

# Лабораторна робота №3

## МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ТА ФОРМУВАННЯ НЕЧІТКИХ ПРАВИЛ

### ЗАВДАННЯ НА ЛАБОРАТОРНУ РОБОТУ

#### Завдання 1. (приклад)

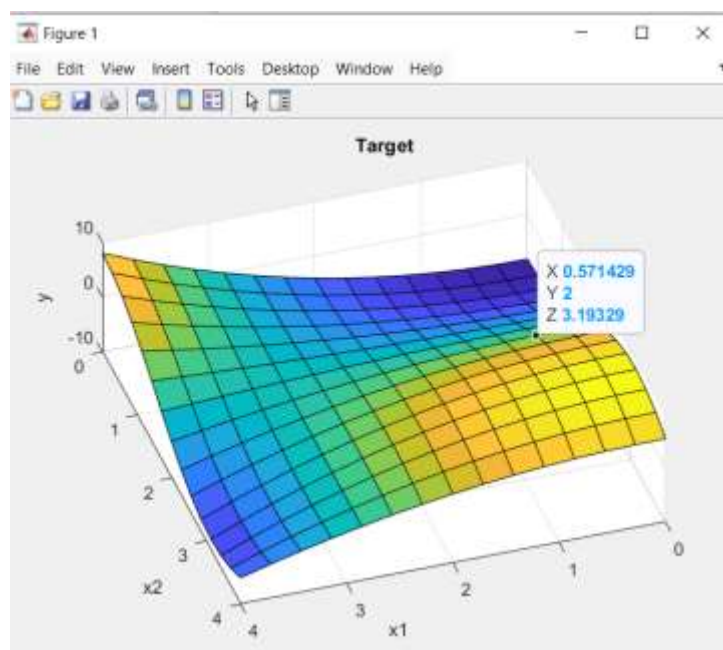
За допомогою СНВ зобразити поверхню функції  $y = (x_1^2 - 8)\cos(x_2)$  на множині  $x_1 \in [0,4]; x_2 \in [0,4]$ .

Проектування системи нечіткого виводу слід проводити на основі графічного зображення вказаної залежності. Для цього в М-файлі складемо наступну програму:

```
%Побудова графіка функції  $y=(x_1^2-8)*\cos(x_2)$   
%в області  $x_1 \in [0,4]$  и  $x_2 \in [0,4]$ .  
n=15;  
x1=0:4/(n-1):4;  
x2=0:4/(n-1):4;  
y=zeros(n,n);  
for j=1:n  
    y(j,:)=(x1.^2-8)*cos(x2(j));  
end  
surf(x1,x2,y)  
xlabel('x1')  
ylabel('x2')  
zlabel('y')  
title('Target');
```

В результаті виконання цієї програми отримуємо графічне зображення, яке наведено на рис 1.

*Зображення занесіть у бланк звіту.*



## Завдання № 1

### Задача 1. Побудова нечіткої моделі системи керування кранами гарячої і холодної води

При користуванні системою водопостачання на вхід змішувача подається холодна та гаряча вода по відповідним трубопроводам. Задача полягає у створенні моделі системи засобами Matlab Fuzzy Logic, яка б дозволила автоматизувати процес. Кран змішувача можна повертати наліво і направо (тобто, область визначення кута - це відрізок  $[-90;90]$  градусів), керуючи тим самим температурою води і її напором. Нехай, повернення будь-якого крану направо - це збільшити потік води відповідної температури. Евристичні правила приймають вигляд:

1. Якщо вода гаряча і її напір сильний, тоді необхідно повернути кран гарячої води на середній кут вліво, а кран холодної води на середній кут вправо
2. Якщо вода гаряча і її напір не дуже сильний, слід повернути кран холодної води на середній кут вправо
3. Якщо вода не дуже гаряча і її напір сильний, тоді необхідно повернути кран гарячої води на невеликий кут вліво
4. Якщо вода не дуже гаряча і її напір слабкий, тоді слід повернути крани гарячої і холодної води на невеликий кут вправо
5. Якщо вода тепла і її напір не дуже сильний, тоді слід залишити кран змішувача в своєму положенні
6. Якщо вода прохолодна і її напір сильний, тоді необхідно повернути кран гарячої води на середній кут вправо, а кран холодної води на середній кут вліво
7. Якщо вода прохолодна і її напір не дуже сильний, тоді слід повернути кран гарячої води на середній кут вправо, а кран холодної води на невеликий кут вліво
8. Якщо вода холодна і її напір слабкий, тоді слід повернути кран гарячої води на великий кут вправо
9. Якщо вода холодна і її напір сильний, тоді слід повернути кран гарячої води на середній кут вліво, а кран холодної води на середній кут вправо
10. Якщо вода тепла і її напір сильний, тоді слід повернути крани гарячої і холодної води на невеликий кут вліво .
11. Якщо вода тепла і її напір слабкий, тоді слід повернути крани гарячої і холодної води на невеликий кут вправо .

### Лістинг:

```
% Створення нечіткої системи
fuzzy_system = mamfis('Name', 'WaterMixerControl');

% Додавання вхідної змінної для температури
fuzzy_system = addInput(fuzzy_system, [0 100], 'Name', 'Temperature');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Temperature', 'trapmf', [0 0 20 45], 'Name', 'Cold');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Temperature', 'trimf', [20 45 75], 'Name', 'Warm');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Temperature', 'trapmf', [45 75 100 100], 'Name', 'Hot');

% Додавання вхідної змінної для потоку
fuzzy_system = addInput(fuzzy_system, [0 10], 'Name', 'Flow');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Flow', 'trimf', [0 2 5], 'Name', 'Weak');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Flow', 'trimf', [2 5 8], 'Name', 'Moderate');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Flow', 'trapmf', [5 8 10 10], 'Name', 'Strong');

% Додавання вихідної змінної для кута повороту крану гарячої води
```

```

fuzzy_system = addOutput(fuzzy_system, [-90 90], 'Name', 'HotWaterValve');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'HotWaterValve', 'trapmf', [-90 -90 -45 0], 'Name',
'TurnLeftLarge');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'HotWaterValve', 'trimf', [-45 0 45], 'Name',
'TurnLeftMedium');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'HotWaterValve', 'trapmf', [0 45 90 90], 'Name',
'TurnRightLarge');

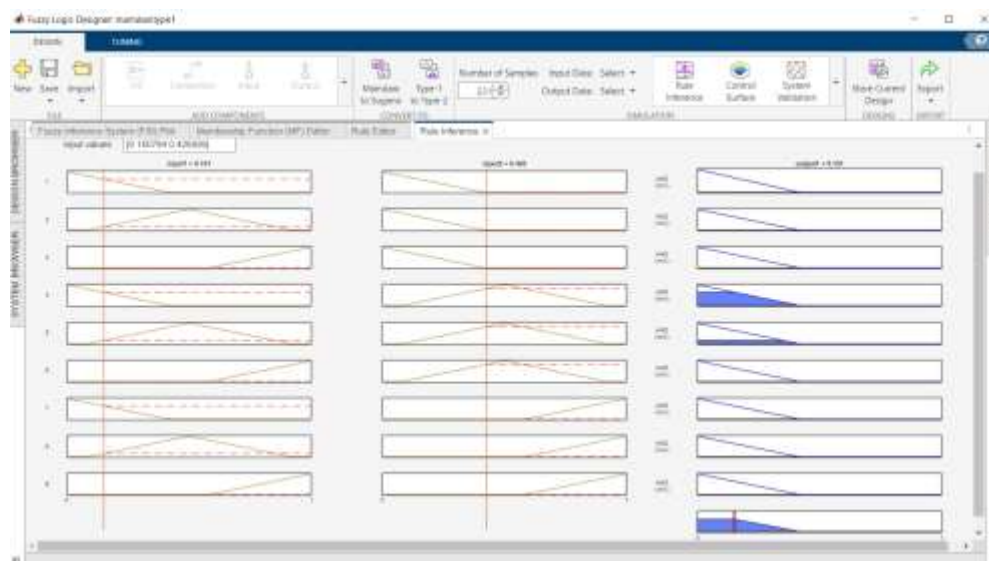
% Додавання вихідної змінної для кута повороту крану холодної води
fuzzy_system = addOutput(fuzzy_system, [-90 90], 'Name', 'ColdWaterValve');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'ColdWaterValve', 'trapmf', [-90 -90 -45 0], 'Name',
'TurnLeftMedium');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'ColdWaterValve', 'trimf', [-45 0 45], 'Name',
'TurnRightMedium');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'ColdWaterValve', 'trapmf', [0 45 90 90], 'Name',
'TurnRightLarge');

% Визначення правил на основі умов задачі
ruleList = [ ...
    3 3 2 2 1 1; % Якщо вода гаряча і її напір сильний (правило 1)
    3 2 1 2 1 1; % Якщо вода гаряча і її напір не дуже сильний (правило 2)
    2 3 2 1 1 1; % Якщо вода не дуже гаряча і її напір сильний (правило 3)
    2 1 1 1 1 1; % Якщо вода не дуже гаряча і її напір слабкий (правило 4)
    2 2 0 0 1 1; % Якщо вода тепла і її напір не дуже сильний (правило 5)
    1 3 2 1 1 1; % Якщо вода прохолодна і її напір сильний (правило 6)
    1 2 2 1 1 1; % Якщо вода прохолодна і її напір не дуже сильний (правило 7)
    1 1 2 0 1 1; % Якщо вода холодна і її напір слабкий (правило 8)
    1 3 2 2 1 1; % Якщо вода холодна і її напір сильний (правило 9)
    2 3 1 1 1 1; % Якщо вода тепла і її напір сильний (правило 10)
    2 1 1 1 1 1; % Якщо вода тепла і її напір слабкий (правило 11)
];

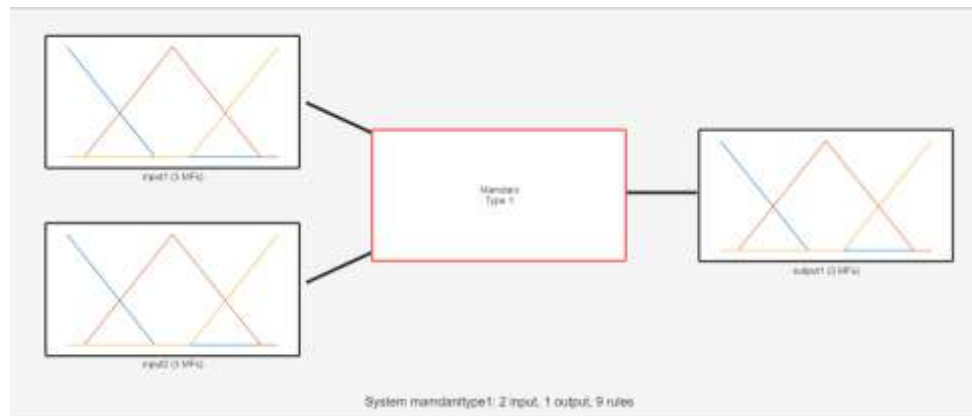
fuzzy_system = addRule(fuzzy_system, ruleList);

% Відображення нечіткої системи для перевірки
showrule(fuzzy_system)

```







## Завдання № 2

*Задача 2. Нечітка модель керування кондиціонером повітря в приміщенні.*

Нехай, в приміщенні встановлений кондиціонер, який дозволяє регулювати (нагрівати чи охолоджувати) температуру. Найбільш комфортні умови складаються при встановленні деякої заданої комфортної температури. Задача полягає у розробці АСУ, яка б змогла автоматизувати роботу кондиціонера при коливанні температури приміщення через різні зовнішні дестабілізуючі фактори.

Досвід використання побутових кондиціонерів показує деяку інертність в процесі нагріву чи охолодження повітря. Наприклад, після включення режиму «холод», відбувається нагнітання холодного повітря, через що температура в приміщенні поступово спадає.

При цьому, при виключенні цього режиму, температура все рівно деякий час продовжує знижуватися. Аналогічна картина спостерігається при включенні режиму «тепло». Щоб врахувати цю властивість, потрібно задати як вхідну змінну не тільки температуру приміщення, але і швидкість її зміни. В такому випадку, досвід показує адекватність наступних правил керування кондиціонеру:

1. Якщо температура повітря дуже тепла і швидкість зміни температури додатня, то потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вліво.
2. Якщо температура повітря дуже тепла, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді необхідно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вліво.
3. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вліво.
4. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру слід вимкнути.
5. Якщо температура повітря дуже холодна, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вправо.

6. Якщо температура повітря дуже холодна, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонера на невеликий кут вправо.
7. Якщо температура повітря холодна, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонера на великий кут вліво.
8. Якщо температура повітря холодна, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно виключити кондиціонер.
9. Якщо температура повітря дуже тепла, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонера на великий кут вліво.
10. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонера на невеликий кут вліво.
11. Якщо температура повітря дуже холодна, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонера на великий кут вправо.
12. Якщо температура повітря холодна, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонера на невеликий кут вправо.
13. Якщо температура повітря в нормі, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонера на невеликий кут вліво.
14. Якщо температура повітря в нормі, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонера на невеликий кут вправо.
15. Якщо температура повітря в нормі, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно виключити кондиціонер.

## Лістинг:

% Створення нечіткої системи

```
fuzzy_system = mamfis('Name', 'AirConditionerControl');
```

% Додавання вхідної змінної для температури

```
fuzzy_system = addInput(fuzzy_system, [0 40], 'Name', 'Temperature');
```

```
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Temperature', 'trapmf', [0 0 10 15], 'Name',  
'VeryCold');
```

```
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Temperature', 'trimf', [10 15 20], 'Name', 'Cold');
```

```
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Temperature', 'trimf', [15 20 25], 'Name',  
'Normal');
```

```
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Temperature', 'trimf', [20 25 30], 'Name', 'Warm');
```

```
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'Temperature', 'trapmf', [25 30 40 40], 'Name',  
'VeryWarm');
```

% Додавання вхідної змінної для швидкості зміни температури

```
fuzzy_system = addInput(fuzzy_system, [-5 5], 'Name', 'TemperatureChange');
```

```
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'TemperatureChange', 'trapmf', [-5 -5 -2 0], 'Name',  
'Negative');
```

```
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'TemperatureChange', 'trimf', [-2 0 2], 'Name',  
'Zero');
```

```

fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'TemperatureChange', 'trapmf', [0 2 5 5], 'Name',
'Positive');

% Додавання вихідної змінної для керування кондиціонером
fuzzy_system = addOutput(fuzzy_system, [-90 90], 'Name', 'ACControl');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'ACControl', 'trapmf', [-90 -90 -45 0], 'Name',
'CoolStrongLeft');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'ACControl', 'trimf', [-45 0 45], 'Name',
'CoolWeakLeft');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'ACControl', 'trimf', [0 45 90], 'Name',
'HeatWeakRight');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'ACControl', 'trapmf', [45 90 90 90], 'Name',
'HeatStrongRight');
fuzzy_system = addMF(fuzzy_system, 'ACControl', 'trimf', [-45 0 45], 'Name', 'Off');

% Визначення правил на основі умов задачі
ruleList = [ ...
    5 3 1 1 1; % Якщо дуже тепла температура і швидкість зміни додатня
    5 1 2 1 1; % Якщо дуже тепла температура і швидкість зміни від'ємна
    4 3 1 1 1; % Якщо тепла температура і швидкість зміни додатня
    4 1 5 1 1; % Якщо тепла температура і швидкість зміни від'ємна
    1 1 4 1 1; % Якщо дуже холодна температура і швидкість зміни від'ємна
    1 3 3 1 1; % Якщо дуже холодна температура і швидкість зміни додатня
    2 1 4 1 1; % Якщо холодна температура і швидкість зміни від'ємна
    2 3 5 1 1; % Якщо холодна температура і швидкість зміни додатня
    5 2 1 1 1; % Якщо дуже тепла температура і швидкість зміни 0
    4 2 2 1 1; % Якщо тепла температура і швидкість зміни 0
    1 2 4 1 1; % Якщо дуже холодна температура і швидкість зміни 0
    2 2 3 1 1; % Якщо холодна температура і швидкість зміни 0
    3 3 2 1 1; % Якщо нормальна температура і швидкість зміни додатня
    3 1 3 1 1; % Якщо нормальна температура і швидкість зміни від'ємна
    3 2 5 1 1; % Якщо нормальна температура і швидкість зміни 0
];

fuzzy_system = addRule(fuzzy_system, ruleList);

% Відображення правил для перевірки
showrule(fuzzy_system)

```

## Правила:

- '1. If (Temperature is VeryWarm) and (TemperatureChange is Positive) then (ACControl is CoolStrongLeft) (1) '
- '2. If (Temperature is VeryWarm) and (TemperatureChange is Negative) then (ACControl is CoolWeakLeft) (1) '
- '3. If (Temperature is Warm) and (TemperatureChange is Positive) then (ACControl is CoolStrongLeft) (1) ,
- '4. If (Temperature is Warm) and (TemperatureChange is Negative) then (ACControl is Off) (1) '
- '5. If (Temperature is VeryCold) and (TemperatureChange is Negative) then (ACControl is HeatStrongRight) (1)'



- '6. If (Temperature is VeryCold) and (TemperatureChange is Positive) then (ACControl is HeatWeakRight) (1) '
- '7. If (Temperature is Cold) and (TemperatureChange is Negative) then (ACControl is HeatStrongRight) (1) '
- '8. If (Temperature is Cold) and (TemperatureChange is Positive) then (ACControl is Off) (1) '
- '9. If (Temperature is VeryWarm) and (TemperatureChange is Zero) then (ACControl is CoolStrongLeft) (1) '
- '10. If (Temperature is Warm) and (TemperatureChange is Zero) then (ACControl is CoolWeakLeft) (1) ',
- '11. If (Temperature is VeryCold) and (TemperatureChange is Zero) then (ACControl is HeatStrongRight) (1) '
- '12. If (Temperature is Cold) and (TemperatureChange is Zero) then (ACControl is HeatWeakRight) (1) ',
- '13. If (Temperature is Normal) and (TemperatureChange is Positive) then (ACControl is CoolWeakLeft) (1) '
- '14. If (Temperature is Normal) and (TemperatureChange is Negative) then (ACControl is HeatWeakRight) (1) '
- '15. If (Temperature is Normal) and (TemperatureChange is Zero) then (ACControl is Off) (1) '

