

Лабораторна робота №3

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ТА ФОРМУ- ВАННЯ 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 |
| Розроб. | Kozlik C.O. | | | |
| Перевір. | Маєвський О.В. | | | |
| Керівник | | | | |
| Н. контр. | | | | |
| Зав. каф. | | | | |

ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА. 25.121.13.000 – Пр3

Звіт з лабораторної
роботи №3

| | | |
|--------------------|------|---------|
| Літ. | Арк. | Аркушів |
| | 1 | 15 |
| ФІКТ, гр. ІПЗ-22-2 | | |

Результат виконання програми:

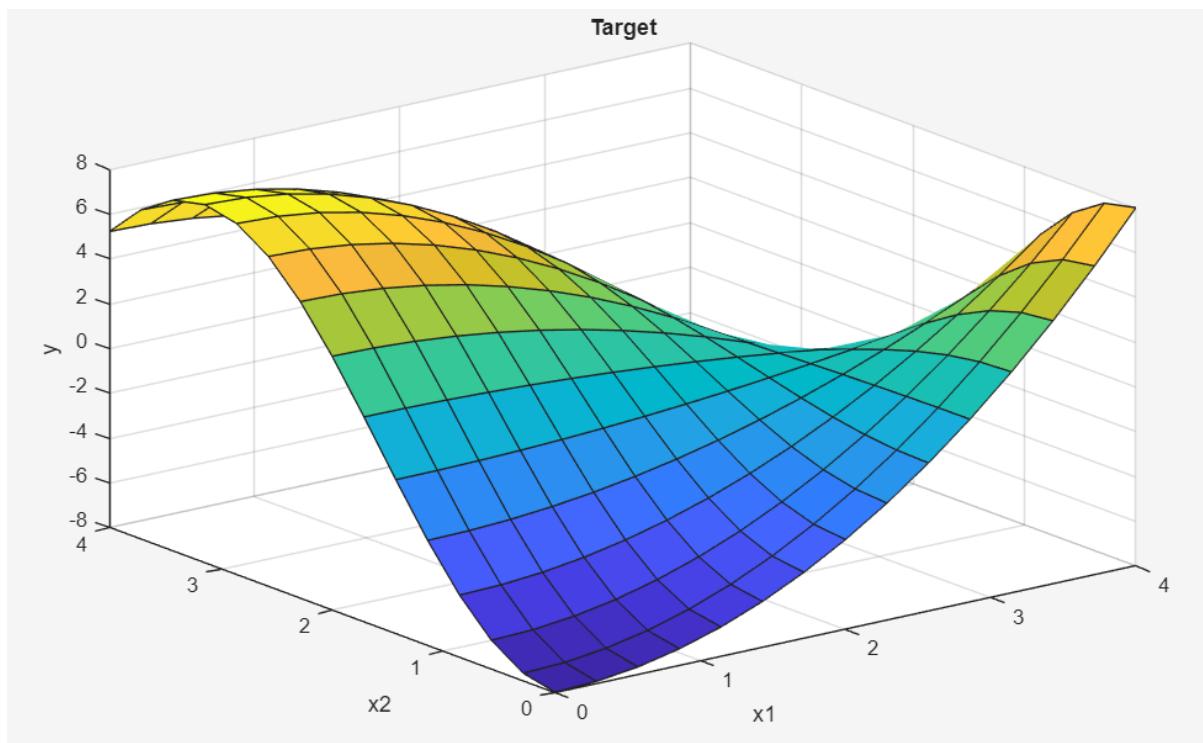


Рис. 1. Результат використання програми

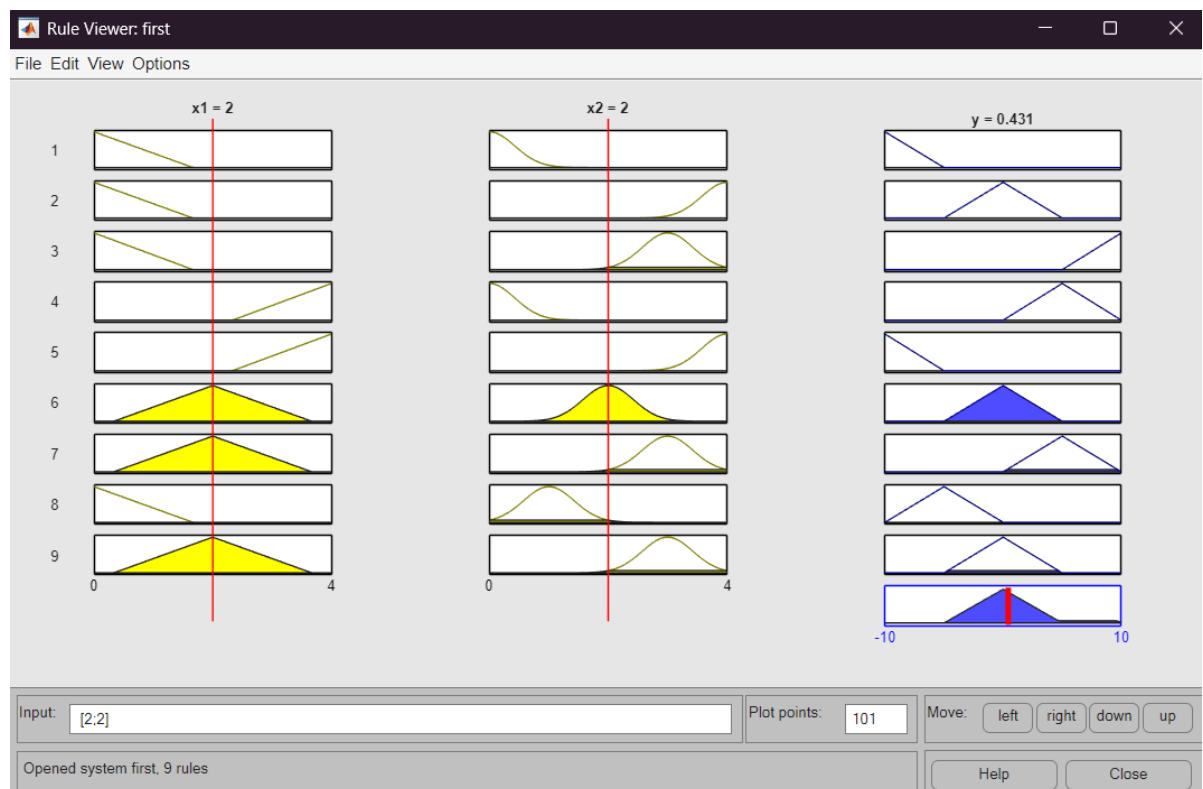


Рис. 2. Додані правила

| | | | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|---|------|
| | | Kозлик С.О. | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | Маєвський О.В. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 2 |

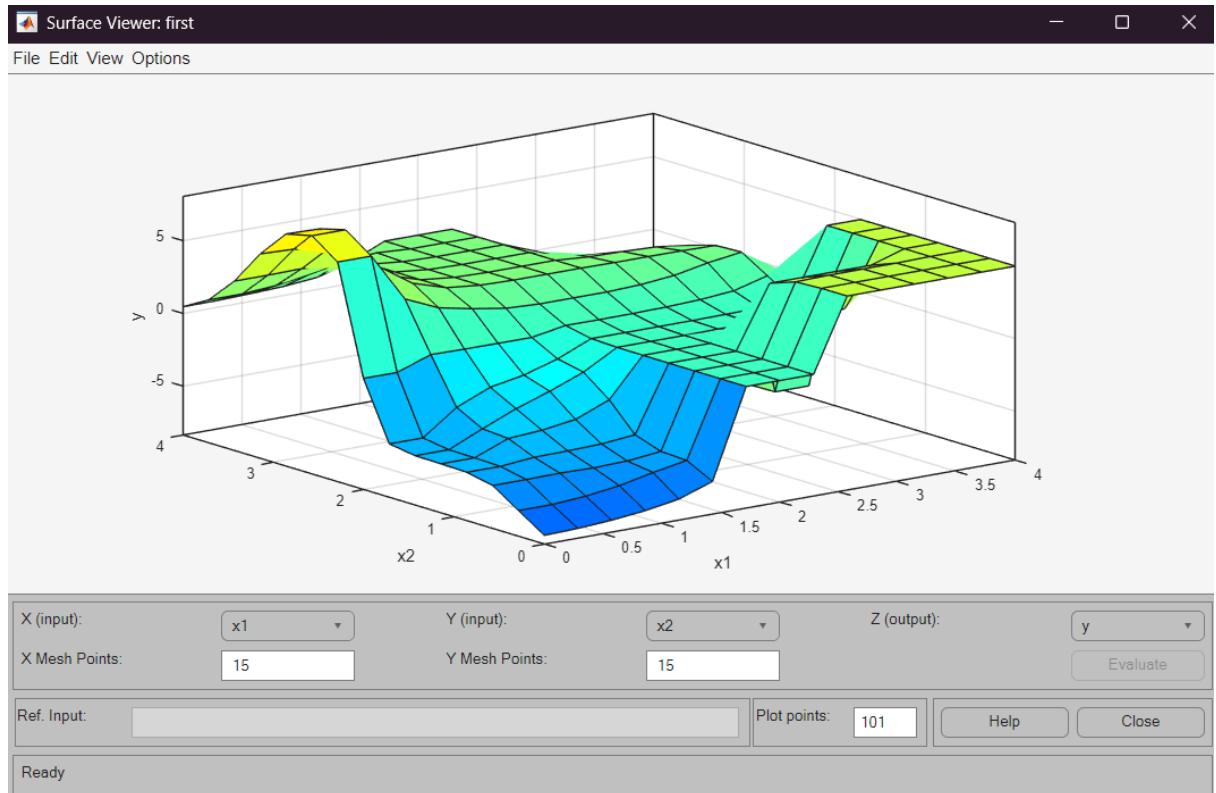


Рис. 3. Побудована поверхня

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 повернути 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.

| | | | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|---|------|
| | | Козлик С.О. | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | Маевський О.В. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 3 |

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).

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).

| | | | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|---|------|
| | | Kозлик С.О. | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | Маєвський О.В. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 4 |

Вихідні змінні HotTap і ColdTap:

Діапазон: [-90 90] ($^{\circ}$)

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:

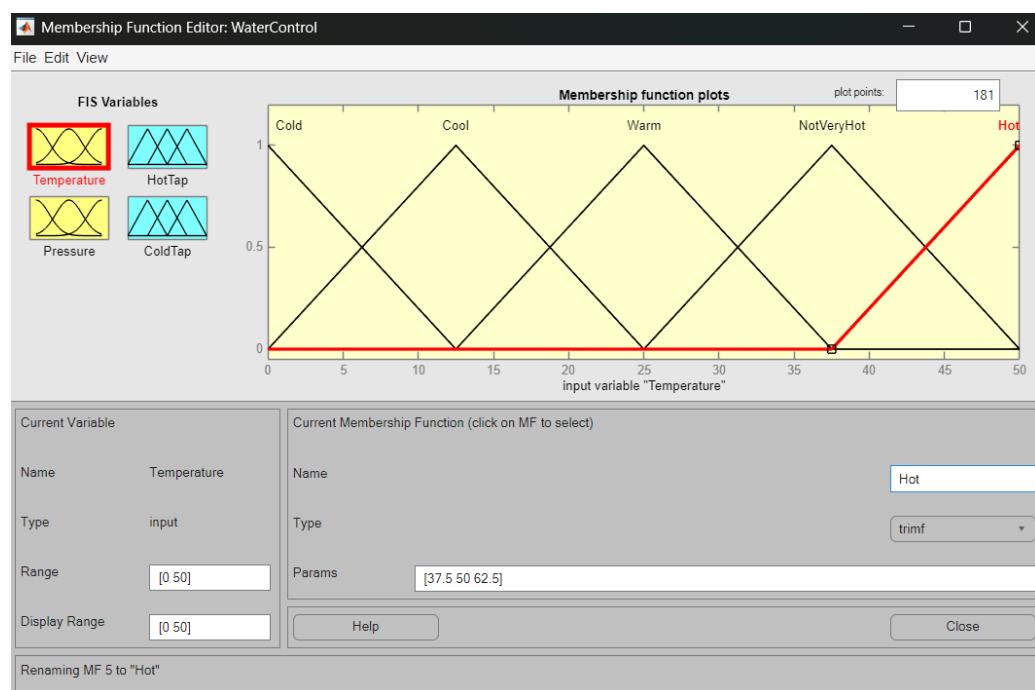


Рис. 4. Задання функції належності Temperature

| | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|
| | | Козлик С.О. | | |
| | | Маевський О.В. | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

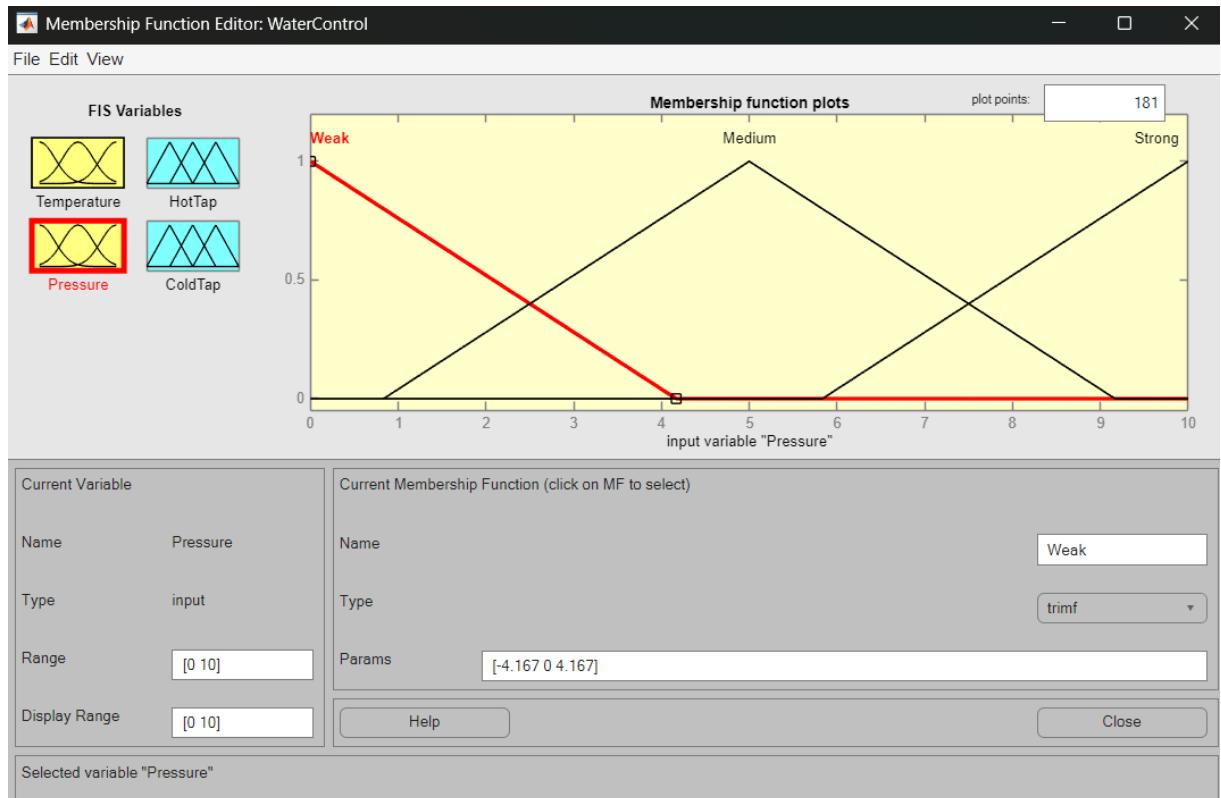


Рис. 5. Задання функції належності Pressure

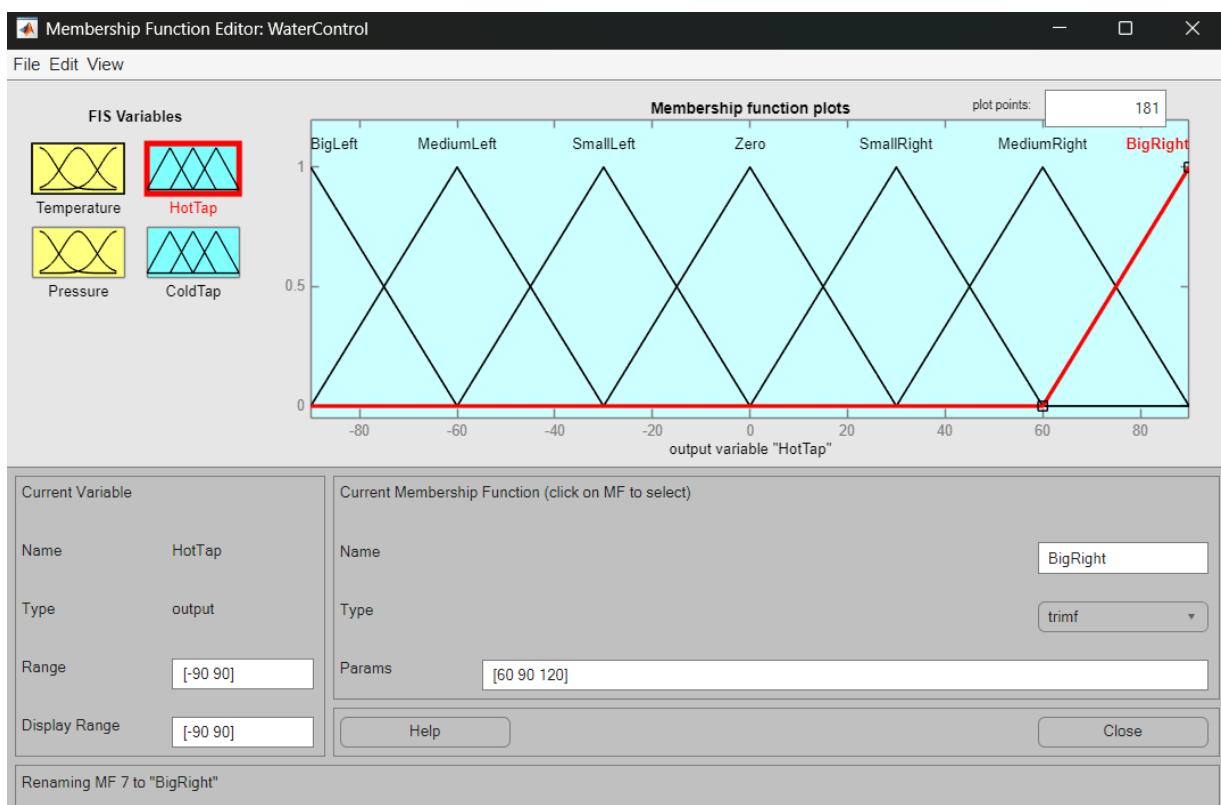


Рис. 6. Задання функції належності HotTap

| | | | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|---|------|
| | | Козлик С.О. | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | Маєвський О.В. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 6 |

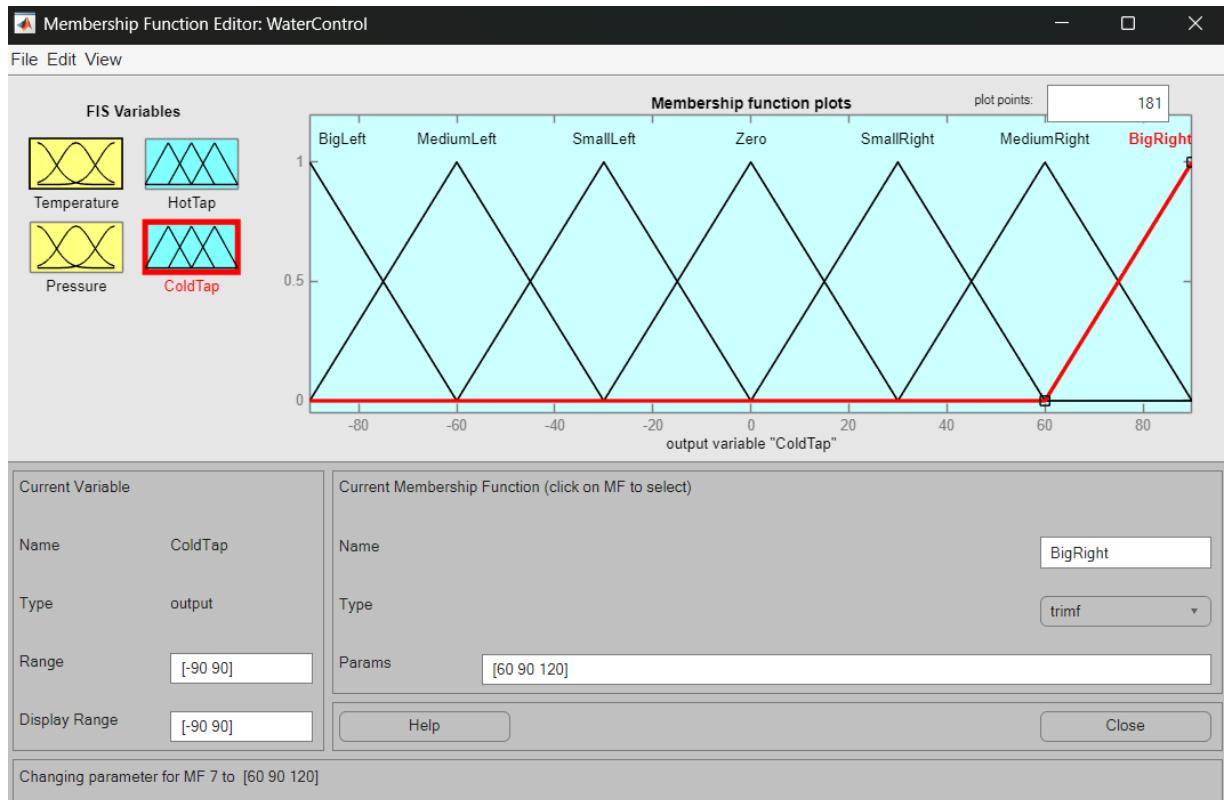


Рис. 7. Задання функції належності ColdTap

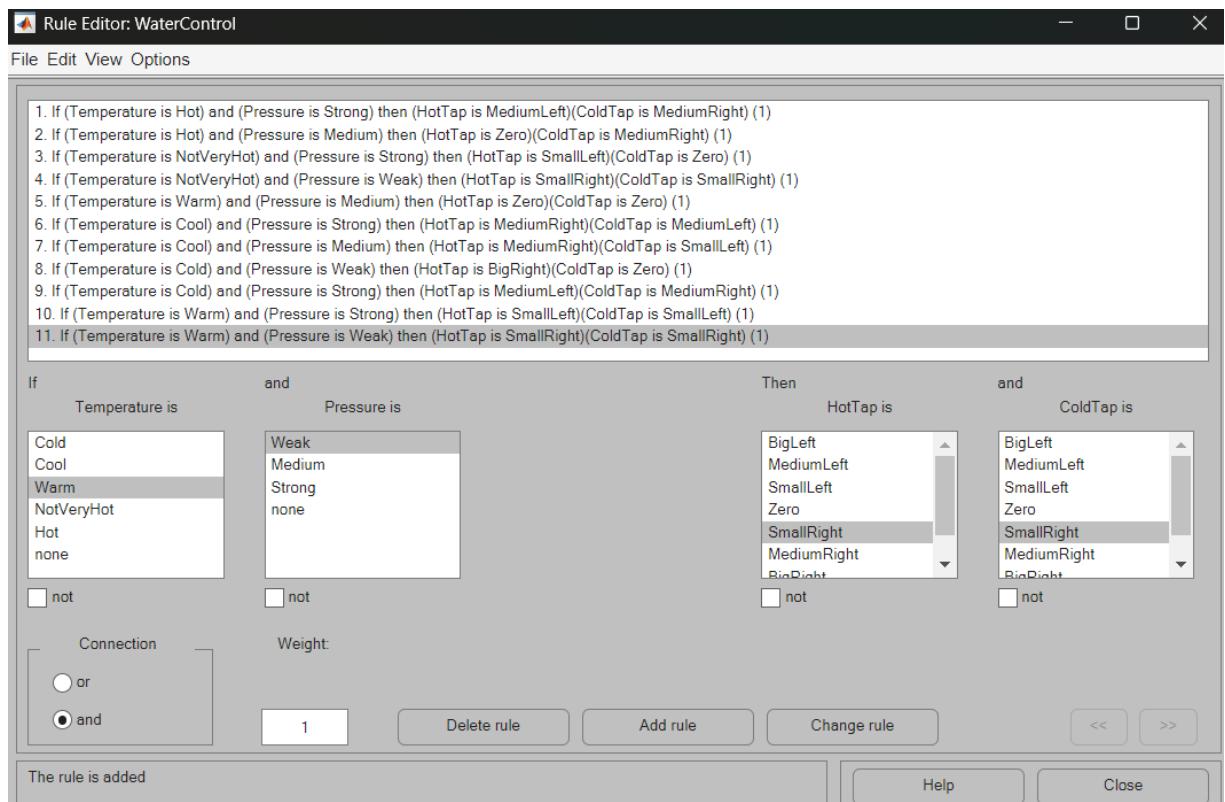


Рис. 8. Редагування правил

| | | | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|---|------|
| | | Козлик С.О. | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | Маєвський О.В. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 7 |

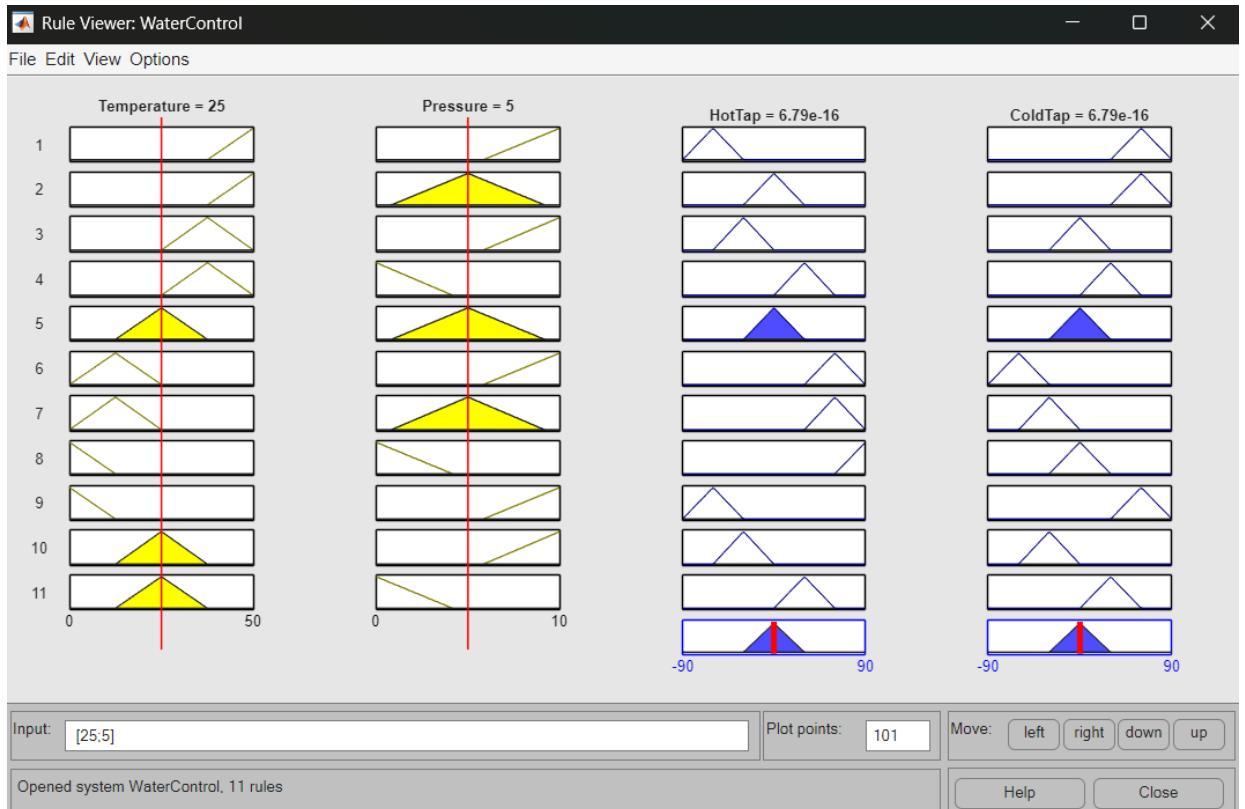


Рис. 9. Додані правила

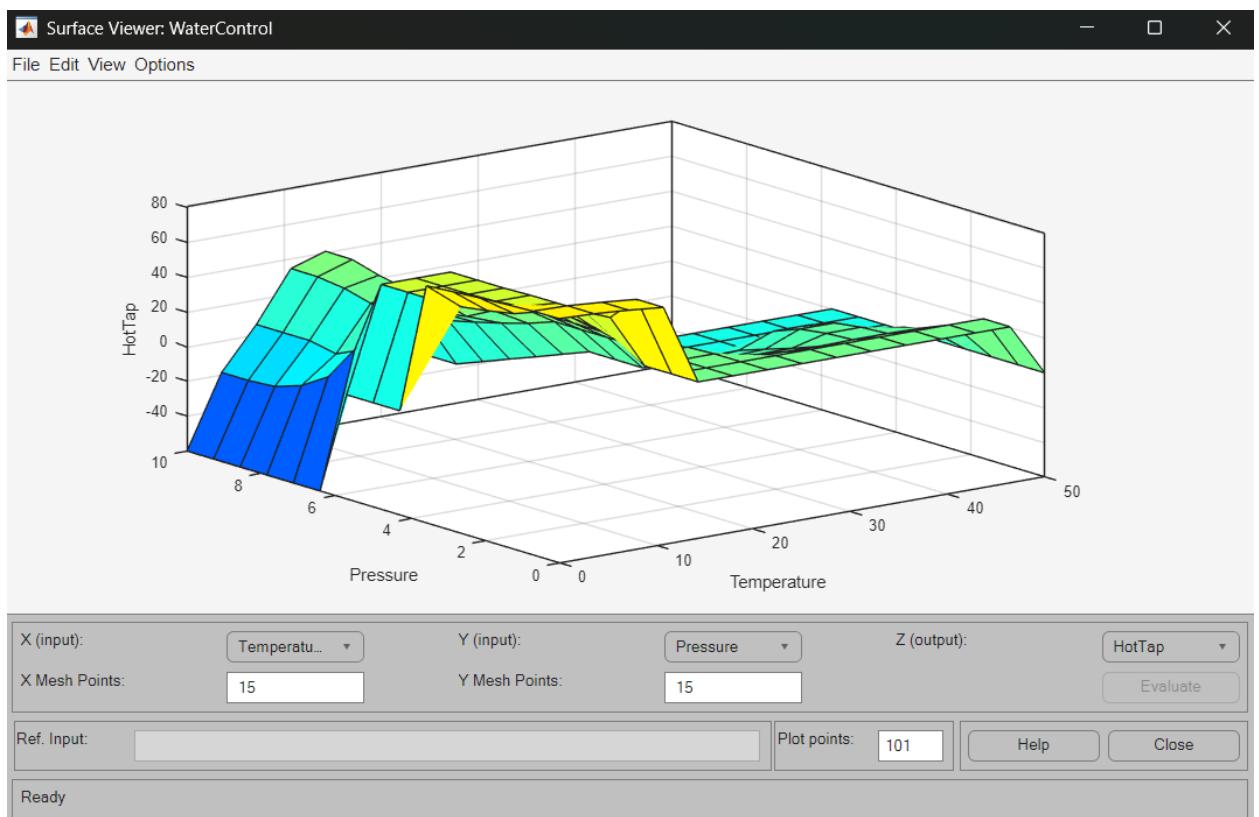


Рис. 10. Побудована поверхня для HotTap

| | | | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|---|------|
| | | Козлик С.О. | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | Маєвський О.В. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

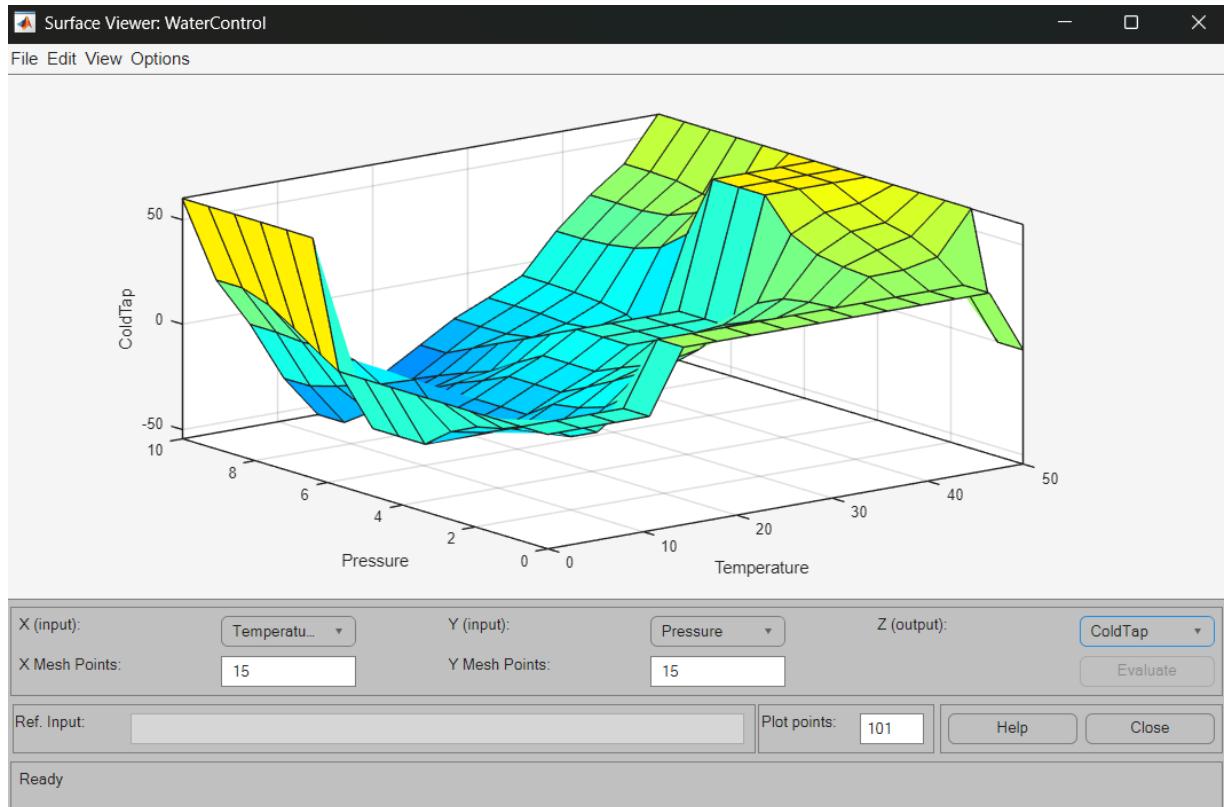


Рис. 10. Побудована поверхня для ColdTap

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 включені 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 – Пр3 | Арк. |
| | | Маевський 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 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.
10. Якщо температура повітря тепла, а швидкість зміни температури дорівнює 0, тоді потрібно включити режим «холод», повернувши регулятор кондиціонеру на невеликий кут вліво.

| | | | | | | |
|------|------|-----------------------|--------|------|--|------|
| | | <i>Козлик С.О.</i> | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | <i>Маевський О.В.</i> | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 10 |

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

| | | | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|---|------|
| | | Kозлик С.О. | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | Маєвський О.В. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

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:

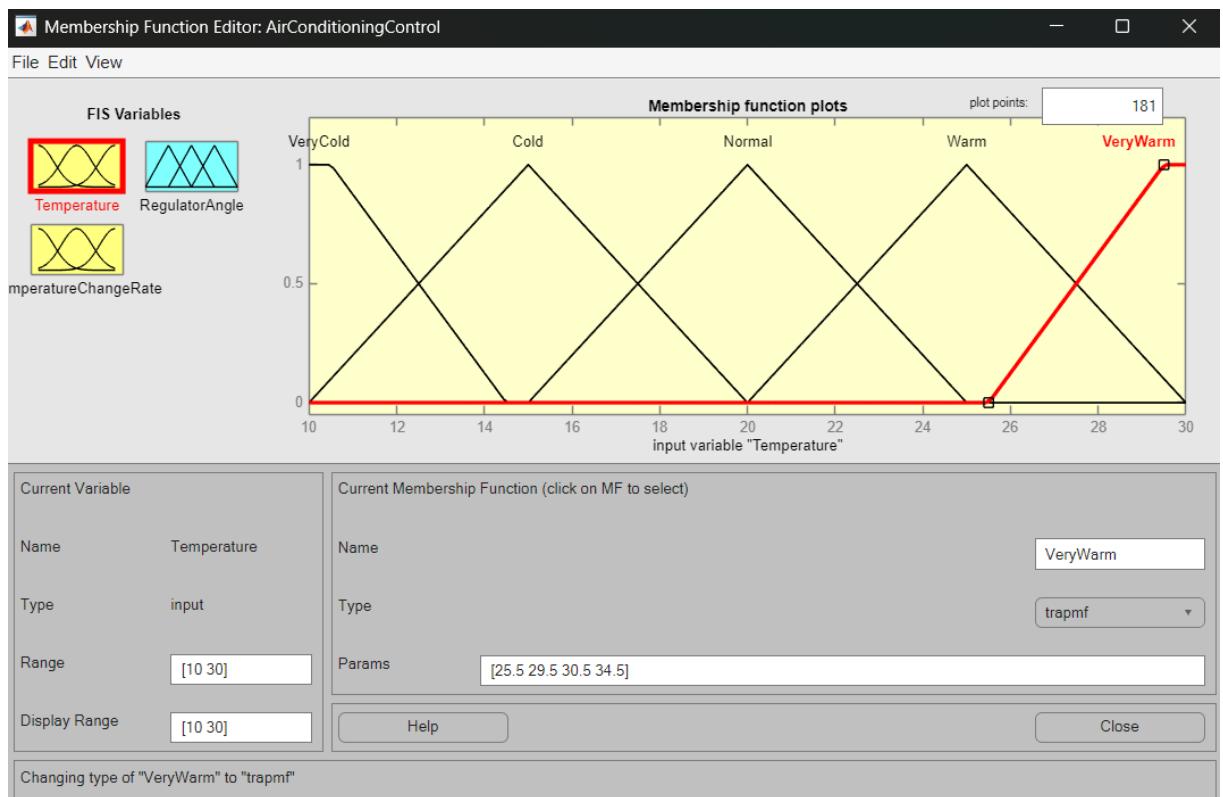


Рис. 11. Задання функції належності Temperature

| | | | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|---|------|
| | | Козлик С.О. | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | Маєвський О.В. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

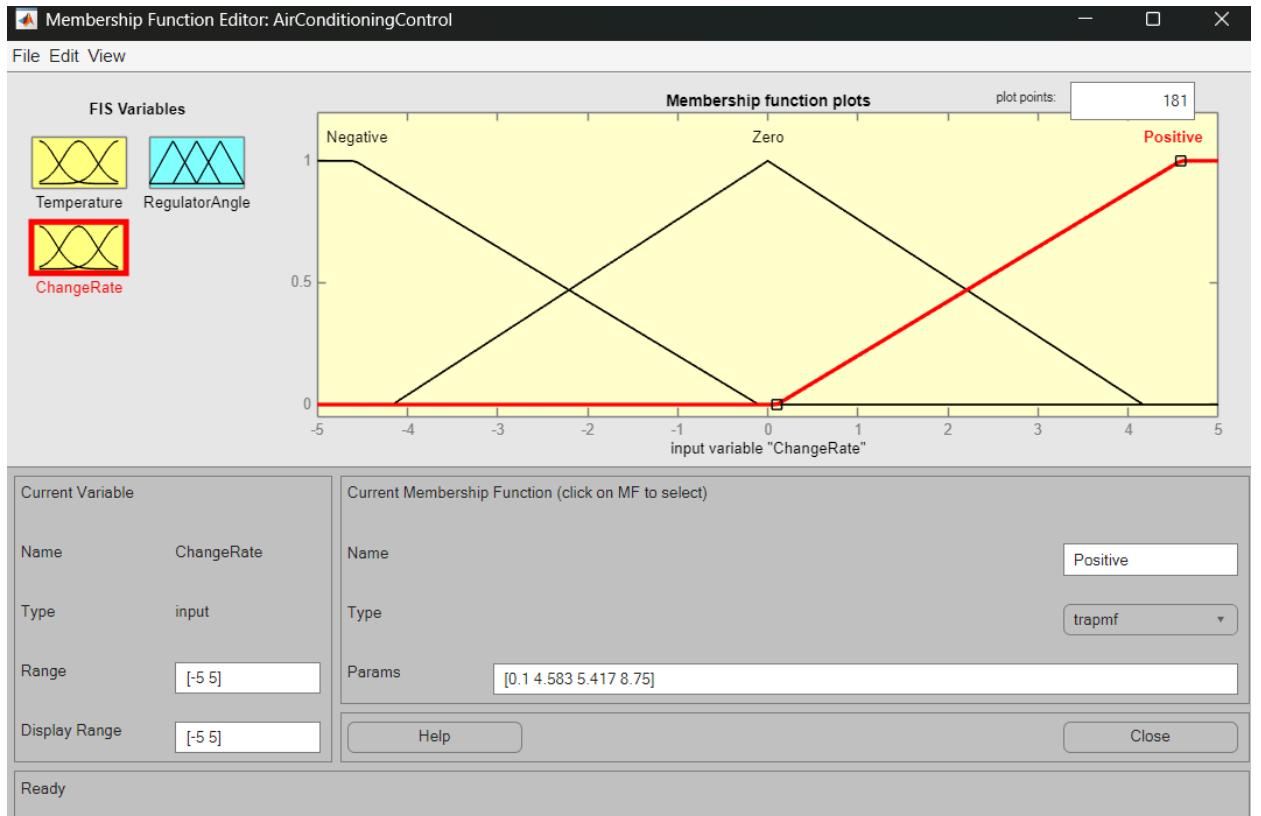


Рис. 12. Задання функції належності ChangeRate

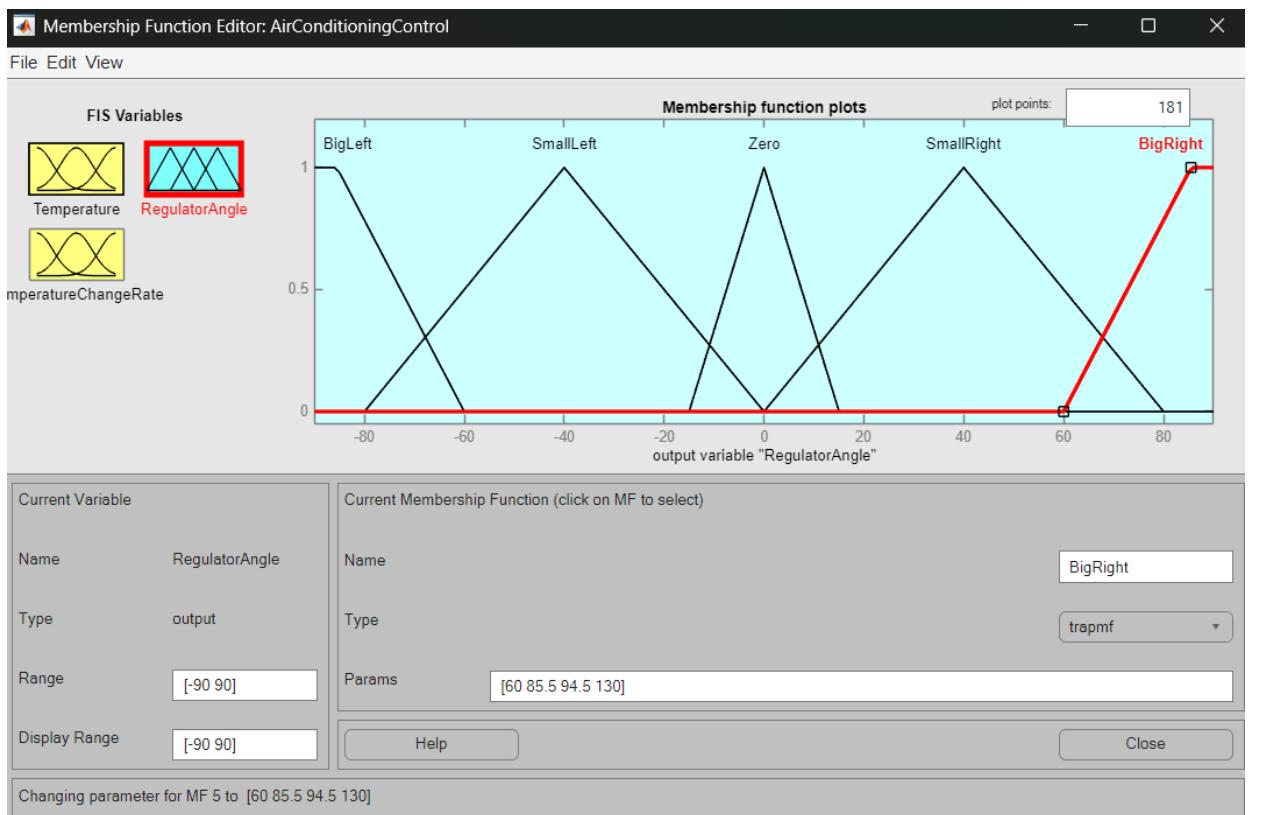


Рис. 13. Задання функції належності RegulatorAngle

| | | | | | | |
|------|------|----------------|--------|------|---|------|
| | | Козлик С.О. | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | Арк. |
| | | Маєвський О.В. | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 13 |

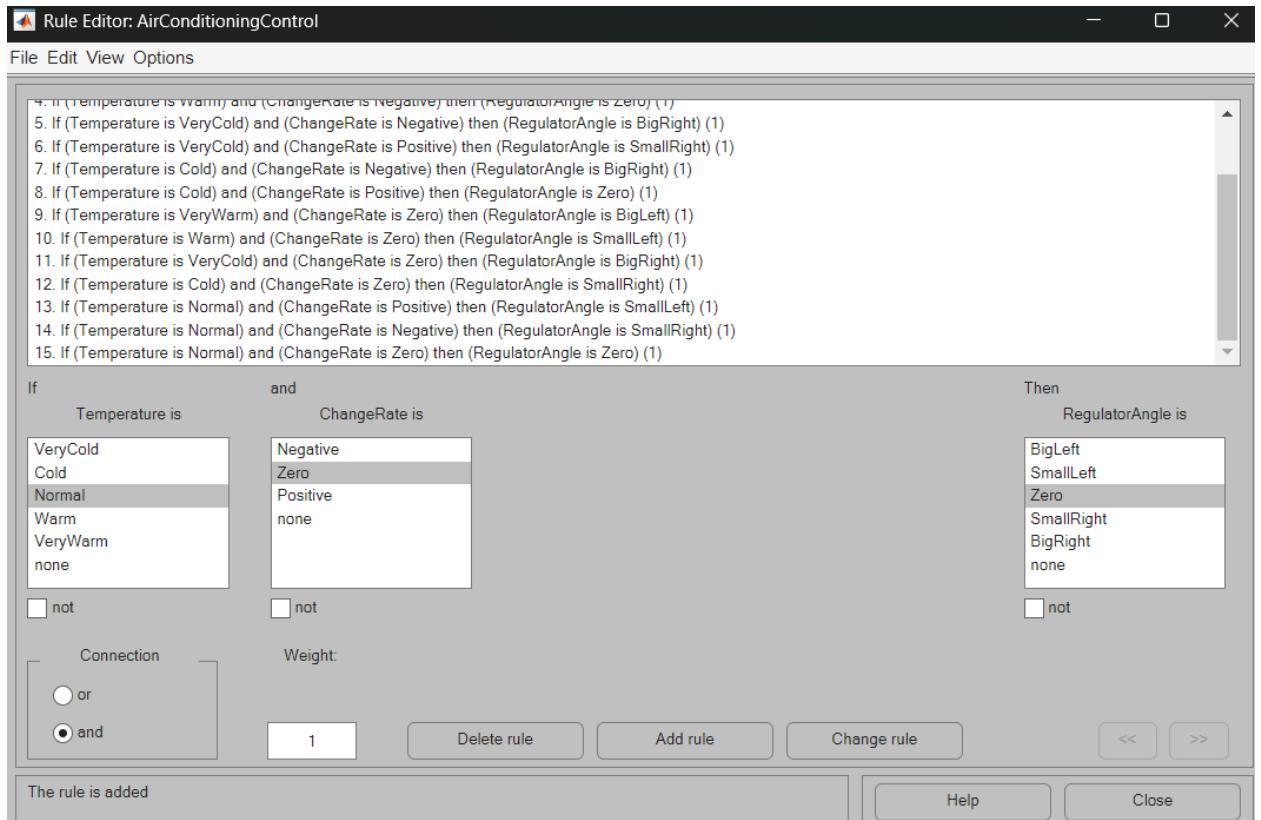


Рис. 14. Редагування правил

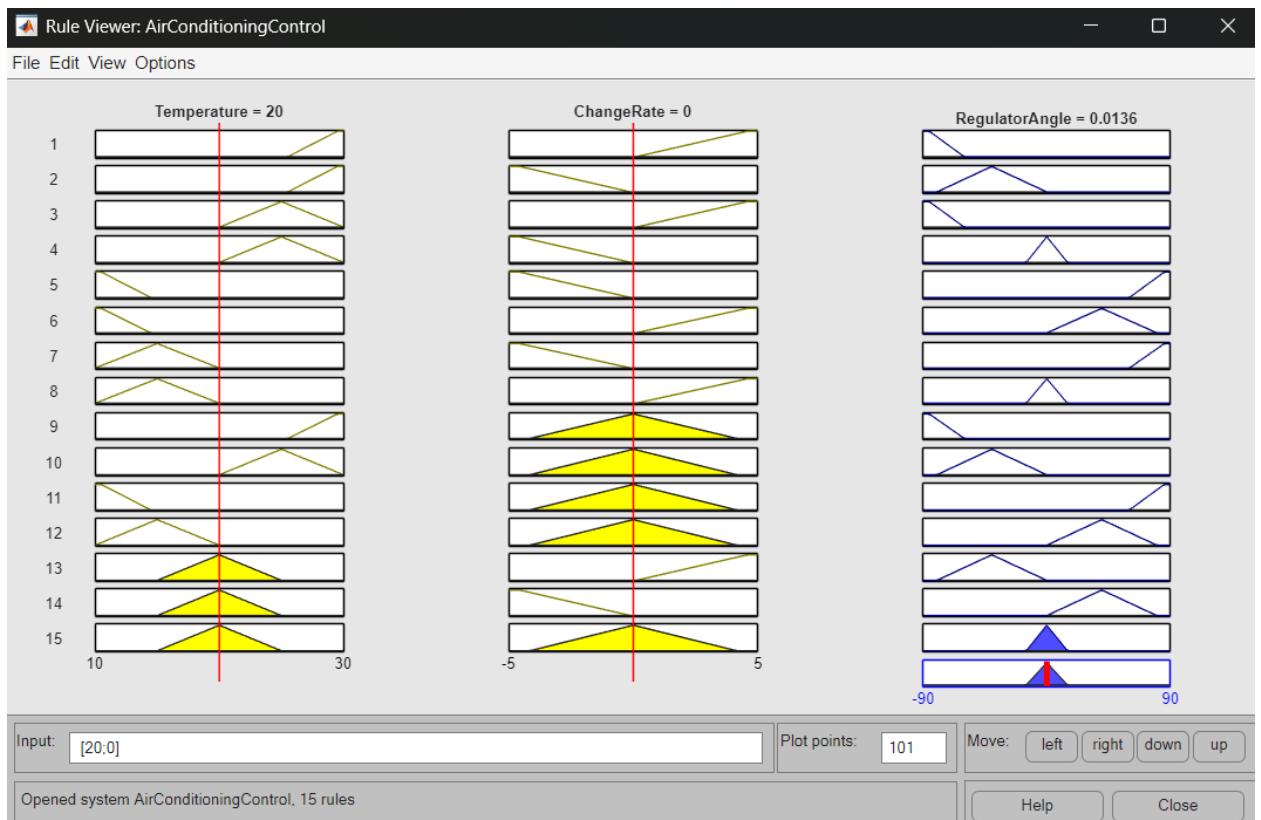


Рис. 15. Додані правила

| | | | | |
|------|------|-----------------------|--------|------|
| | | <i>Козлик С.О.</i> | | |
| | | <i>Маєвський О.В.</i> | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

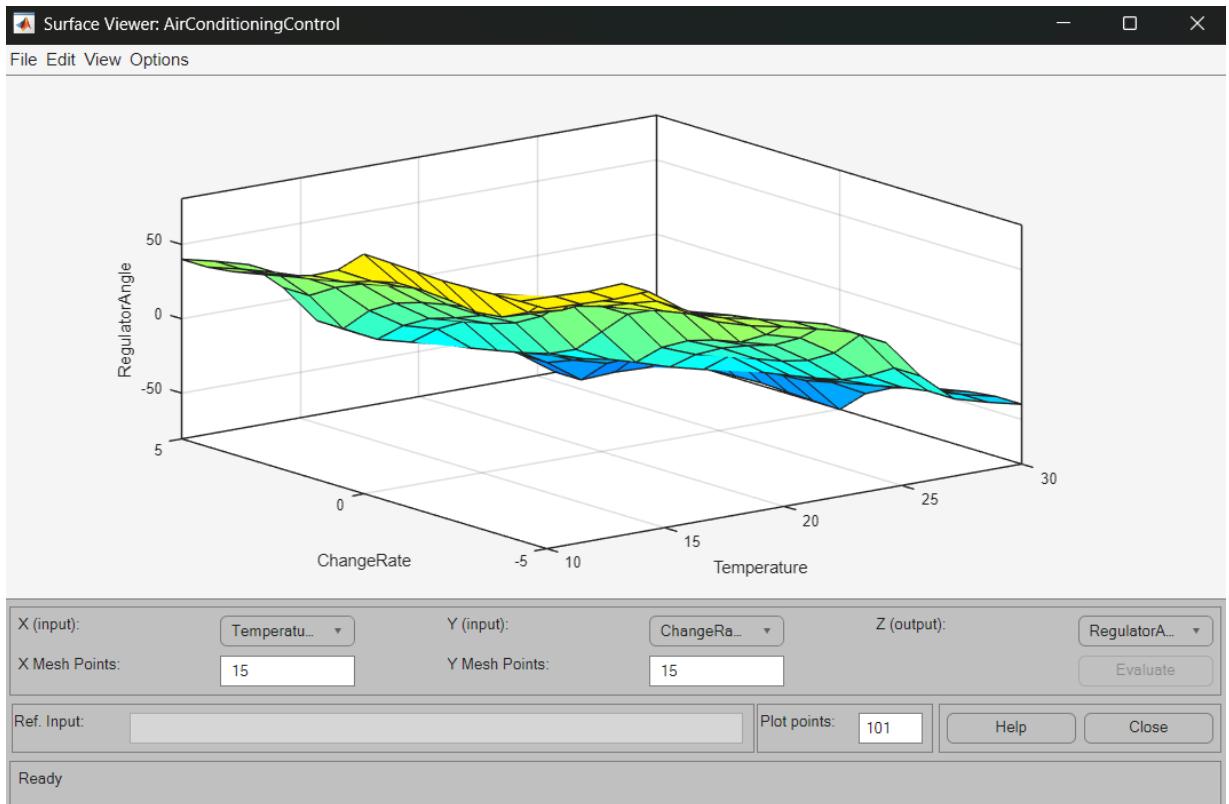


Рис. 16. Побудована поверхня для RegulatorAngle

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

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

| | | | | | | |
|------|------|-----------------------|--------|------|--|-------------|
| | | <i>Козлик С.О.</i> | | | ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА.25.121.13.000 – Пр3 | <i>Арк.</i> |
| | | <i>Маєвський О.В.</i> | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 15 |