

Лабораторна робота №3

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ТА ФОРМУВАННЯ НЕЧІТКИХ ПРАВИЛ

Мета: дослідити можливості ППП MATLAB щодо проектування систем керування на основі алгоритмів нечіткого виводу.

Хід роботи:

Завдання 3.1.1. За допомогою СНВ зобразити поверхню функції на множині $[0;4]$.

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

Лістинг програми:

```
% Побудова графіка функції  $y=(x_1^2-8)*\cos(x_2)$ 
% в області  $x_1 \in [0,4]$  і  $x_2 \in [0,4]$ 
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')
```

Модифікуємо функцію так, як вказано у прикладі завдання (рис. 1 – 3).

					ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Лр3			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Козлик С.О.			Звіт з лабораторної роботи №3		Літ.	Арк.
Перевір.		Маєвський О.В.						Аркушів
Керівник								
Н. контр.							1	15
Зав. каф.							ФІКТ, гр. ІПЗ-22-2	

Результат виконання програми:

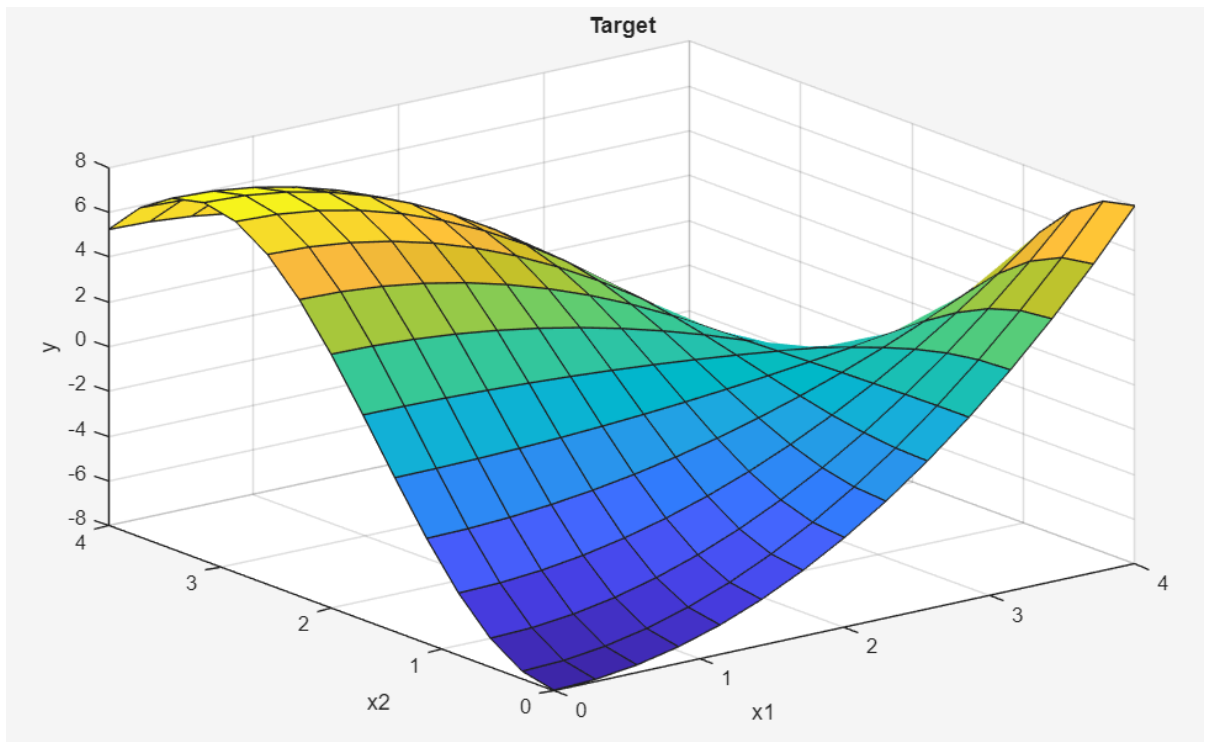


Рис. 1. Результат використання програми

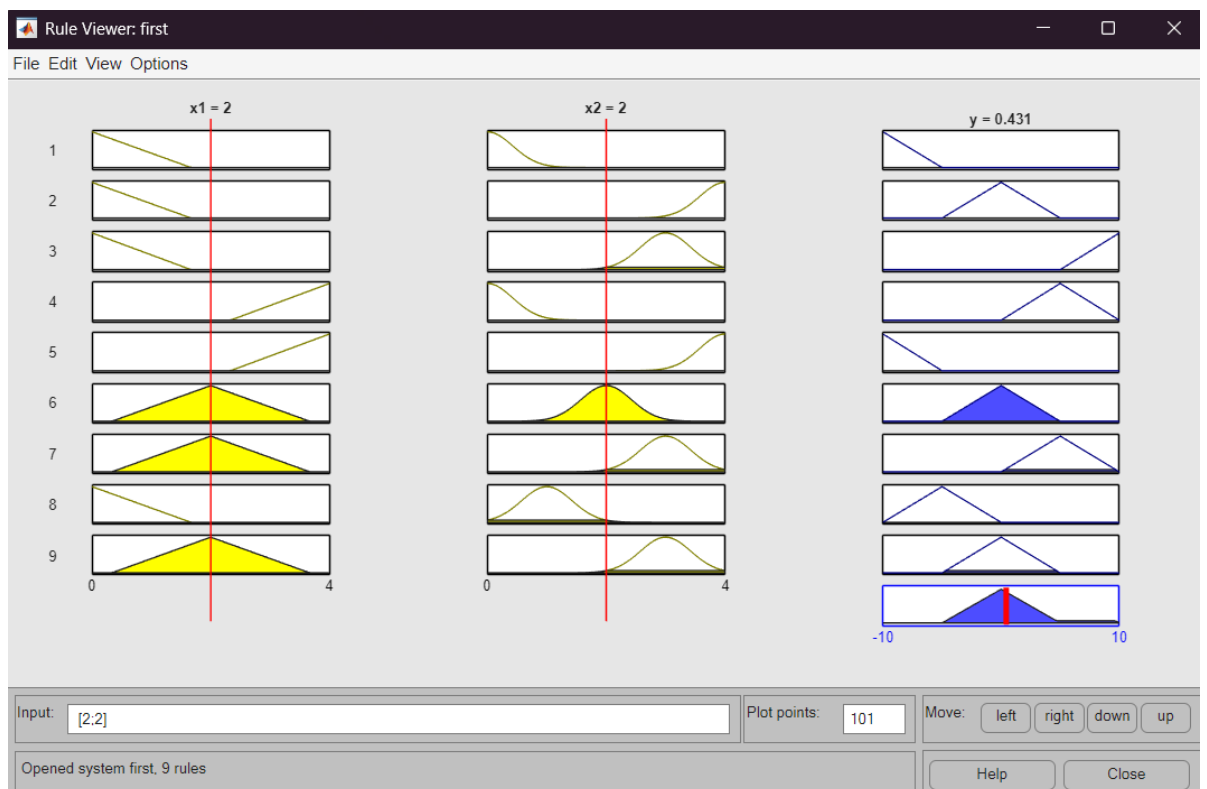


Рис. 2. Додані правила

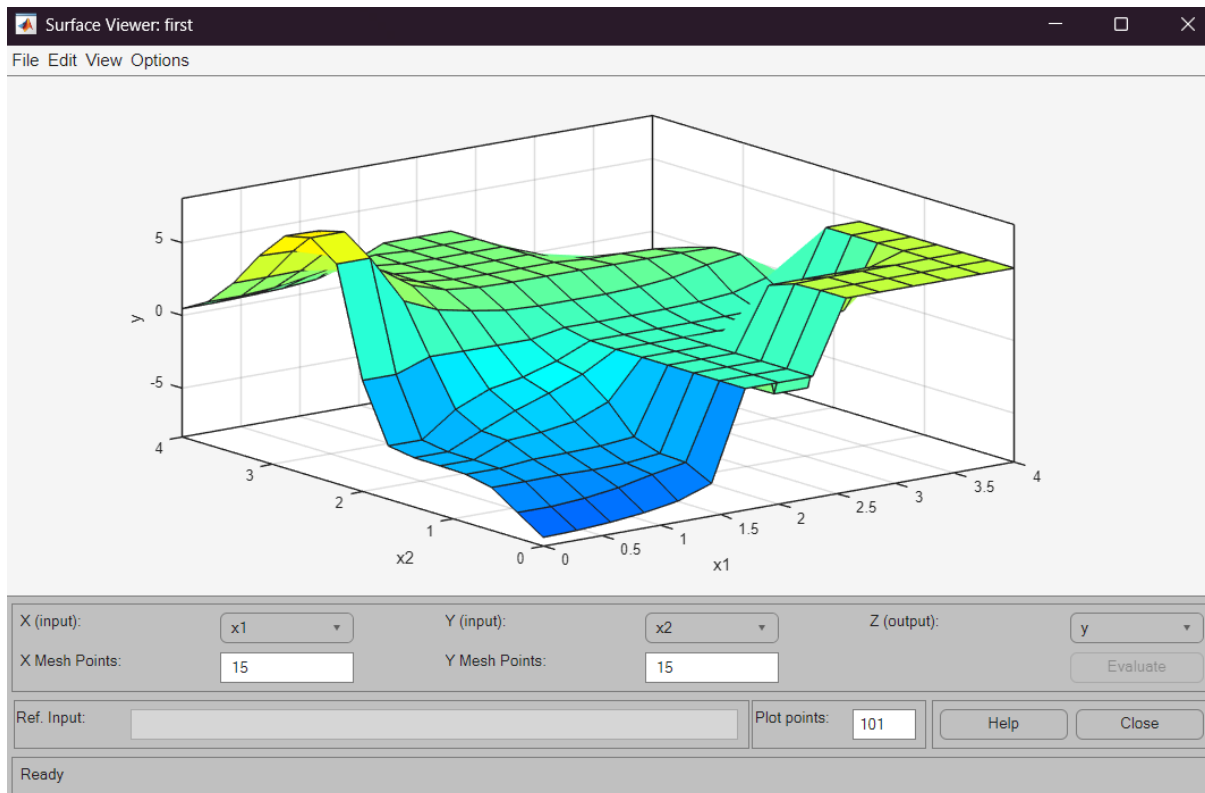


Рис. 3. Побудована поверхня

Завдання 3.1.2. Побудова нечіткої моделі системи керування кранами гарячої і холодної води.

При користуванням 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.

Для цього завдання будуть використані дві вхідні змінні (Temperature і Pressure) і дві вихідні (HotTap і ColdTap).

Для кожної змінної необхідно задати функції належності.

Вхідна змінна Temperature:

Діапазон: [0 50] (°C)

Тип MF: triangular (trimf)

5 термів: Cold (Холодна), Cool (Прохолодна), Warm (Тепла), NotVeryHot (не дуже гаряча), Hot (Гаряча).

Вхідна змінна Pressure:

Діапазон: [0 10]

Тип MF: triangular (trimf)

3 терми: Weak (Слабкий), Medium (Середній), Strong (Сильний).

		Козлик С.О.			ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Лр3	Арк.
		Маєвський О.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

Вихідні змінні HotTap і ColdTap:

Діапазон: [-90 90] (°)

Тип MF: triangular (trimf)

7 термів: BigLeft (великий поворот вліво), MediumLeft (середній поворот вліво), SmallLeft (невеликий поворот вліво), Zero (залишити в своєму положенні), SmallRight (невеликий поворот вправо), MediumRight (середній поворот вправо), BigRight (великий поворот вправо).

Правила:

№	Temperature	Pressure	HotTap	ColdTap
1	Hot	Strong	MediumLeft	MediumRight
2	Hot	Medium	Zero	MediumRight
3	NotVeryHot	Strong	SmallLeft	Zero
4	NotVeryHot	Weak	SmallRight	SmallRight
5	Warm	Medium	Zero	Zero
6	Cool	Strong	MediumRight	MediumLeft
7	Cool	Medium	MediumRight	SmallLeft
8	Cold	Weak	BigRight	Zero
9	Cold	Strong	MediumLeft	MediumRight
10	Warm	Strong	SmallLeft	SmallLeft
11	Warm	Weak	SmallRight	SmallRight

Результат виконання програми:

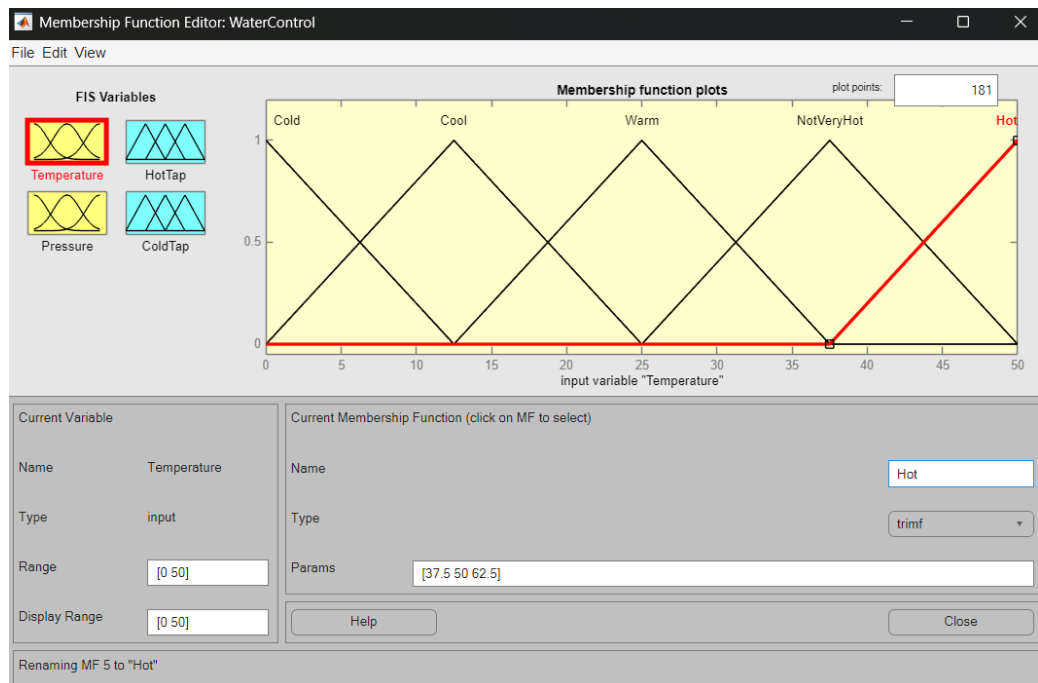


Рис. 4. Задання функції належності Temperature

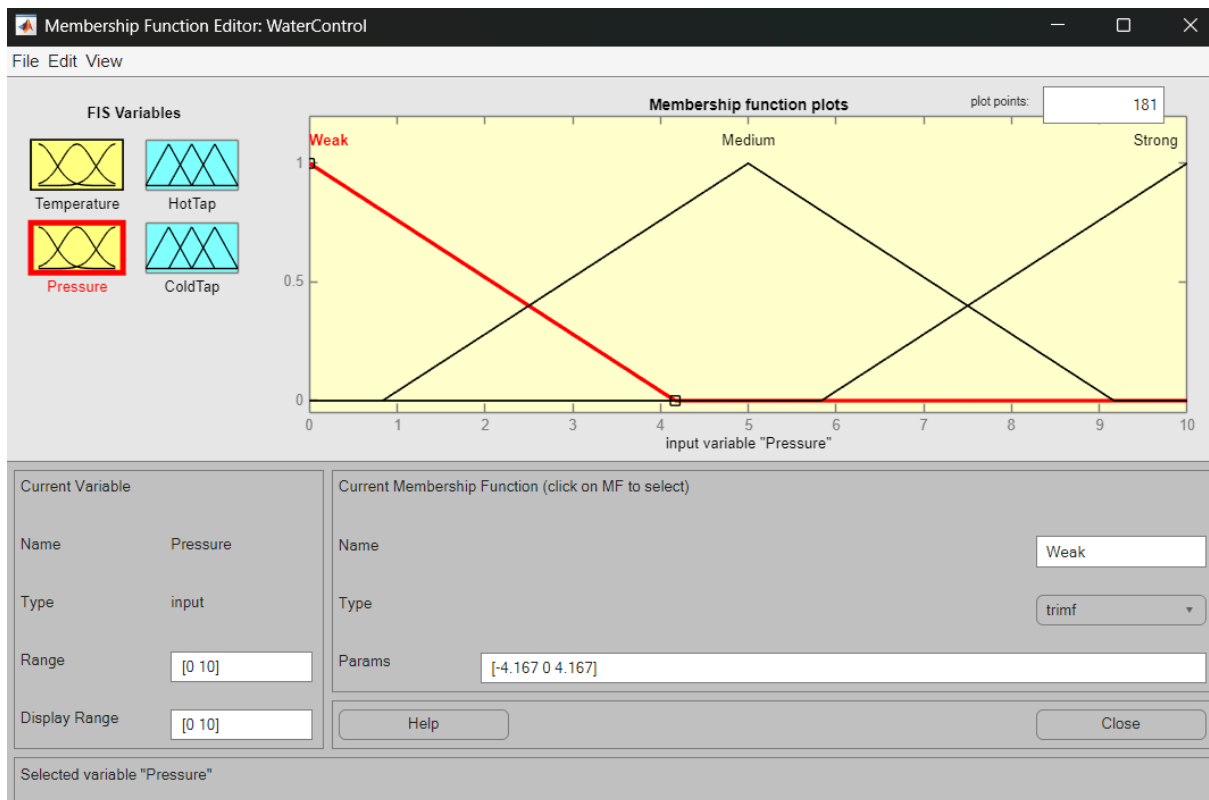


Рис. 5. Задання функції належності Pressure



Рис. 6. Задання функції належності HotTap

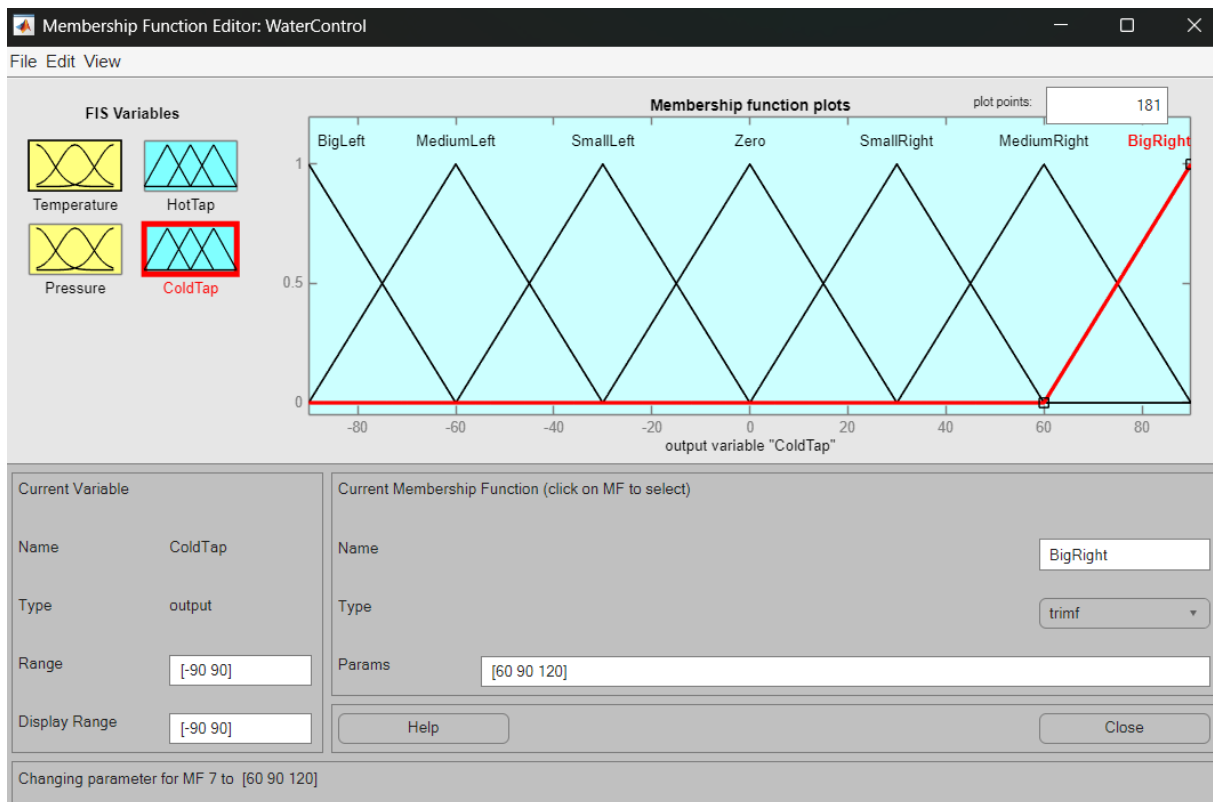


Рис. 7. Задання функції належності ColdTap

1. If (Temperature is Hot) and (Pressure is Strong) then (HotTap is MediumLeft)(ColdTap is MediumRight) (1)
 2. If (Temperature is Hot) and (Pressure is Medium) then (HotTap is Zero)(ColdTap is MediumRight) (1)
 3. If (Temperature is NotVeryHot) and (Pressure is Strong) then (HotTap is SmallLeft)(ColdTap is Zero) (1)
 4. If (Temperature is NotVeryHot) and (Pressure is Weak) then (HotTap is SmallRight)(ColdTap is SmallRight) (1)
 5. If (Temperature is Warm) and (Pressure is Medium) then (HotTap is Zero)(ColdTap is Zero) (1)
 6. If (Temperature is Cool) and (Pressure is Strong) then (HotTap is MediumRight)(ColdTap is MediumLeft) (1)
 7. If (Temperature is Cool) and (Pressure is Medium) then (HotTap is MediumRight)(ColdTap is SmallLeft) (1)
 8. If (Temperature is Cold) and (Pressure is Weak) then (HotTap is BigRight)(ColdTap is Zero) (1)
 9. If (Temperature is Cold) and (Pressure is Strong) then (HotTap is MediumLeft)(ColdTap is MediumRight) (1)
 10. If (Temperature is Warm) and (Pressure is Strong) then (HotTap is SmallLeft)(ColdTap is SmallLeft) (1)
 11. If (Temperature is Warm) and (Pressure is Weak) then (HotTap is SmallRight)(ColdTap is SmallRight) (1)

If: Temperature is [Cold, Cool, **Warm**, NotVeryHot, Hot, none] and Pressure is [Weak, Medium, Strong, none]
 Then: HotTap is [BigLeft, MediumLeft, SmallLeft, Zero, **SmallRight**, MediumRight, BigRight] and ColdTap is [BigLeft, MediumLeft, SmallLeft, Zero, **SmallRight**, MediumRight, BigRight]
 Connection: ☐ or ☒ and Weight: 1

Рис. 8. Редагування правил

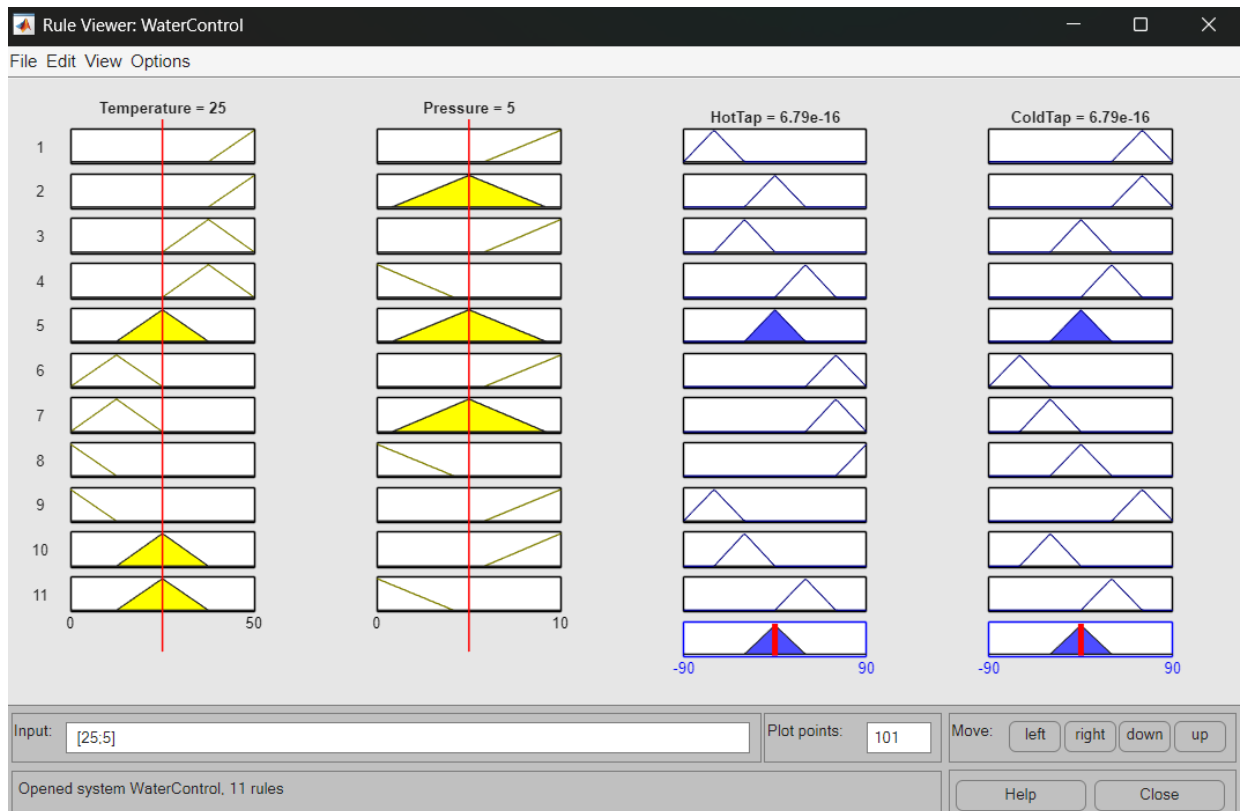


Рис. 9. Додані правила

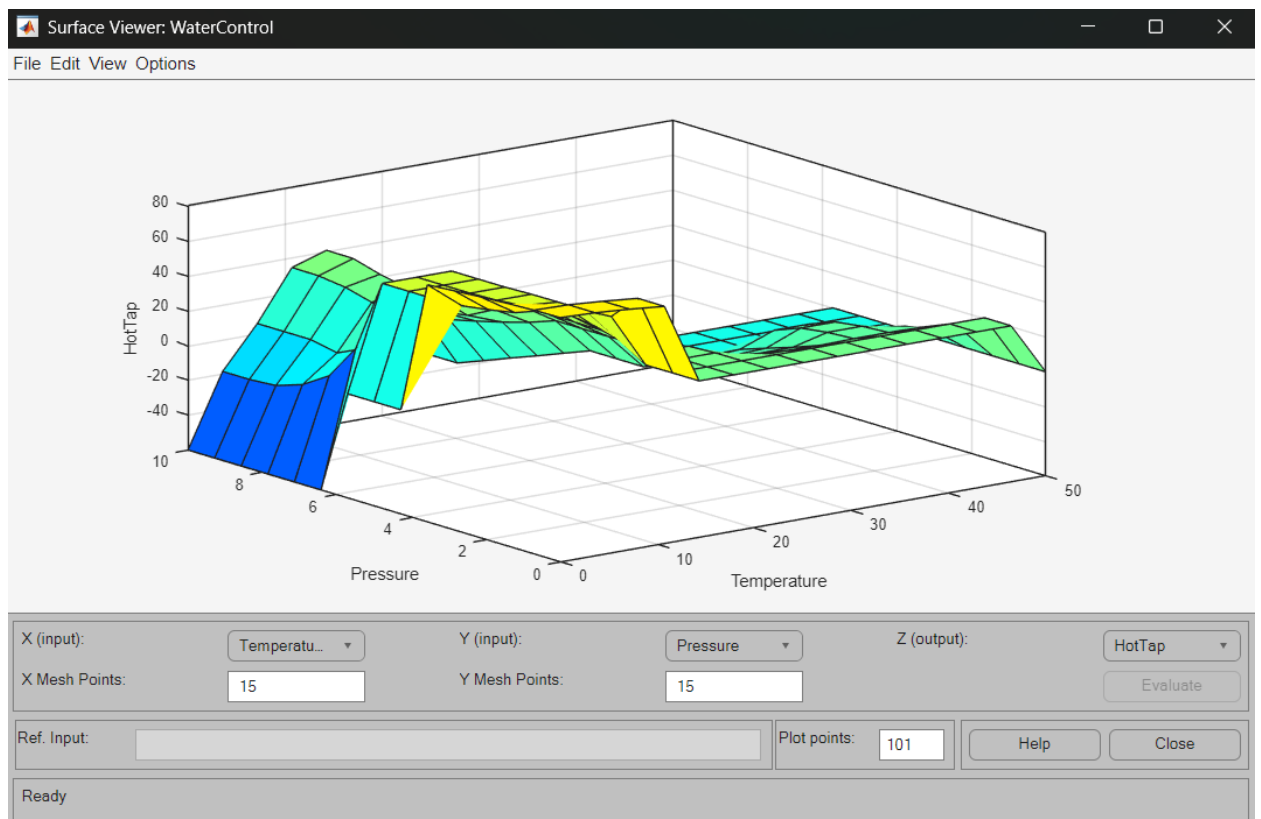


Рис. 10. Побудована поверхня для HotTap

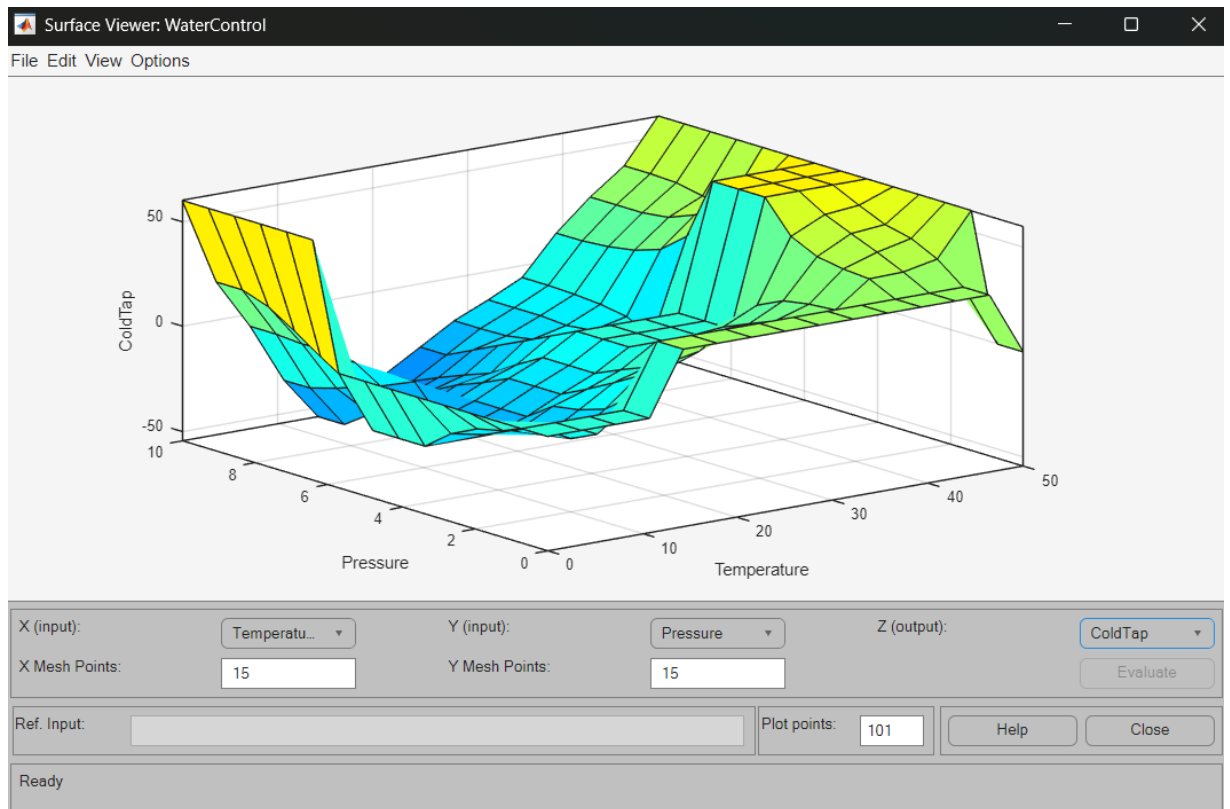


Рис. 10. Побудована поверхня для ColdTap

Завдання 3.2. 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:

		Козлик С.О.			ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Лр3	Арк.
		Маєвський О.В.				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1. Якщо температура повітря дуже тепла і швидкість зміни температури додатня, то потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонера на великий кут вліво.

2. Якщо температура повітря дуже тепла, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді необхідно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонера на невеликий кут вліво.

3. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонера на великий кут вліво.

4. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонера слід вимкнути.

5. Якщо температура повітря дуже холодна, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонера 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.

		Козлик С.О.			ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Лр3	Арк.
		Маєвський О.В.				10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Якщо температура повітря дуже холодна, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на великий кут вправо.

12. Якщо температура повітря холодна, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вправо.

13. Якщо температура повітря в нормі, а швидкість зміни температури додатня, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вліво.

14. Якщо температура повітря в нормі, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вправо.

15. Якщо температура повітря в нормі, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно виключити кондиціонер.

Для цього завдання будуть використані дві вхідні змінні (Temperature і ChangeRate) і одна вихідна (RegulatorAngle).

Для кожної змінної необхідно задати функції належності.

Вхідна змінна Temperature:

Діапазон: [10 30] (°C)

Тип MF: trimf і trapmf

5 термів: VeryCold (Дуже холодна), Cold (Холодна), Normal (Нормальна), Warm (Тепла), VeryWarm (Дуже тепла).

Вхідна змінна ChangeRate:

Діапазон: [-5 5]

Тип MF: trimf і trapmf

3 терми: Negative (Від'ємна), Zero (Нульова), Positive (Додатня).

Вихідна змінна RegulatorAngle:

Діапазон: [-90 90] (°)

Тип MF: trimf і trapmf

		Козлик С.О.			ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – ЛрЗ	Арк.
		Маєвський О.В.				11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 термів: BigLeft (великий поворот вліво), SmallLeft (невеликий поворот вліво), Zero (вимкнути), SmallRight (невеликий поворот вправо), BigRight (великий поворот вправо).

Правила:

№	Temperature	ChangeRate	RegulatorAngle
1	VeryWarm	Positive	BigLeft
2	VeryWarm	Negative	SmallLeft
3	Warm	Positive	BigLeft
4	Warm	Negative	Zero
5	VeryCold	Negative	BigRight
6	VeryCold	Positive	SmallRight
7	Cold	Negative	BigRight
8	Cold	Positive	Zero
9	VeryWarm	Zero	BigLeft
10	Warm	Zero	SmallLeft
11	VeryCold	Zero	BigRight
12	Cold	Zero	SmallRight
13	Normal	Positive	SmallLeft
14	Normal	Negative	SmallRight
15	Normal	Zero	Zero

Результат виконання програми:

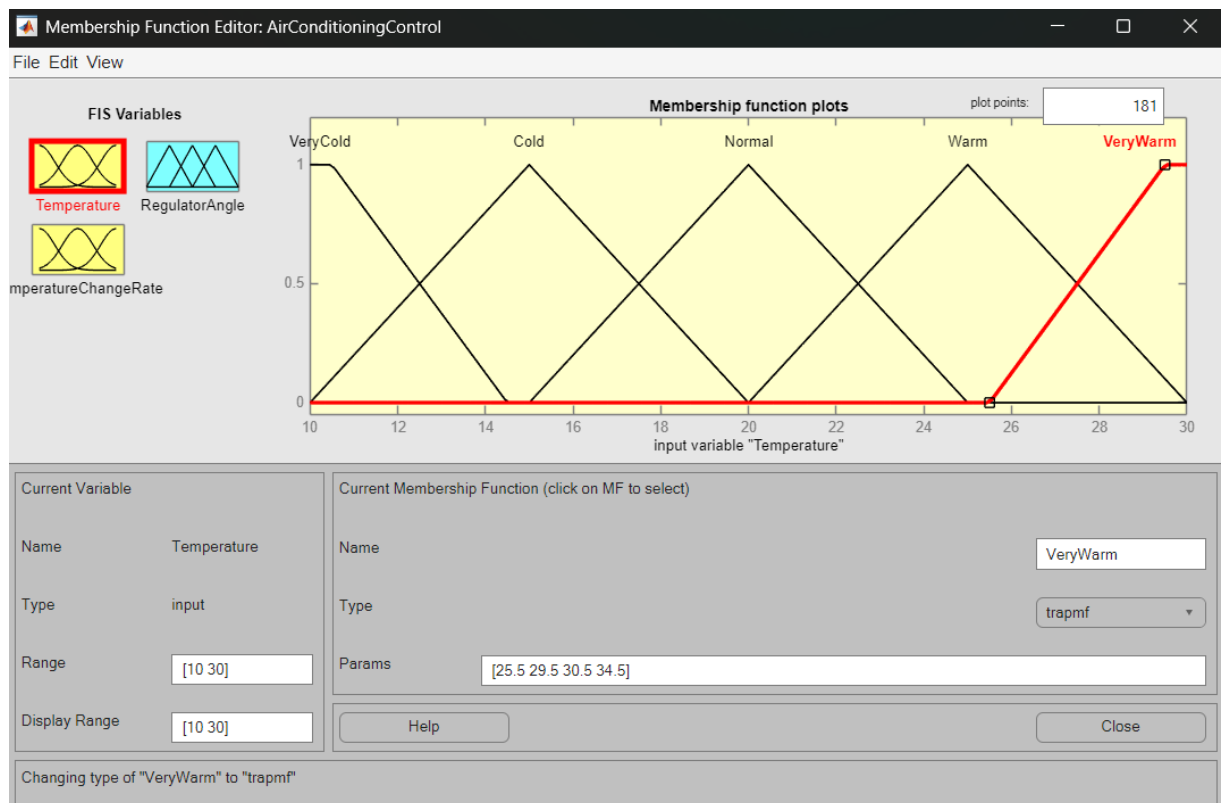


Рис. 11. Задання функції належності Temperature

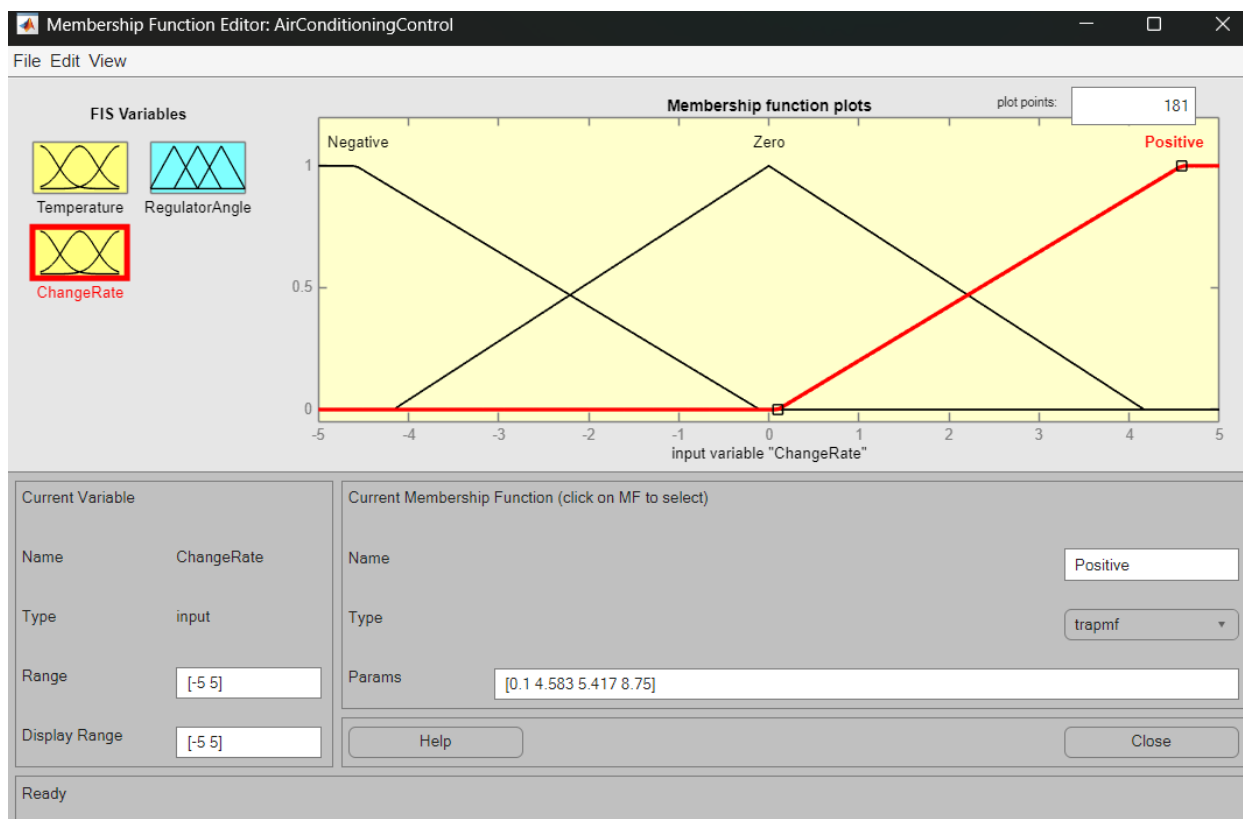


Рис. 12. Задання функції належності ChangeRate

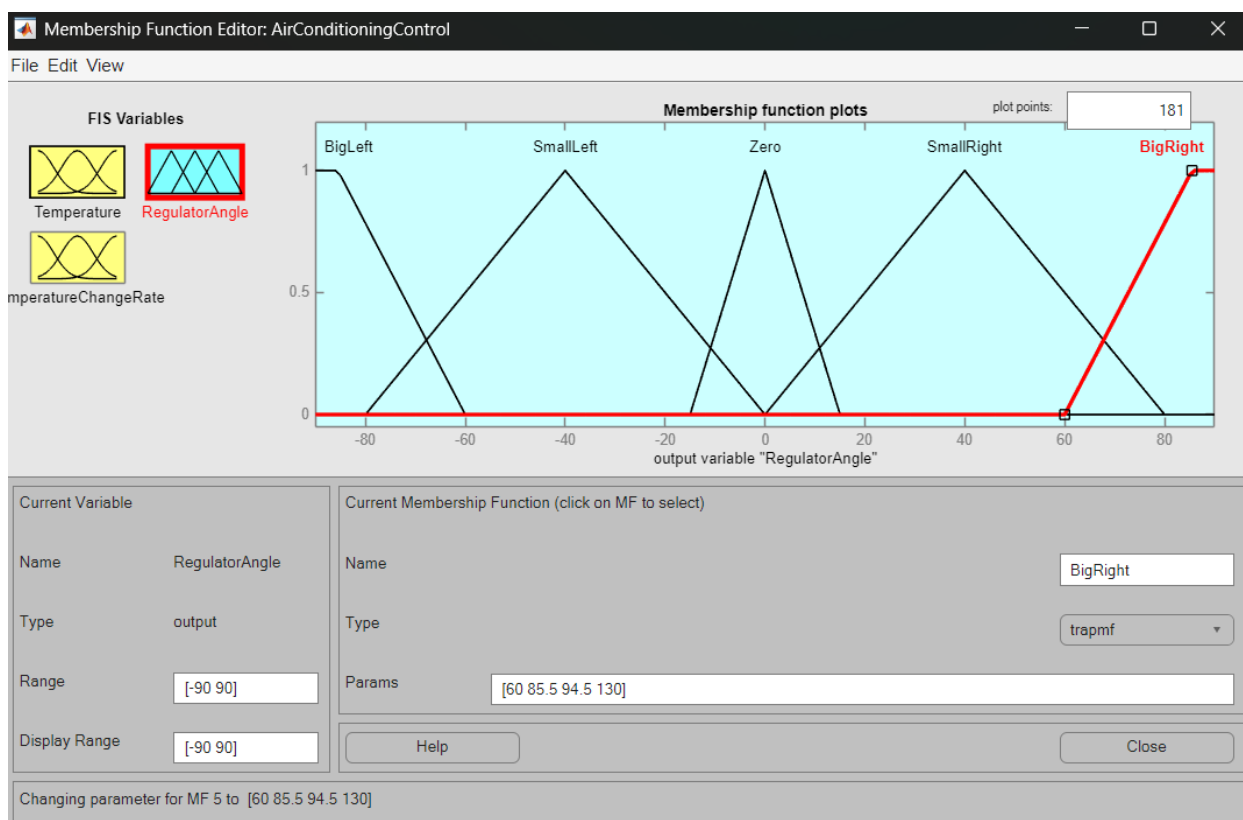


Рис. 13. Задання функції належності RegulatorAngle

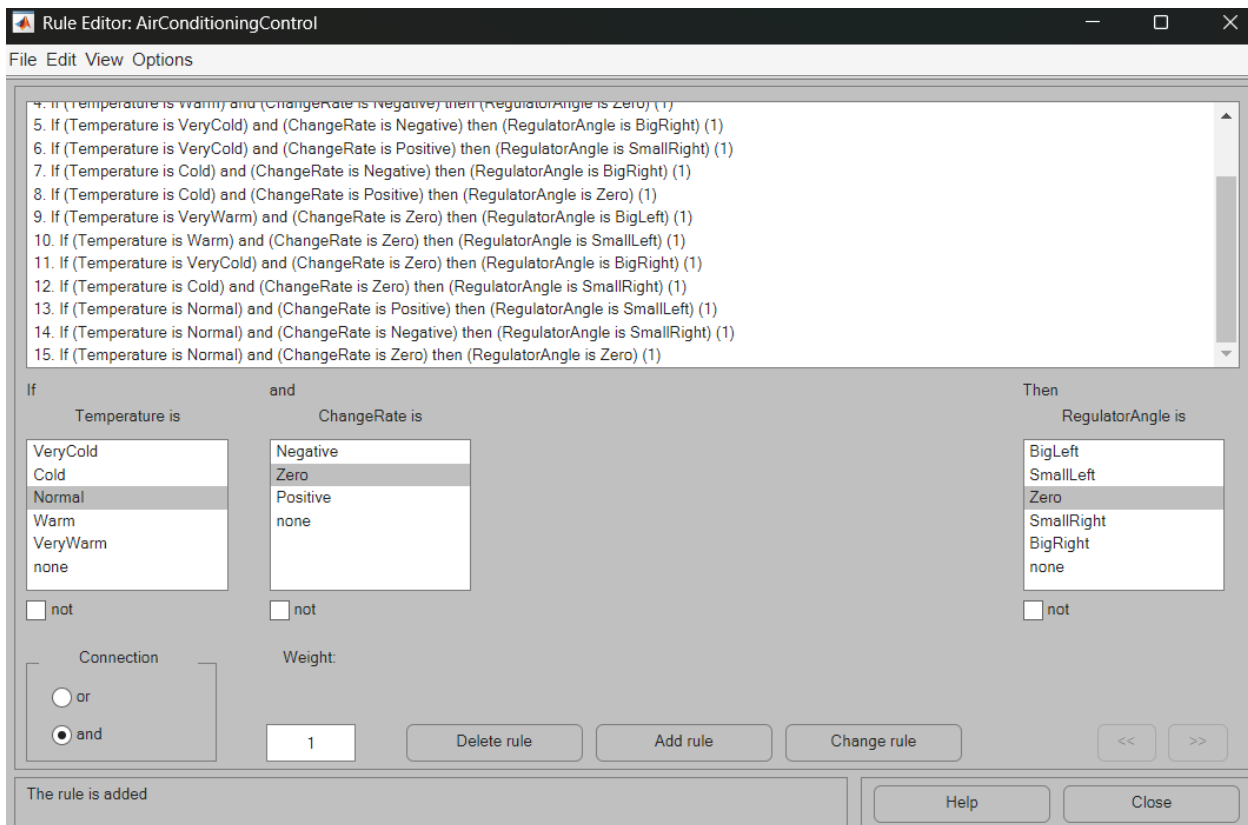


Рис. 14. Редагування правил

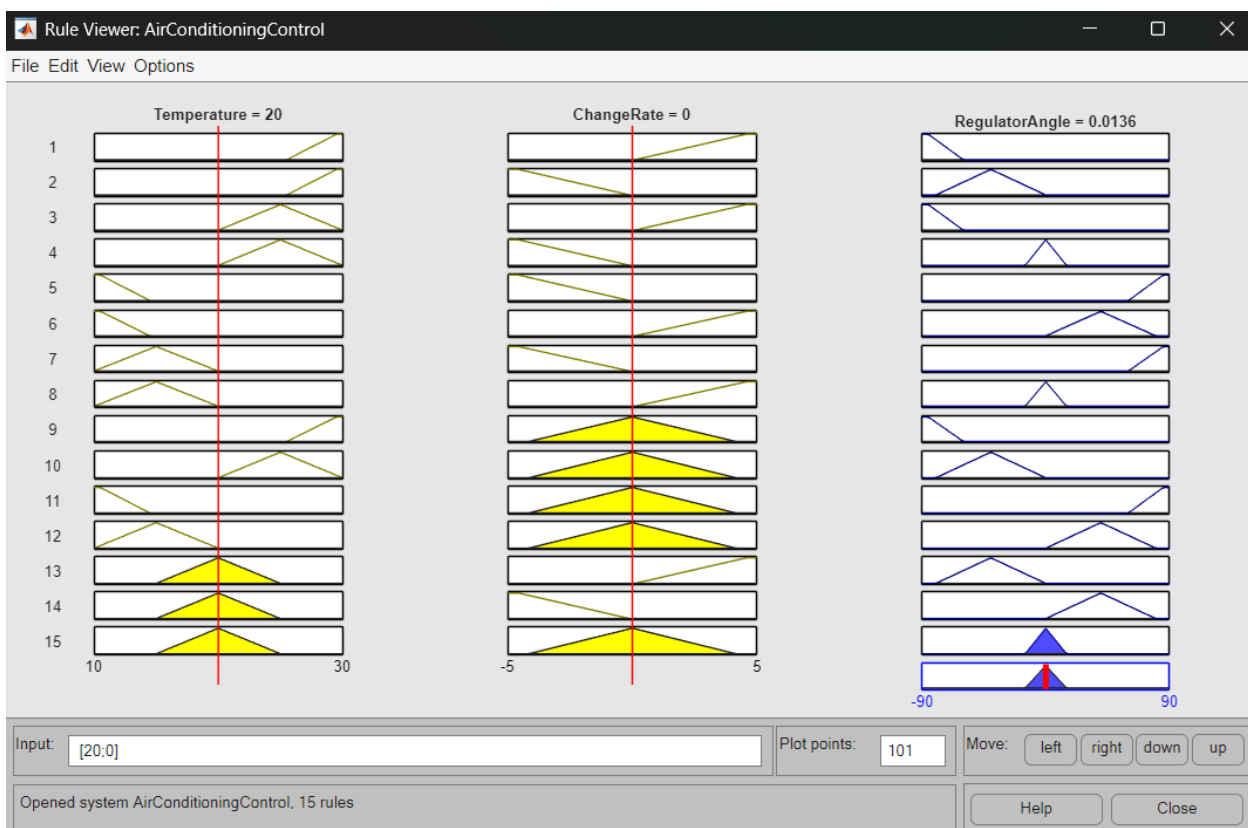


Рис. 15. Додані правила

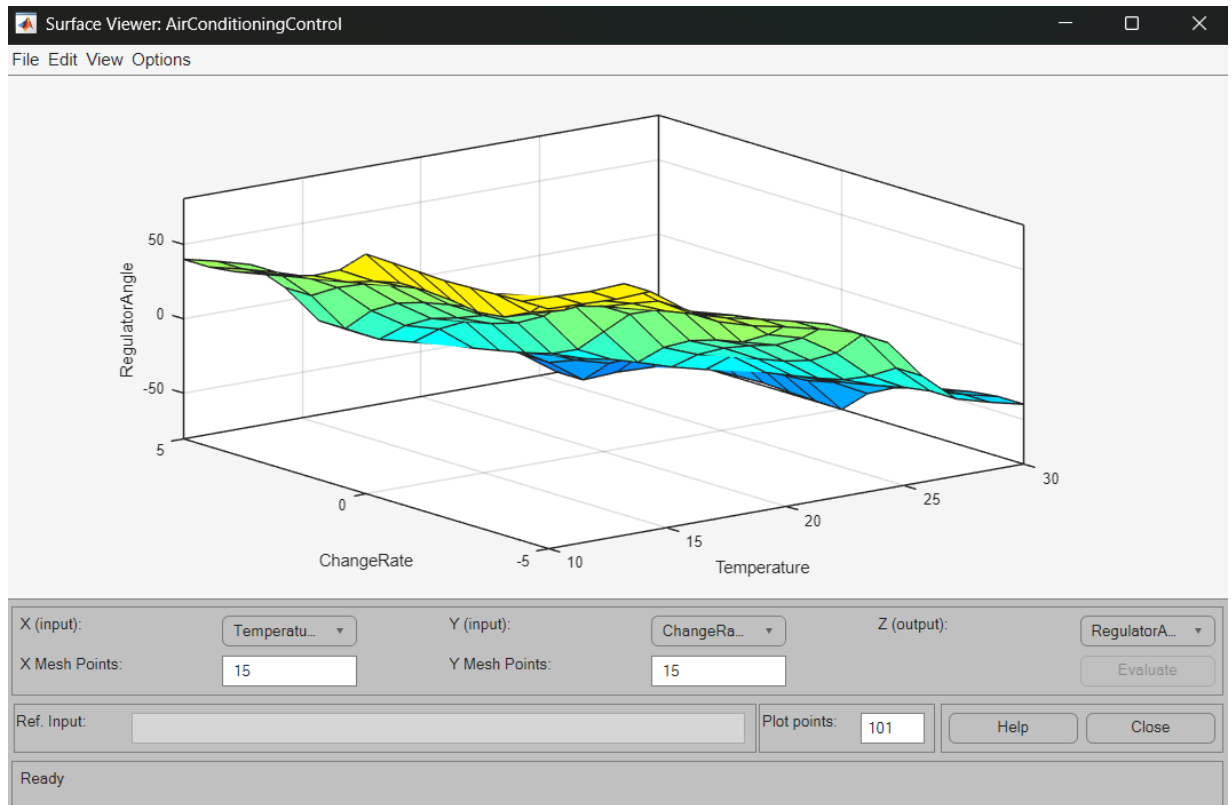


Рис. 16. Побудована поверхня для RegulatorAngle

Висновок: в ході виконання лабораторної роботи ми дослідили можливості ППП МАТЛАВ щодо проектування систем керування на основі алгоритмів нечіткого виводу.

Репозиторій: <https://github.com/SofiiaKozlyk/AI-systems>

		Козлик С.О.			ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Лр3	Арк.
		Маєвський О.В.				15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		