

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3**  
**МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НЕЧІТКИХ МНОЖИН ТА ФОР-  
МУВАННЯ НЕЧІТКИХ ПРАВИЛ**

**Мета:** дослідити можливості ПП MATLAB щодо проектування систем керування на основі алгоритмів нечіткого виводу

**Хід роботи**

**Завдання 3.1. 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 будьякого 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 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

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Пр3		
Розроб.	Затилюк Д.О.				Звіт з лабораторної роботи		
Перевір.	Масєвський О. В..						
Керівник					<b>ФІКТ Гр. ІПЗ-22-3</b>		
Н. контр.							
Зав. каф.					Lіт.	Арк.	Аркушів
						1	12

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 холо-  
дної води на невеликий кут вліво .

11 .Якщо вода тепла і її напір слабий, тоді слід повернути кран гарячої і хо-  
лодної води на невеликий кут вправо .

### **Крок 1.** Визначення вхідних та вихідних змінних

Система матиме 2 вхідні та 2 вихідні змінні:

Таблиця 3.1. Вхідні та вихідні змінні

Тип	Назва	Діапазон
Вхідна 1	Temperature	[0, 100]
Вхідна 2	Pressure	[0, 10]
Вихідна 1	HotValve	[-90, 90]
Вихідна 2	ColdValve	[-90, 90]

### **Крок 2.** Лінгвістичні змінні та їх терми

Необхідно задати лінгвістичні оцінки (терми) дляожної змінної. Використову-  
ються, наприклад, трикутні функції належності (trimf) для простоти.

#### **Вхідна змінна: Temperature**

Терми: Cold, Coll, Warm, Hot, VeryHot.

Кількість термів: 5.

Діапазон: [0,100].

Тип ФН: trimf.

Орієнтовні центри: Cold(0), Coll(25), Warm(50), Hot(75), VeryHot(100).

		Затилюк Д.О.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Пр3	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## **Вхідна змінна: Pressure**

Терми: Weak, Average, Strong.

Кількість термів: 3.

Діапазон: [0,10].

Тип ФН: trimf.

Орієнтовні центри: Weak(0), Average(5), Strong(10)

## **Вихідні змінні: HotValve, ColdValve**

Терми для обох: BigLeft, SmallLeft, Neutral, SmallRight, BigRight

Кількість термів: 5.

Діапазон: [-90,90].

Тип ФН: trimf

Орієнтовні центри: BigLeft(-90), SmallLeft(-45), Neutral(0), SmallRight(45), BigRight(90).

Таблиця 3.2.Пояснення термів

№	Умова (Temperature / Pressure)	Висновок (HotValve / ColdValve)	Пояснення термів
1	Cold (T) i Weak (P)	BigRight / BigLeft	Відкрити гарячу, закрити холодну.
2	Cold (T) i Average (P)	SmallRight / SmallLeft	Трохи відкрити гарячу, трохи закрити холодну.
3	Cold (T) i Strong (P)	Neutral / SmallLeft	Залишити гарячу без змін, трохи закрити холодну.
4	Cool (T) i Weak (P)	SmallRight / SmallLeft	Трохи відкрити гарячу, трохи закрити холодну.
5	Warm (T) i Average (P)	Neutral / Neutral	Обидва клапани залишити без змін.
6	Hot (T) i Weak (P)	SmallLeft / SmallRight	Трохи закрити гарячу, трохи відкрити холодну.
7	Hot (T) i Average (P)	SmallLeft / SmallRight	Трохи закрити гарячу, трохи відкрити холодну.
8	Hot (T) i Strong (P)	BigLeft / BigRight	Закрити гарячу, повністю відкрити холодну.
9	VeryHot (T) i Average (P)	BigLeft / BigRight	Закрити гарячу, відкрити холодну.
10	VeryHot (T) i Strong (P)	BigLeft / BigRight	Закрити гарячу, відкрити холодну.

Затилюк Д.О.	Масєвський О. В.	ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Пр3			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	3

### Крок 3. Проектування в MATLAB Fuzzy Logic Toolbox

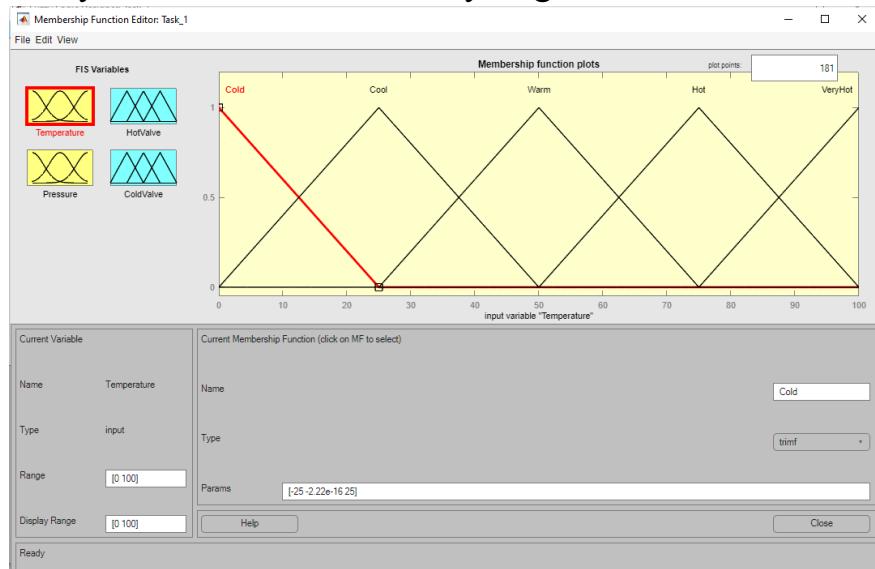


Рис.3.1. Задання функцій належності для Temperature

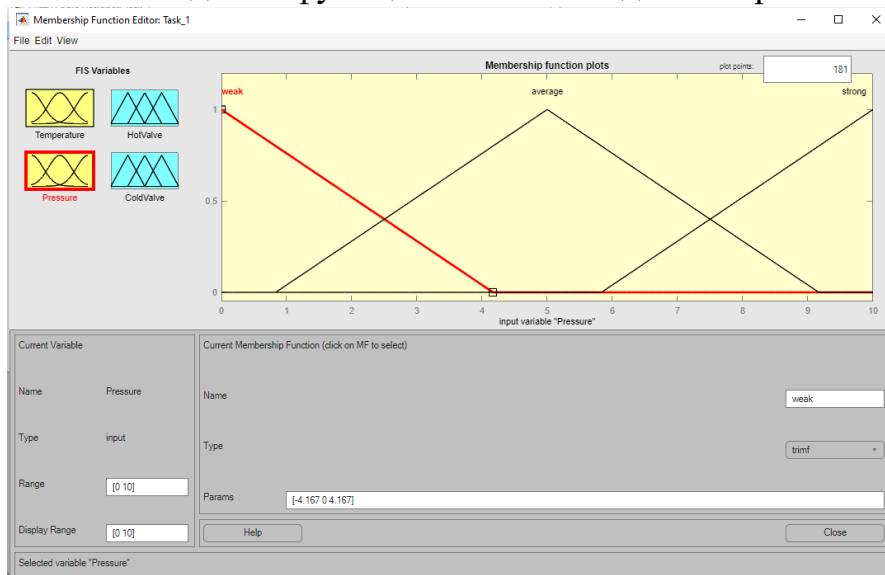


Рис.3.2. Задання функцій належності для Pressure

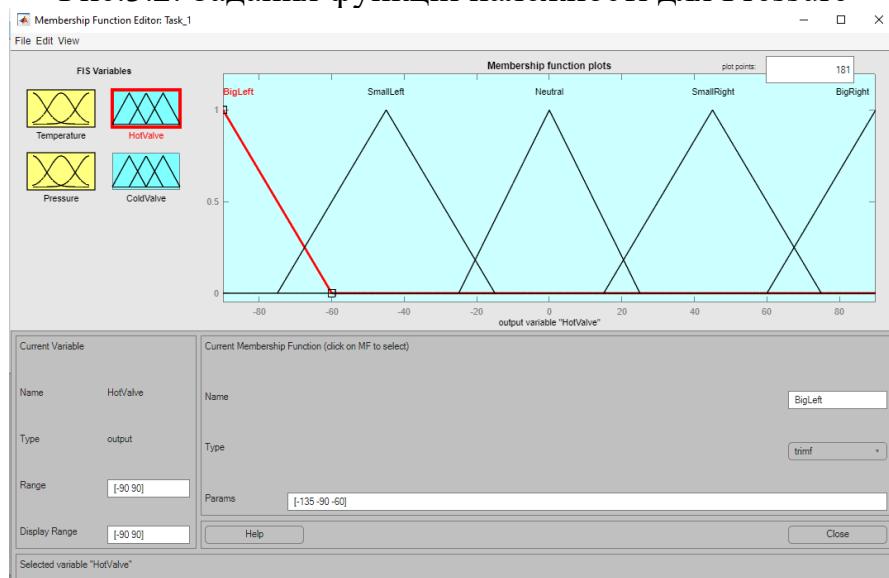


Рис.3.3. Задання функцій належності для HotValve

		Затилюк Д.О.		
		Масєвський О. В..		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Пр3

Арк.

4

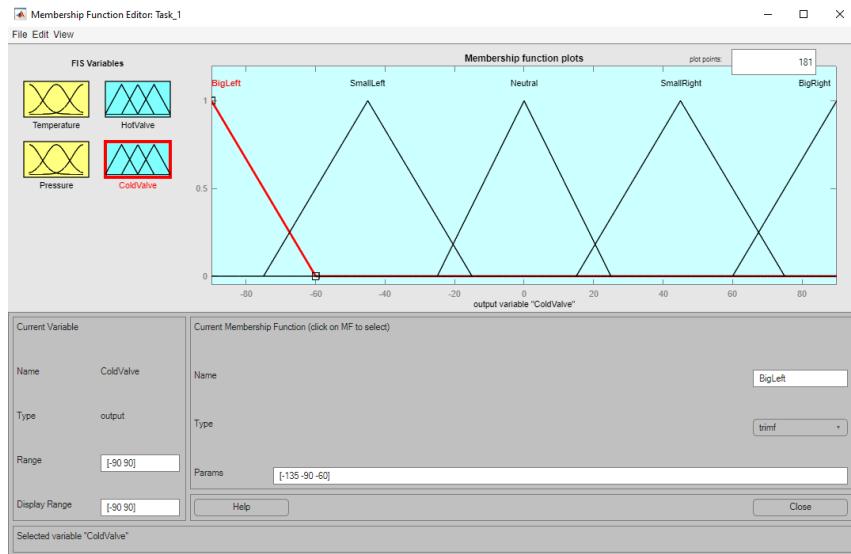


Рис.3.4. Задання функцій належності для ColdValve

#### Крок 4: Введення бази правил

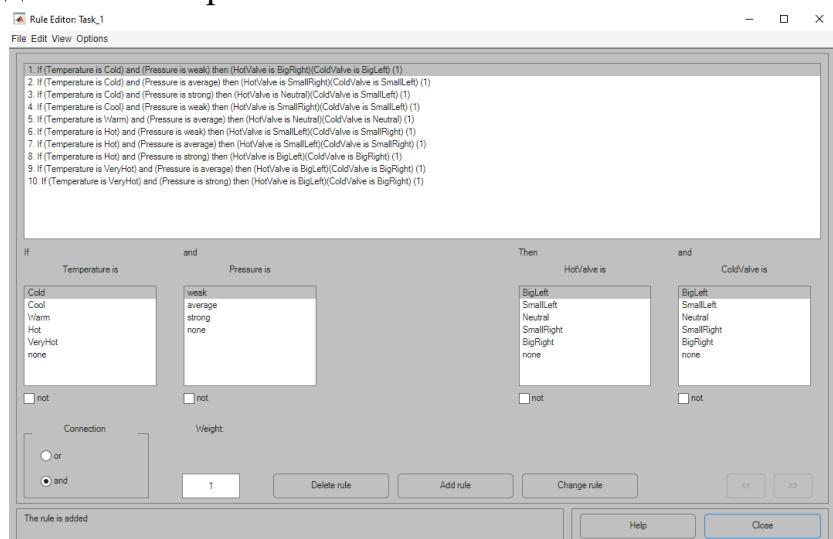


Рис.3.5. Введення бази правил

#### Крок 5: Візуалізація результатів

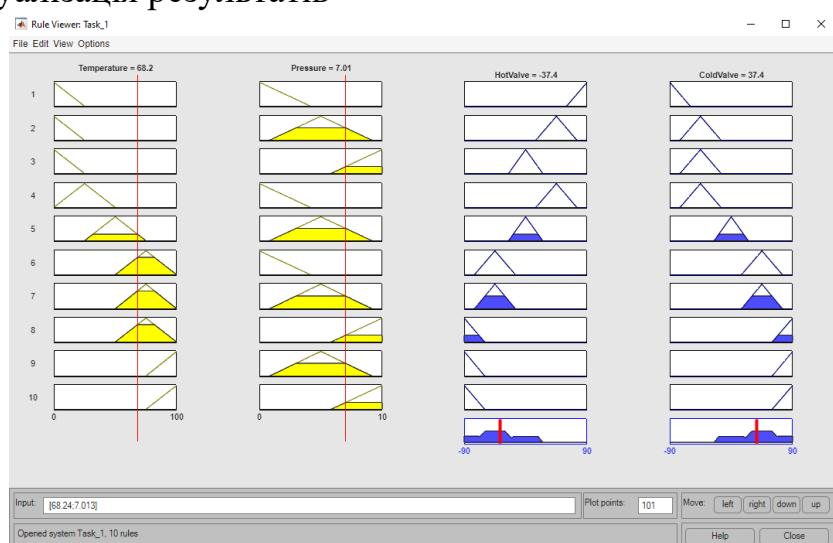


Рис.3.6. Візуалізація правил

		Затилюк Д.О.		
		Масєвський О. В..		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДУ «Житомирська політехніка». 25.121.10.000 – Пр3

Арк.

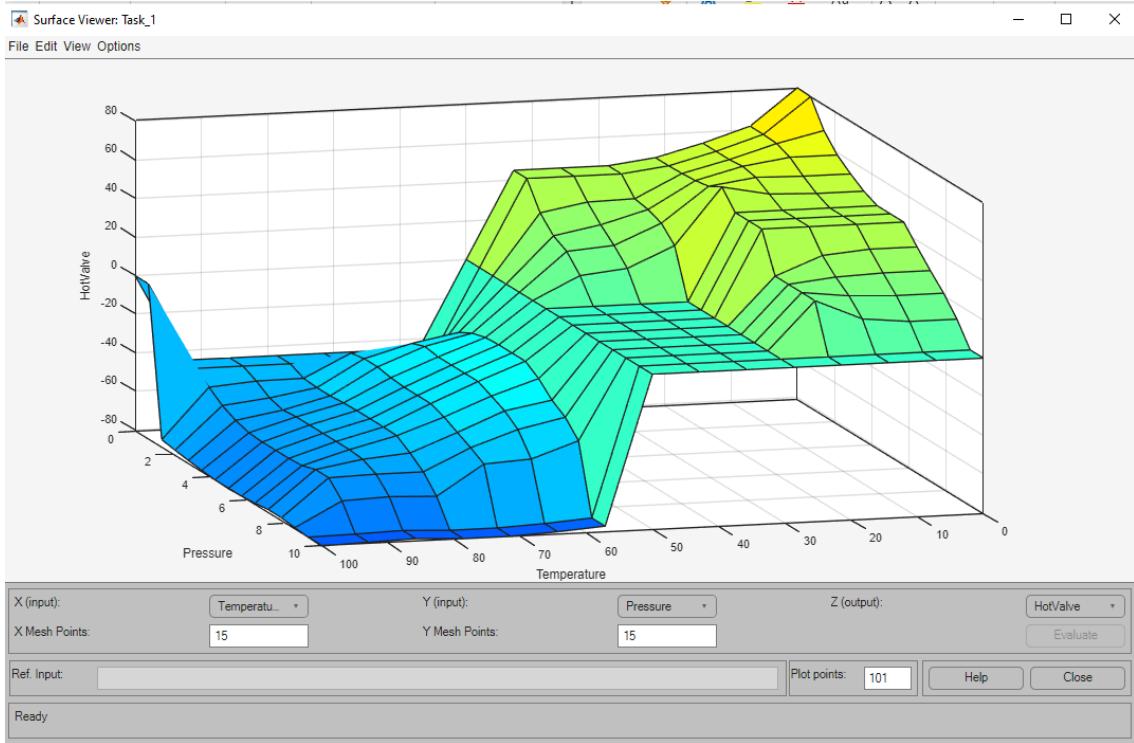


Рис.3.7. Візуалізація поверхні при HotValve

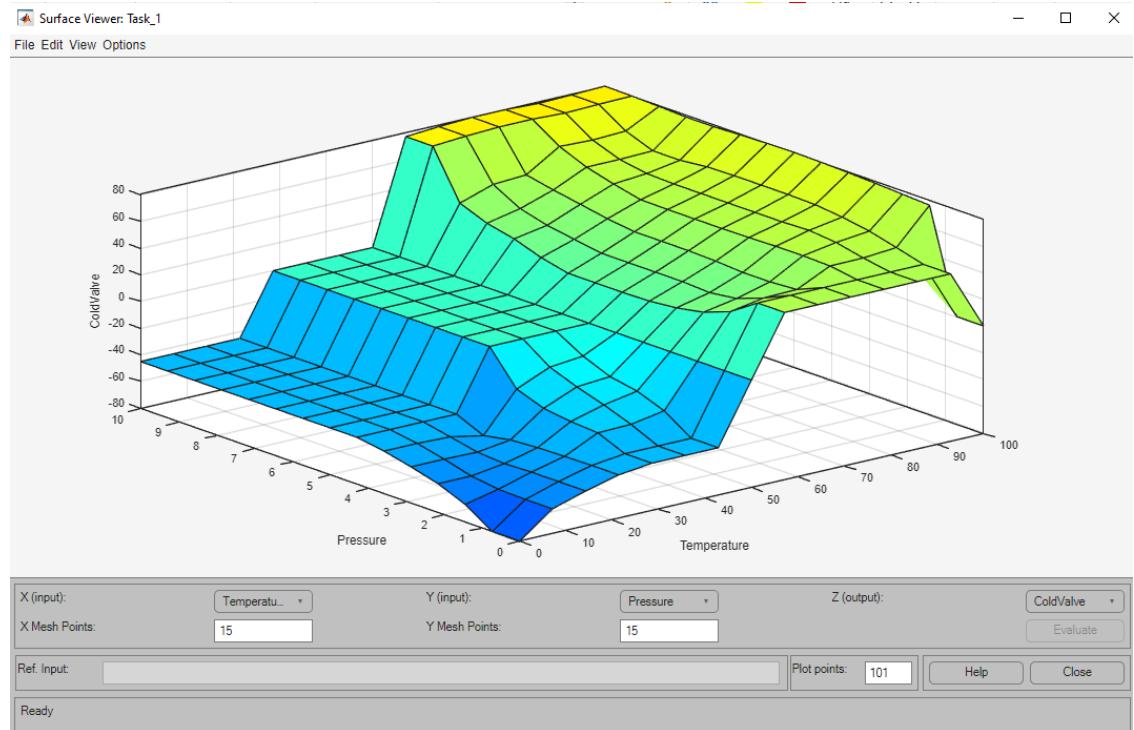


Рис.3.8. Візуалізація поверхні при ColdValve

### **Завдання 3.2. Побудова нечіткої моделі системи керування кранами гарячої і холодної води**

Нехай, в приміщенні встановлений кондиціонер, який дозволяє регулювати (нагрівати чи охолоджувати) температуру. Найбільш комфортні умови

		Затилюк Д.О.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Прз	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

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:

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.

Змн.	Арк.	Затилюк Д.О.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Пр3	Арк.
		Масевський О. В..		Підпис		7

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.

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.

### **Крок 1. Визначення вхідних та вихідних змінних**

		Затилюк Д.О.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Пр3	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Система матиме 2 вхідні та 2 вихідні змінні:

Таблиця 3.3. Вхідні та вихідні змінні

Тип	Назва	Діапазон
Вхідна 1	Temperature	[0, 40]
Вхідна 2	TempChange	[-1.5, 1.5]
Вихідна 1	ACControl	[-90, 90]

## Крок 2. Лінгвістичні змінні та їх терми

Необхідно задати лінгвістичні оцінки (терми) дляожної змінної. Використовуються, наприклад, трикутні функції належності (trimf) для простоти.

### Вхідна змінна: Temperature

Терми: Cold, Coll, Warm, Hot, VeryHot.

Кількість термів: 5.

Діапазон: [0,100].

Тип ФН: trimf.

Орієнтовні центри: Cold(0), Coll(10), Warm(20), Hot(30), VeryHot(40).

### Вхідна змінна: TempChange

Терми: Decreasing, Stable, Increasing.

Кількість термів: 3.

Діапазон: [-1.5, 1.5].

Тип ФН: trimf.

Орієнтовні центри: Decreasing(-1.5), Stable(0), Increasing(1.5)

### Вихідні змінні: ACControl

Терми для обох: BigLeft, SmallLeft, Neutral, SmallRight, BigRight

Кількість термів: 5.

Діапазон: [-90,90].

Тип ФН: trimf

Орієнтовні центри: BigLeft(-90), SmallLeft(-45), Neutral(0), SmallRight(45), BigRight(90).

Таблиця 3.4.Пояснення термів

№	Умова (Temperature / TempChange)	Висновок (ACControl)	Пояснення термів

Змн.	Арк.	Затилюк Д.О.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Пр3	Арк.
		Масєвський О. В..				9
		№ докум.	Підпис	Дата		

1	VeryHot i Increasing	BigLeft	Увімкнути режим "холод", повернути регулятор на великий кут вліво.
2	VeryHot i Decreasing	SmallLeft	Увімкнути режим "холод", повернути регулятор на невеликий кут вліво.
3	Hot i Increasing	BigLeft	Увімкнути режим "холод", повернути регулятор на великий кут вліво.
4	Hot i Decreasing	Neutral	Вимкнути кондиціонер
5	VeryCold i Decreasing	BigRight	Увімкнути режим "тепло", повернути регулятор на великий кут вправо.
6	VeryCold i Increasing	SmallRight	Увімкнути режим "тепло", повернути регулятор на невеликий кут вправо.
7	Cold i Decreasing	BigRight	Увімкнути режим "тепло", повернути регулятор на великий кут вправо.
8	Cold i Increasing	Neutral	Вимкнути кондиціонер.
9	VeryHot i Stable	BigLeft	Увімкнути режим "холод", повернути регулятор на великий кут вліво.
10	Hot i Stable	SmallLeft	Увімкнути режим "холод", повернути регулятор на невеликий кут вліво.
11	VeryCold i Stable	BigRight	Увімкнути режим "тепло", повернути регулятор на великий кут вправо.
12	Cold i Stable	SmallRight	Увімкнути режим "тепло", повернути регулятор на невеликий кут вправо.
13	Normal i Increasing	SmallLeft	Увімкнути режим "холод", повернути регулятор на невеликий кут вліво.
14	Normal i Decreasing	SmallRight	Увімкнути режим "тепло", повернути регулятор на невеликий кут вправо.
15	Normal i Stable	Neutral	Вимкнути кондиціонер.

### Крок 3. Проектування в MATLAB Fuzzy Logic Toolbox

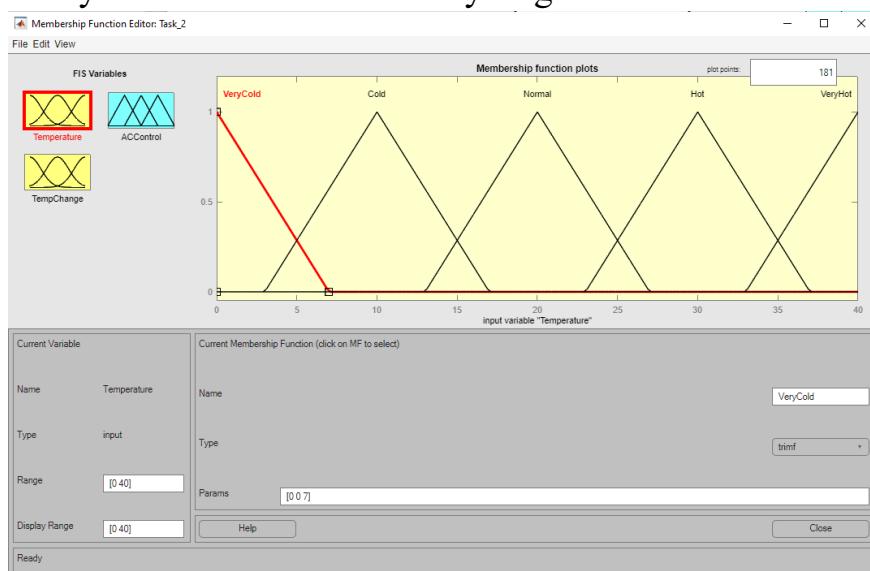


Рис.3.9. Задання функцій належності для Temperature

		Затилюк Д.О.			ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Пр3	Арк.
		Масєвських О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

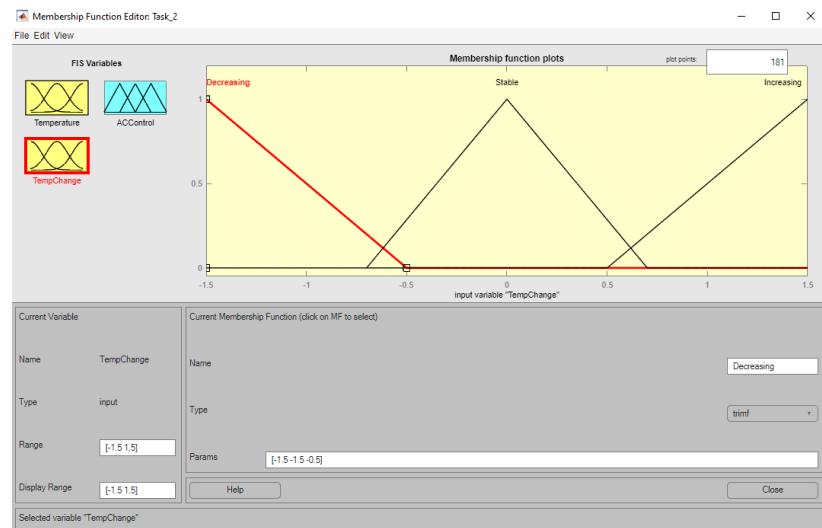


Рис.3.10. Задання функцій належності для TempChange

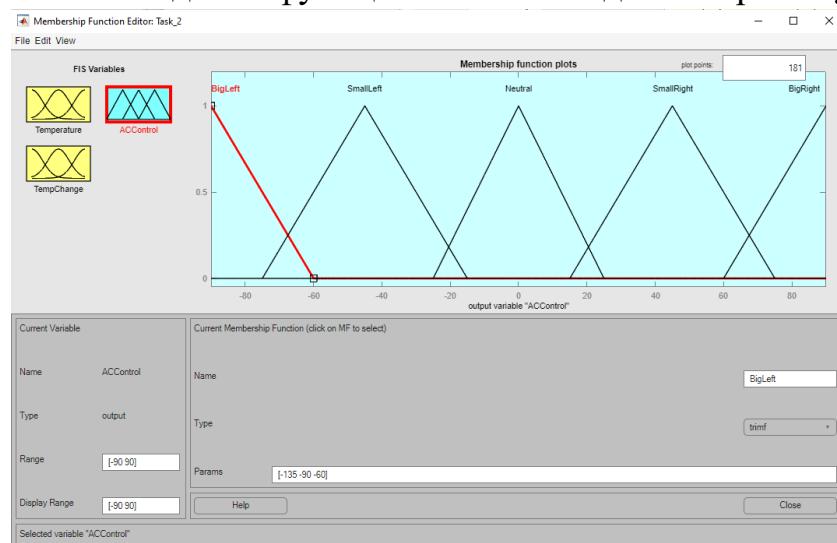


Рис.3.11. Задання функцій належності для ACControl

#### Крок 4: Введення бази правил

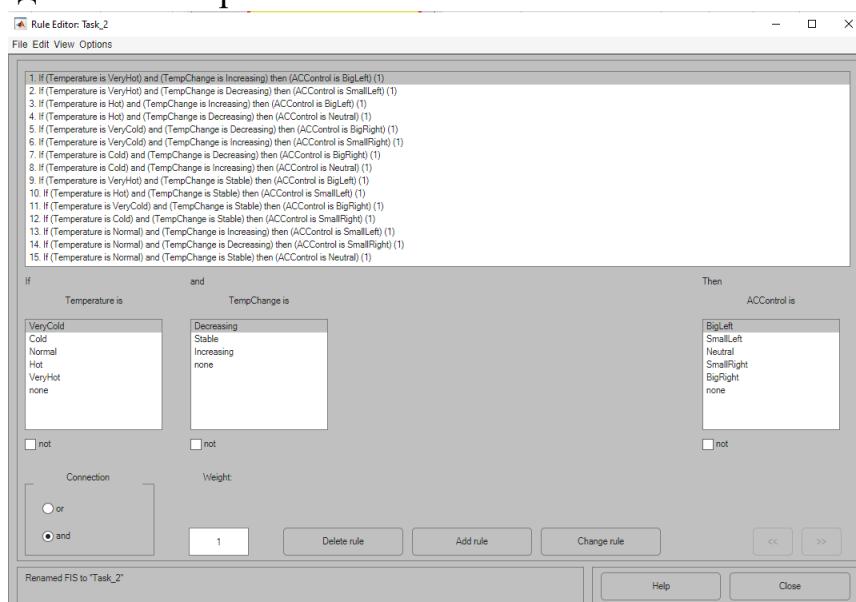


Рис.3.12. Введення бази правил

		Затилюк Д.О.		
		Масєвський О. В..		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДУ «Житомирська політехніка».25.121.10.000 – Пр3

Арк.

11

## Крок 5: Візуалізація результатів

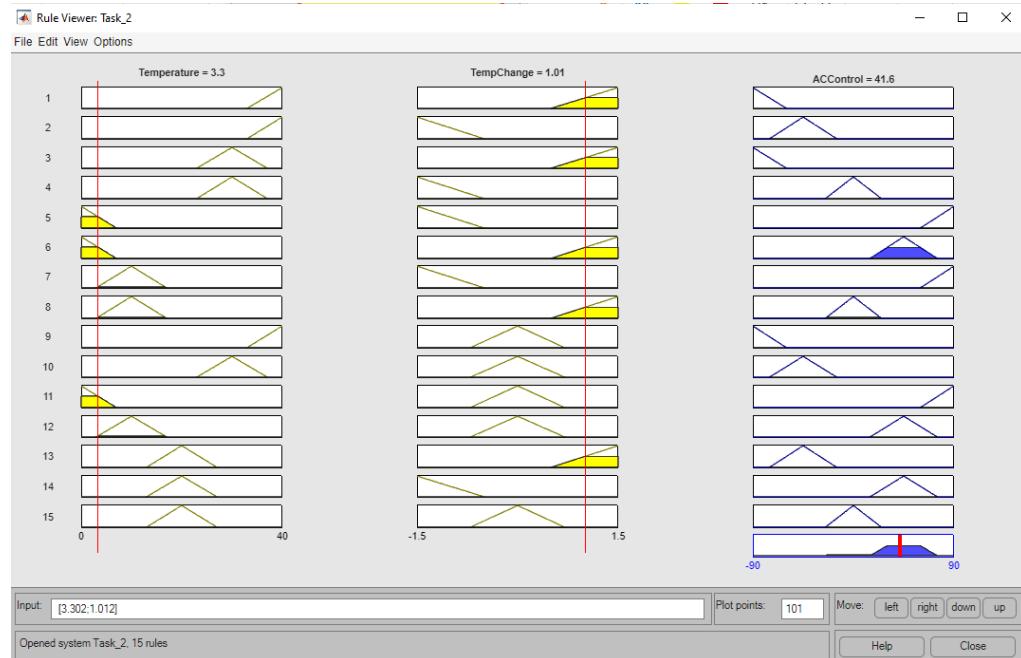


Рис.3.13. Візуалізація правил

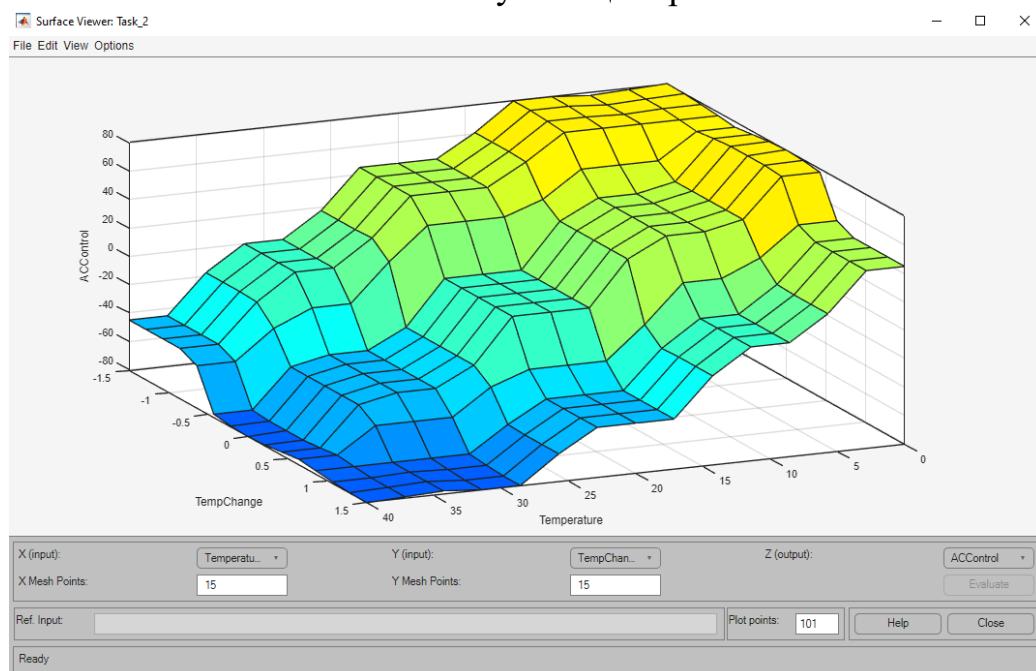


Рис.3.14. Візуалізація поверхні

**Висновок:** Я дослідив можливості ППП MATLAB щодо проектування систем керування на основі алгоритмів нечіткого виводу

**Посилання на Git:** [https://github.com/ipz223-zdo/AIS\\_Labs](https://github.com/ipz223-zdo/AIS_Labs)

		Затилюк Д.О.			ДУ «Житомирська політехніка». 25.121.10.000 – Прз	Арк.
		Масєвський О. В..				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12