

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет радіоелектроніки, комп'ютерних систем та інфокомунікацій

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

Лабораторна робота № 4

з дисципліни «Методи моделювання та оптимізації безпечних комп'ютерних систем»

(назва дисципліни)

на тему: «Реалізація нейронечіткого виведення в системі Anfis в середовищі MATLAB»

Виконав: студент 5 курсу групи № 555 ім
напряму підготовки (спеціальності)

125 Кібербезпека та захист
інформації

(шифр і назва напряму підготовки (спеціальності))

Орлов Станіслав Валерійович

(прізвище й ініціали студента)

Прийняв: д.т.н., професор

Морозова Ольга Ігорівна

(посада, науковий ступінь, прізвище й ініціали)

Національна шкала: _____

Кількість балів: _____

Оцінка: ECTS _____

Тема: Реалізація нейронечіткого виведення в системі ANFIS в середовищі MATLAB

Мета роботи: сконструювати нечітку систему, яка буде показувати залежність між змінними x і y .

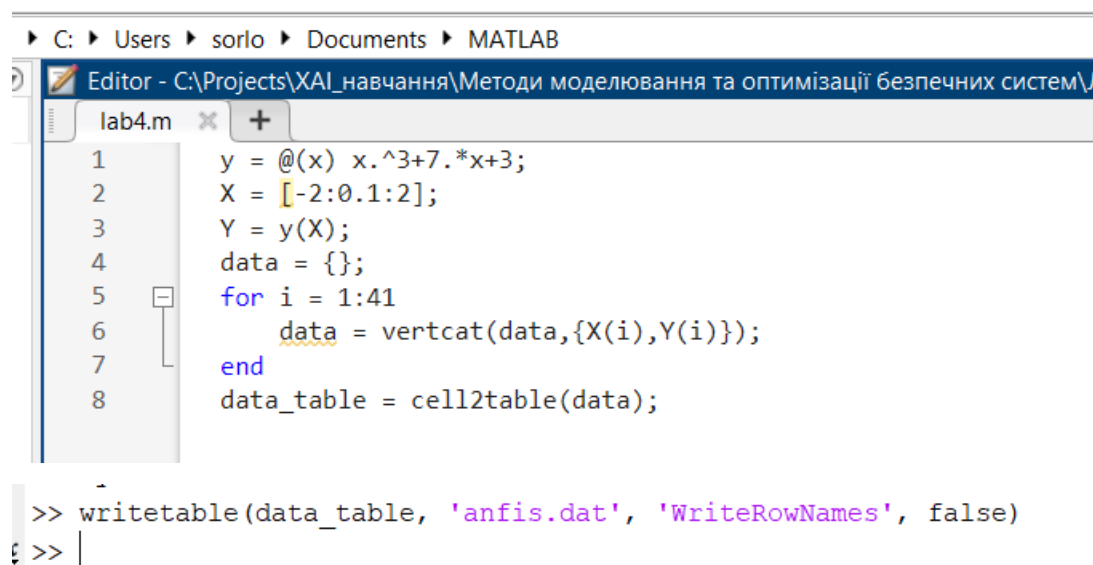
Постановка завдання: побудувати адаптивну систему нейронечіткого виведення для апроксимації деякої залежності, яка описується математичною функцією.

Побудова моделі

N – номер варіанта завдання, $N = 22$

2	$x^3 + 7x + 3 = 0$
---	--------------------

1. Підготувати за допомогою редактора-відладчика m-файлів навчальні дані, які містять 41 рядок пар "вхідна змінна - вихідна змінна". Збережемо дані в зовнішньому файлі з ім'ям `anfis.dat`.



```
C:\Users\sorlo\Documents\MATLAB
Editor - C:\Projects\XAI_навчання\Методи моделювання та оптимізації безпечних систем\lab4.m
1  y = @(x) x.^3+7.*x+3;
2  X = [-2:0.1:2];
3  Y = y(X);
4  data = {};
5  for i = 1:41
6      data = vertcat(data,{X(i),Y(i)});
7  end
8  data_table = cell2table(data);

>> writetable(data_table, 'anfis.dat', 'WriteRowNames', false)
>>
```

Рисунок 1 – формування даних

Import - C:\Projects\XAI_навчання\Методи моделювання та оптимізації безпечних систем\Лаби\лаба 4\anfis.dat

IMPORT		VIEW			
<input checked="" type="radio"/> Delimited	Column delimiters: Comma	Range: A2:B42	Output Type: Table	UNIMPORTABLE	
<input type="radio"/> Fixed Width	Delimiter Options	Variable Names Row: 1	Text Options		
DELIMITERS		SELECTION	IMPORTED DATA		

anfis.dat

	A	B
	anfis	
	data1	data2
	Number	Number
1	data1	data2
2	-2	-19
3	-1.9	-17.159
4	-1.8	-15.432
5	-1.7	-13.813
6	-1.6	-12.296
7	-1.5	-10.875
8	-1.4	-9.544
9	-1.3	-8.297
10	-1.2	-7.128
11	-1.1	-6.031
12	-1	-5
13	-0.9	-4.029
14	-0.8	-3.112
15	-0.7	-2.243
16	-0.6	-1.416
17	-0.5	-0.625
18	-0.4	0.13600000...
19	-0.3	0.87300000...
20	-0.2	1.592

Рисунок 2 – згенерований anfis.dat файл

2. Завантажити файл з навчальними даними в редактор ANFIS.

Завантажити структуру вже створеної FIS можна або з диска (Load from disk), або з робочої області (Load from worksp). Після завантаження в вікні редактора з'являється графік, форма якого аналогічна вихідної математичної функції:

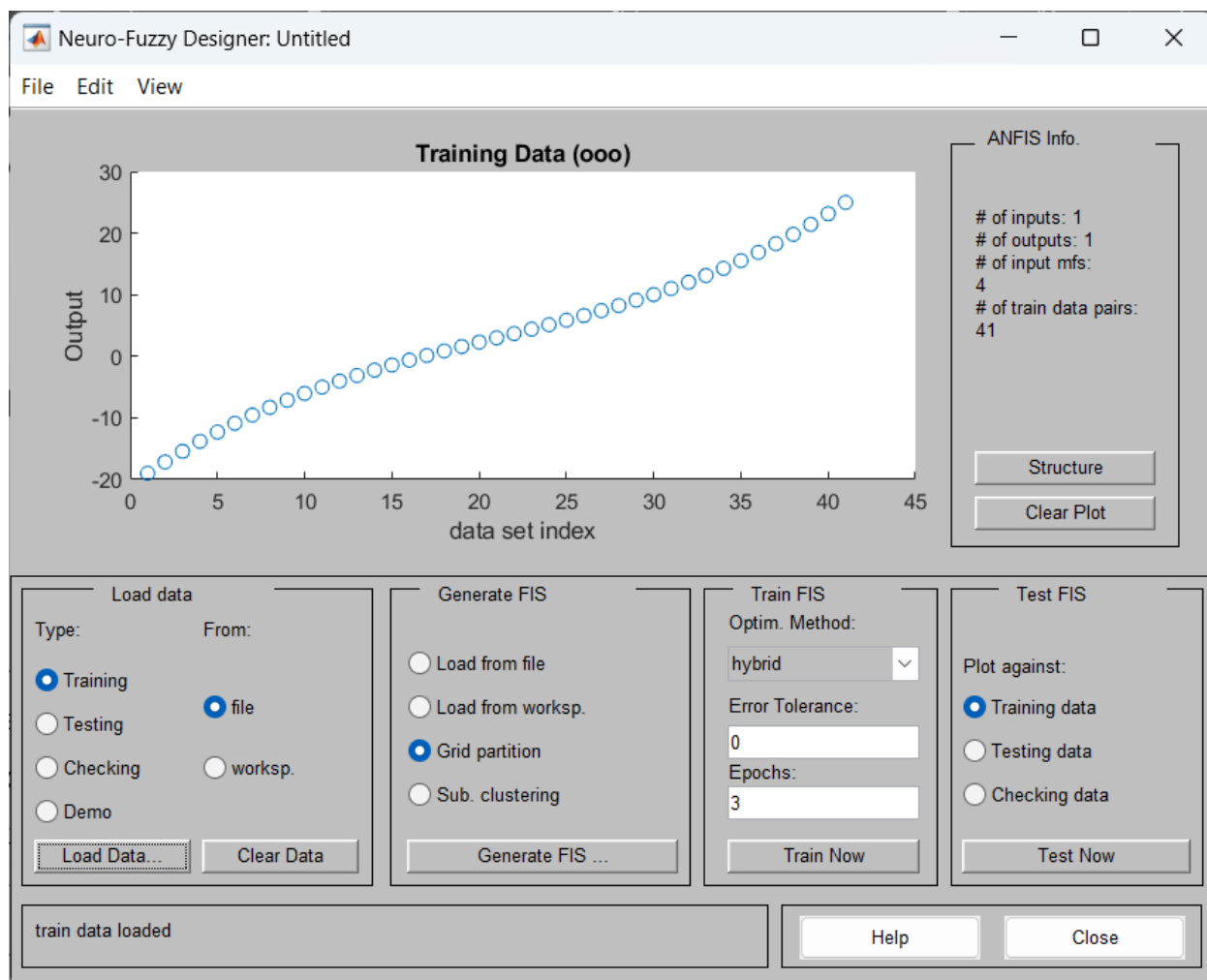


Рисунок 3 – завантажений файл з начальнимим даними у neuroFuzzyDesigner

3. Викликати натисканням кнопки Generate FIS діалогове вікно із зазначенням числа та типи функцій приналежності для окремих термів вхідних змінних і вихідної змінної. Після генерації структури гібридної мережі можна візуалізувати її структуру, для цього слід натиснути кнопку Structure.

Згенеруємо FIS у системі MATLAB:

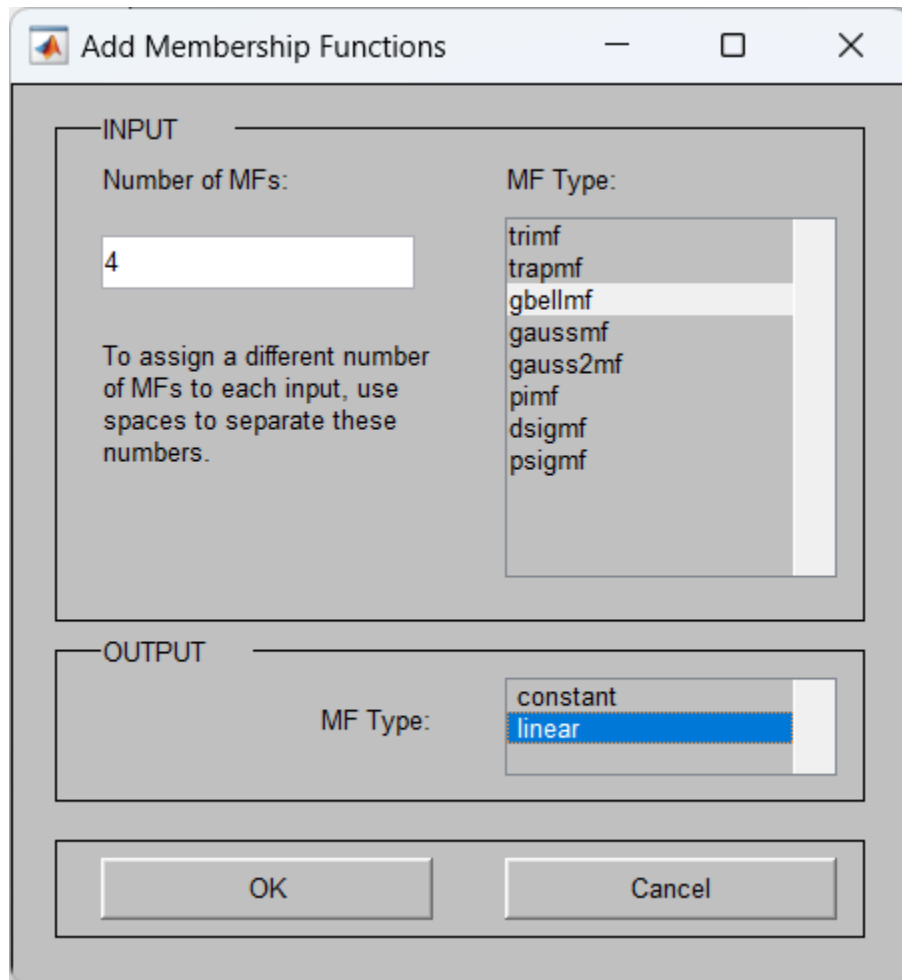


Рисунок 4 – вікно Generate Fis (Membership Functions)

Переглянемо структура моделі, натискаючи кнопку Structure з рис. 3.

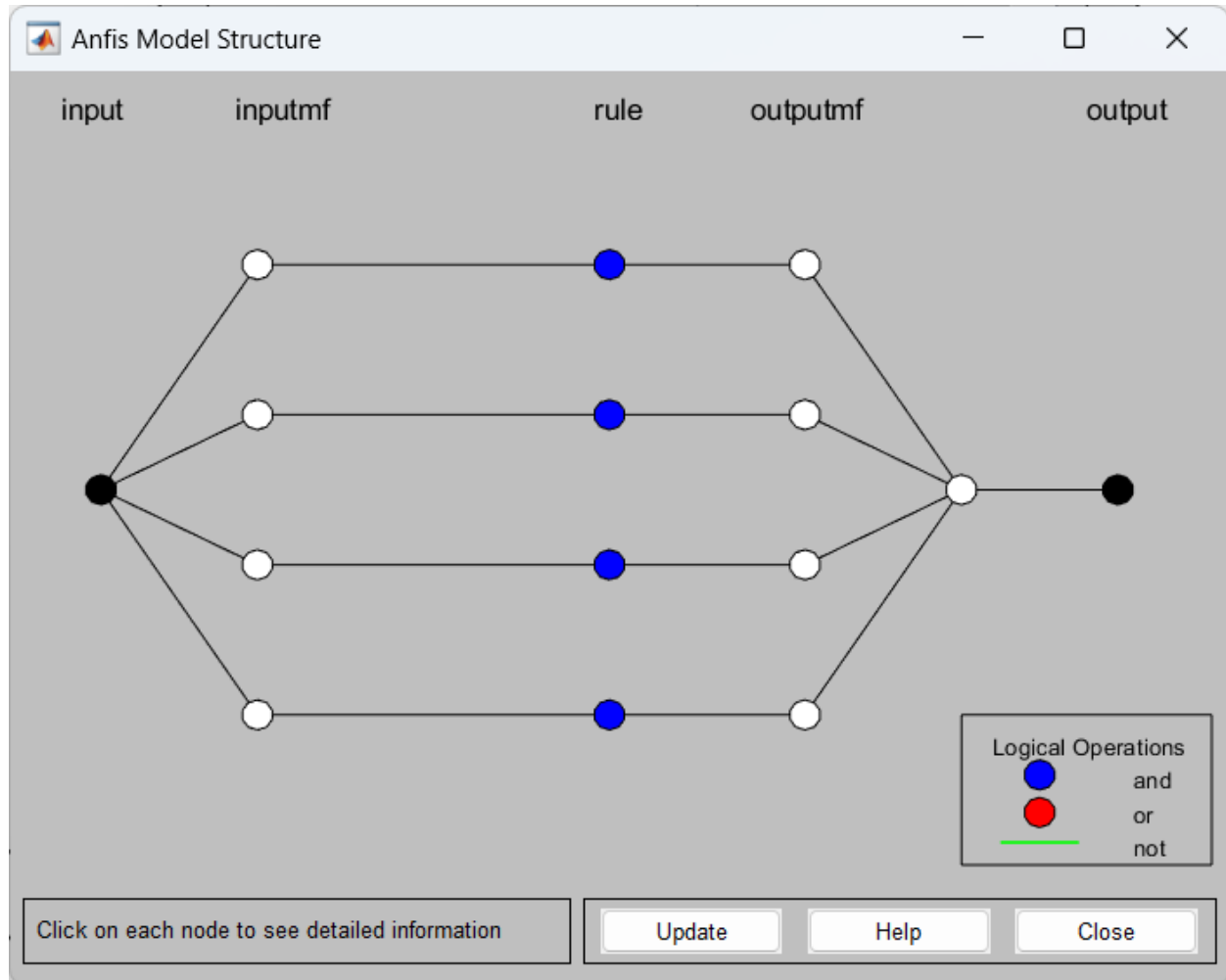


Рисунок 5 – структура моделі Anfis

4. Перейти до навчання згенерованої системи нечіткого виведення. Для цього у вікні редактора ANFIS кількість циклів навчання змінимо на 40 і натиснемо кнопку Train Now. Після навчання мережі в робочому вікні редактора ANFIS буде зображений графік зміни помилки в ході виконання окремих циклів навчання.

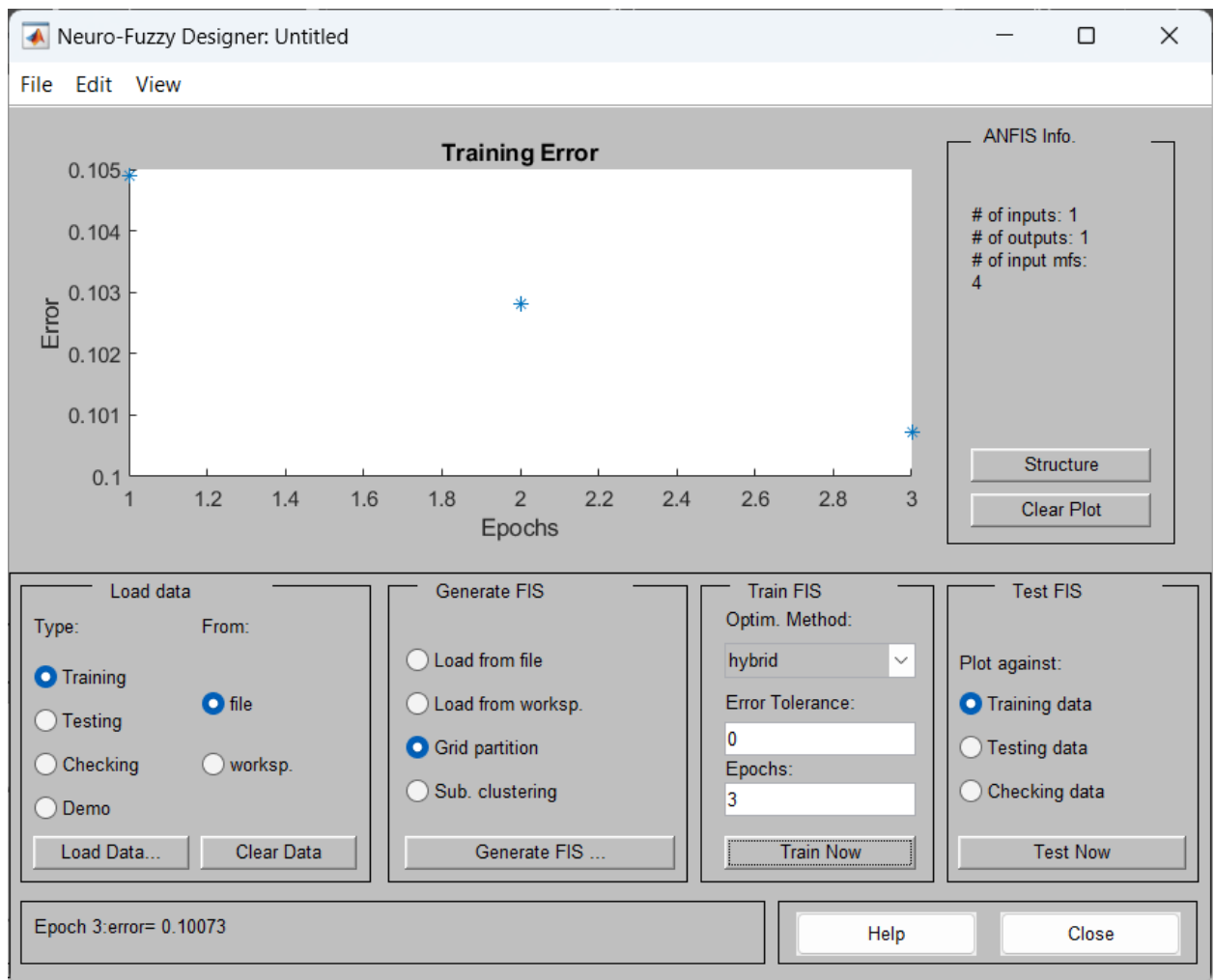


Рисунок 6 - тренування

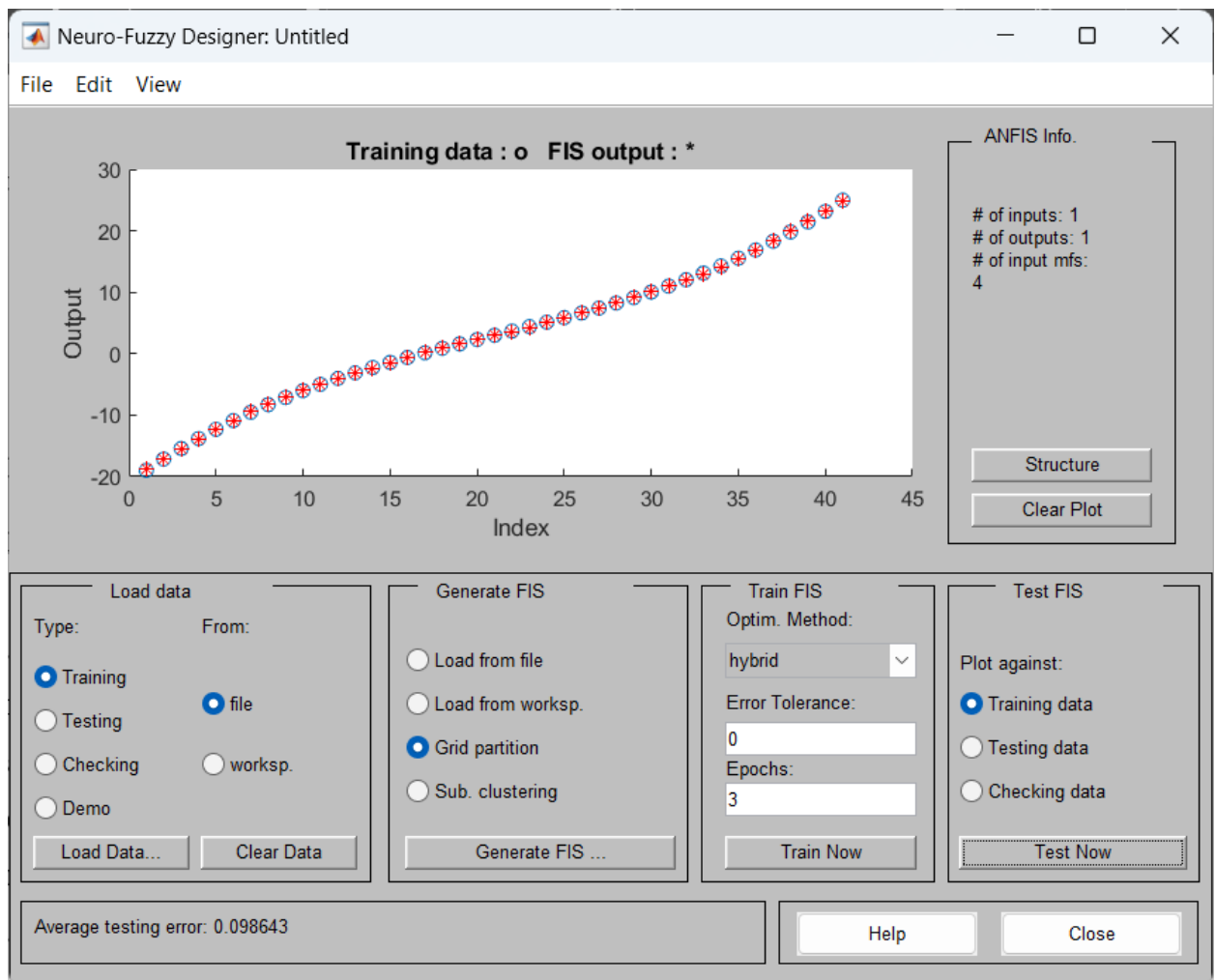


Рисунок 7 – тренування

5. Виконати аналіз точності побудованої нечіткої моделі гібридної мережі за допомогою перегляду поверхні відповідної системи нечіткого виведення. На рис. 4 зображено графік згенерованої системи нечіткого виведення. Виконаємо перевірку побудованої моделі за допомогою меню View -> Surface MATLAB

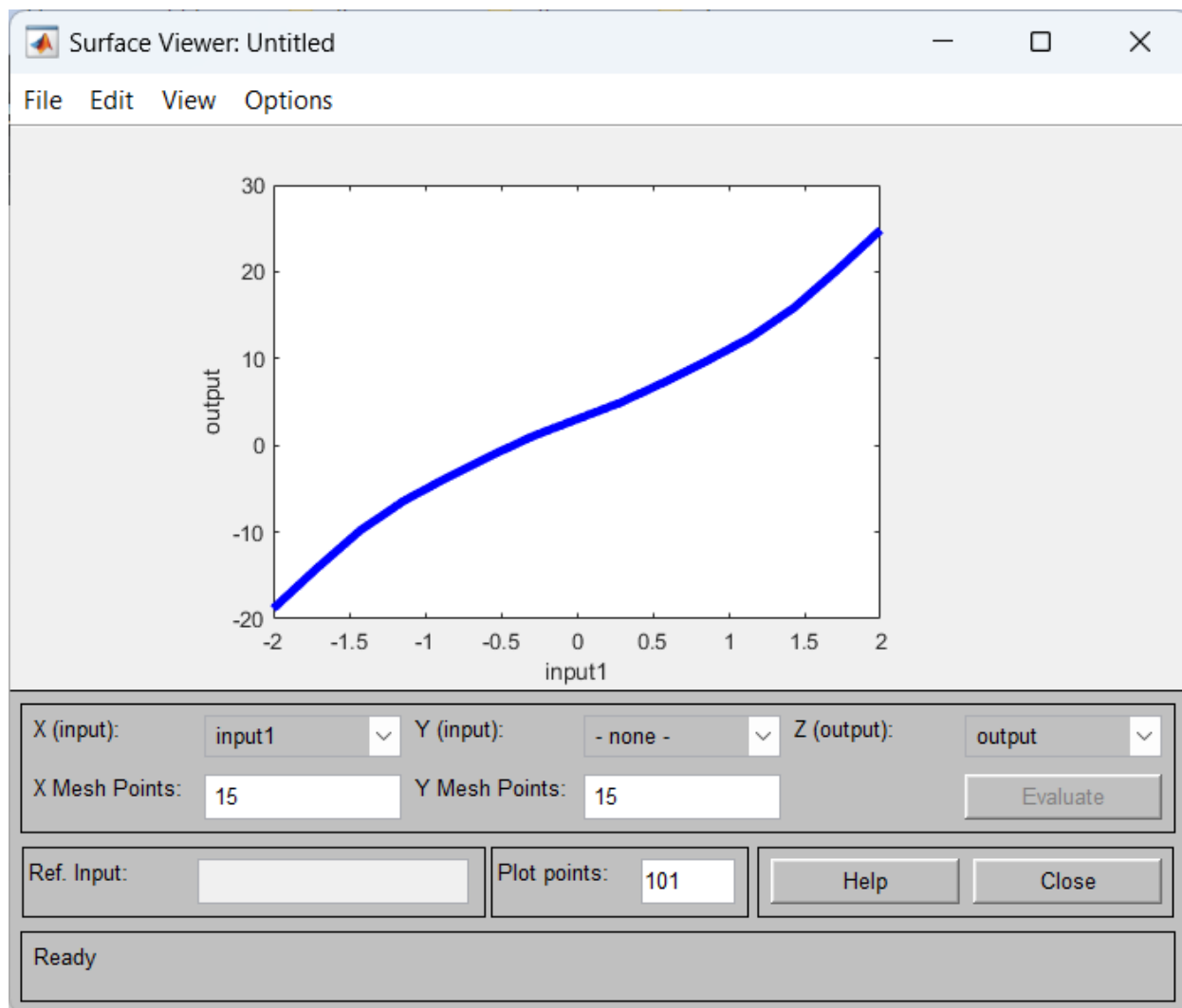


Рисунок 8 – Surface Viewer меню Matlab

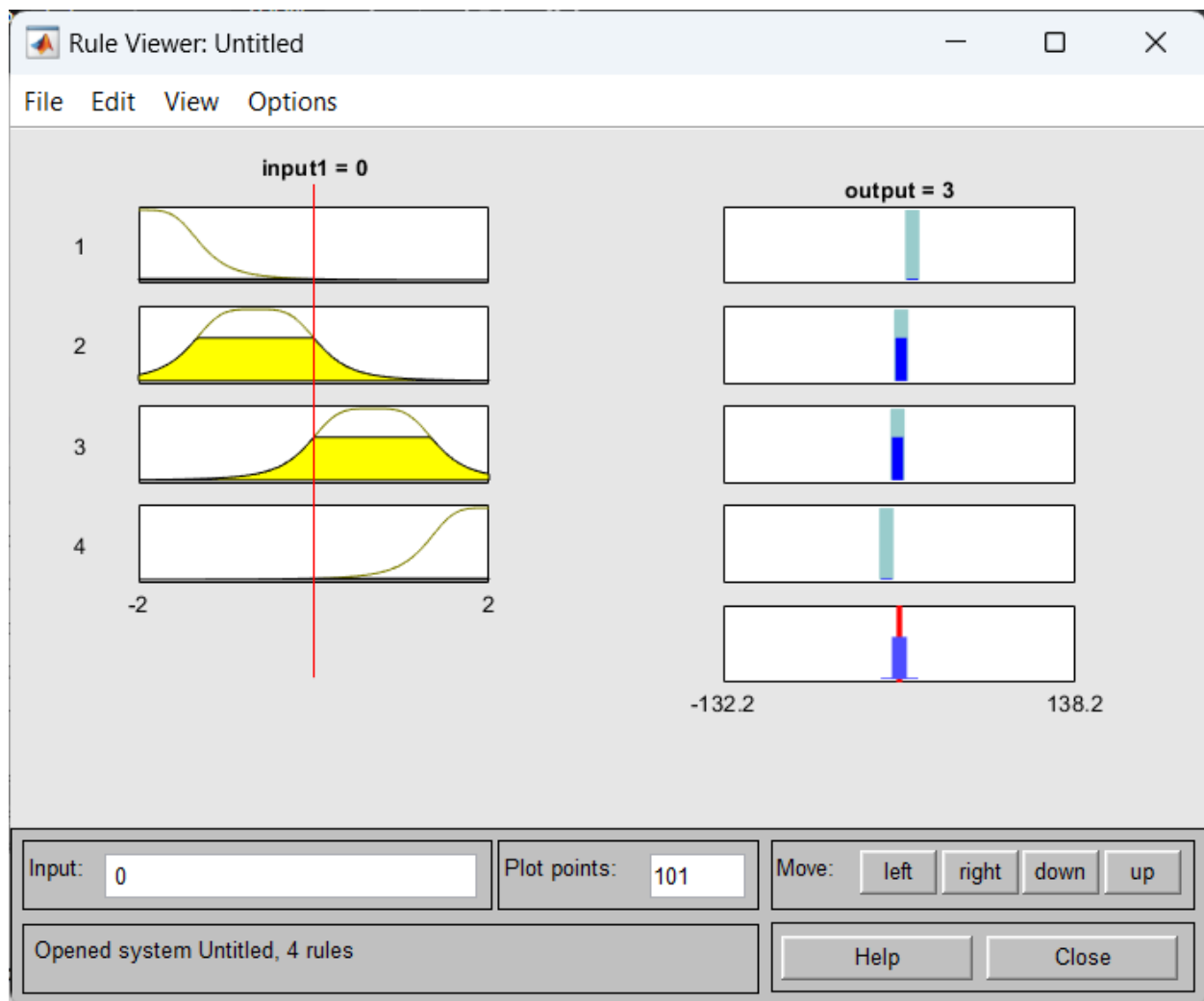


Рисунок 9 – Перевірка моделі з точністю 0

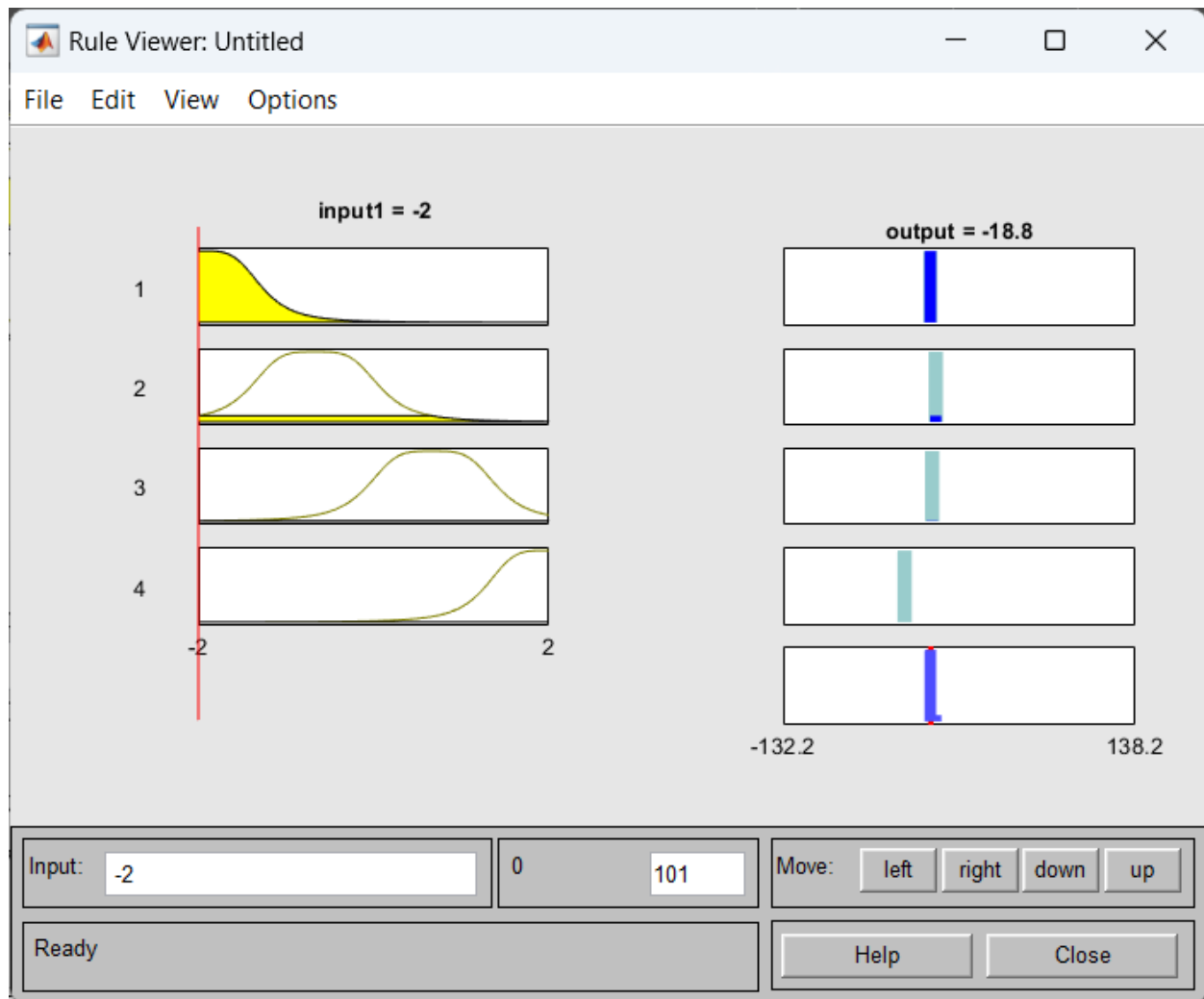


Рисунок 10 - Перевірка моделі з точністю -2

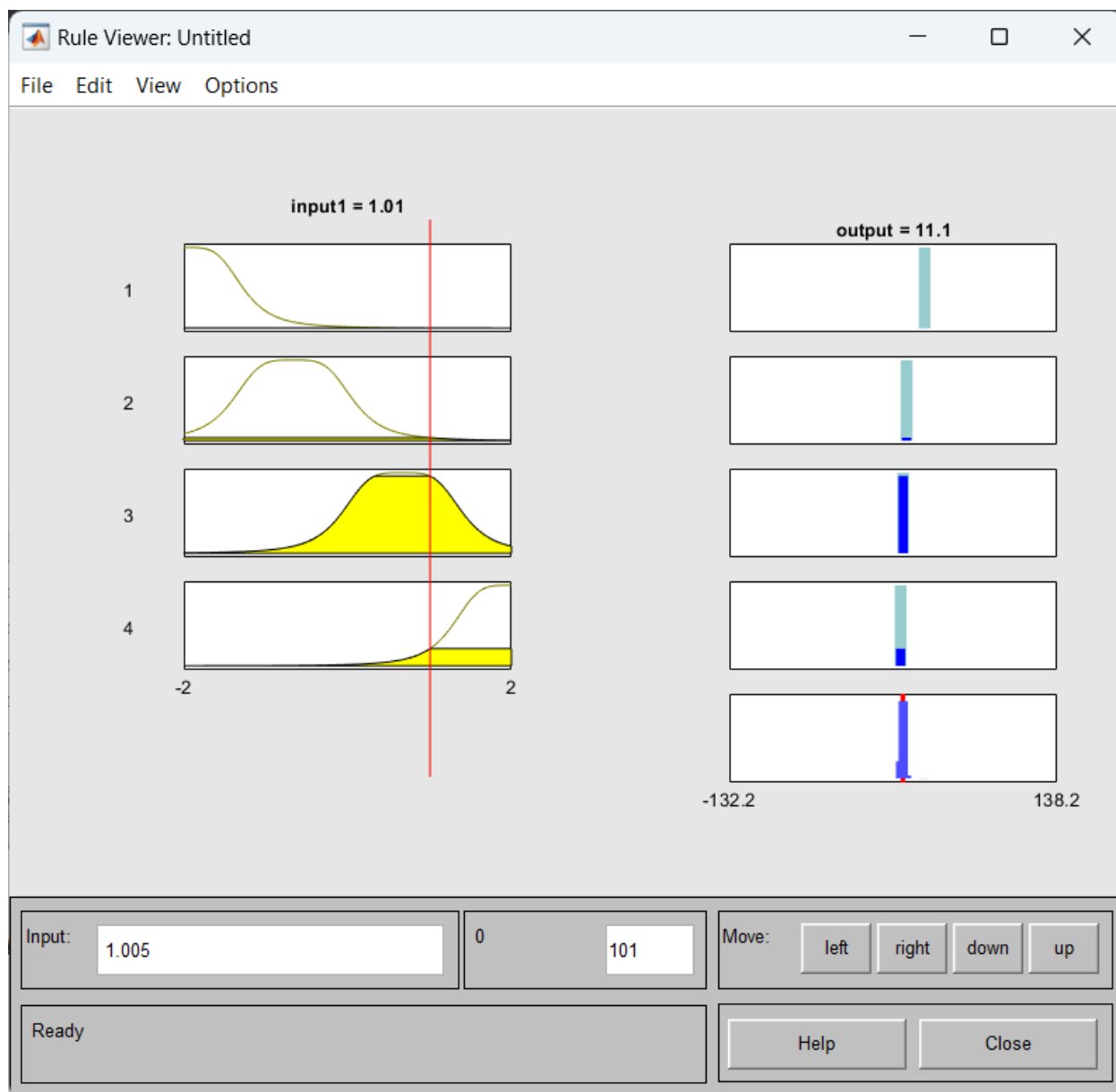


Рисунок 11 – перевірка моделі з точністю 1

Бачимо що модель досить адекватна.

6. Побудуємо графік по точках `plot(X,Y)`

```
>> plot(X,Y)
>> fplot(y, [-2 1])
>> fplot(y, [-2 1])
x >>
```

Рисунок 12 – вікно виконання команд Matlab

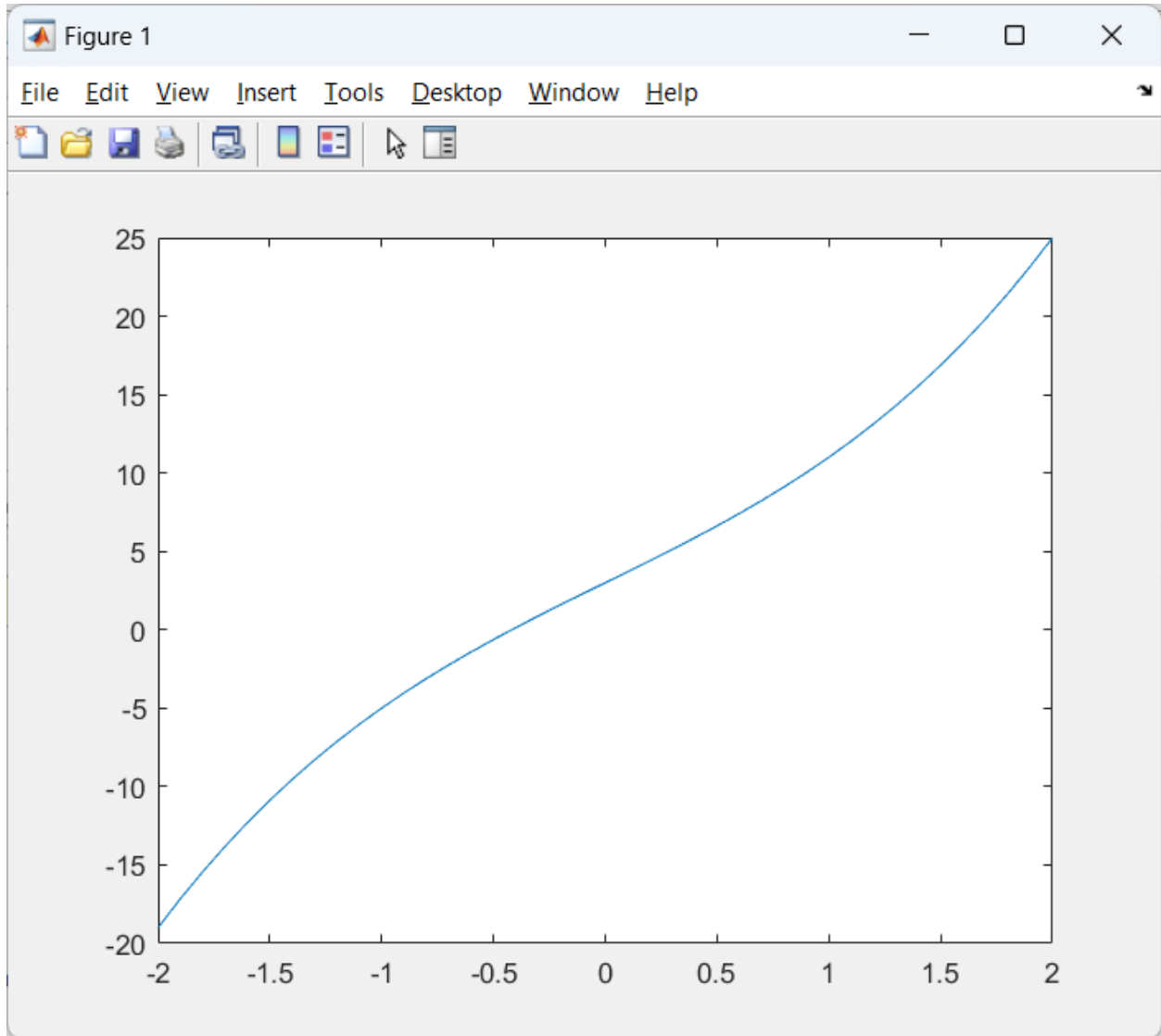


Рисунок 13 – побудований графік по точках `plot(X,Y)`

7. Побудуємо графік $x^3 + 7x + 3 = 0$ на проміжку $-2;1$

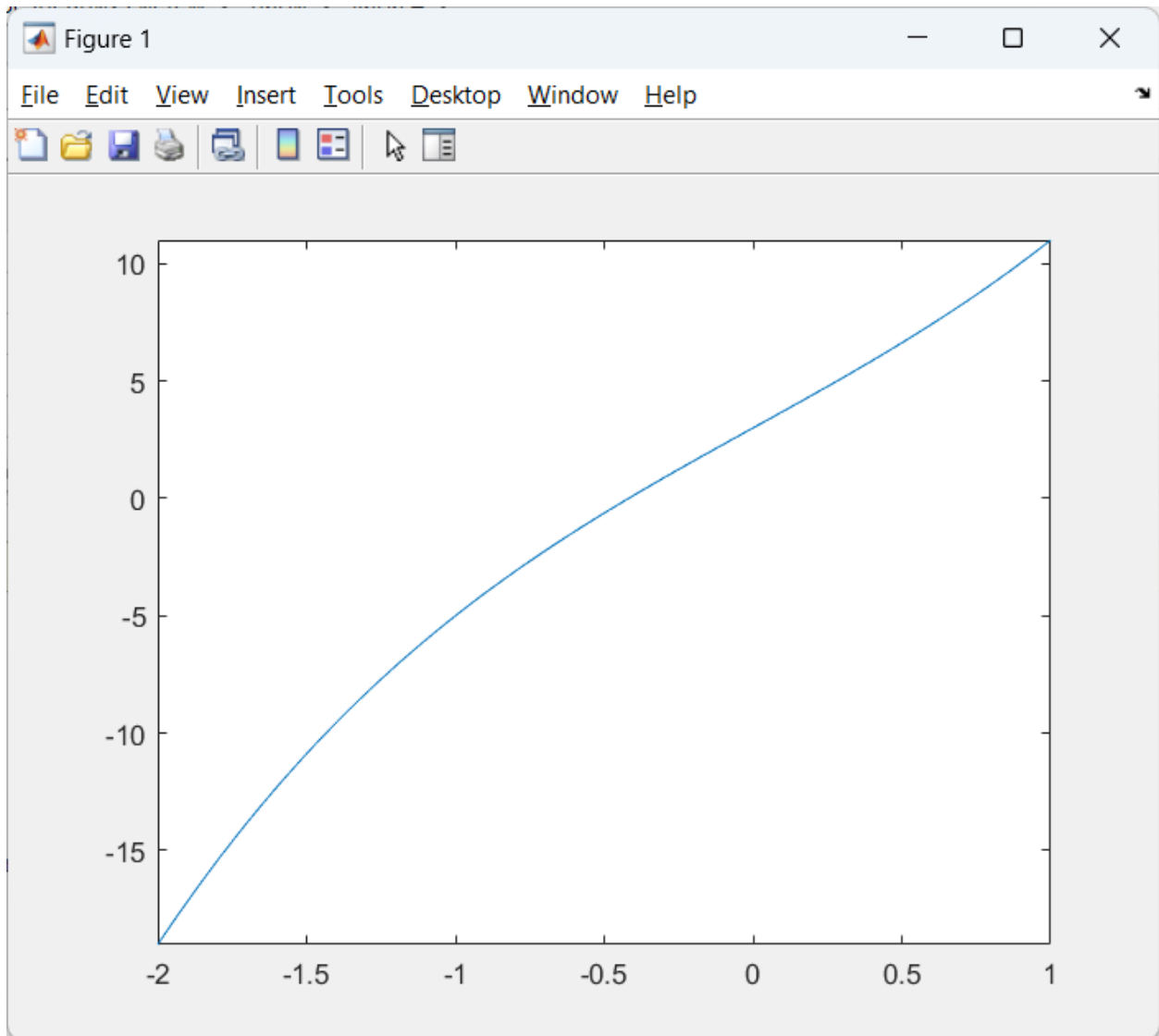


Рисунок 14 – побудований графік на проміжку $-2;1$

Порівняємо результати:

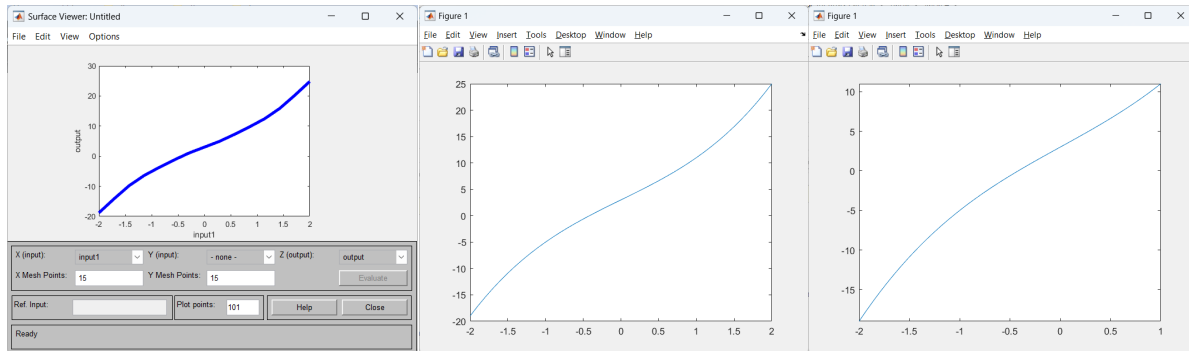


Рисунок 15 – побудовані графіки залежності змінними для різних відних проміжках

Висновок: у ході виконання лабораторної роботи було сконструйовано нечітку систему, яка показує залежність між змінними x і y . Для досягнення поставленої задачі було побудовано адаптивну систему нейронечіткого виведення для апроксимації деякої залежності, яка описується математичною функцією. Було вивчено та отримано навички роботи з адаптивною системою нейронечіткого виведення ANFIS у системі MATLAB.