

Выполнил: Тимошинов Егор Борисович

Группа: 16

Лабораторная работа № 8

Проектирование нечетких систем Суджено

Цель работы

Изучение методов проектирования нечетких систем вывода Суджено, построение функций принадлежности для входных переменных, определение правил вывода и анализ результатов работы системы.

Описание задачи

В данной работе рассматривается система управления температурой с использованием нечеткой логики Суджено. Система имеет две входные переменные:

- **Температура (T)** - текущая температура в диапазоне от 0 до 50°C
- **Скорость изменения температуры (dT)** - скорость изменения температуры в диапазоне от -5 до +5 град/мин

Выходная переменная системы - **Мощность нагревателя (P)**, которая может принимать значения от 0 до 100%.

Описание системы

Входные переменные и функции принадлежности

Переменная "Температура"

Для переменной "Температура" определены три лингвистических терма:

- **Низкая** - треугольная функция принадлежности с параметрами (0, 0, 20)
- **Средняя** - треугольная функция принадлежности с параметрами (10, 25, 40)
- **Высокая** - треугольная функция принадлежности с параметрами (30, 50, 50)

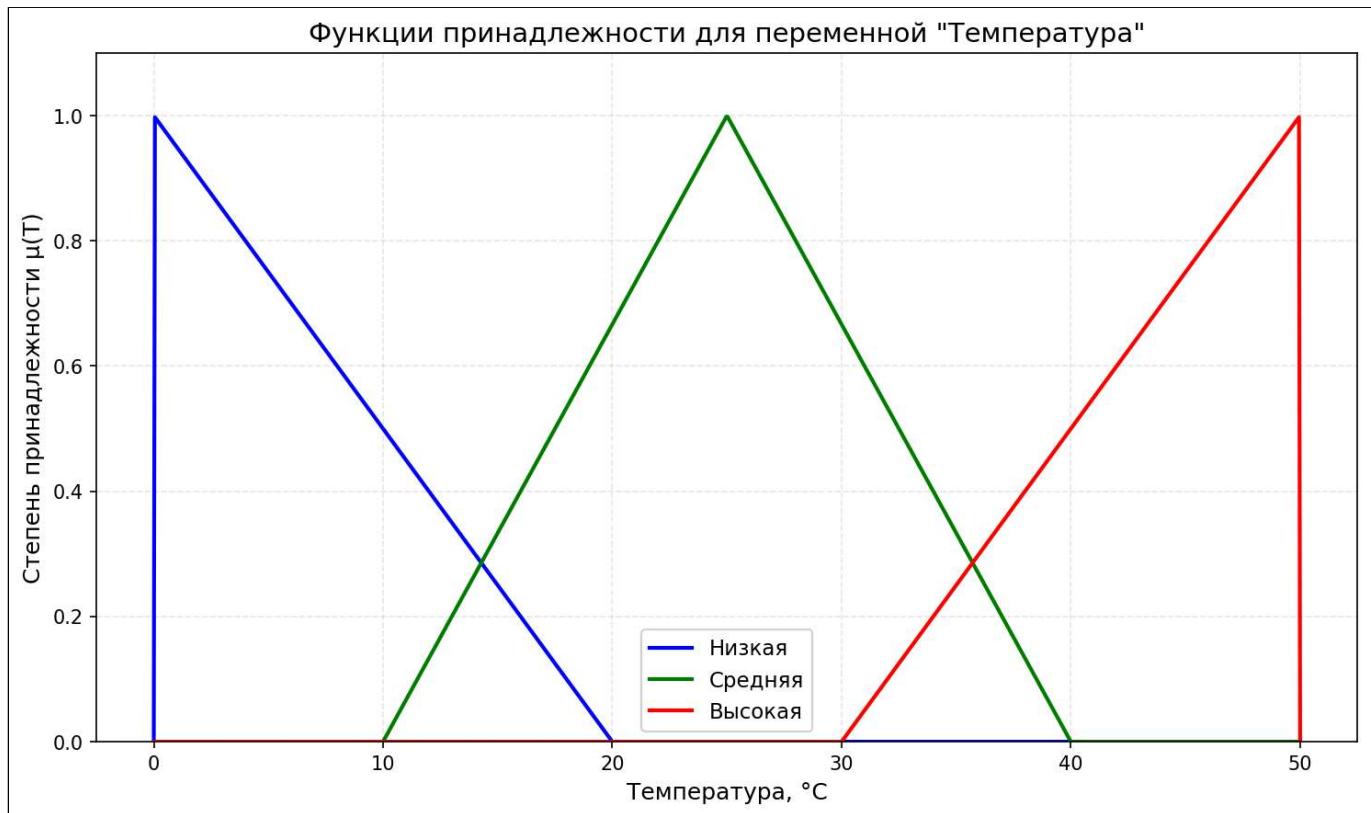


Рисунок 1. Функции принадлежности для переменной "Температура"

Переменная "Скорость изменения температуры"

Для переменной "Скорость изменения температуры" определены три лингвистических терма:

- **Отрицательная** - треугольная функция принадлежности с параметрами (-5, -5, 0)
- **Нулевая** - треугольная функция принадлежности с параметрами (-2.5, 0, 2.5)
- **Положительная** - треугольная функция принадлежности с параметрами (0, 5, 5)

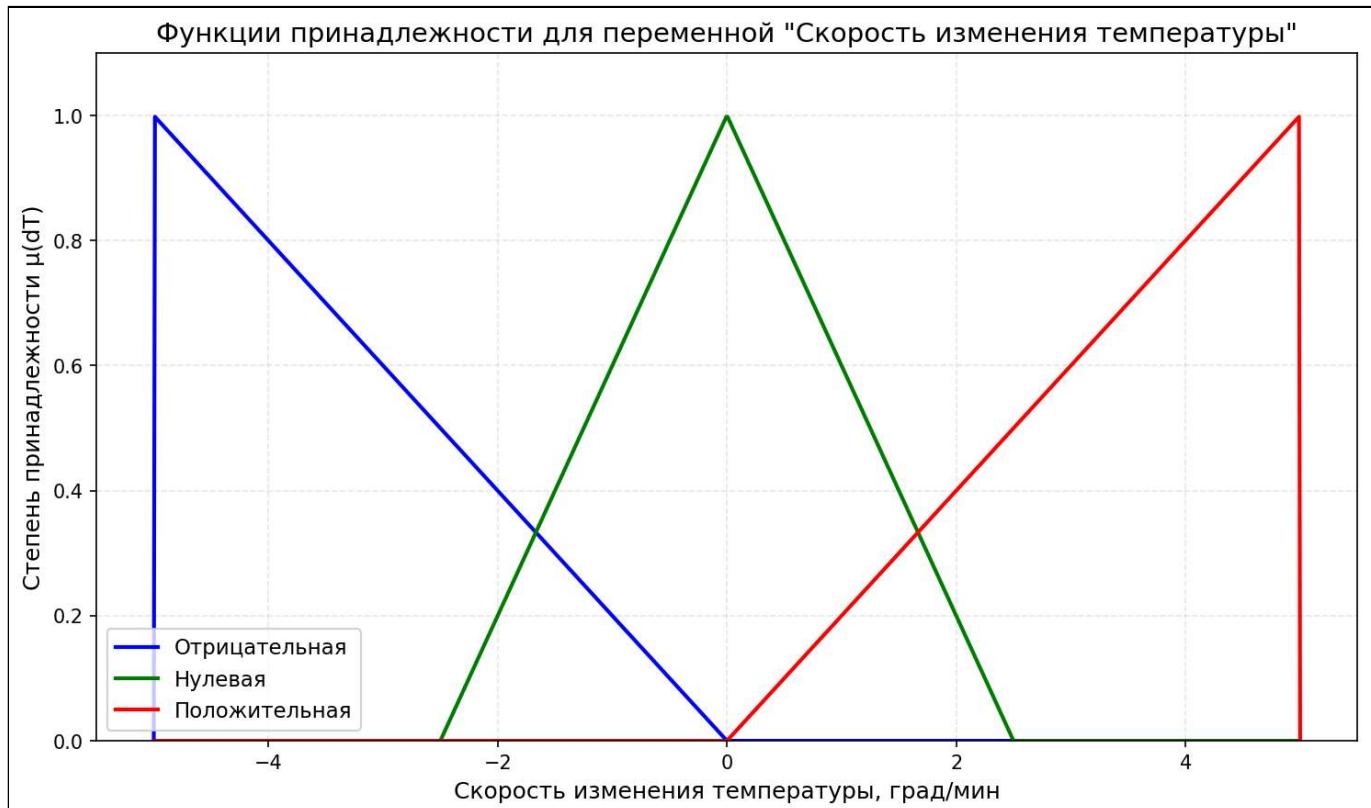


Рисунок 2. Функции принадлежности для переменной "Скорость изменения температуры"

Правила вывода Суджено

В системе Суджено выходные значения правил определяются как константы или функции входных переменных. В данной работе используются константные выходные значения.

База правил системы состоит из 9 правил:

№	Условие	Выходное значение Р, %
1	Если Т низкая И dT отрицательная	100
2	Если Т низкая И dT нулевая	80
3	Если Т низкая И dT положительная	60
4	Если Т средняя И dT отрицательная	70
5	Если Т средняя И dT нулевая	50
6	Если Т средняя И dT положительная	30
7	Если Т высокая И dT отрицательная	40
8	Если Т высокая И dT нулевая	20
9	Если Т высокая И dT положительная	0

Метод вывода Суджено

В системе Суджено выходное значение вычисляется по формуле:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

где:

- w_i - степень активации i -го правила (минимум значений функций принадлежности условий правила)
- z_i - выходное значение i -го правила (константа или функция входных переменных)
- n - количество правил

Результаты работы системы

Поверхность вывода

Поверхность вывода показывает зависимость выходной переменной (мощность нагревателя) от входных переменных (температура и скорость изменения температуры).

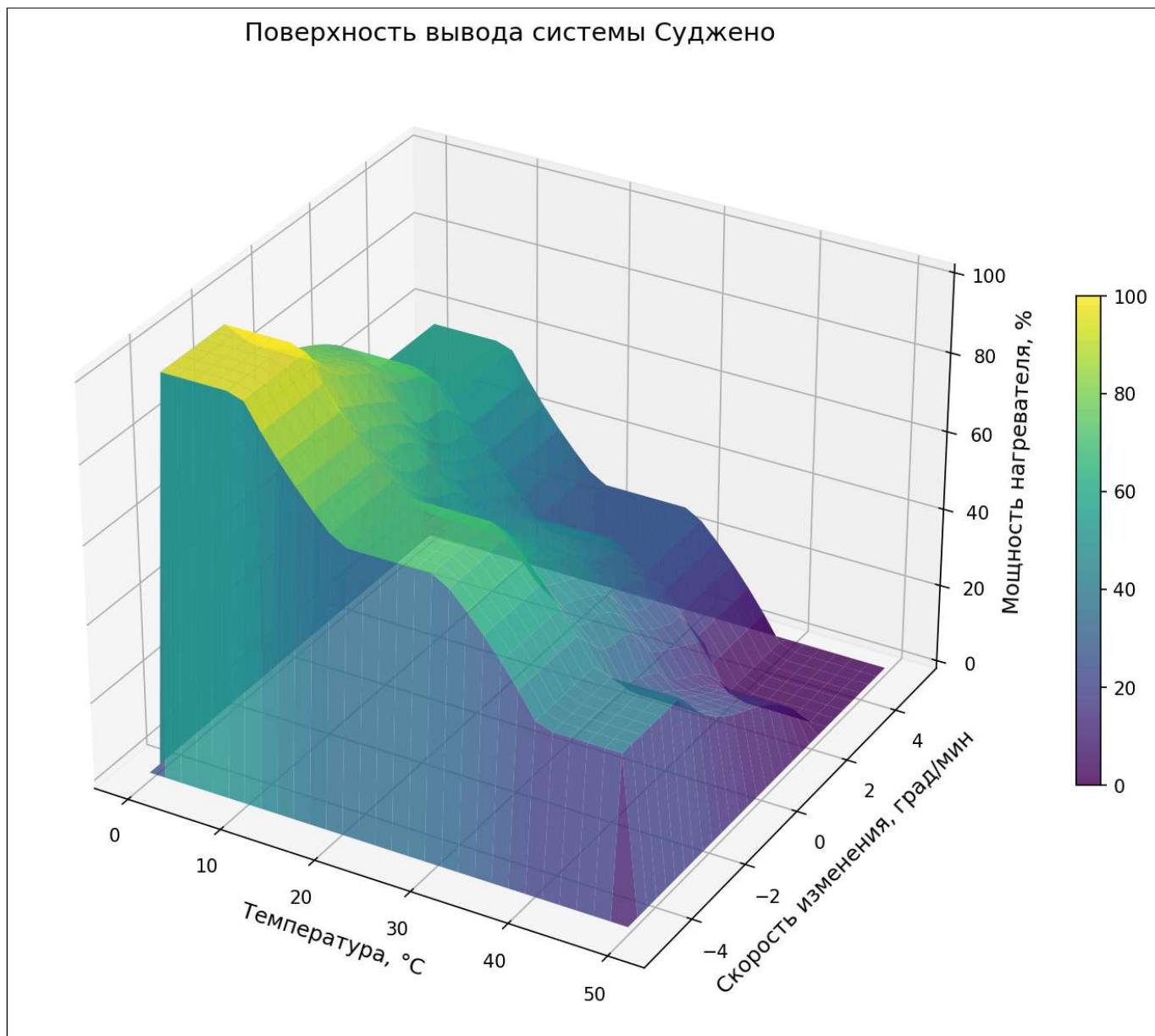


Рисунок 3. Поверхность вывода системы Суджено

Тестирование системы

Система была протестирована на нескольких тестовых примерах. Результаты представлены в таблице:

№	Температура T, °C	Скорость изменения dT, град/мин	Мощность нагревателя P, %
1	5.0	-2.0	93.33
2	15.0	0.0	62.86
3	25.0	1.0	45.00
4	35.0	-1.0	44.41
5	45.0	3.0	0.00

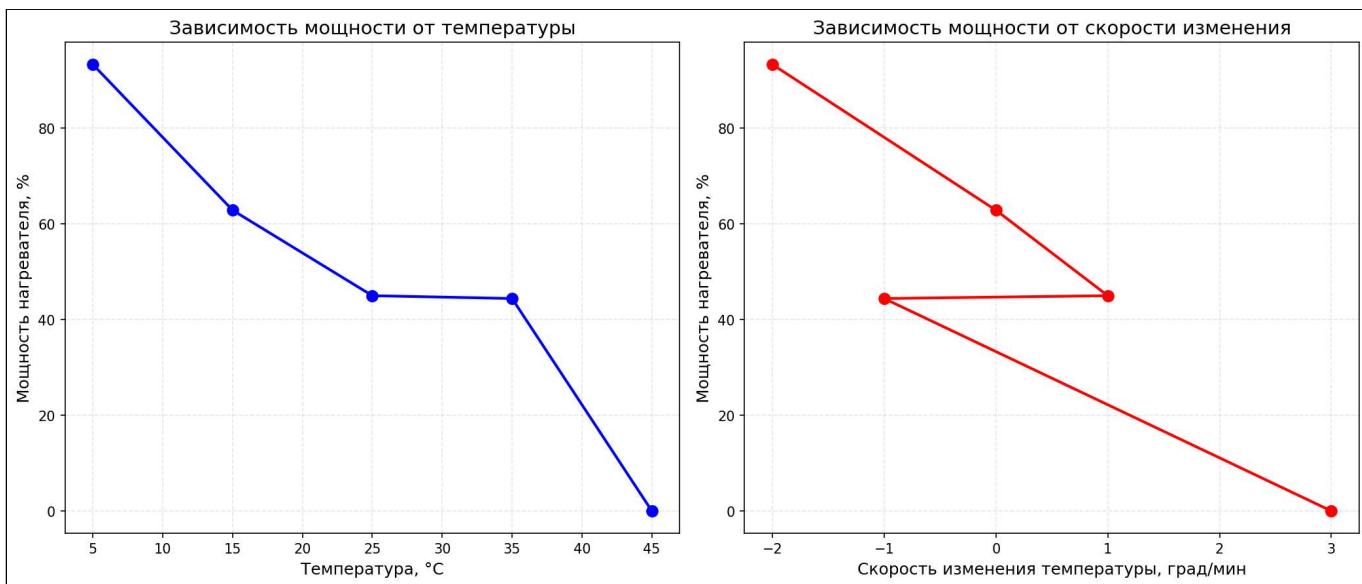


Рисунок 4. Результаты тестирования системы

Анализ результатов

Анализ результатов работы системы показывает следующее:

- При низкой температуре и отрицательной скорости изменения система выдает максимальную мощность (100%), что логично для быстрого нагрева.
- При высокой температуре и положительной скорости изменения система выдает минимальную мощность (0%), что предотвращает перегрев.
- Система плавно изменяет выходное значение в зависимости от входных переменных, что обеспечивает стабильное управление.
- Поверхность вывода имеет плавный характер без резких скачков, что является преимуществом системы Суджено.

Выводы

В результате выполнения лабораторной работы была спроектирована и реализована нечеткая система вывода Суджено для управления температурой. Система успешно работает с двумя входными переменными и выдает адекватные значения мощности нагревателя в зависимости от текущей температуры и скорости её изменения.

Основные особенности системы Суджено:

- Выходные значения правил определяются как константы или функции входных переменных
- Вывод системы вычисляется как взвешенное среднее выходных значений правил
- Система обеспечивает плавное изменение выходного значения
- Поверхность вывода имеет непрерывный характер

Система Суджено является эффективным инструментом для управления процессами, где требуется плавное изменение выходной переменной в зависимости от входных параметров.