

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт машиностроения, материалов и транспорта
Высшая школа автоматизации и робототехники

ОТЧЁТ ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАДАНИЮ № 1

**Нечёткая аппроксимация нелинейных зависимостей
с использованием пакета Fuzzy Logic Toolbox в интерактивном режиме**

Выполнил
студент гр. 3331506/60401

<подпись>

Д.Д. Сидоренко

Руководитель
старший преподаватель

<подпись>

Э.А. Абросимов

«25» октября 2021 г.

Санкт-Петербург

2021

1 Цель

Изучение особенностей нечёткого моделирования в вычислительной среде MatLab. Приобретение навыков разработки систем нечёткого вывода в интерактивном режиме с использованием пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox.

2 Математическое выражение и область определения исходной зависимости представлено на рисунке 1.

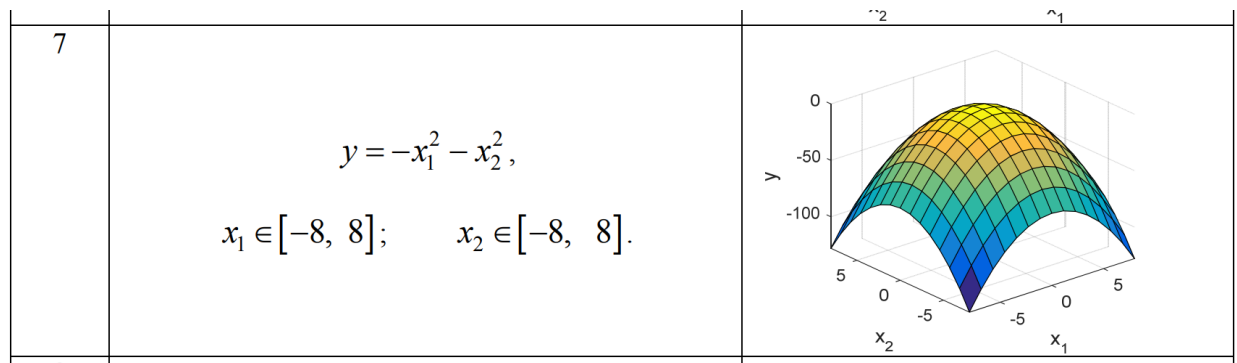


Рисунок 1 - Математическая зависимость

3 График исходной зависимости

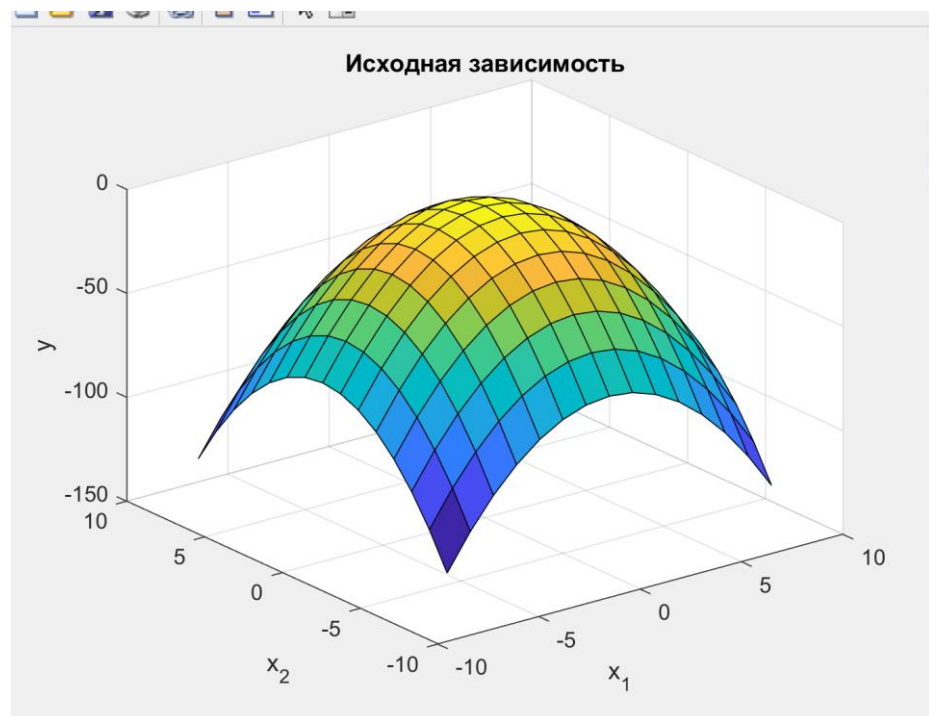


Рисунок 2 - график исходной зависимости

- 4 Графики функций принадлежности термов входных и выходной (для системы Мамдани) переменных приведен на рисунках 3, 4 и 5.

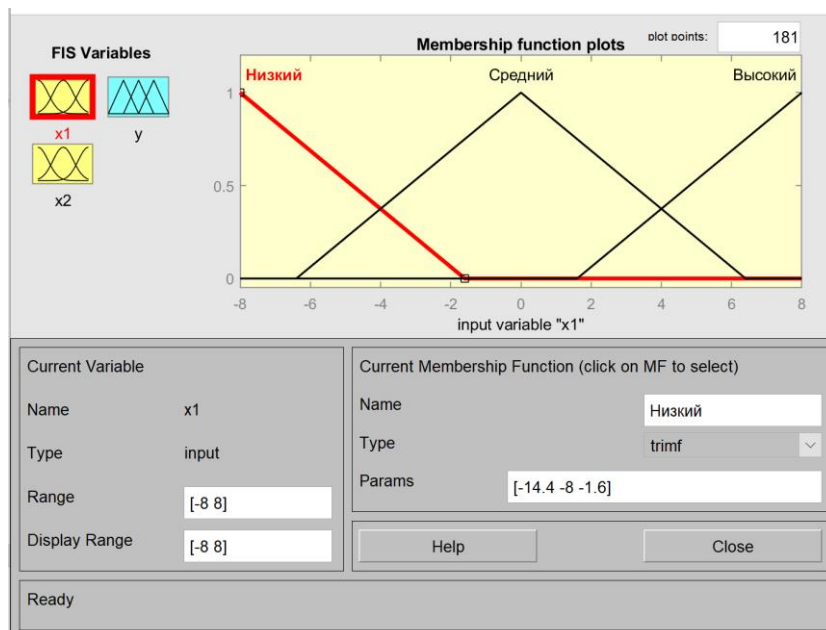


Рисунок 3 - Входной терм x_1

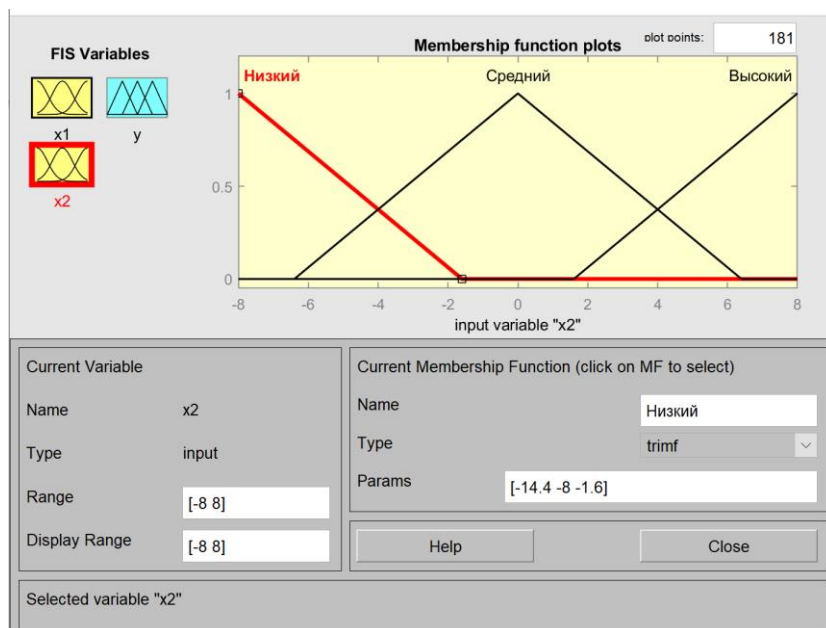


Рисунок 4 - Входной терм x_2

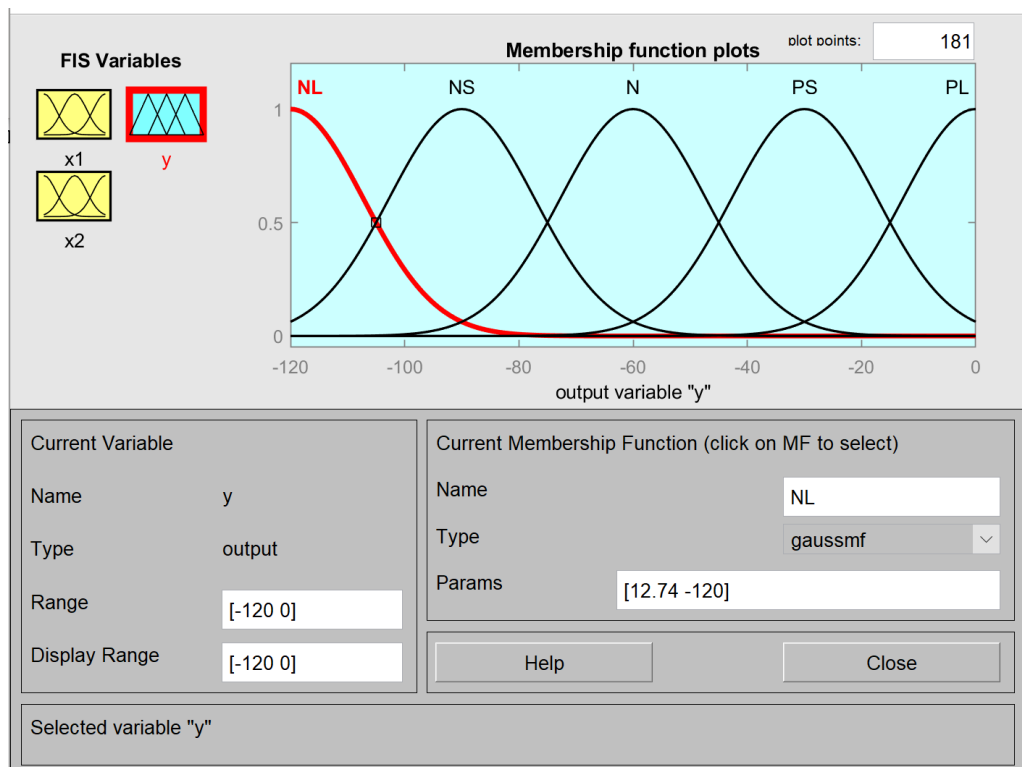


Рисунок 5 - Выходной терм

5 Базы правил нечётких продукций для систем нечёткого вывода типов Мамдани и Сугено.

5.1 Базы правил нечётких продукций для системы нечёткого вывода типов

Мамдани:

```
[Input1]
Name='x1'
Range=[-8 8]
NumMFs=3
MF1='Низкий': 'trimf', [-14.4 -8 -1.6]
MF2='Средний': 'trimf', [-6.4 0 6.4]
MF3='Высокий': 'trimf', [1.6 8 14.4]

[Input2]
Name='x2'
Range=[-8 8]
NumMFs=3
MF1='Низкий': 'trimf', [-14.4 -8 -1.6]
MF2='Средний': 'trimf', [-6.4 0 6.4]
MF3='Высокий': 'trimf', [1.6 8 14.4]

[Output1]
Name='y'
Range=[-120 0]
NumMFs=5
MF1='NL': 'gaussmf', [12.74 -120]
MF2='NS': 'gaussmf', [12.74 -90]
MF3='N': 'gaussmf', [12.74 -60]
MF4='PS': 'gaussmf', [12.74 -30]
MF5='PL': 'gaussmf', [12.74 -4.441e-16]

[Rules]
1 1, 1 (1) : 1
1 2, 3 (1) : 1
1 3, 1 (1) : 1
2 1, 3 (1) : 1
2 2, 5 (1) : 1
2 3, 3 (1) : 1
3 1, 1 (1) : 1
3 2, 3 (1) : 1
3 3, 1 (1) : 1
```

5.2 Базы правил нечётких продукций для системы нечёткого вывода типов

Сугено:

```
[Input1]
Name='x1'
Range=[-8 8]
NumMFs=3
MF1='Низкий': 'trimf', [-14.36 -7.958 -1.558]
MF2='Средний': 'trimf', [-3 0 3]
MF3='Высокий': 'trimf', [1.642 8.042 14.44]
```

```
[Input2]
Name='x2'
Range=[-8 8]
NumMFs=3
MF1='Низкий': 'trimf', [-14.4 -8 -1.6]
MF2='Средний': 'trimf', [-3 0 3]
MF3='Высокий': 'trimf', [1.6 8 14.4]
```

```
[Output1]
Name='y'
Range=[0 1]
NumMFs=9
MF1='MM': 'linear', [0 0 -9]
MF2='ML': 'linear', [0 11 22]
MF3='LH': 'linear', [11 -11 54]
MF4='LM': 'linear', [11 0 23]
MF5='LL': 'linear', [11 11 54]
MF6='HH': 'linear', [-11 -11 54]
MF7='HM': 'linear', [-11 0 23]
MF8='HL': 'linear', [-11 11 54]
MF9='MH': 'linear', [0 -11 23]
```

```
[Rules]
1 1, 5 (1) : 1
1 2, 4 (1) : 1
1 3, 3 (1) : 1
2 1, 2 (1) : 1
2 2, 1 (1) : 1
2 3, 9 (1) : 1
3 1, 8 (1) : 1
3 2, 7 (1) : 1
3 3, 6 (1) : 1
```

- 6 Поверхности «входы-выход» для систем нечёткого вывода типов Мамдани и Сугено представлены на рисунках 6, 7 и 8.

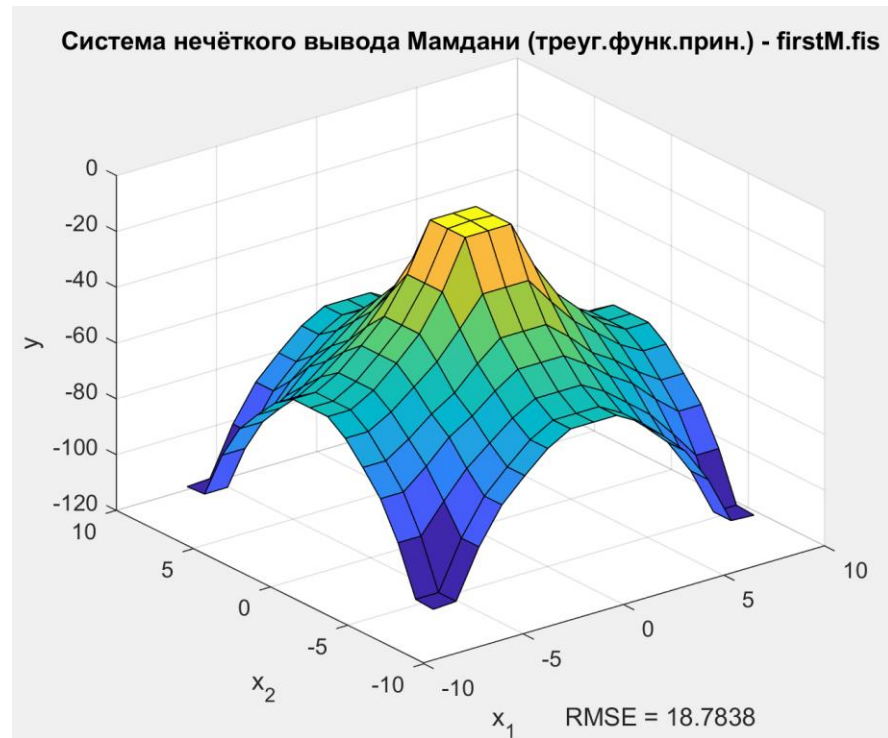


Рисунок 6 – Система Мамдани треугольная функция

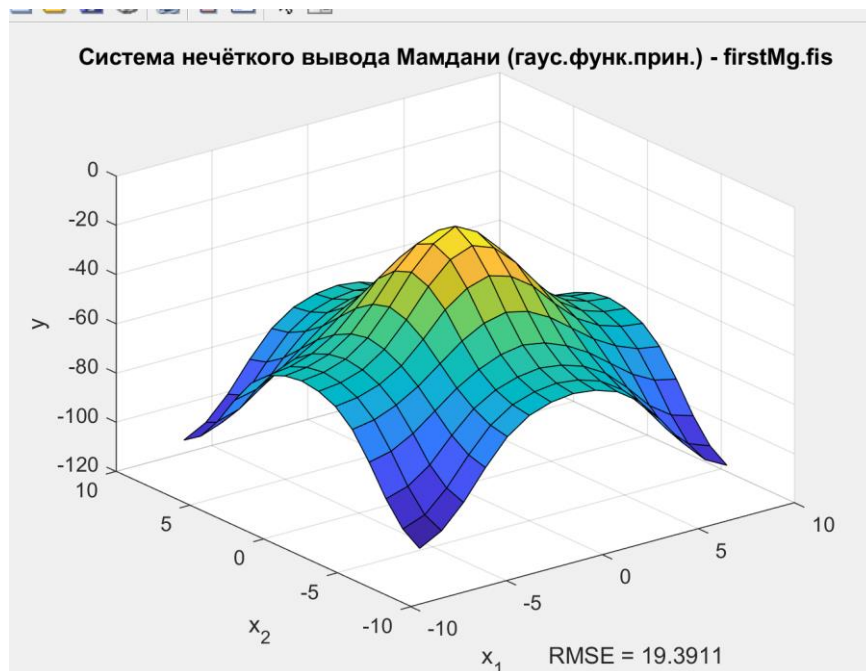


Рисунок 7 - Система Мамдани гаусиан

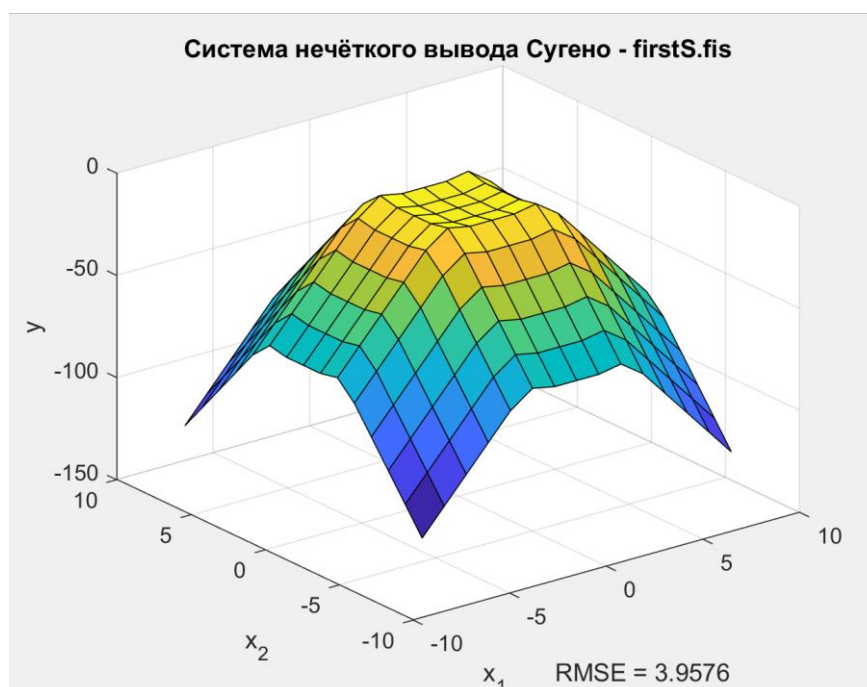


Рисунок 8 - Система Сугено

7 Полученные значения среднеквадратических ошибок аппроксимации для исследованных вариантов систем нечёткого вывода представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение значения СКО для разных систем

Система	Значение СКО
Мамдани треугольная функция	17.7838
Мамдани гаусиан	19.3911
Сугено	3.9576

8 Вывод.

В ходе работы были изучены особенности нечёткого моделирования в вычислительной среде MatLab, приобретены навыки разработки систем нечёткого вывода в интерактивном режиме с использованием пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox. Данный пакет расширений может применяться для разработки и тестирования нечетких систем. Так с помощью

данного пакета расширений разрабатываются нечеткие системы управления движением для морских судов. Пример представлен на рисунке 9.

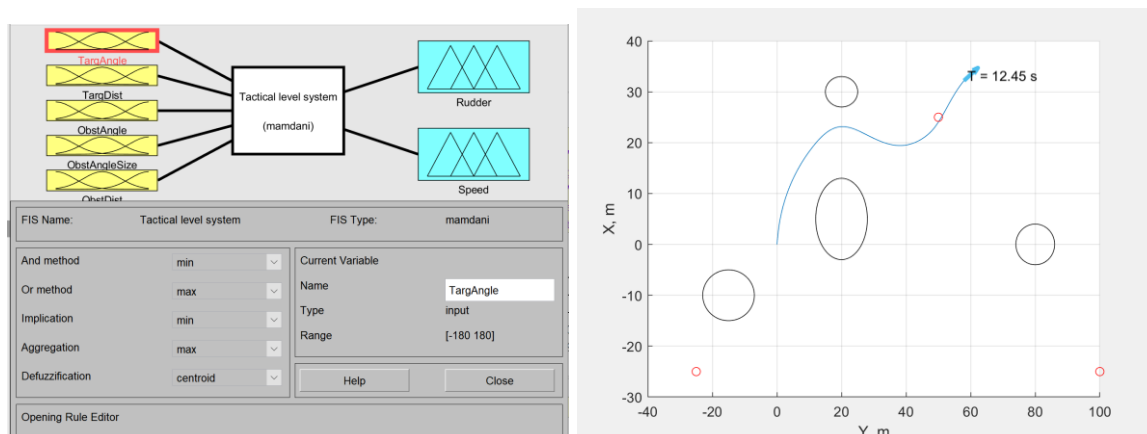


Рисунок 9 – Пример использования

По моему мнению, система Сугено больше подходит для описание каких-либо заранее заданных функций, как в данной работе. В то время как система Мамдани подходит для описания реальных не детерминированных процессов. Так систему Мамдани используют во многих регуляторах в системах управления различными объектами.

Большее количество терм позволяет задать большее число правил, тем самым уменьшить СКО или любую другую ошибку. Но такое увеличение числа правил приведет к увеличению сроков разработки подобной системы, а так же к значительному усложнению всей системы в целом.