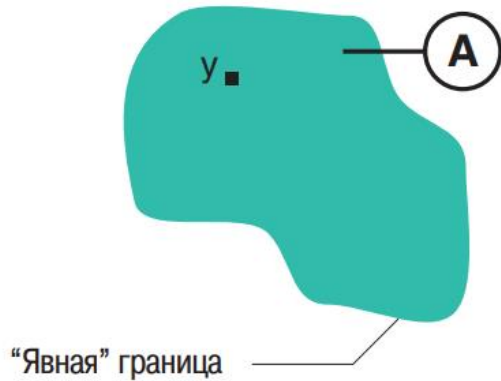
Теорія нечітких множин

Поняття часткової належності до множини

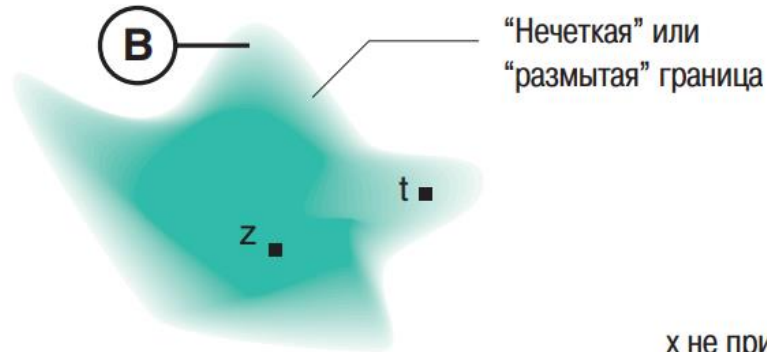
- Поняття множин використовується в багатьох математичних теоріях. Це важливе поняття, однак, не розглядає прості ситуації, коли не все ясно і зрозуміло.
- Наприклад при виборі фруктів дуже не складно визначити загальний набір яблук. Однак, при цьому непросто визначити набір стиглих яблук. Ми розуміємо, що яблука дозрівають поступово ... поняття набору стиглих яблук, таким чином, є не чітким (розпливчастим).

- Поняття нечіткої множини було прийнято для того, щоб врахувати подану вище ситуацію.
- Теорія нечітких множин **базується** на понятті **часткової належності до множини**: кожен елемент належить до нечіткій множині трохи або частково.

Порівняння множин



A: обычное множество



B: нечеткое множество

x не принадлежит ни **A** ни **B**
y полностью принадлежит **A**
z полностью принадлежит **B**
t частично принадлежит **B**

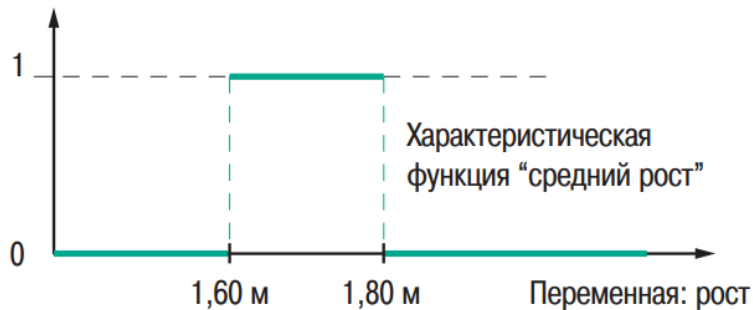
Функція приналежності

- **Нечітка множина** визначається за допомогою «**функції приналежності**», яка відповідає поняттю "характеристична функція" в класичній логіці.
- Припустимо, ми хочемо визначити множину людей «середнього зросту».
- У класичній логіці ми повинні визначити, що **середнім ростом ми вважаємо** зростання між 1,60 м і 1,80 м.

- Характеристична функція в цьому випадку дає "0" для всіх, відмінних від заданого діапазону ростові і "1" якщо зростання відповідає заданому.

- Нечітка множина людей «середнього зросту» задається за допомогою «функції приналежності», яка в цьому випадку може набувати значень в діапазоні $[0; 1]$.

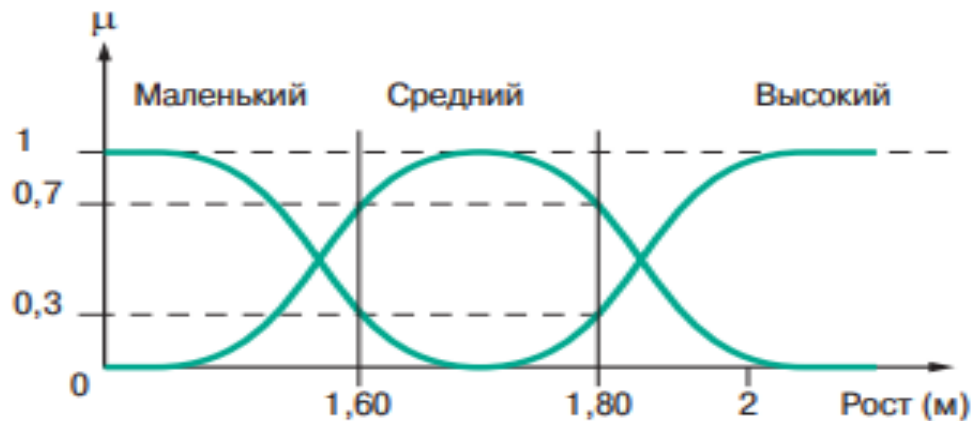
Степень принадлежности μ

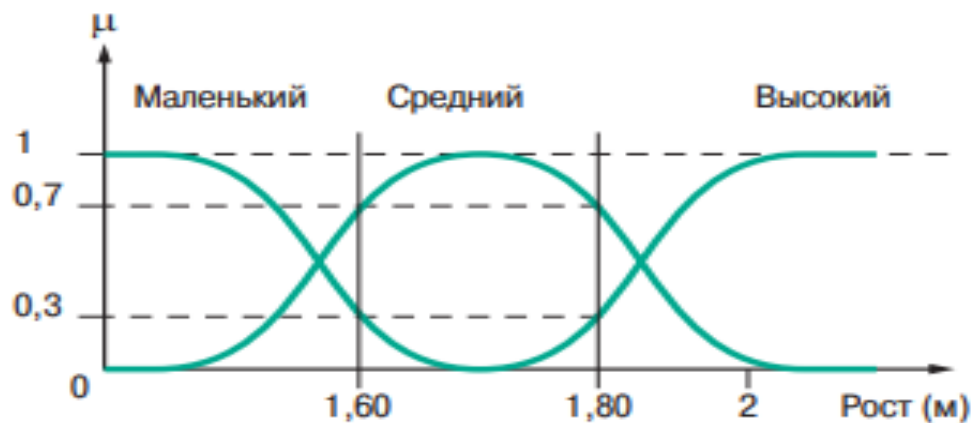


Степень принадлежности μ



Кілька нечітких множин можна визначити через одну змінну, яка приймає декількох значень, наприклад множини "маленький зріст" "високий зріст". Кожне поняття описує функція приналежності



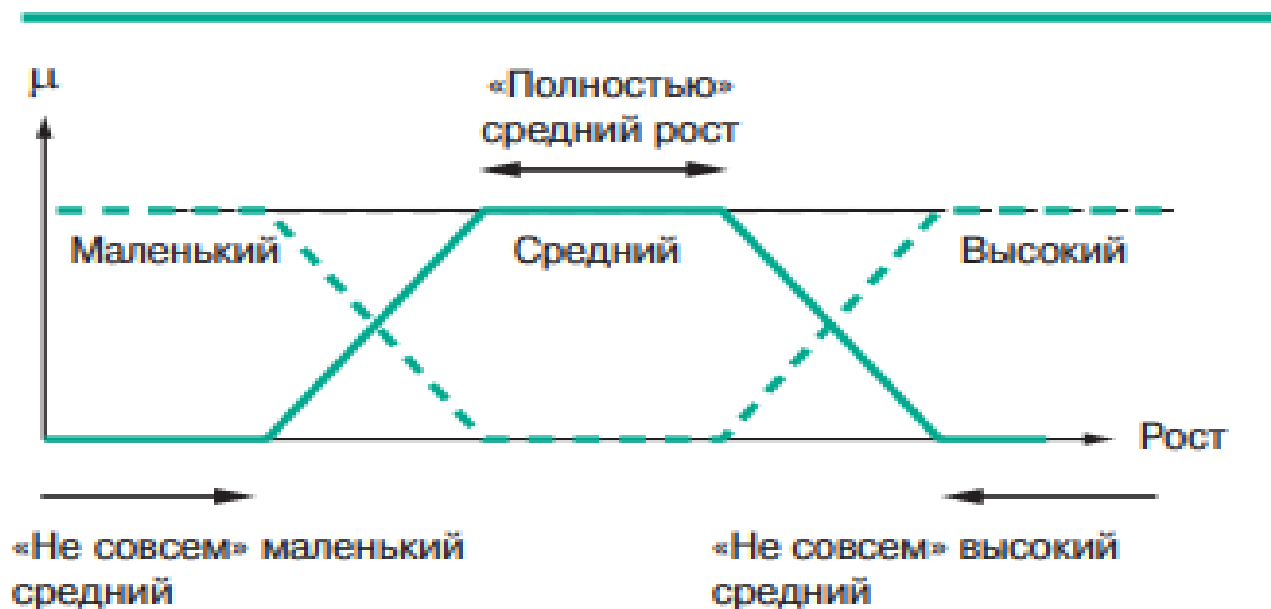


Цей приклад показує можливість застосування нечіткої логіки. Людини зростанням 1,80 м можна віднести до групи "високий" зі ступенем приналежності 0,3 і до групи "середнє" зі ступенем приналежності 0,7.

- У класичній логіці перехід від середнього зросту до високого миттєвий. Людина з ростом 1,80 м швидше за все належить групі середнього зросту, а людина ростом 1,81 м швидше за все високий.
- **Змінна (зріст)** і її **опис (середній, високий)** є **лінгвістичною змінною** і **лінгвістичними описами** відповідно.

Функція приналежності може приймати будь-яку форму.

Найчастіше для їх подання використовуються **кусочно-лінійні лінії**



Підготовка завдання - визначення ступеня приналежності

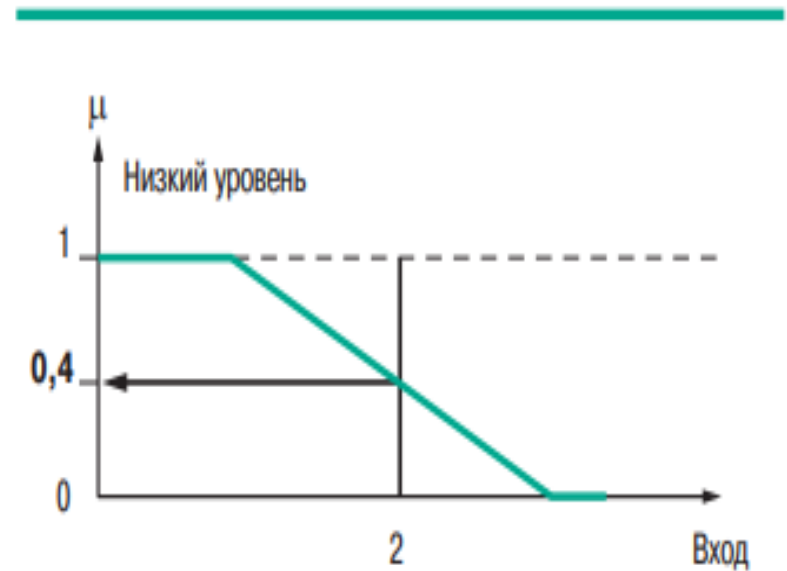
- Підготовка завдання для вирішення методами нечіткої логіки (**фазифікації**) дозволяє конвертувати **реальні** значення змінних в **нечіткі**.

Фазифікація

полягає у визначенні ступеня приналежності змінної (вимір, наприклад) до нечіткої множини.

Наприклад, якщо поточне значення «вхідний» змінної 2 то вона належить множині "низький рівень" зі ступенем приналежності 0,4.

Це і є результат фазифікації.



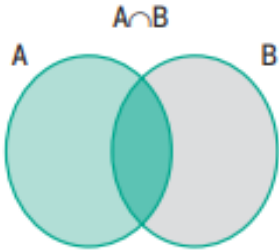
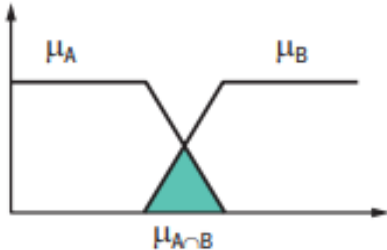
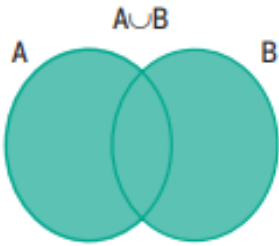
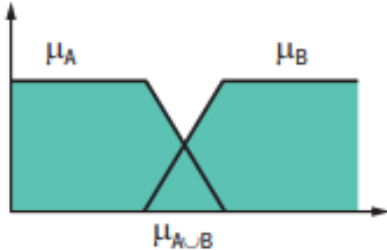

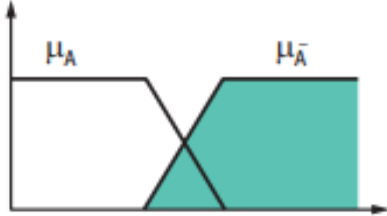
Оператори нечіткої логіки

Оператори використовуються для запису комбінацій логічних понять нечіткою логікою, щоб обчислювати ступеня істинності.

Застосовуються стандартні логічні оператори **AND**, **OR** і **NOT**.

Приклад: Відповідна квартира = Розумна ціна оренди **AND** Достатня площа.

Оператори нечіткої логіки

		Оператор Заде	Логическая операция	
Пересечение		$\mu_{A \cap B} = \min(\mu_A, \mu_B)$	AND	
Объединение		$\mu_{A \cup B} = \max(\mu_A, \mu_B)$	OR	
Отрицание		$\mu_{\bar{A}} = 1 - \mu_A$	NOT	

Ступінь істинності припущення A записується як $\mu(A)$.

Перетин

- Логічним оператором перетину множин є оператор **AND**.
- Ступенем істинності припущення

A AND B

є **мінімум** зі ступенів істинності A і B:

$$\mu(A \text{ AND } B) = \text{MIN}(\mu(A), \mu(B))$$

Наприклад:

- "Низька Температура" істинно на 0,7.
- "Низьке Тиск" істинно на 0,5.

Тому твердження

"Низька Температура" AND "Низьке Тиск "
істинно на $0,5 = \text{MIN}(0,7; 0,5)$.

ВАЖЛИВО: при використанні AND в нечіткій логіці результат аналогічний класичній логіці: 0 і 1 виходить 0.

Об'єднання

Логічним оператором об'єднання множин є оператор **OR**.

Ступенем істинності припущення "A **OR** B" є **максимум** з ступенів істинності припущень A і B:

$$\mu(A \text{ AND } B) = \text{MIN}(\mu(A), \mu(B))$$

Наприклад:

- "Низька Температура" істинно на 0,7.
- "Низьке Тиск" істинно на 0,5.

Тому твердження "Низька Температура" **OR**
"Низьке Тиск" істинно на 0,7.