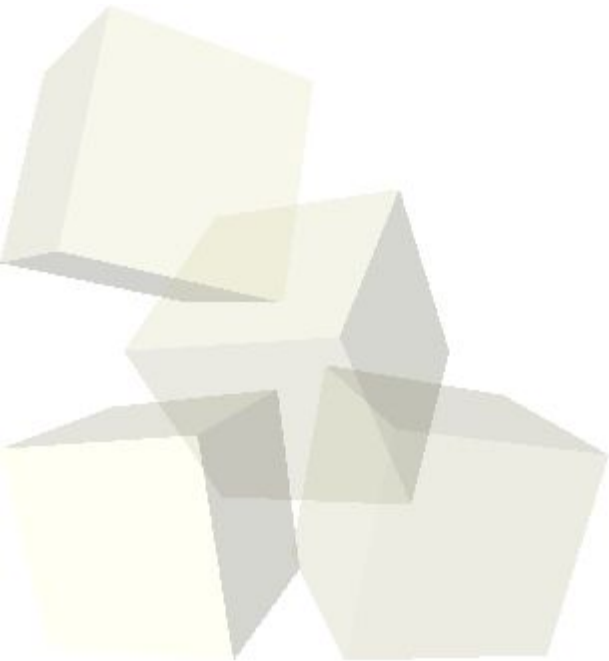




**Курс «Нейронные сети и системы нечеткой логики»**

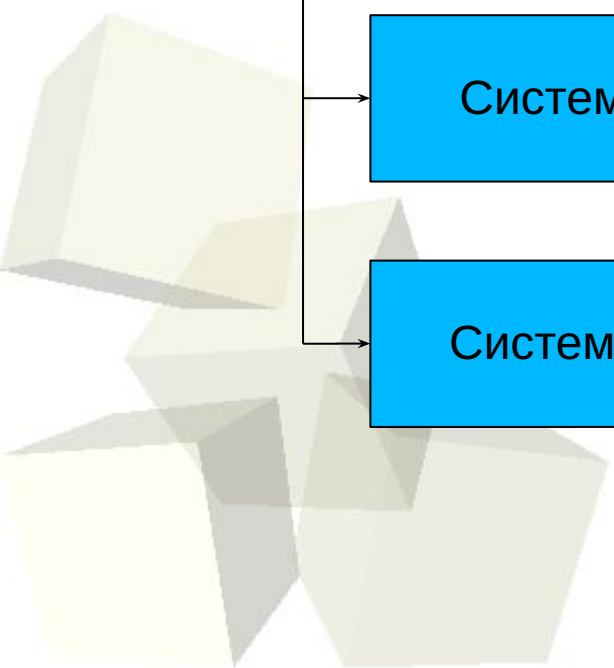
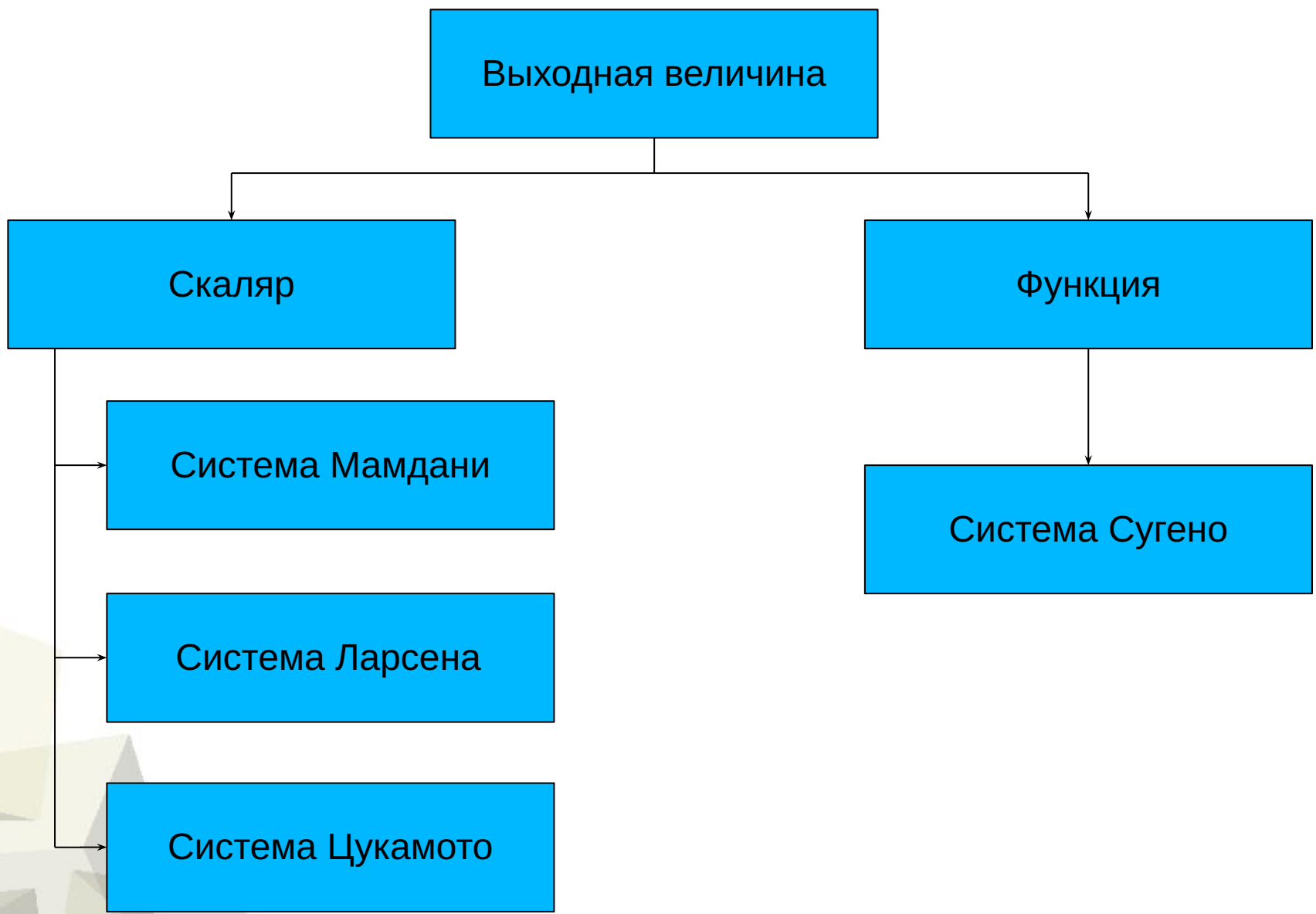
**Лекция 6**

# **Типовые структуры систем нечеткой ЛОГИКИ**





# Классификация систем нечеткой логики

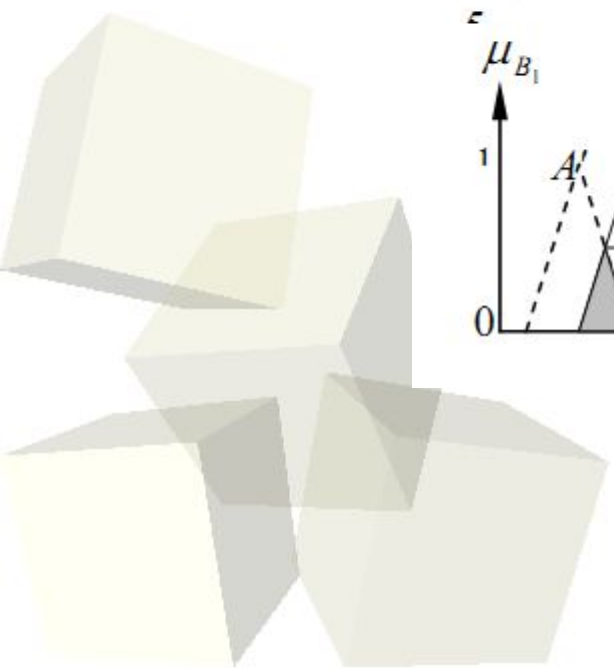
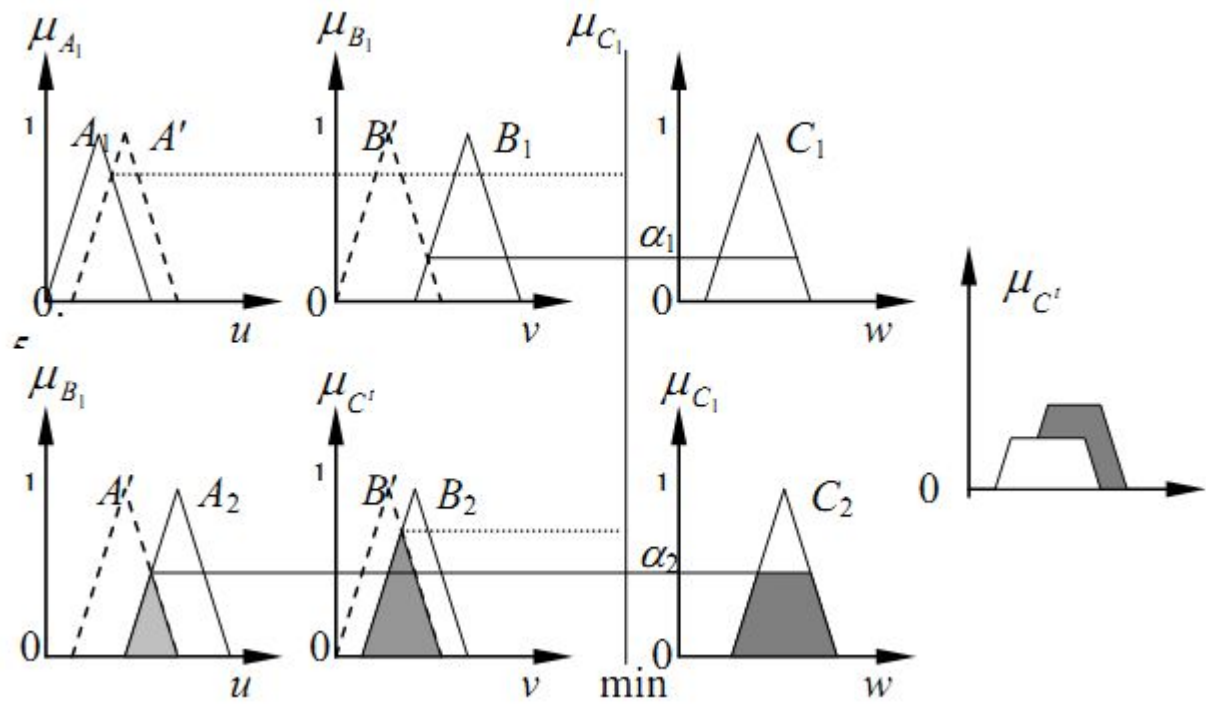




# Система нечеткой логики Мамдани

Впервые как обособленная система обоснована в 1975 г.

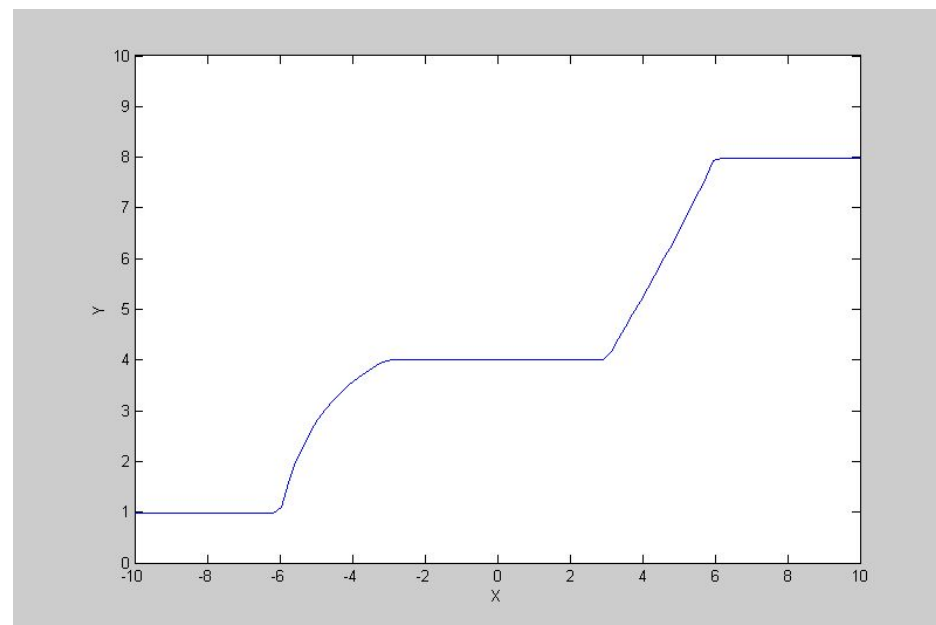
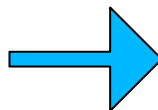
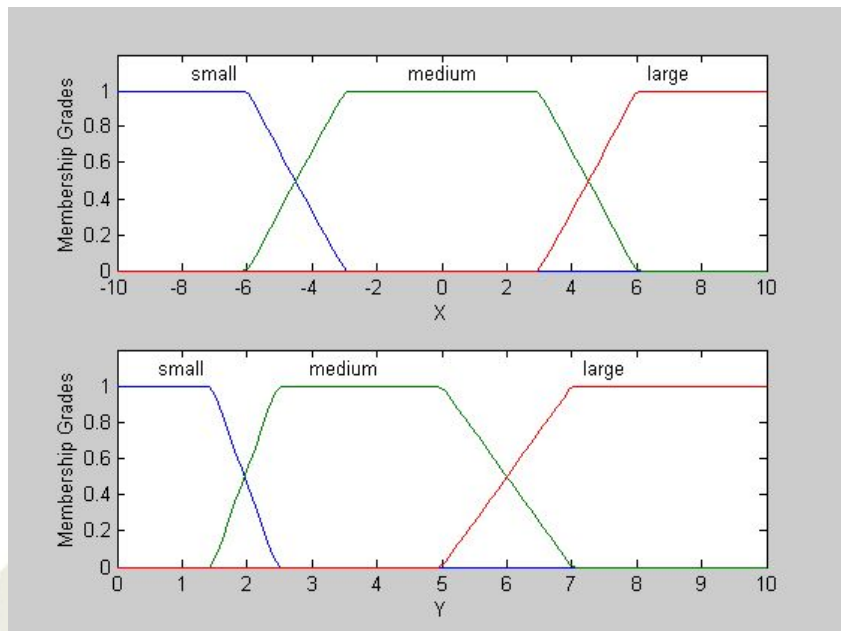
Выходная величина вычисляется одним из рассмотренных ранее методом дефаззификации. Результатом операции всегда будет скаляр, т.е. значение некоторой функции в заданной точке.





# Система нечеткой логики Мамдани

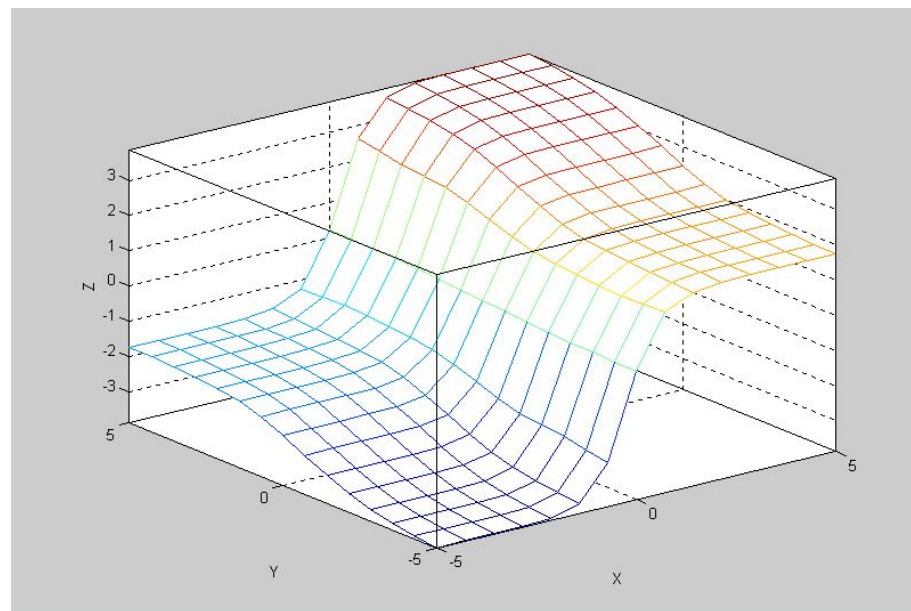
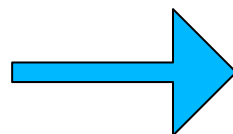
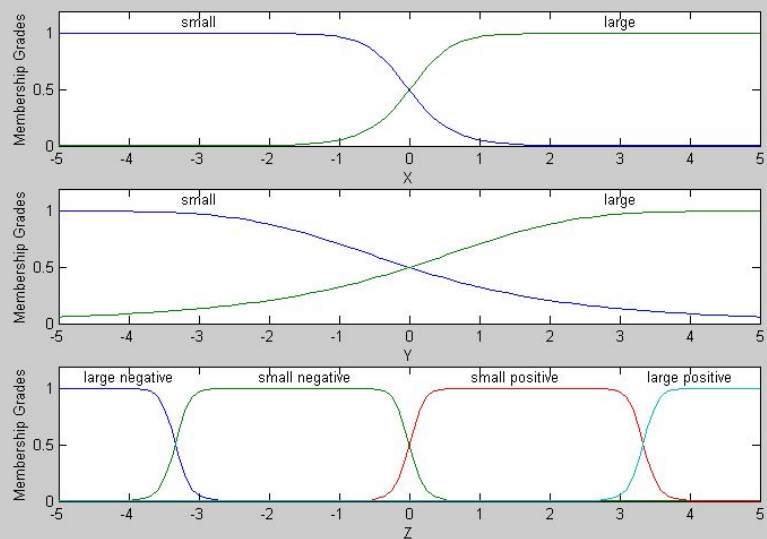
Функция, описывающая зависимость между входными и выходными величинами зависит от выбранных методов инференции и дефаззификации, от формы и взаиморасположения термов функций принадлежности.



Пример графического отображения зависимости выходной величины от входной.



# Система нечеткой логики Мамдани



Пример графического отображения зависимости выходной величины от входных.

Один из типичных методов настройки – симметричная таблица правил. Минимум и максимум выходной величины располагаются на одинаковом расстоянии от одной из диагоналей матрицы.

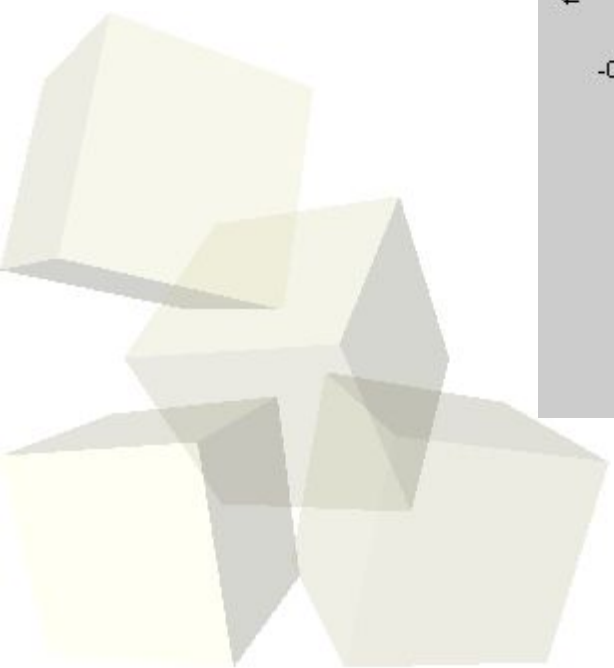
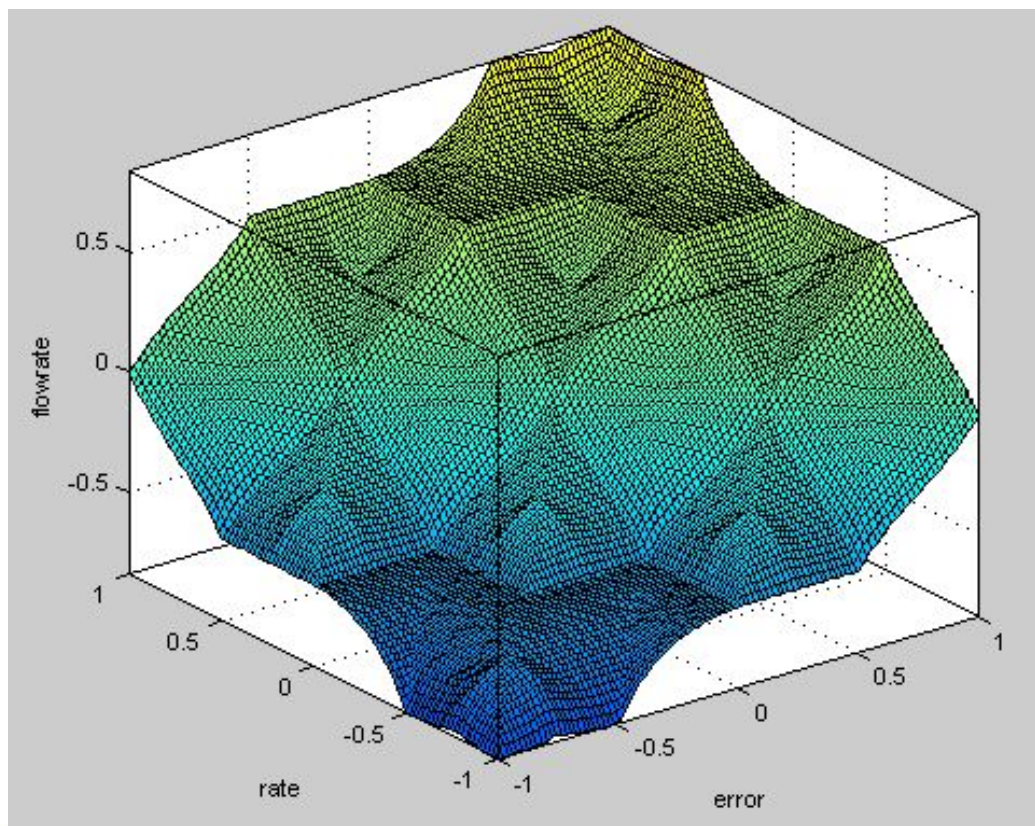


# Система нечеткой логики Мамдани

Пример: регулирование уровня воды в баке.

С целью улучшения качества регулирования введем вторую регулируемую величину – скорость нарастания уровня воды.

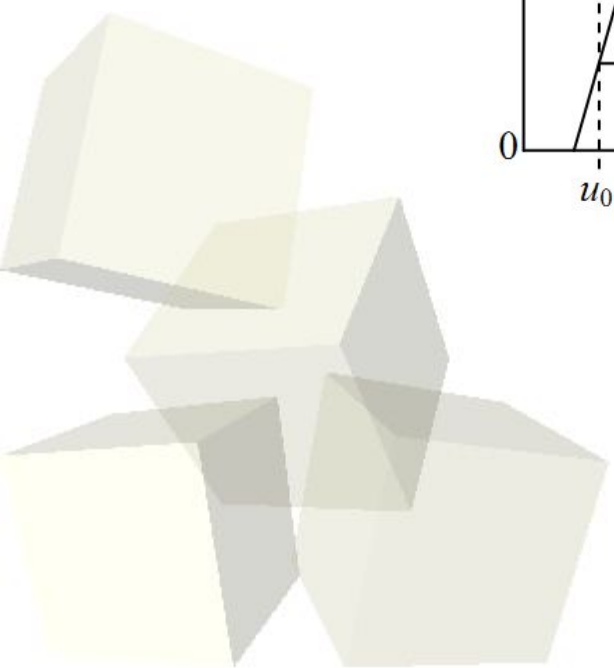
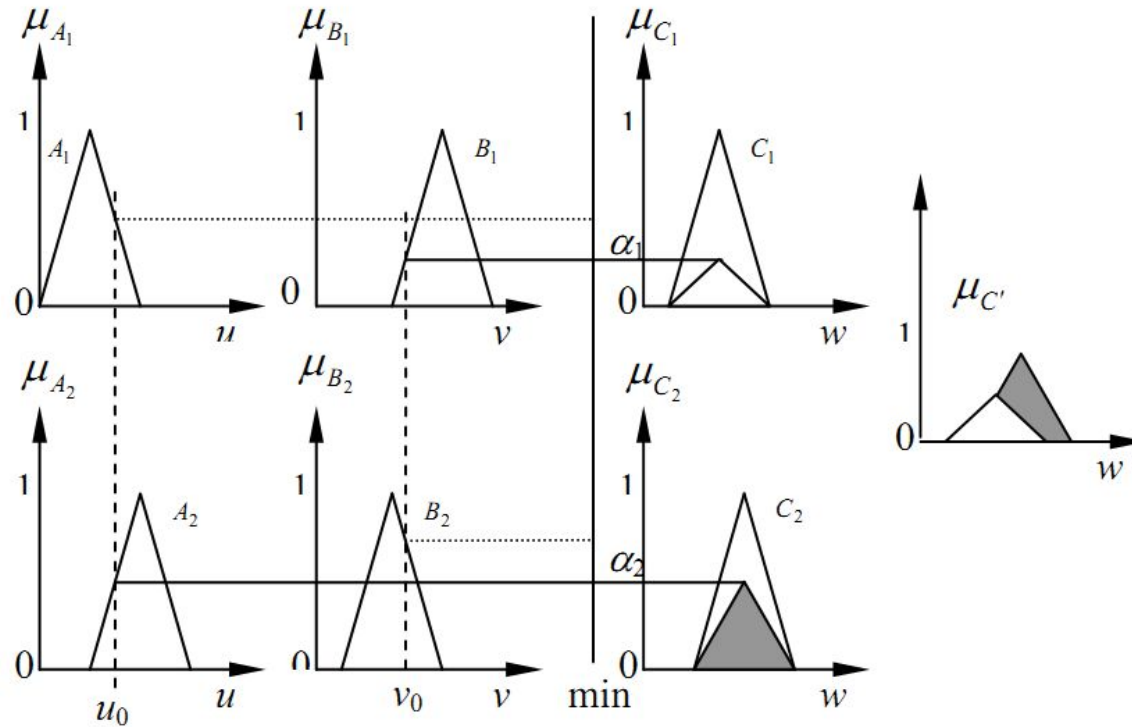
При симметричном методе настройки и симметричном расположении термов функций принадлежности получим такую поверхность регулирования:





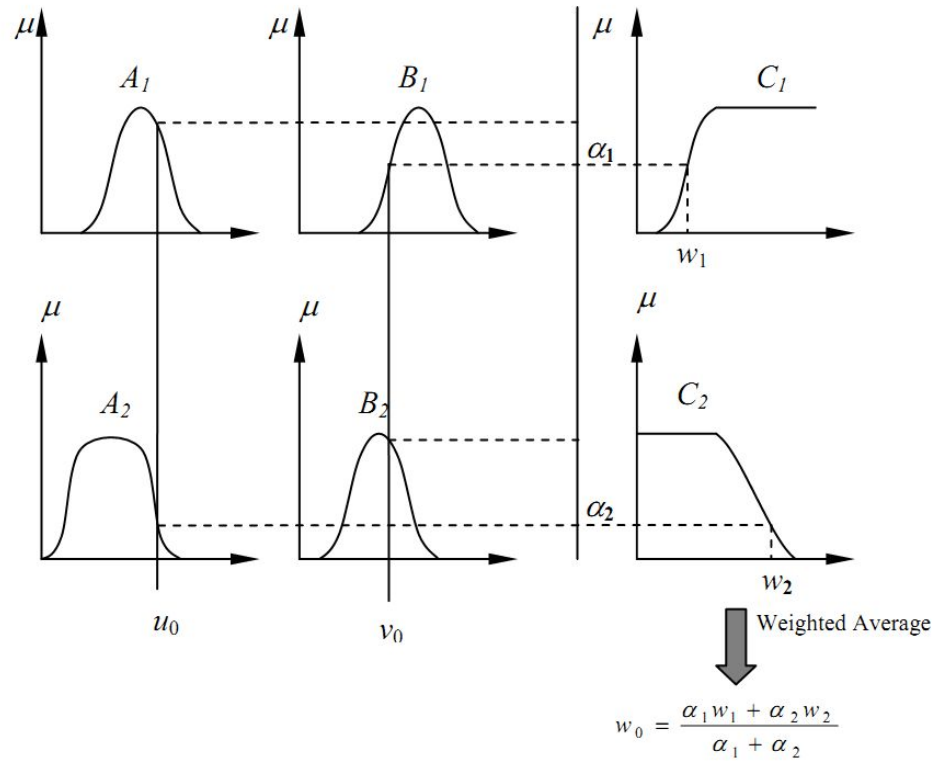
# Система нечеткой логики Ларсена

Иногда данную систему рассматривают как подтип системы Мамдани, не выделяя отдельно. Ее единственное отличие от рассмотренной ранее системы Мамдани заключается в способе получения результирующего множества выходной величины.

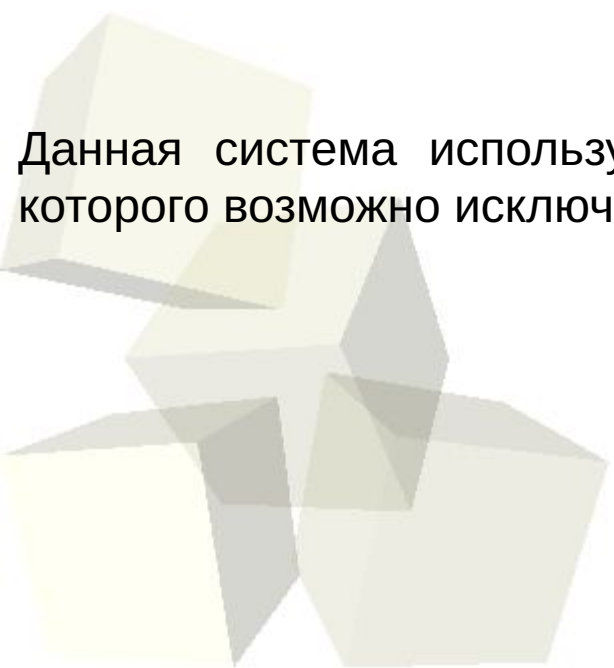




# Система нечеткой логики Цукамото



Данная система использует свой специфический метод дефаззификации, применение которого возможно исключительно для монотонных функций принадлежности.







# Система нечеткой логики Сугено

В иностранной литературе эту систему также называют TSK, как аббревиатуру фамилий трех ее основоположников – Такаги, Сугено, Канг, сформулировавших принципы работы такой системы в 1985-1988 гг.

Принципиальное отличие от рассмотренных ранее систем заключается в методике инференции. Предыдущие системы работают на основе правил:

**ЕСЛИ  $x \in A$  ТО  $y \in B$**

В основе системы Сугено лежит иной принцип:

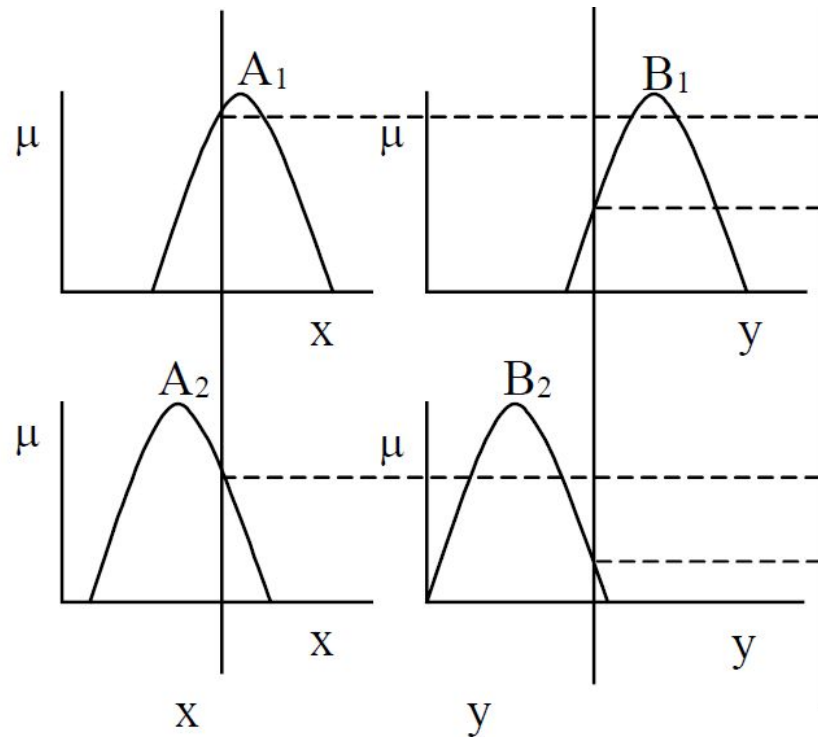
**ЕСЛИ  $x \in A$  ТО  $y=f(x)$**

То есть, на выходе такой системы мы имеем некоторую функцию, например, полиномиальную.






# Система нечеткой логики Сугено



$$w_1 \quad z_1 = p_1x + q_1y + r_1$$

$$w_2 \quad z_2 = p_2x + q_2y + r_2$$

weighted average 

$$z = \frac{w_1z_1 + w_2z_2}{w_1 + w_2}$$

