

# 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 M-файлі складемо наступну програму

Лістинг програми:

```
% Побудова графіка функції y=(x1^2-8)*cos(x2)
% в області x1∈[0,4] і x2∈[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).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Пр3		
Розроб.	Захаров І. А.						
Перевір.	Маєвський О. В..						
Керівник							
Н. контр.							
Зав. каф.							
Звіт з лабораторної роботи					Літ.	Арк.	Аркушів
						1	19
					ФІКТ Гр. ІПЗ-22-1[1]		

Результат виконання програми:

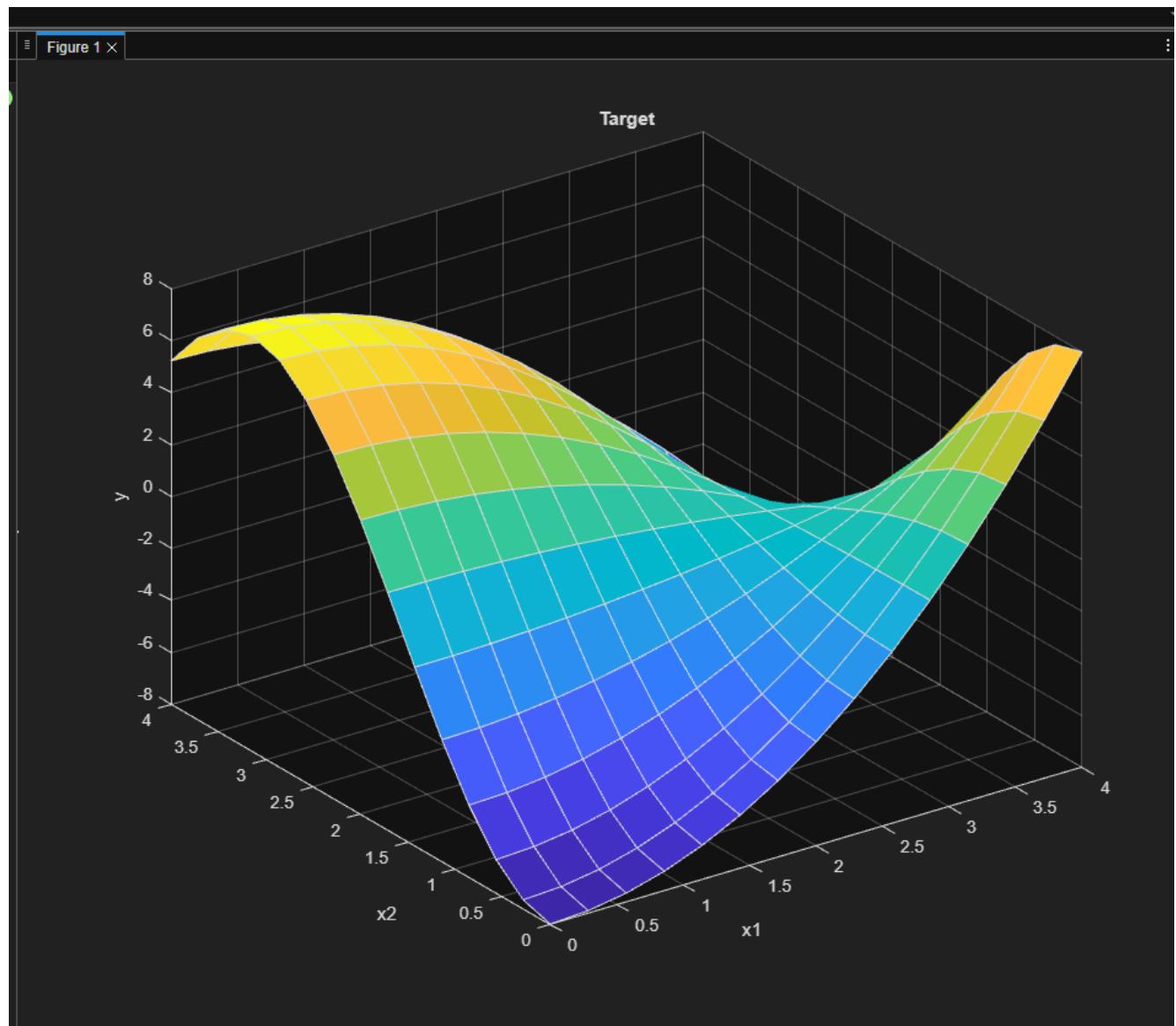


Рис. 1

		Захаров I. A.					
		Маєвський О. В..					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Пр3		

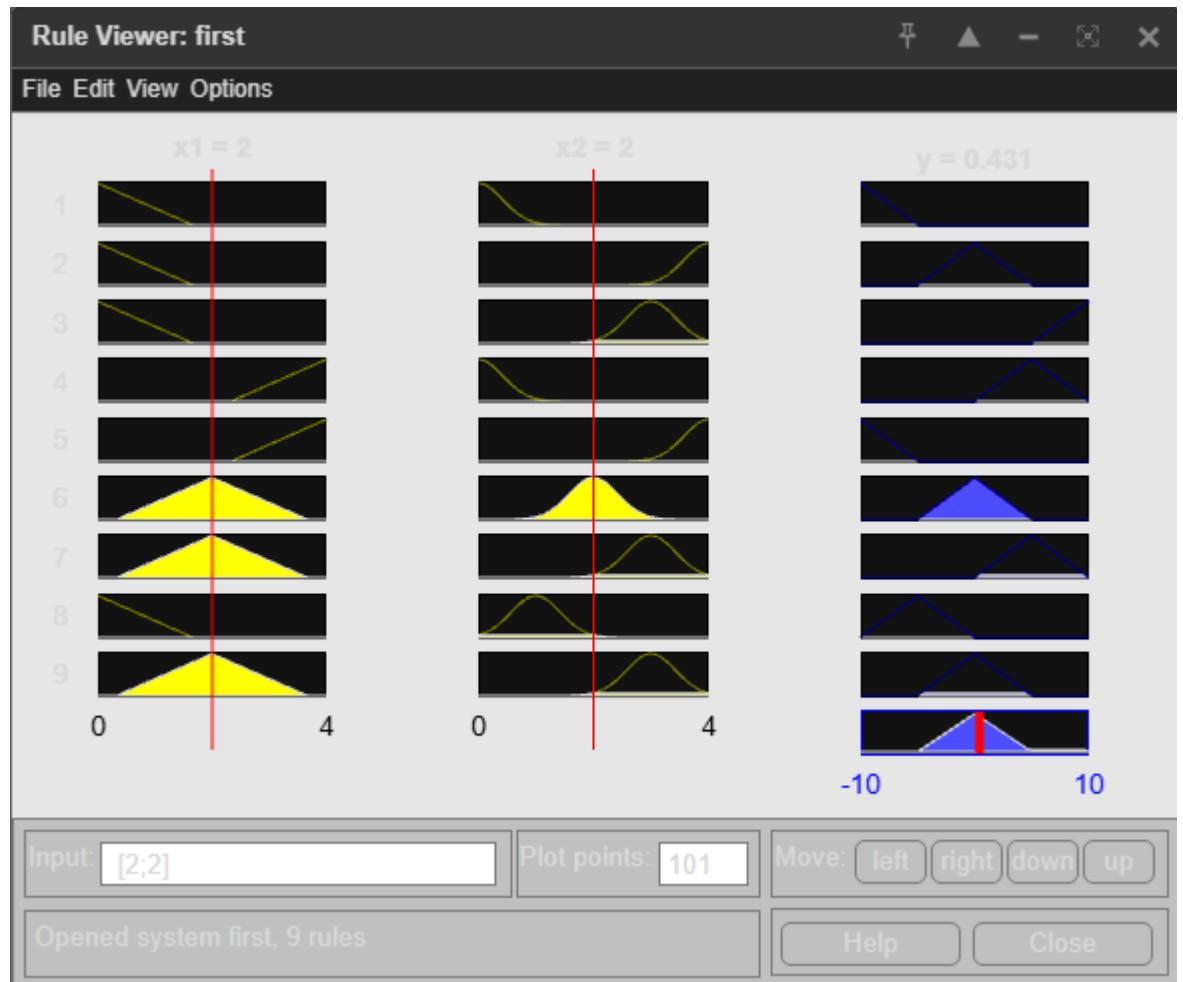


Рис. 2 Додані правила.

		<i>Захаров I. A.</i>				
		<i>Маєвський О. В..</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Пр3	Арк. 3

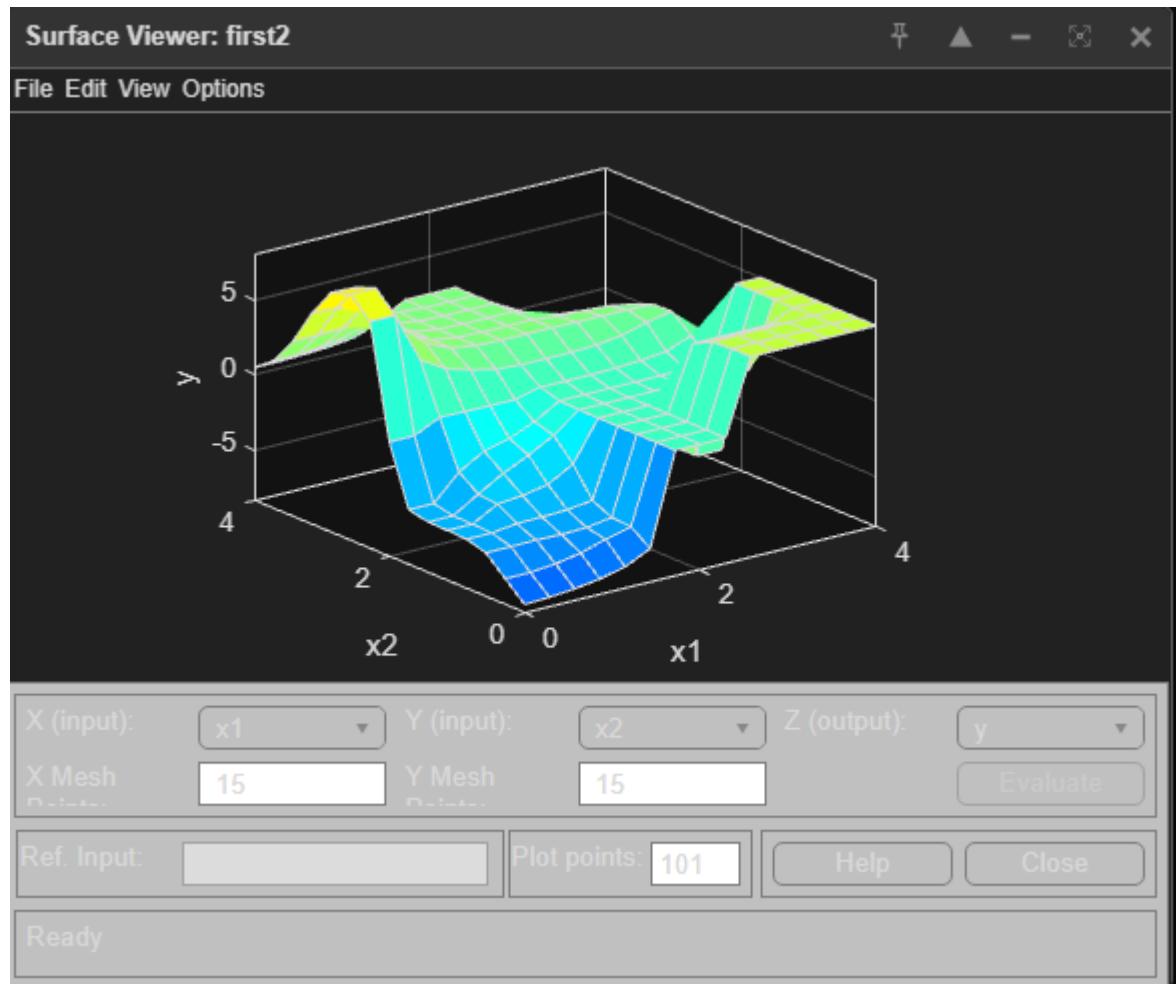


Рис. 3 Побудована поверхня.

**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 повернати 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.

		Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – ПрЗ	Арк.
		Масевський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

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 слабий, тоді слід повернути кран 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 слабий, 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 кран гарячої і холодної води на невеликий кут вліво.

11. Якщо вода тепла і її напір слабий, тоді слід повернути кран 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). Дляожної 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)

		Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

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

### 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:

		Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка». 25.121.11.000 – ПрЗ	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

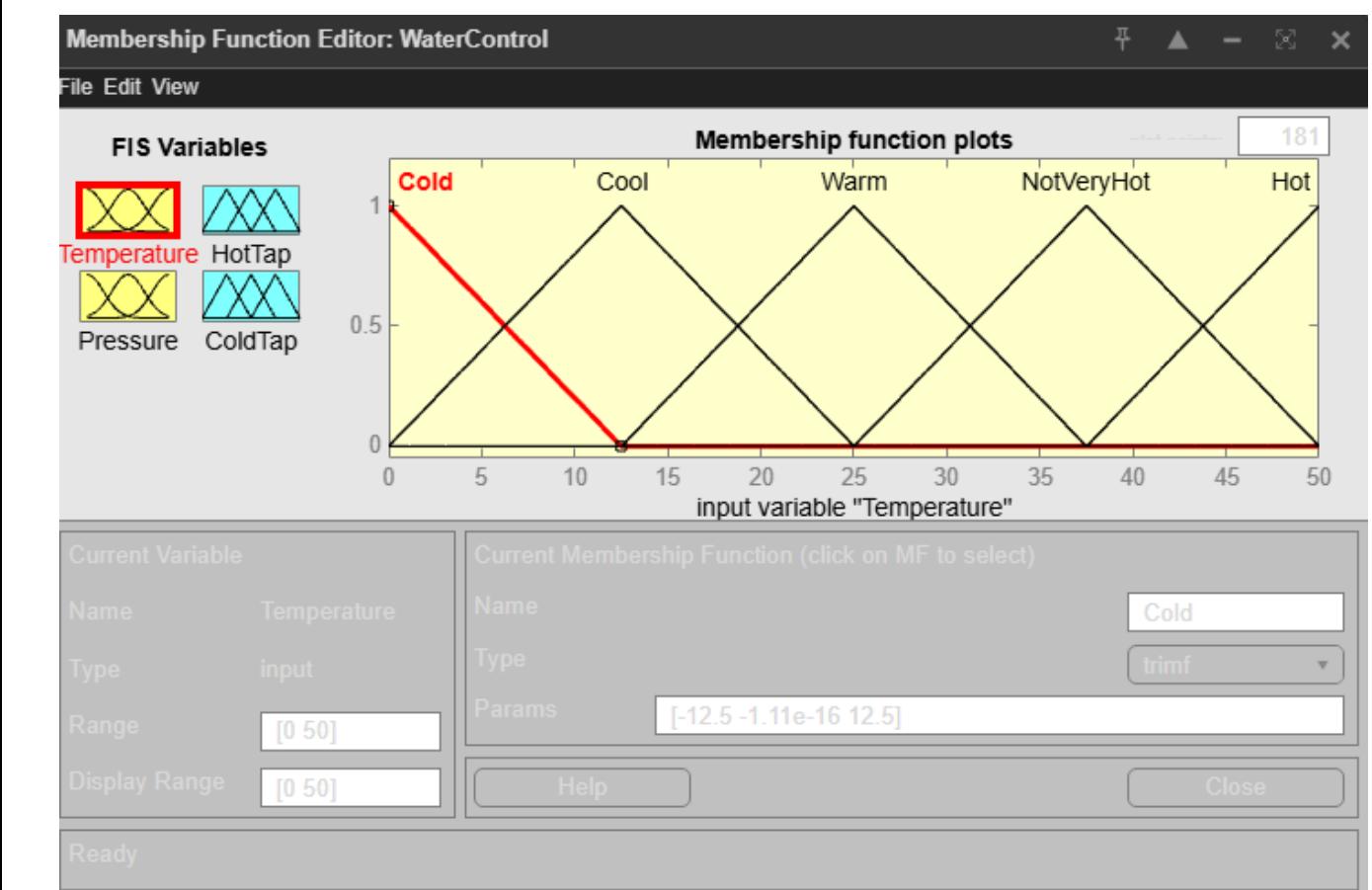


Рис. 4. Задання функції належності Temperature

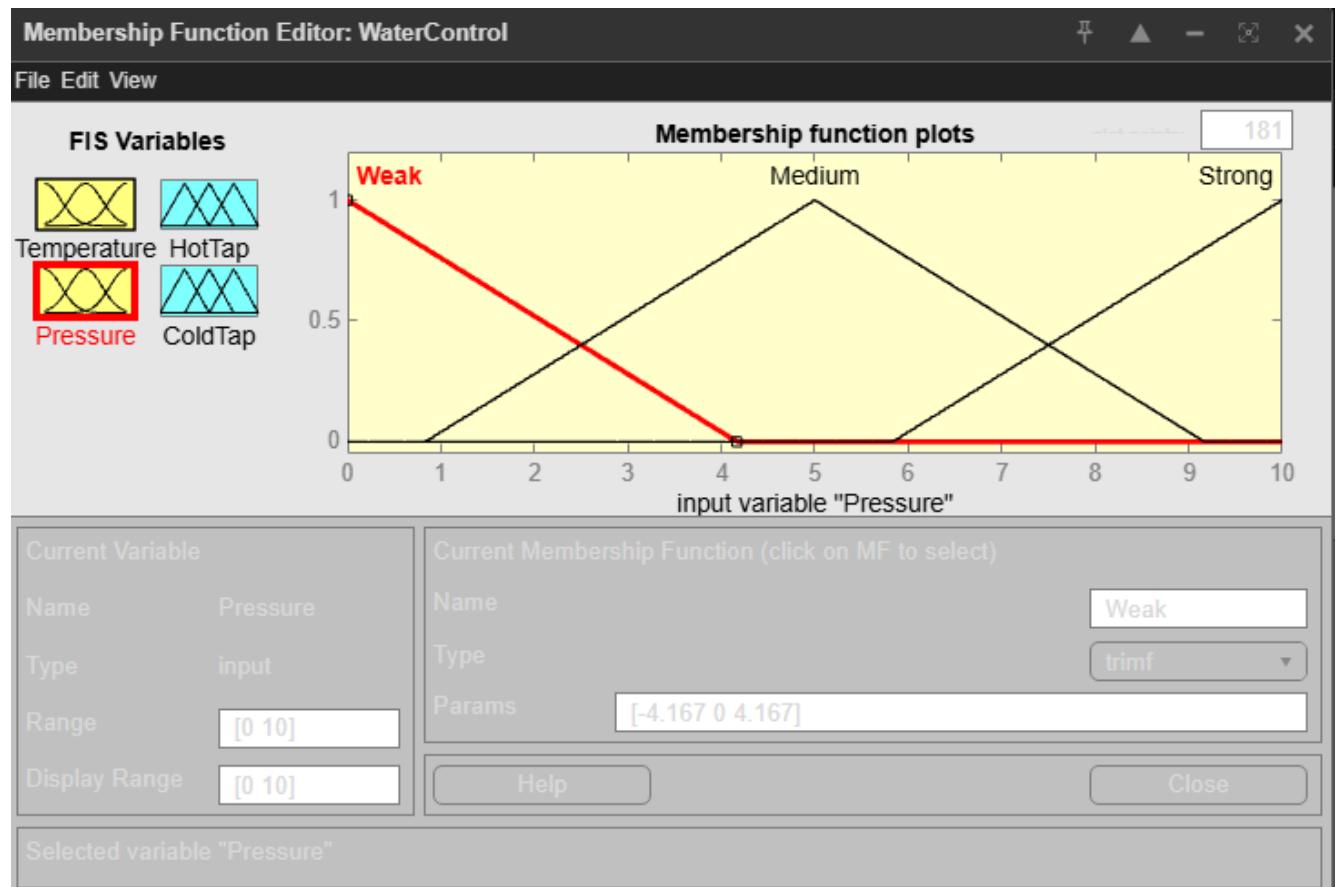


Рис. 5. Задання функції належності Pressure

		Захаров І. А.			Арк.
		Масєвський О. В..			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз

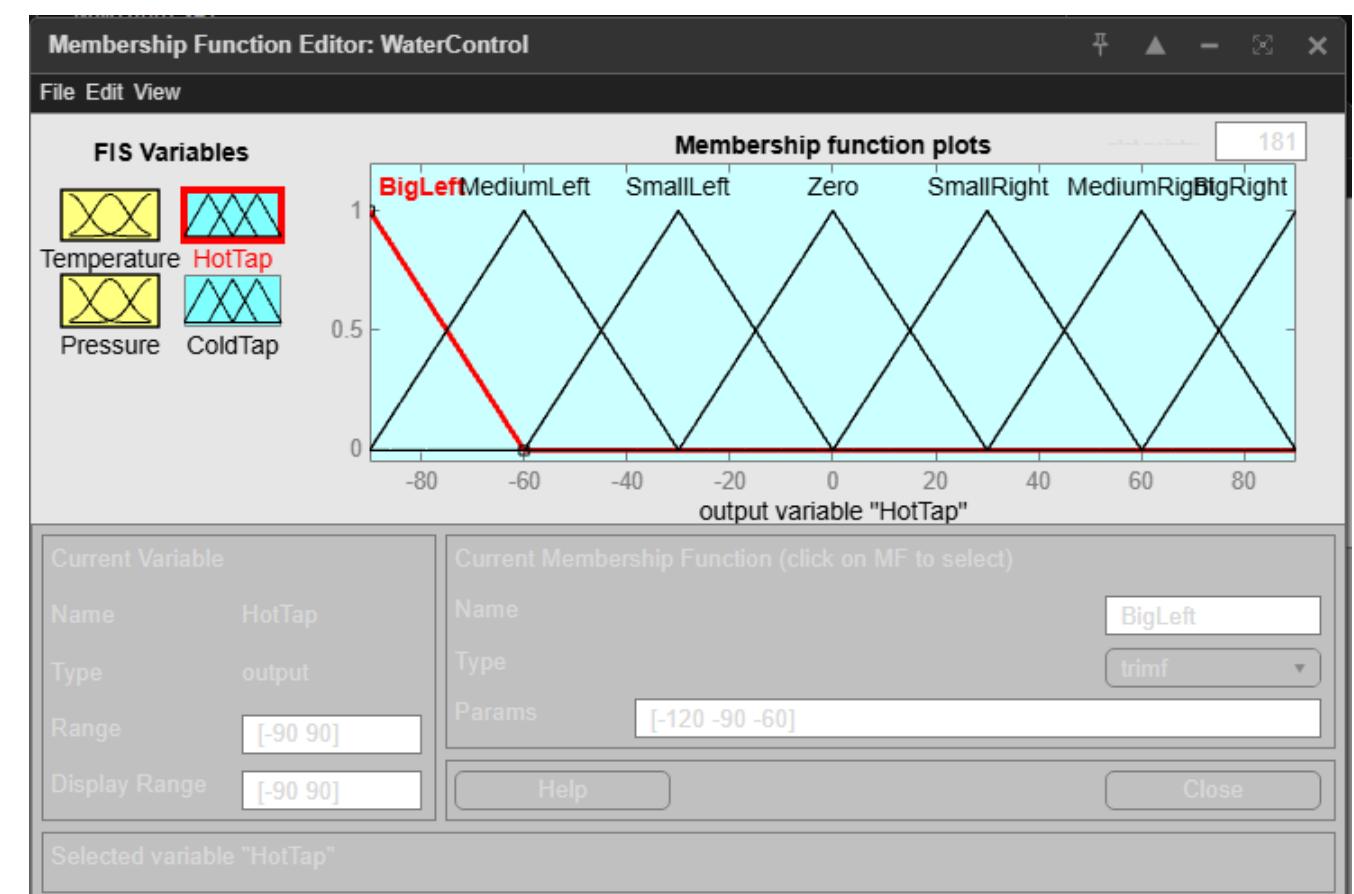


Рис. 6. Задання функції належності HotTap

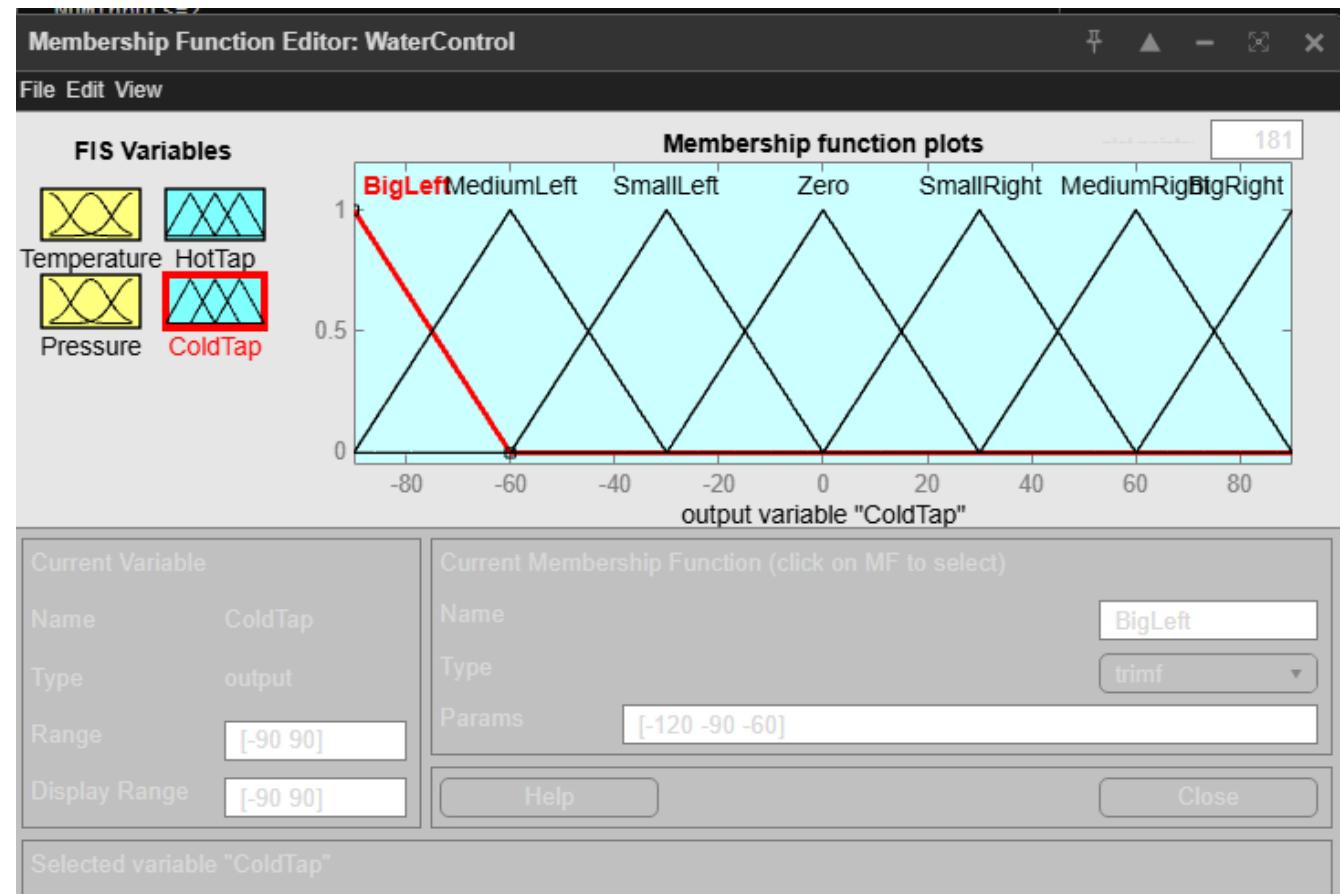


Рис. 7. Задання функції належності ColdTap

		Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

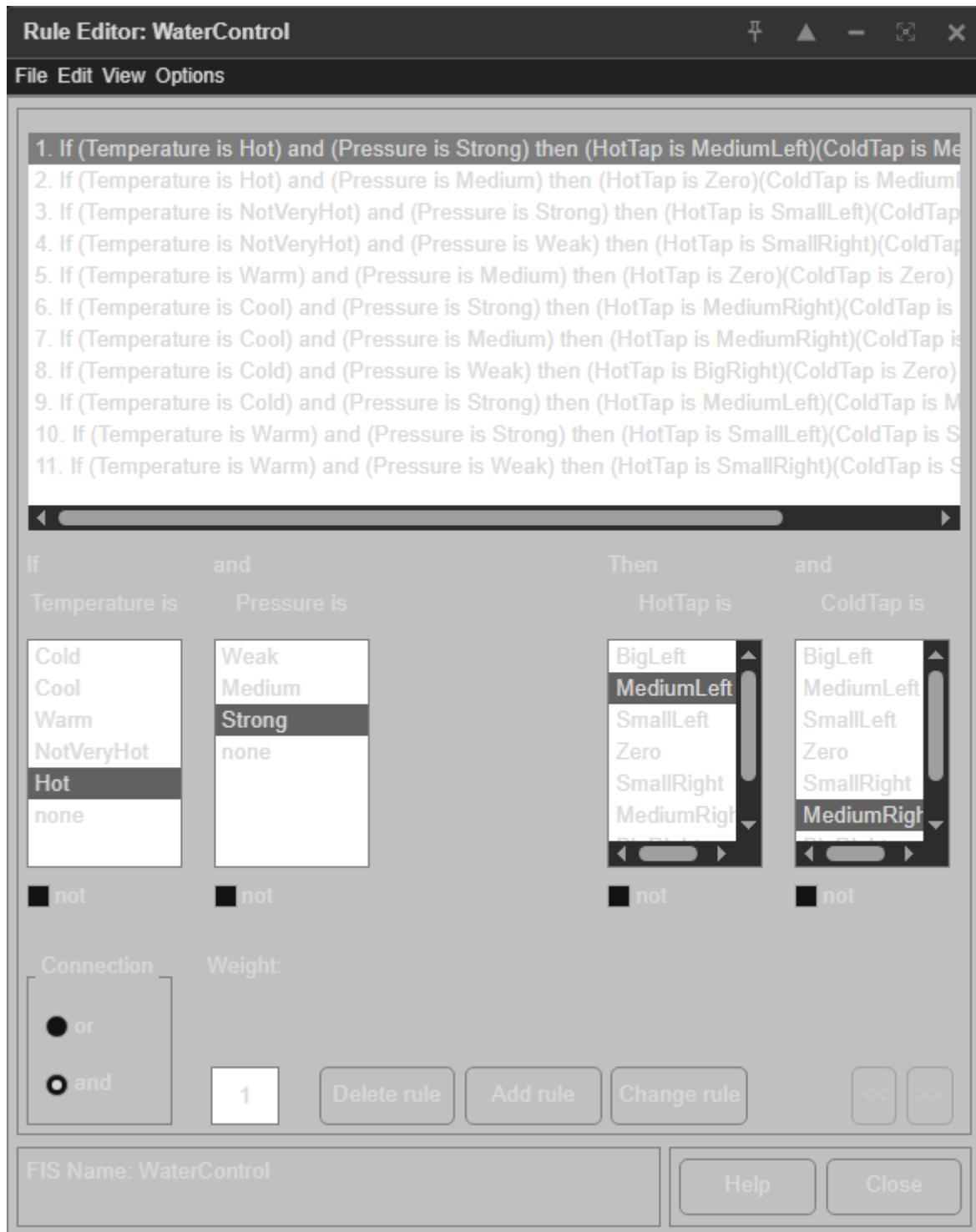


Рис. 8. Редагування правил

		Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

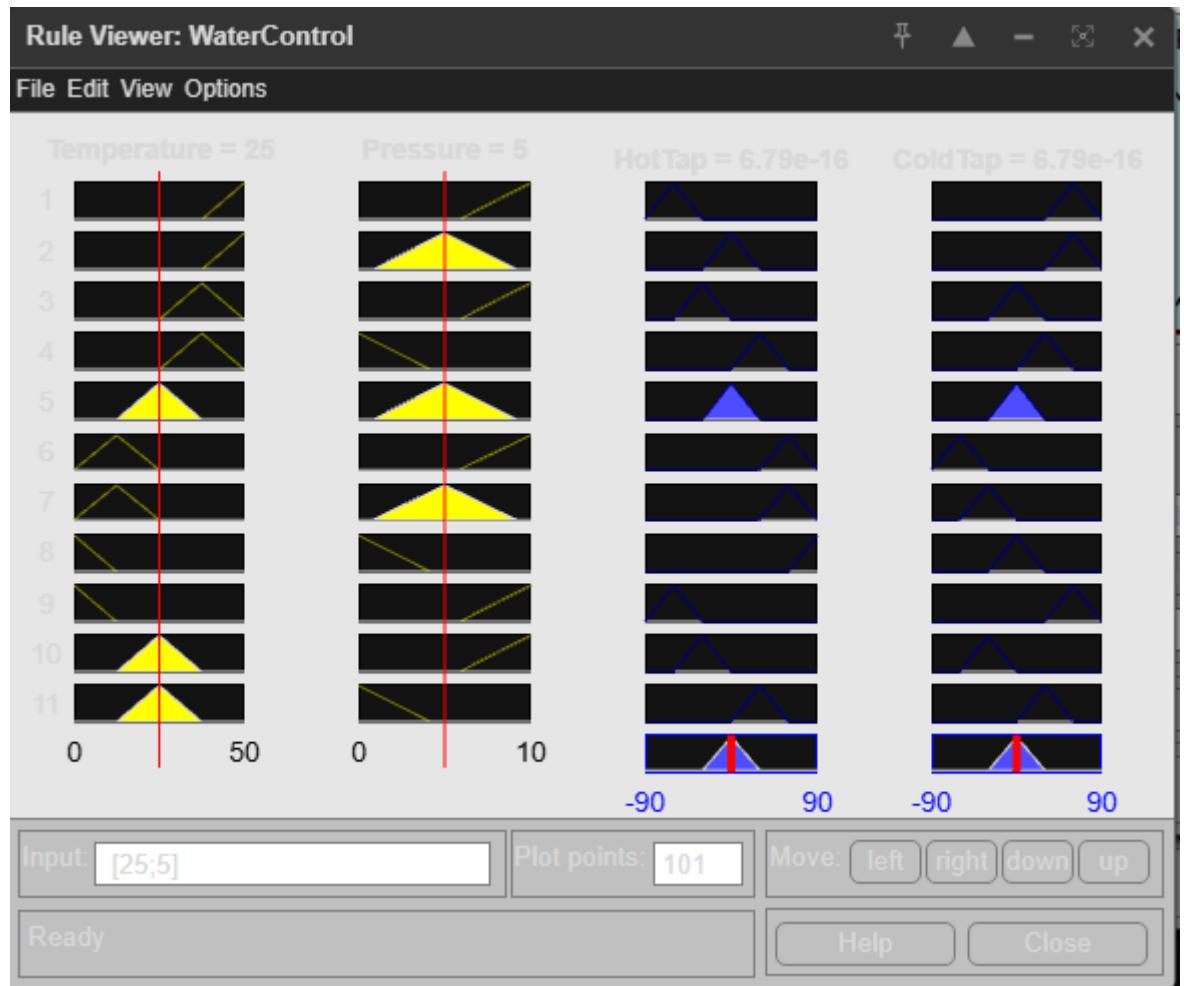


Рис. 9. Додані правила

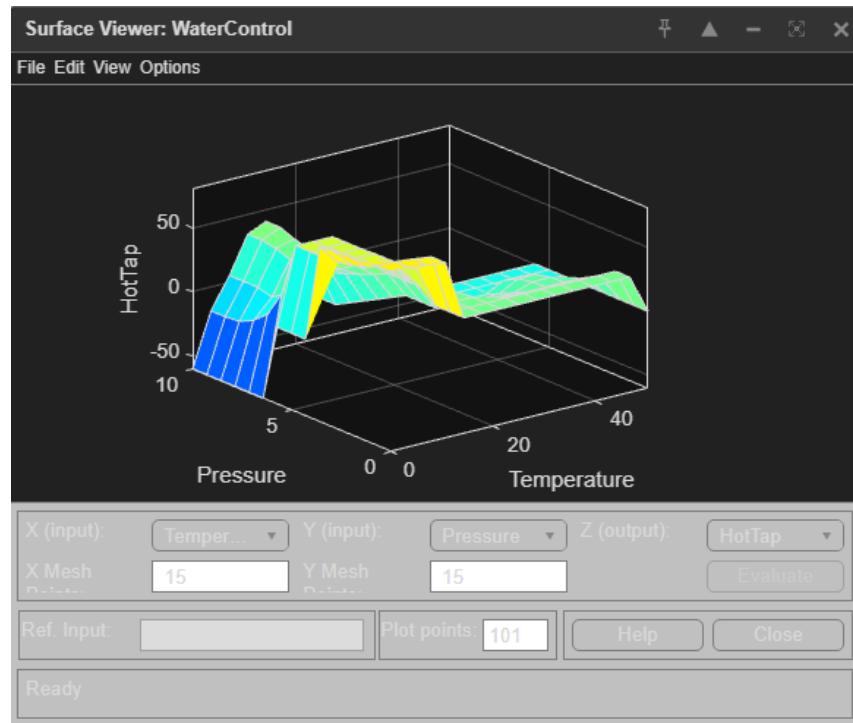


Рис. 10 Побудована поверхня для HotTap

		Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Пр3	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

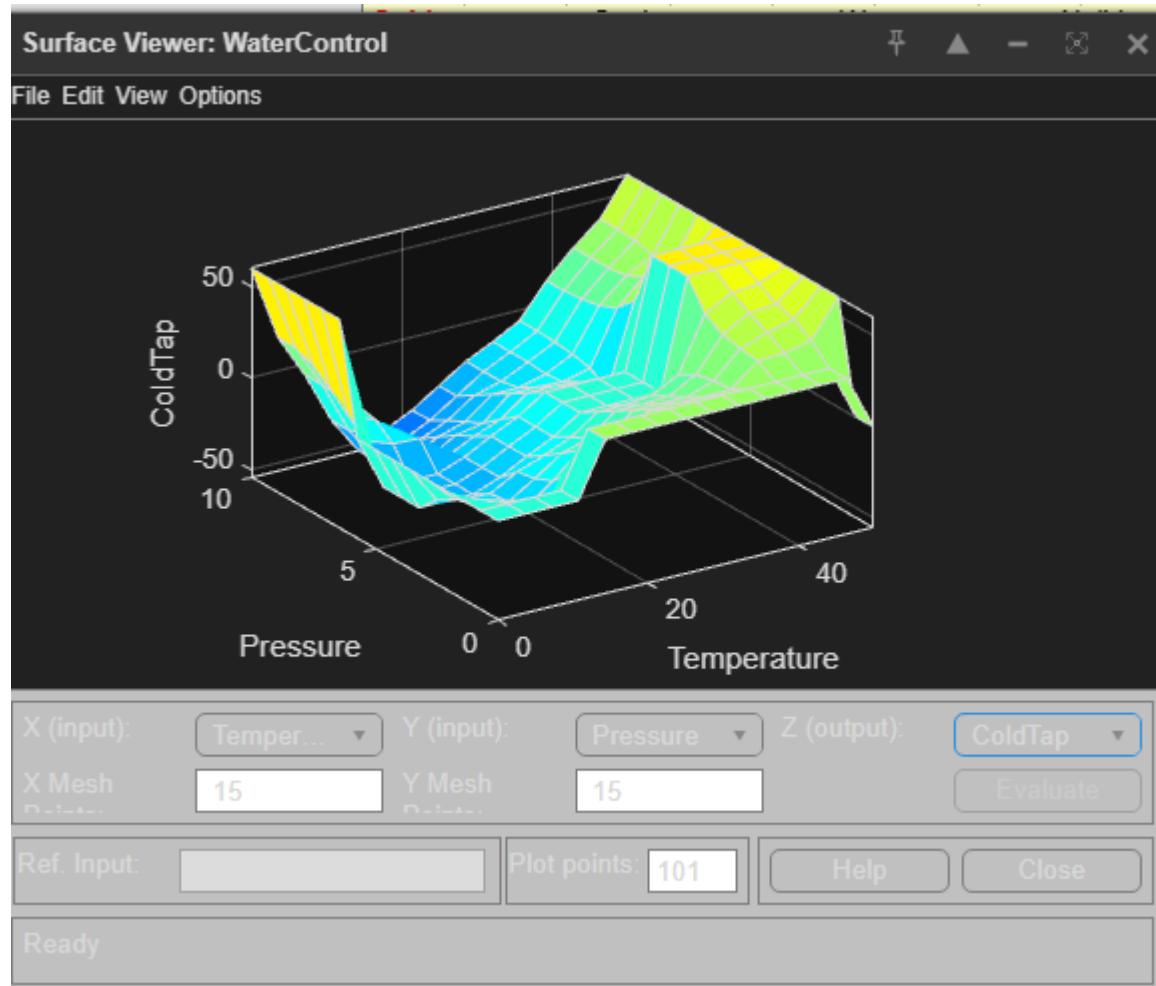


Рис. 11. Побудована поверхня для ColdTap

**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 включені

		Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – ПрЗ	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

режimu «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 кондиціонеру на невеликий кут вправо.

7. Якщо температура повітря холодна, а швидкість зміни температури від'ємна, тоді потрібно включити режим «тепло», повернувши регулятор кондиціонеру 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 кондиціонеру на великий кут вліво.

		Захаров I. A.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

10. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вліво.

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 i trapmf

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

#### **Вхідна змінна ChangeRate:**

Діапазон: [-5 5]

Тип MF: trimf i trapmf

3 терми: Negative (Від'ємна), Zero (Нульова), Positive (Додатня). Вихідна змінна RegulatorAngle: Діапазон: [-90 90] (°) Тип MF: trimf i trapmf

		Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

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

## Правила:

Nº	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:

		<i>Захаров I. A.</i>				
		<i>Маєвський О. В..</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Пр3	Арк. 14

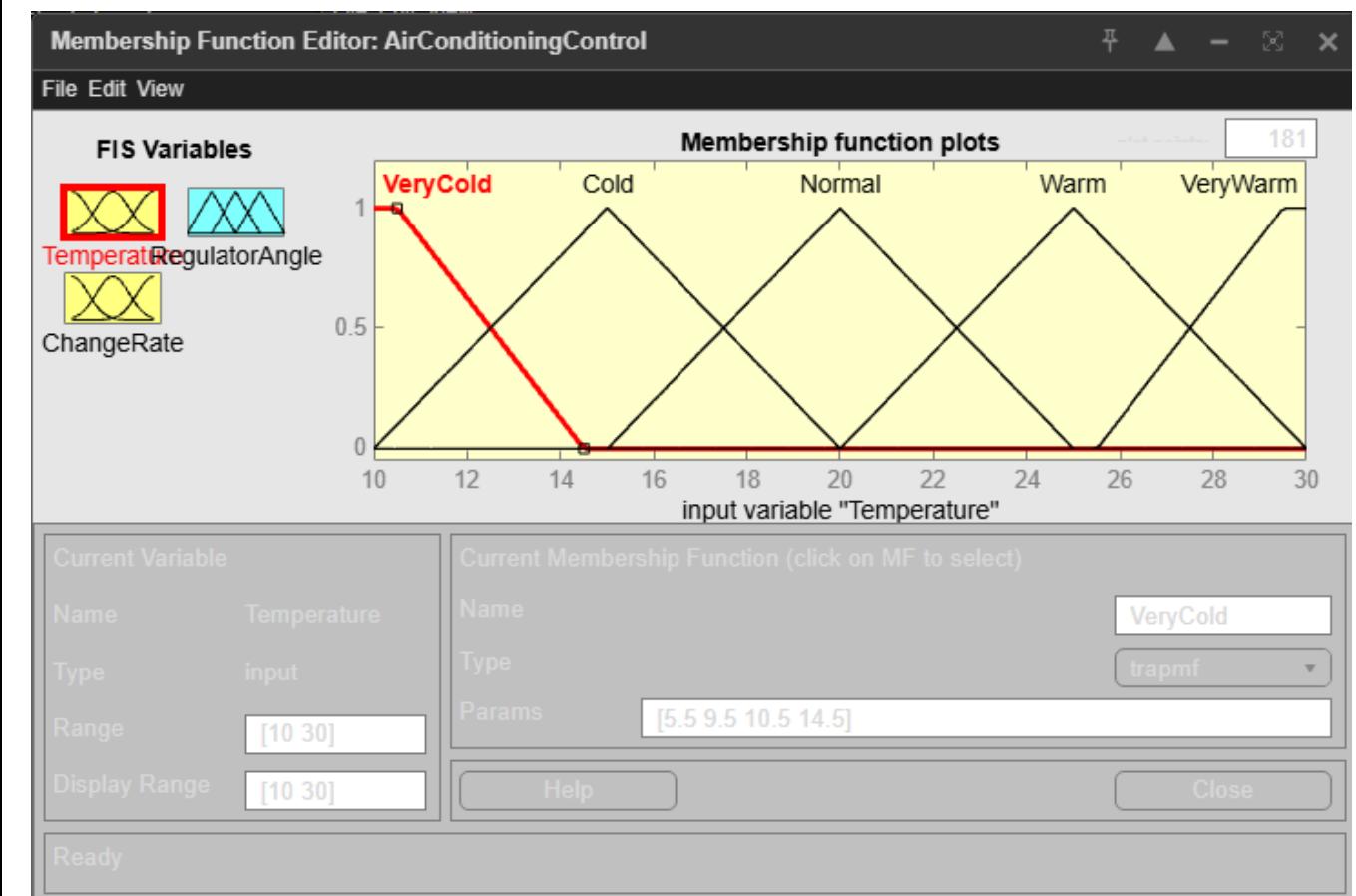


Рис. 11. Задання функції належності Temperature

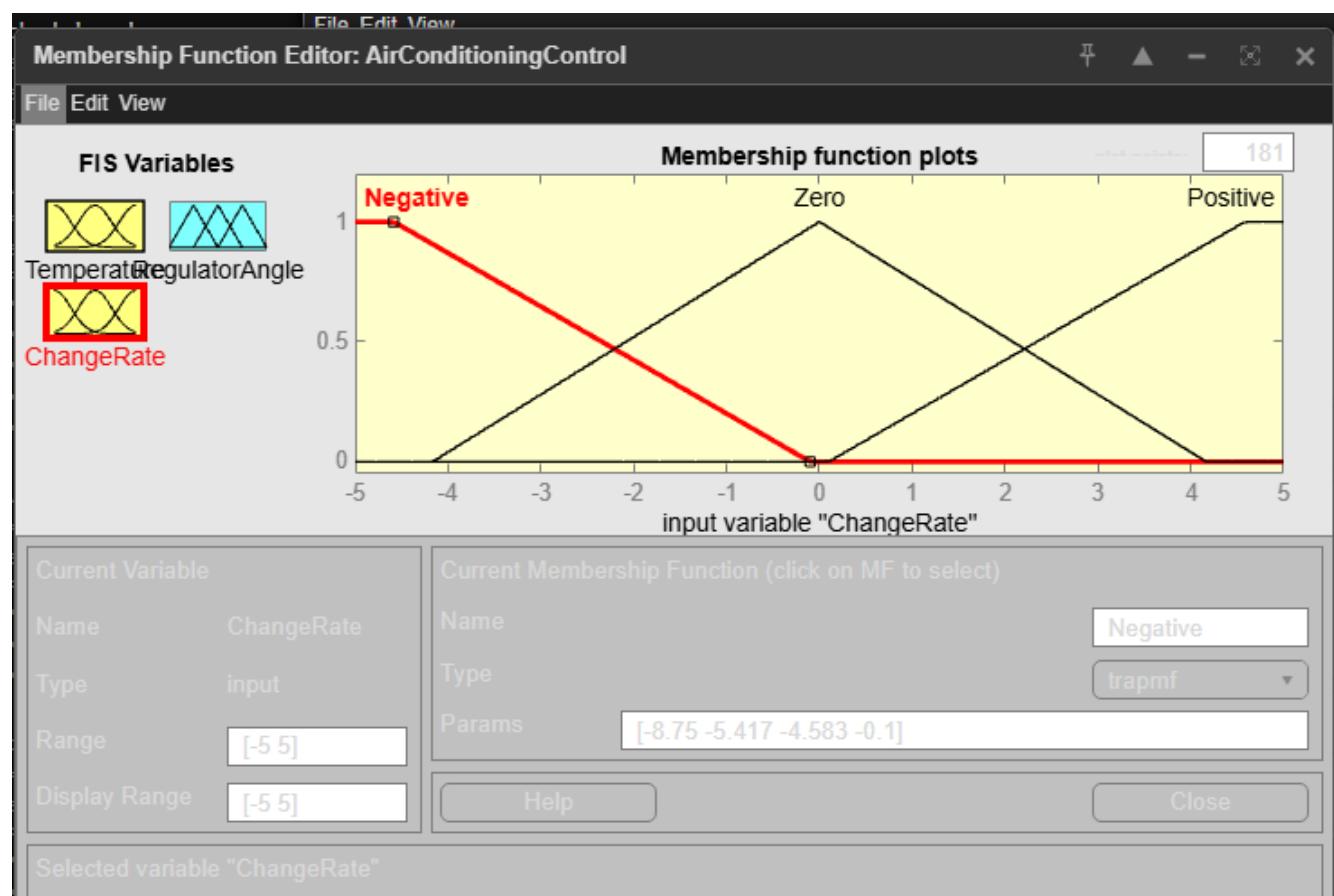


Рис. 12. Задання функції належності ChangeRate

		Захаров І. А.						
		Масєвський О. В..						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз

Арк.

15

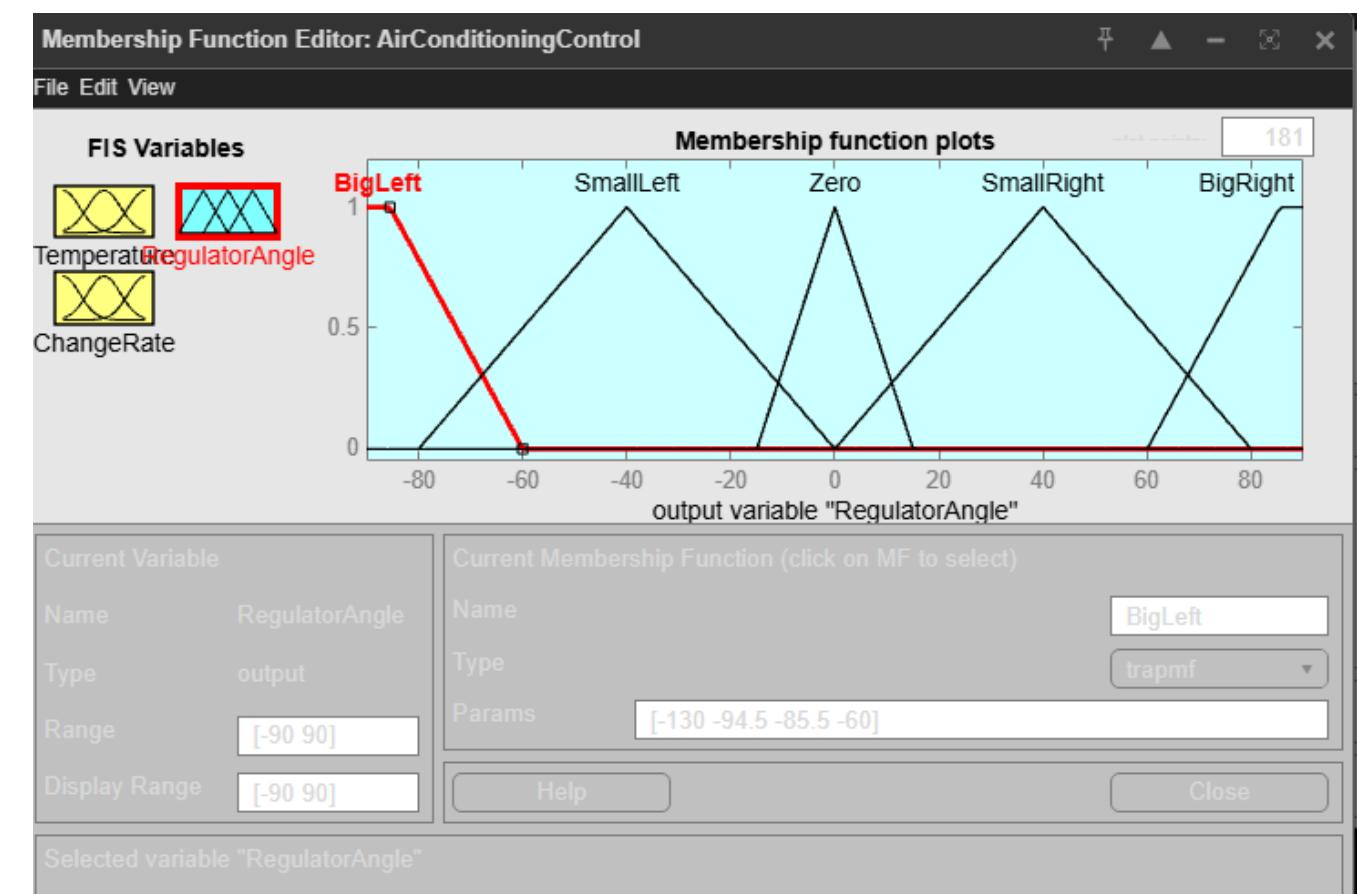


Рис. 13. Задання функції належності RegulatorAngle

Змн.	Арк.	Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз	Арк.
		Масєвський О. В..				16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Rule Editor: AirConditioningControl

File Edit View Options

1. If (Temperature is VeryWarm) and (ChangeRate is Positive) then (RegulatorAngle is BigLeft)
2. If (Temperature is VeryWarm) and (ChangeRate is Negative) then (RegulatorAngle is SmallLeft)
3. If (Temperature is Warm) and (ChangeRate is Positive) then (RegulatorAngle is BigLeft)
4. If (Temperature is Warm) and (ChangeRate is Negative) then (RegulatorAngle is Zero) (1)
5. If (Temperature is VeryCold) and (ChangeRate is Negative) then (RegulatorAngle is BigRight)
6. If (Temperature is VeryCold) and (ChangeRate is Positive) then (RegulatorAngle is SmallRight)
7. If (Temperature is Cold) and (ChangeRate is Negative) then (RegulatorAngle is BigRight)
8. If (Temperature is Cold) and (ChangeRate is Positive) then (RegulatorAngle is Zero) (1)
9. If (Temperature is VeryWarm) and (ChangeRate is Zero) then (RegulatorAngle is BigLeft)
10. If (Temperature is Warm) and (ChangeRate is Zero) then (RegulatorAngle is SmallLeft)
11. If (Temperature is VeryCold) and (ChangeRate is Zero) then (RegulatorAngle is BigRight)
12. If (Temperature is Cold) and (ChangeRate is Zero) then (RegulatorAngle is SmallRight)

If                          and                          Then

Temperature is      ChangeRate is      RegulatorAngle

not       not       not

VeryCold	Negative	BigLeft
Cold	Zero	SmallLeft
Normal	Positive	Zero
Warm	none	SmallRight
<b>VeryWarm</b>		BigRight
none		none

Connection      Weight:

or       and

FIS Name: AirConditioningControl           

Рис. 14. Редагування правил

Змн.	Арк.	Захаров I. A.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Пр3	Арк.
		Масєвський О. В..				17

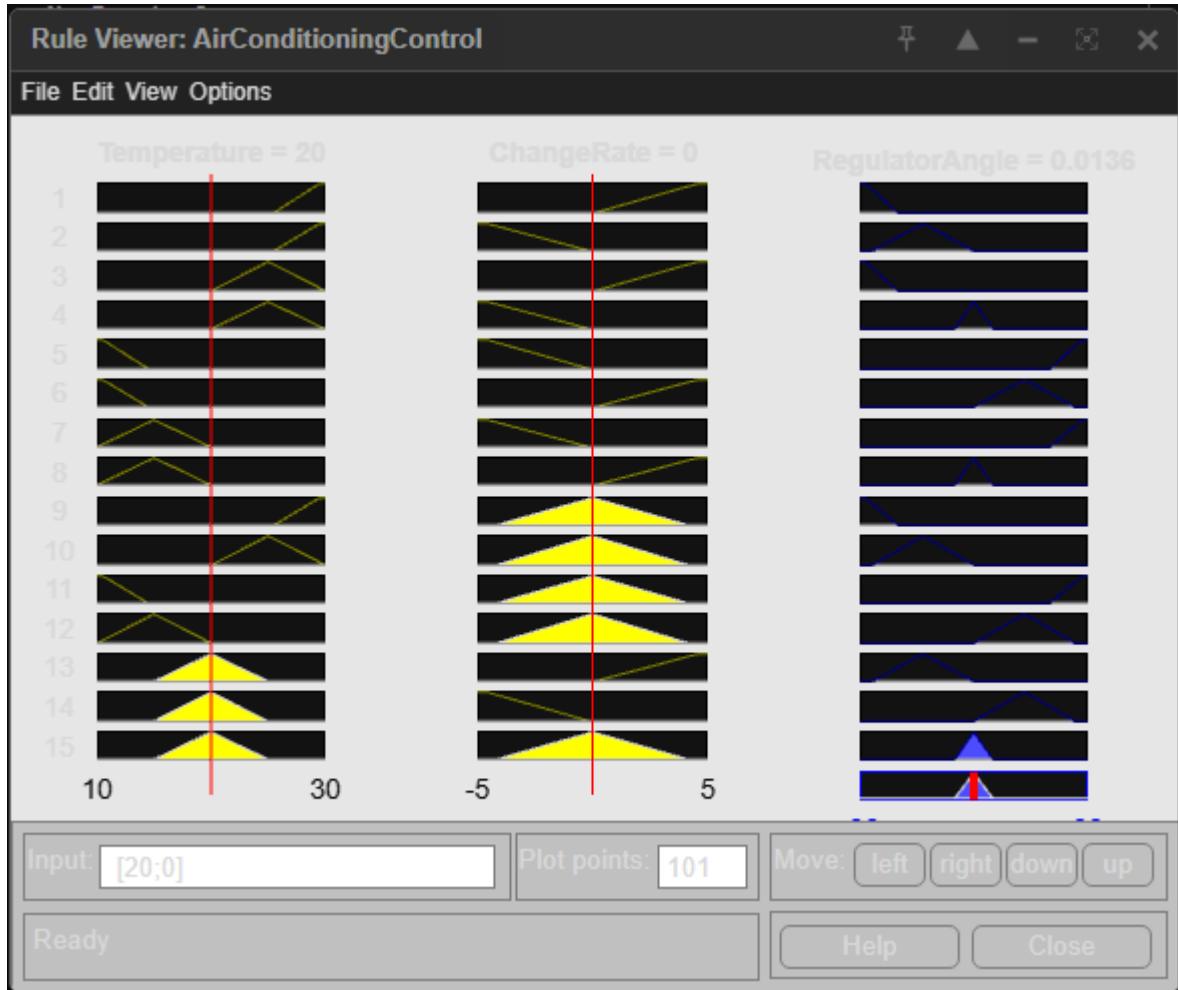


Рис. 15. Додані правила

		Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

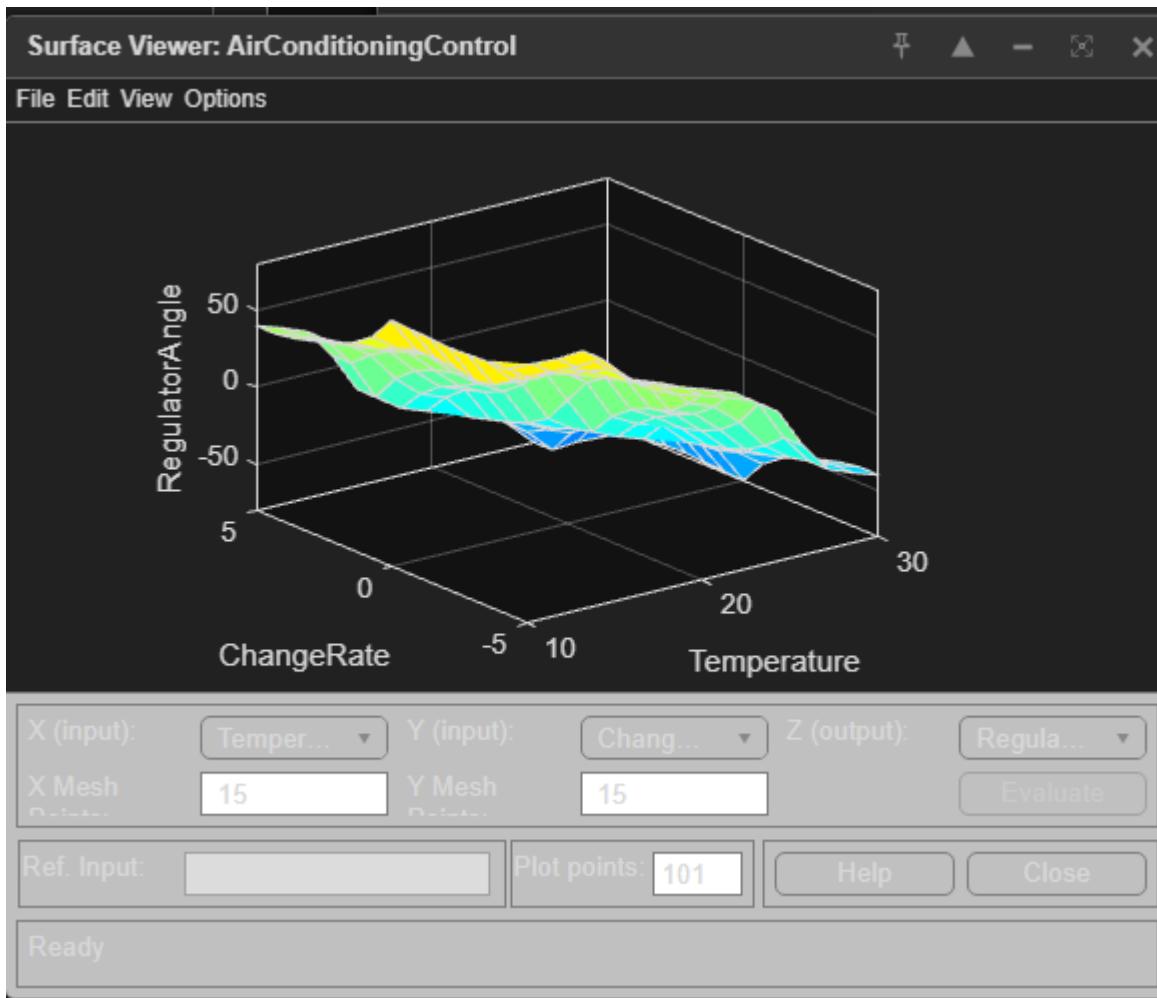


Рис. 16. Побудована поверхня для RegulatorAngle

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

Репозиторій: <https://github.com/Vanchik21/AI>

Змн.	Арк.	Захаров І. А.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.11.000 – Прз	Арк.
		Маєвський О. В..				19
№ докум.	Підпис	Дата				