

## Практическое занятие 1

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

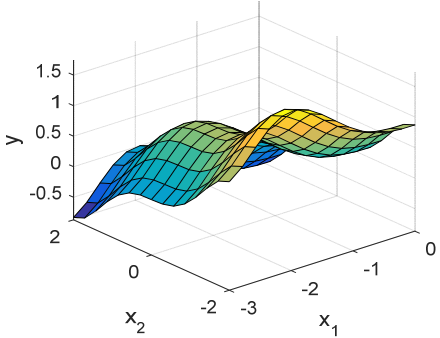
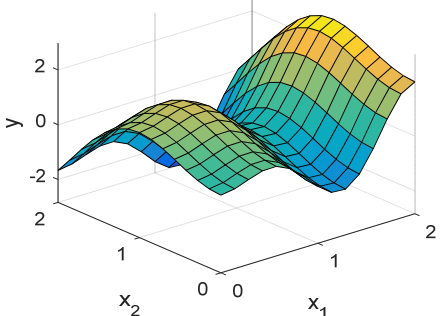
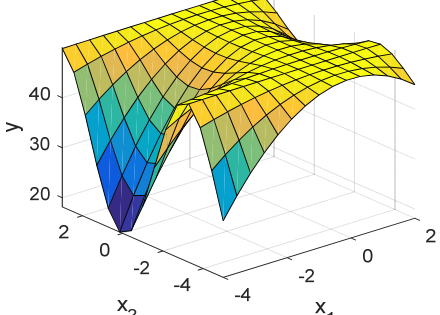
**Цель:** Изучение особенностей нечёткого моделирования в вычислительной среде MatLab. Приобретение навыков разработки систем нечёткого вывода в интерактивном режиме с использованием пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox.

**Задание:**

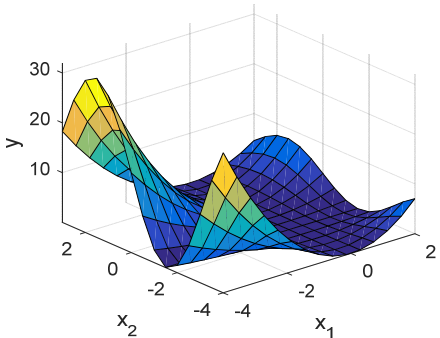
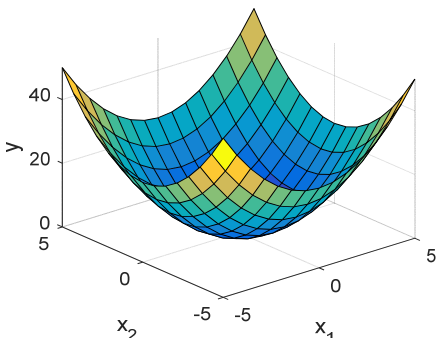
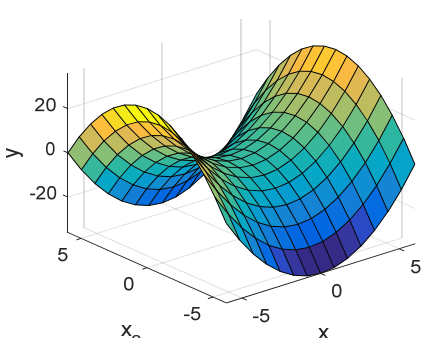
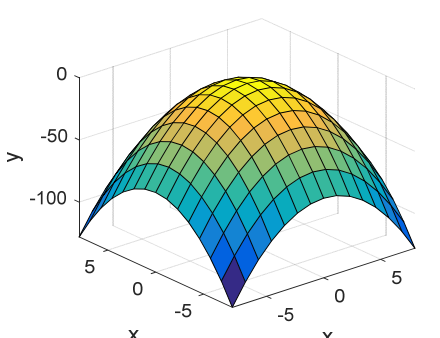
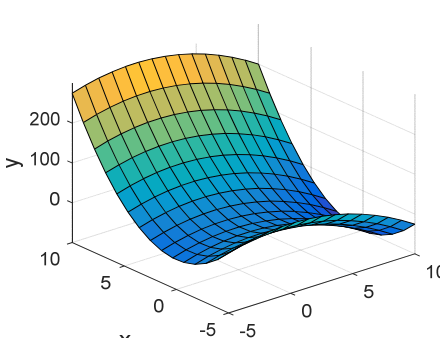
1. Ознакомиться с порядком проектирования и исследования нечётких систем в среде MatLab по учебно-методическому пособию *FuzzyLogicToolbox.pdf*.

2. При помощи пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox разработать системы нечёткого вывода типов Мамдани и Сугено для аппроксимации нелинейной зависимости согласно варианту, приведенному в табл.1 на основе трёхмерного изображения указанной зависимости.

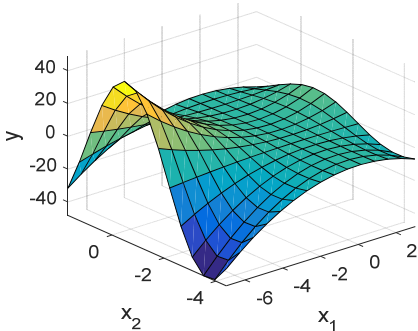
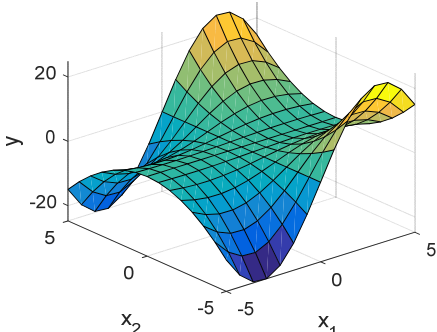
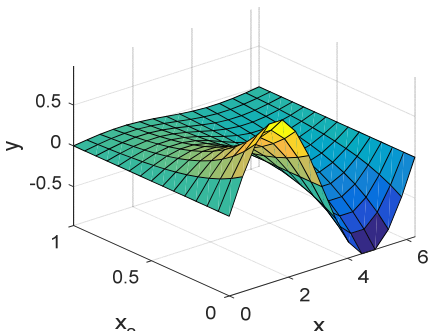
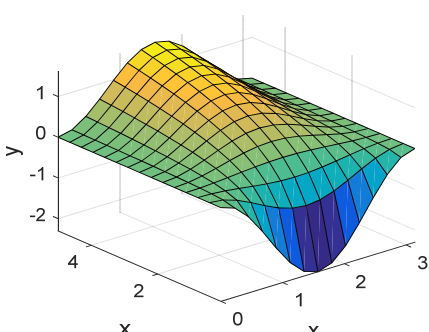
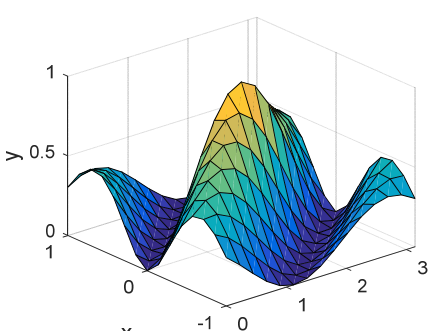
Таблица 1. Варианты нелинейных зависимостей

Вариант	Нелинейная зависимость для нечёткой аппроксимации	Трёхмерное изображение нелинейной зависимости
1	$y = -\sin(x_1) \cdot \sin\left(\frac{x_1^2}{\pi}\right) - \sin(x_2) \cdot \sin\left(\frac{x_2^2}{\pi}\right),$ $x_1 \in [-3, 0]; \quad x_2 \in [-2, 2].$	
2	$y = x_1 \cdot \sin(4 \cdot x_1) + 1,1 \cdot x_2 \cdot \sin(2 \cdot x_2),$ $x_1 \in [0, 2]; \quad x_2 \in [0, 2].$	
3	$y = 50 - x_1^2 \cdot (\cos(x_2) + 1),$ $x_1 \in [-4, 2]; \quad x_2 \in [-5, 3].$	

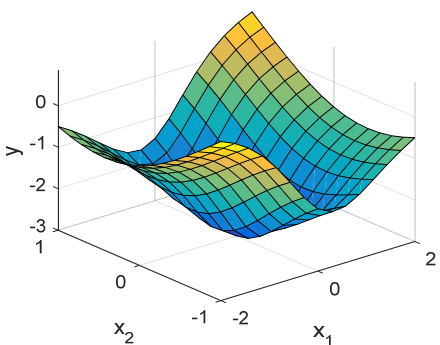
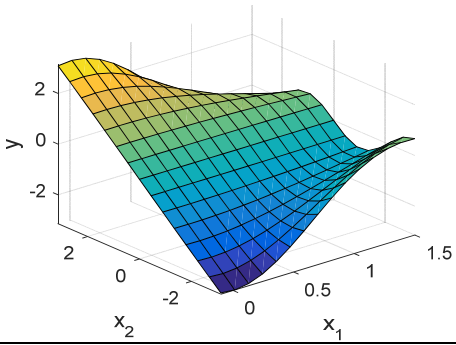
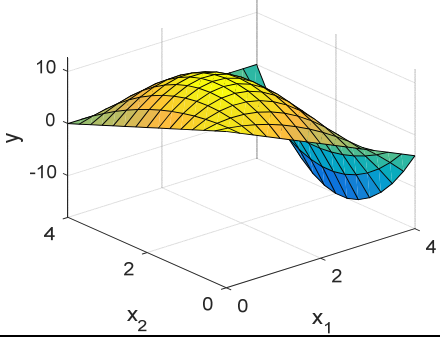
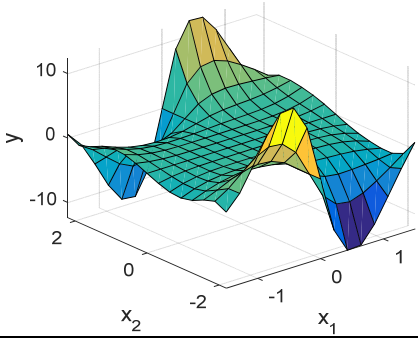
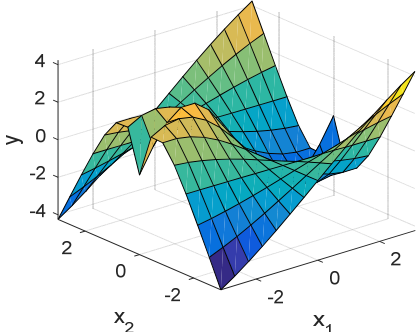
Продолжение табл. 1

4	$y = x_1^2 \cdot (\sin(x_2) + 1),$ $x_1 \in [-4, 2]; \quad x_2 \in [-4, 3].$	
5	$y = x_1^2 + x_2^2,$ $x_1 \in [-5, 5]; \quad x_2 \in [-5, 5].$	
6	$y = x_1^2 - x_2^2,$ $x_1 \in [-6, 6]; \quad x_2 \in [-6, 6].$	
7	$y = -x_1^2 - x_2^2,$ $x_1 \in [-8, 8]; \quad x_2 \in [-8, 8].$	
8	$y = -x_1^2 + 3 \cdot x_2^2,$ $x_1 \in [-5, 10]; \quad x_2 \in [-5, 10].$	

Продолжение табл. 1

9	$y = -x_1^2 \cdot \sin(x_2 - 1),$ $x_1 \in [-7, 3]; \quad x_2 \in [-4, 4, 1, 7].$	
10	$y = \sin(0,5 \cdot x_1) \cdot x_2^2,$ $x_1 \in [-5, 5]; \quad x_2 \in [-5, 5].$	
11	$y = \sin(x_1) \cdot e^{-3 \cdot x_2},$ $x_1 \in [0, 2\pi]; \quad x_2 \in [0, 1]$	
12	$y = \sin^2(x_1) \cdot \ln(x_2),$ $x_1 \in [0, \pi]; \quad x_2 \in [0.1, 5]$	
13	$y = \sin^2(x_1 - 2 \cdot x_2) \cdot e^{- x_2 },$ $x_1 \in [0, \pi]; \quad x_2 \in [-1, 1]$	

Продолжение табл. 1

14	$y = \frac{x_1^2 \cdot x_2^2 + 2 \cdot x_1 \cdot x_2 - 3}{x_1^2 + x_2^2 + 1},$ $x_1 \in [-2, 2]; \quad x_2 \in [-1, 1]$	
15	$y = \frac{\sin(x_1 \cdot x_2)}{x_1},$ $x_1 \in [-0.1, 1.5]; \quad x_2 \in [-\pi, \pi]$	
16	$y = (1 + x_1 \cdot x_2) \cdot (3 - x_1) \cdot (4 - x_2),$ $x_1 \in [0, 4]; \quad x_2 \in [0, 4]$	
17	$y = e^{- x_1 } \cdot (x_1^5 + x_2^4) \cdot \sin^2(x_1 \cdot x_2),$ $x_1 \in [-1.5, 1.5]; \quad x_2 \in [-2.2, 2.2]$	
18	$y = (x_2^2 - 3) \cdot \sin\left(\frac{x_1}{ x_2  + 1}\right),$ $x_1 \in [-\pi, \pi]; \quad x_2 \in [-3, 3]$	

3. Для количественной оценки качества аппроксимации при помощи систем нечёткого вывода типов Мамдани и Сугено заданной нелинейной зависимости определить соответствующие значения среднеквадратической ошибки.

4. Исследовать изменение качества аппроксимации при изменении типа функций принадлежности термов входных и выходной (для системы Мамдани) переменных;

5. Исследовать изменение качества аппроксимации при изменении количества термов в описании входных переменных;

6. Сделать выводы из проделанной работы в которых отразить:

- область возможного применения пакета Fuzzy Logic Toolbox в интерактивном режиме для решения прикладных задач;
- особенности систем нечёткого вывода типов Мамдани и Сугено с точки зрения их практического использования;
- влияние на качество аппроксимации нелинейной зависимости количества и типа функций принадлежности термов входных переменных;

7. Подготовить отчёт по лабораторной работе в виде pdf-файла с именем:

**LR1\_КалендарныйГод\_ФамилияИсполнителя.pdf**

(Фамилия исполнителя в имени файла отчёта приводится в латинской транскрипции).

#### ***Содержание отчёта:***

1. Фамилия, имя и отчество студента, выполнившего работу;
2. Номер учебной группы;
3. Дата выполнения работы;
4. Название работы;
5. Цель работы;
6. Математическое выражение и область определения исходной зависимости согласно варианту задания;
7. График исходной зависимости;
8. Графики функций принадлежности термов входных и выходной (для системы Мамдани) переменных;
9. Базы правил нечётких продукций для систем нечёткого вывода типов Мамдани и Сугено;
10. Поверхности «входы-выход» для систем нечёткого вывода типов Мамдани и Сугено;
11. Полученные значения среднеквадратических ошибок аппроксимации для исследованных вариантов систем нечёткого вывода;
12. Выводы по работе.