



Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”  
Факультет інформатики та обчислювальної техніки  
Кафедра автоматики та управління в технічних системах

## Лабораторна робота №2

### Ідентифікація об’єкта за даними спостережень

Виконала

студентка групи ІТ-91:

Луцай К. А.

Перевірила:

Іваніщев Б. В.

Київ 2022

**Завдання:** Скласти програму ідентифікації об'єкта за даними спостережень функціями, які дані у варіанті завдання. Перевірити програму на даних, які точно або приблизно відповідають наперед відомій моделі. Ідентифікувати об'єкт за даними спостережень, які наведені у варіанті завдання. Проаналізувати результати. Оформити звіт та здати лабораторну роботу.

Варіант 15 (3):

3) Використати функції виду  $y = b_0 + b_1 \frac{1}{x} + \dots + b_n \frac{1}{x^n}$  для ідентифікації об'єкта за такими даними спостережень:

x	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
y	14	18,222	18	17,216	16,444	15,778	15,219	14,749
x	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5
y	14,352	14,014	13,722	13,469	13,248	13,052	12,879	12,724

Лістинг програми:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

n = 16
m = [2, 4, 8, 16]

X0 = np.zeros(n)
for i in range(n):
    X0[i] = 1 + i * 0.5

Y0 = np.array([14, 18.222, 18, 17.216, 16.444, 15.778, 15.219,
14.749,
               14.352, 14.014, 13.722, 13.469, 13.248, 13.052,
12.879, 12.724])

def func(X, B):
    Y = np.zeros_like(X)
    for n in range(len(X)):
        Y[n] = B[0]
        for i in range(1, len(B)):
            Y[n] += B[i] / np.power(X[n], i)
    return Y
```

```

def solve_sle(X, Y, m):
    A = np.zeros((m, m))
    A[:, 0] = 1
    for k in range(1, m):
        A[:, k] = 1 / np.power(X, k)
    B = np.linalg.solve(A, Y)
    return B

best_b = 1
for b in m:
    step = int(n/b)
    X = X0[:, :step]
    Y = Y0[:, :step]
    B = solve_sle(X, Y, b)
    Y_aprox = func(X0, B)
    MSE = np.power(Y0 - Y_aprox, 2)

    table = np.stack((X0, Y0, Y_aprox, MSE), axis=1)
    print(f"Max MSE for {b} coefs: {MSE.max()}")
    if MSE.max() < best_b:
        best_b = b
        print(table)

    function = f"Y = {B[0]} "
    for i in range(1, b):
        function += f" + {B[i]}/x^{i}"
    print(function)

    plt.plot(X0, Y_aprox, label=f"Approx {b}")
plt.plot(X0, Y0, label="Original")
plt.xlabel('X')
plt.ylabel('Y')
plt.title(f'Function graphs')
plt.legend()
plt.show()

print(f"Best number of coefs: {best_b}")

```

### Результат виконання:

Max MSE for 2 coefs: 16.608341777777774

$Y = 14.440000000000001 + -0.4400000000000004/x^1$

Max MSE for 4 coefs: 8.212890624933547e-07

$[1.00000000e+00 \ 1.40000000e+01 \ 1.40000000e+01 \ 3.15544362e-30]$

[1.50000000e+00 1.82220000e+01 1.82211204e+01 7.73748285e-07]  
 [2.00000000e+00 1.80000000e+01 1.79990938e+01 8.21289062e-07]  
 [2.50000000e+00 1.72160000e+01 1.72153500e+01 4.22500000e-07]  
 [3.00000000e+00 1.64440000e+01 1.64440000e+01 1.26217745e-29]  
 [3.50000000e+00 1.57780000e+01 1.57781378e+01 1.89764681e-08]  
 [4.00000000e+00 1.52190000e+01 1.52185820e+01 1.74697876e-07]  
 [4.50000000e+00 1.47490000e+01 1.47488968e+01 1.06551104e-08]  
 [5.00000000e+00 1.43520000e+01 1.43520000e+01 3.15544362e-30]  
 [5.50000000e+00 1.40140000e+01 1.40135840e+01 1.73089757e-07]  
 [6.00000000e+00 1.37220000e+01 1.37223322e+01 1.10340846e-07]  
 [6.50000000e+00 1.34690000e+01 1.34694277e+01 1.82963540e-07]  
 [7.00000000e+00 1.32480000e+01 1.32480000e+01 0.00000000e+00]  
 [7.50000000e+00 1.30520000e+01 1.30526611e+01 4.37067901e-07]  
 [8.00000000e+00 1.28790000e+01 1.28791489e+01 2.21788883e-08]  
 [8.50000000e+00 1.27240000e+01 1.27240594e+01 3.52637262e-09]]

$$Y = 10.000583333333346 + 24.99774999999987/x^1 + -15.004583333332986/x^2 + -5.993750000000228/x^3$$

Max MSE for 8 coefs: 5.559395812281934

$$Y = 9.598881746321204 + 36.82910554743632/x^1 + -156.80982768576783/x^2 + 885.3211383443062/x^3 + -3152.28870929712/x^4 + 6220.021752170023/x^5 + -6262.048339607291/x^6 + 2433.375998782092/x^7$$

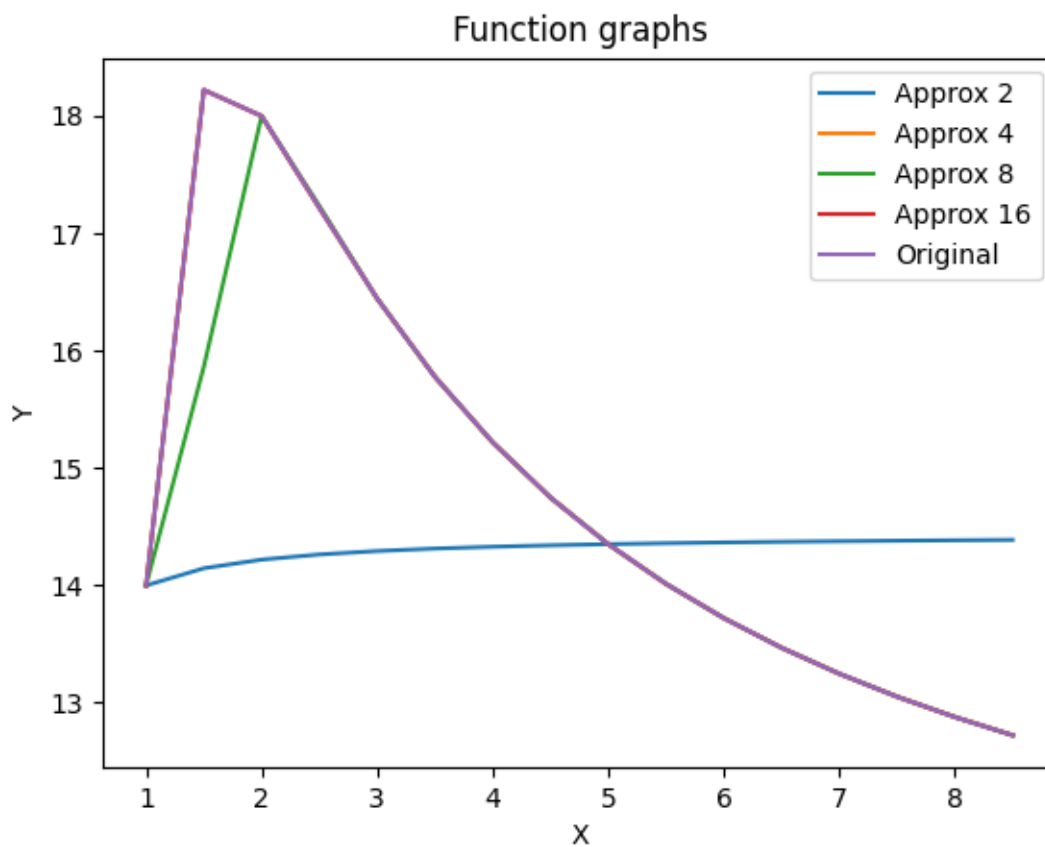
Max MSE for 16 coefs: 5.575375959133615e-07

[[1.00000000e+00 1.40000000e+01 1.40000000e+01 0.00000000e+00]  
 [1.50000000e+00 1.82220000e+01 1.82220639e+01 4.08308734e-09]  
 [2.00000000e+00 1.80000000e+01 1.79998024e+01 3.90489311e-08]  
 [2.50000000e+00 1.72160000e+01 1.72152760e+01 5.24206466e-07]  
 [3.00000000e+00 1.64440000e+01 1.64442376e+01 5.64441159e-08]

[3.50000000e+00 1.57780000e+01 1.57776959e+01 9.24939925e-08]  
 [4.00000000e+00 1.52190000e+01 1.52195905e+01 3.48645985e-07]  
 [4.50000000e+00 1.47490000e+01 1.47489027e+01 9.45990885e-09]  
 [5.00000000e+00 1.43520000e+01 1.43514339e+01 3.20462711e-07]  
 [5.50000000e+00 1.40140000e+01 1.40133180e+01 4.65150604e-07]  
 [6.00000000e+00 1.37220000e+01 1.37212533e+01 5.57537596e-07]  
 [6.50000000e+00 1.34690000e+01 1.34686301e+01 1.36817854e-07]  
 [7.00000000e+00 1.32480000e+01 1.32472728e+01 5.28871990e-07]  
 [7.50000000e+00 1.30520000e+01 1.30516149e+01 1.48297948e-07]  
 [8.00000000e+00 1.28790000e+01 1.28792040e+01 4.16026228e-08]  
 [8.50000000e+00 1.27240000e+01 1.27236663e+01 1.11377881e-07]]

$$\begin{aligned}
 Y = & -5046.250108576089 + 312848.8991647611/x^1 + -8781209.172097195/x^2 \\
 & + 147985002.36383462/x^3 + -1669206413.7896614/x^4 + \\
 & 13294746206.138748/x^5 + -76822044398.54938/x^6 + 325396541310.6647/x^7 + \\
 & -1006460930025.9617/x^8 + 2226705899684.6436/x^9 + - \\
 & 3352127307357.039/x^{10} + 3014498811359.678/x^{11} + -822743795969.8224/x^{12} \\
 & + -1285795187753.079/x^{13} + 1410378575886.9185/x^{14} + - \\
 & 444795614111.6432/x^{15}
 \end{aligned}$$

Best number of coefs: 16



**Висновки:** було визначено коефіцієнти функція, вираховано апроксимовані значення та порівняно з оригінальними за методом найменших квадратів, отримано графіки функцій.