

Программирование «на словах» — нечёткая логика Л. Заде

Зубюк Андрей Владимирович
zubjuk@physics.msu.ru

<http://NeuroFuzzy.Phys.MSU.ru>

Задача. Обогрев помещения зимой — поддержание комнатной температуры воздуха.

Исходные данные. Помещение, воздух в котором охлаждается естественным путём.

Обогреватель, мощность P которого плавно регулируется в диапазоне $[0, P_{\max}]$.

Пример «чёткого» алгоритма регулировки мощности обогревателя.

- 1 Если (IF) температура воздуха ниже 20°C , (THEN) включить обогреватель на мощность $P = P_{\max}$.
- 2 Если (IF) температура воздуха от 20 до 23°C , (THEN) включить обогреватель на мощность $P = P_{\max}/2$.
- 3 Если (IF) температура воздуха выше 23°C , (THEN) выключить обогреватель, т. е. $P = 0$.

Задача. Обогрев помещения зимой — поддержание комнатной температуры воздуха.

Исходные данные. Помещение, воздух в котором охлаждается естественным путём.

Обогреватель, мощность P которого плавно регулируется в диапазоне $[0, P_{\max}]$.

Пример лингвистического описания алгоритма регулировки мощности обогревателя.

- 1 Если (IF) температура воздуха ниже комнатной, (THEN) включить обогреватель на большую мощность.
- 2 Если (IF) температура воздуха комнатная, (THEN) включить обогреватель на среднюю мощность.
- 3 Если (IF) температура воздуха выше комнатной, (THEN) почти выключить обогреватель.

Нечёткое множество по Заде как математическая модель нечёткого лингвистического высказывания

L. A. Zadeh, "Fuzzy sets", **Information and Control**, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965

L. A. Zadeh, "Fuzzy logic — a personal perspective", **Fuzzy Sets and Systems**, vol. 281, pp. 4–20, 2015

Пример нечёткого высказывания

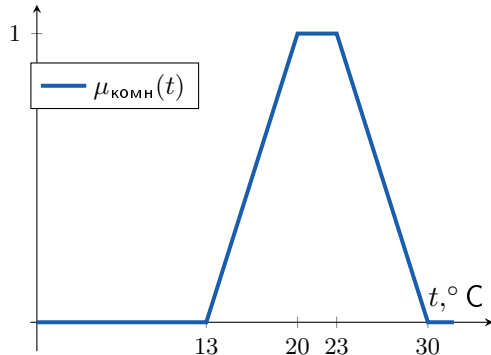
Температура воздуха t — комнатная.

Ещё пример

Температура воздуха t — ниже комнатной.

И ещё один пример

Температура воздуха t — выше комнатной.



Индикаторная функция обычного чёткого множества принимает только 2 значения: $\{0, 1\}$.
Функция принадлежности нечёткого множества — любые значения на отрезке $[0, 1]$.

Нечёткое множество по Заде как математическая модель нечёткого лингвистического высказывания

L. A. Zadeh, "Fuzzy sets", **Information and Control**, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965

L. A. Zadeh, "Fuzzy logic — a personal perspective", **Fuzzy Sets and Systems**, vol. 281, pp. 4–20, 2015

Пример нечёткого высказывания

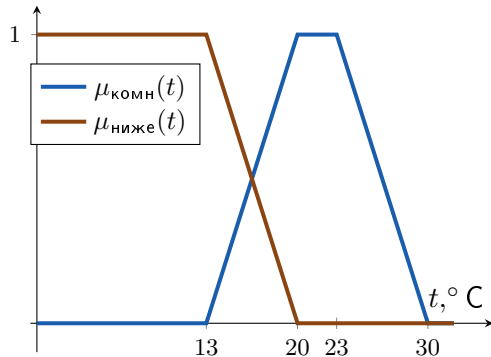
Температура воздуха t — комнатная.

Ещё пример

Температура воздуха t — ниже комнатной.

И ещё один пример

Температура воздуха t — выше комнатной.



Индикаторная функция обычного чёткого множества принимает только 2 значения: $\{0, 1\}$.
Функция принадлежности нечёткого множества — любые значения на отрезке $[0, 1]$.

Нечёткое множество по Заде как математическая модель нечёткого лингвистического высказывания

L. A. Zadeh, "Fuzzy sets", **Information and Control**, vol. 8, no. 3, pp. 338–353, 1965

L. A. Zadeh, "Fuzzy logic — a personal perspective", **Fuzzy Sets and Systems**, vol. 281, pp. 4–20, 2015

Пример нечёткого высказывания

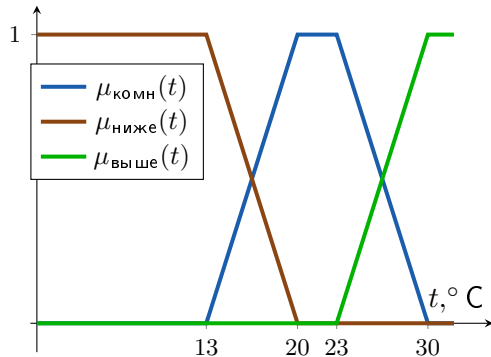
Температура воздуха t — комнатная.

Ещё пример

Температура воздуха t — ниже комнатной.

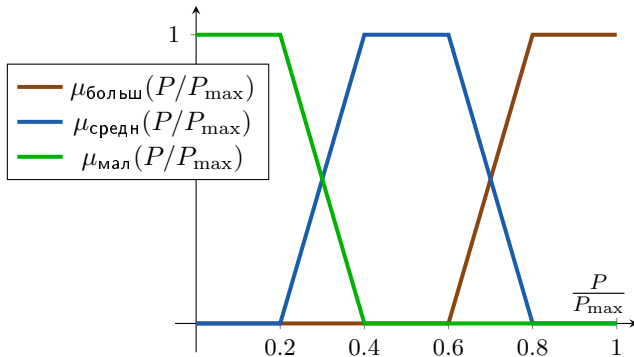
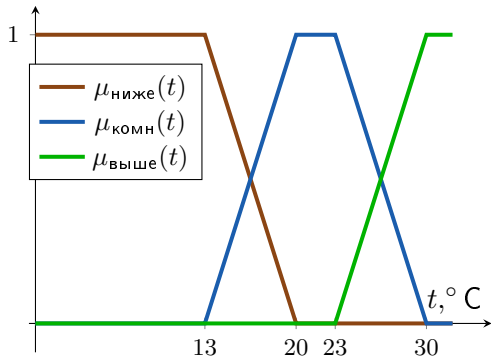
И ещё один пример

Температура воздуха t — выше комнатной.



Индикаторная функция обычного чёткого множества принимает только 2 значения: $\{0, 1\}$.
Функция принадлежности нечёткого множества — любые значения на отрезке $[0, 1]$.

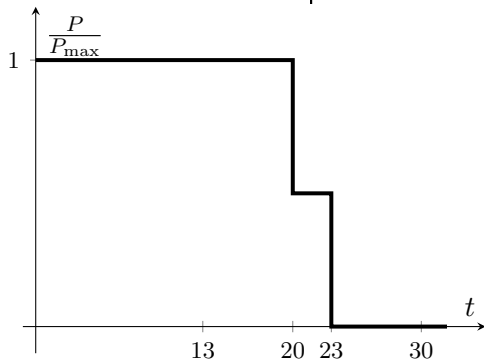
- 1 Если (IF) температура воздуха ниже комнатной, (THEN) включить обогреватель на большую мощность.
- 2 Если (IF) температура воздуха комнатная, (THEN) включить обогреватель на среднюю мощность.
- 3 Если (IF) температура воздуха выше комнатной, (THEN) почти выключить обогреватель.



Комбинирование значений функций принадлежности, результаты

Логическое «ИЛИ»	Логическое «И»
$\max\{x, y\}$	$\min\{x, y\}$
$\max\{x, y\}$	xy
$1 - (1 - x)(1 - y)$	xy

«Чёткий» алгоритм



Нечёткий алгоритм

