

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2
з дисципліни «Методи наукових досліджень»
на тему «ПРОВЕДЕННЯ ДВОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З
ВИКОРИСТАННЯМ ЛІНІЙНОГО РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ»

ВИКОНАВ:
студент 2 курсу
групи ІВ-91
Степанюк Р. В.
Залікова – 9127

ПЕРЕВІРИВ:
ас. Регіда П. Г.

Мета: провести двофакторний експеримент, перевірити однорідність дисперсії за критерієм Романовського, отримати коефіцієнти рівняння регресії, провести натуралізацію рівняння регресії.

Завдання:

1. Записати лінійне рівняння регресії.
2. Обрати тип двофакторного експерименту і скласти матрицю планування для нього з використанням додаткового нульового фактору ($x_0=1$).
3. Провести експеримент в усіх точках повного факторного простору (знайти значення функції відгуку y). Значення функції відгуку задати випадковим чином у відповідності до варіанту у діапазоні $y_{min} \div y_{max}$

$$y_{max} = (30 - N_{\text{варіанту}}) \cdot 10,$$

$$y_{min} = (20 - N_{\text{варіанту}}) \cdot 10.$$

Варіанти обираються по номеру в списку в журналі викладача.

№ варіанту	x ₁		x ₂	
	min	max	min	max
125	-25	-5	25	45

Програмний код

```
# Методи наукових досліджень
#
# Степанюк Роман Вікторович ІВ-91 ФІОТ
#
# Варіант 125 (x1_min = -25, x1_max = -5, x2_min = 25, x2_max = 45)

import random, math, numpy as np

# Функція знаходження середнього значення
def average(list_y):
    average = 0
    for y in list_y:
        average += y / len(list_y)
    return average

# Перевірка дисперсії на однорідність. Повторюється поки дисперсія не однорідна
def homogeneity():
    def romanovskyi(dispartition):
        def fuv():
            f_uv = []
            f_uv.append(dispartition[0] / dispartition[1])
            f_uv.append(dispartition[2] / dispartition[0])
            f_uv.append(dispartition[2] / dispartition[1])
            return f_uv
```

```

def thetatau(f_uv):
    theta_uv = []
    theta_uv.append((m - 2 / m) * f_uv[0])
    theta_uv.append((m - 2 / m) * f_uv[1])
    theta_uv.append((m - 2 / m) * f_uv[2])
    return theta_uv

# Основне відхилення
sigma = math.sqrt(2 / m * (2 * m - 2) / (m - 4))

f_uv = fuv()
theta_uv = thetatau(f_uv)

r_uv1 = abs(theta_uv[0] - 1) / sigma
r_uv2 = abs(theta_uv[1] - 1) / sigma
r_uv3 = abs(theta_uv[2] - 1) / sigma
if (r_uv1 < 2.16) and (r_uv2 < 2.16) and (r_uv3 < 2.16): return False
else: return True

def dispertion(list_y):
    average_y = average(list_y)
    dispertion = 0
    for y in list_y:
        dispertion += (y - average_y)**2 / len(list_y)
    return dispertion

# Функції відгуку в точках експерименту
y1 = [random.randint(0, 100) + y_min for _ in range(m)]
y2 = [random.randint(0, 100) + y_min for _ in range(m)]
y3 = [random.randint(0, 100) + y_min for _ in range(m)]

# Дисперсія
dispertion = [dispertion(y1), dispertion(y2), dispertion(y3)]

# Перевірка однорідності за критерієм Романовського
error = romanovskyi(dispertion)

##### В И В Е Д Е Н Н Я   Р Е З У Л Ь Т А Т І В   У   К О Н С О Л Ь #####

if not error: print("Перевірку закінчено\nДисперсія однорідна\n")
else:
    print("Перевірку закінчено\nДисперсія неоднорідна\nПроводимо ще один експеримент\n")
    homogeneity()
    exit()
print("Значення факторів у точках експерименту:")
for line in matrix:
    print(line)
print(f"\nФункції відгуку:\nВ першій точці: {y1}\nВ другій точці: {y2}\nВ третій точці: {y3}")
print(f"\nСередні значення Y:\n{average(y1)}\n{average(y2)}\n{average(y3)}")
print(f"\nДисперсія: {dispertion}")
y = [y1, y2, y3]

```

```

normalisation(y)

def normalisation(y):
    normalized_matrix = [[-1, -1], [-1, 1], [1, -1], [1, 1]]

    # Розрахунок нормованих коефіцієнтів рівняння регресії
    mx1 = (normalized_matrix[0][0] + normalized_matrix[1][0] + normalized_matrix[2][0]) / 3
    mx2 = (normalized_matrix[0][1] + normalized_matrix[1][1] + normalized_matrix[2][1]) / 3

    my = (average(y[0]) + average(y[1]) + average(y[2])) / 3

    a1 = (normalized_matrix[0][0]**2 + normalized_matrix[1][0]**2 + normalized_matrix[2][0]**2) / 3
    a2 = (normalized_matrix[0][0] * normalized_matrix[0][1] + normalized_matrix[1][0] * normalized_matrix[1][1] + normalized_matrix[2][0] * normalized_matrix[2][1]) / 3
    a3 = (normalized_matrix[0][1]**2 + normalized_matrix[1][1]**2 + normalized_matrix[2][1]**2) / 3

    a11 = (normalized_matrix[0][0] * average(y[0]) + normalized_matrix[1][0] * average(y[1]) + normalized_matrix[2][0] * average(y[2])) / 3
    a22 = (normalized_matrix[0][1] * average(y[0]) + normalized_matrix[1][1] * average(y[1]) + normalized_matrix[2][1] * average(y[2])) / 3

    b0_numerator = np.array([[my, mx1, mx2],
                              [a11, a1, a2],
                              [a22, a2, a3]])
    b0_denominator = np.array([[1, mx1, mx2],
                                [mx1, a1, a2],
                                [mx2, a2, a3]])

    b0 = np.linalg.det(b0_numerator) / np.linalg.det(b0_denominator)

    b1_numerator = np.array([[1, my, mx2],
                              [mx1, a11, a2],
                              [mx2, a22, a3]])
    b1_denominator = np.array([[1, mx1, mx2],
                                [mx1, a1, a2],
                                [mx2, a2, a3]])

    b1 = np.linalg.det(b1_numerator) / np.linalg.det(b1_denominator)

    b2_numerator = np.array([[1, mx1, my],
                              [mx1, a1, a11],
                              [mx2, a2, a22]])
    b2_denominator = np.array([[1, mx1, mx2],
                                [mx1, a1, a2],
                                [mx2, a2, a3]])

    b2 = np.linalg.det(b2_numerator) / np.linalg.det(b2_denominator)

    # Натуралізація коефіцієнтів

    delta_x1 = abs(x_max[0] - x_min[0]) / 2

```

```

delta_x2 = abs(x_max[1] - x_min[1]) / 2

x10 = (x_max[0] + x_min[0]) / 2
x20 = (x_max[1] + x_min[1]) / 2

a0 = b0 - b1 * (x10 / delta_x1) - b2 * (x20 / delta_x2)
a1 = b1 / delta_x1
a2 = b2 / delta_x2

##### В И В Е Д Е Н Н Я   Р Е З У Л Ь Т А Т І В   У   К О Н С О Л Ь #####
print("\nНормалізована матриця")
for line in normalized_matrix:
    print(line)
print(f"\nb0 = {b0}; b1 = {b1}; b2 = {b2}")
print(f"Нормоване рівняння регресії:\ny = {round(b0, 3)} + {round(b1, 3)}*x1 + {round(b2, 3)}*x2")
# Перевірка
print("Середні значення нормованих Y:")
for i in range(3):
    print(f"{b0 + b1*normalized_matrix[i][0] + b2*normalized_matrix[i][1]}")
print("Значення збігаються зі значеннями Yj")
print(f"\na0 = {a0}; a1 = {a1}; a2 = {a2}")
print(f"Натуралізоване рівняння регресії:\ny = {round(a0, 3)} + {round(a1, 3)}*x1 + {round(a2, 3)}*x2"
)
# Перевірка
print("\nСередні значення натуралізованих Y:")
for i in range(3):
    print(f"{a0 + a1*matrix[i][0] + a2*matrix[i][1]}")
print("Значення збігаються зі значеннями Yj")
print("Отже, коефіцієнти рівняння регресії розраховані правильно")

# Кількість експериментів, межі у і х, додатковий нульовий фактор
m = 6
y_max = (30 - 125) * 10 # -950
y_min = (20 - 125) * 10 # -1050
x_min = [-25, 25]
x_max = [-5, 45]
x0 = 1

# Створення матриці ПФЕ
line1 = [x_min[0], x_min[1]]
line2 = [x_min[0], x_max[1]]
line3 = [x_max[0], x_min[1]]
line4 = [x_max[0], x_max[1]]

matrix = [line1, line2, line3, line4]

# Виклик функції перевірки однорідності дисперсії
homogeneity()

```

Результат роботи програми

```
Перевірку закінчено
Дисперсія однорідна

Значення факторів у точках експерименту:
[-25, 25]
[-25, 45]
[-5, 25]
[-5, 45]

Функції відгуку:
В першій точці: [-1048, -1011, -974, -979, -990, -1006]
В другій точці: [-951, -998, -1046, -1037, -1008, -1038]
В третій точці: [-1011, -1027, -1035, -1027, -985, -1037]

Середні значення Y:
-1001.3333333333333
-1013.0000000000001
-1020.3333333333333

Дисперсія: [611.2222222222223, 1064.0, 319.55555555555554]

Нормалізована матриця
[-1, -1]
[-1, 1]
[1, -1]
[1, 1]

b0 = -1016.6666666666681; b1 = -9.500000000000016; b2 = -5.833333333333499
Нормоване рівняння регресії:
y = -1016.667 + -9.5*x1 + -5.833*x2
Середні значення нормованих Y:
-1001.3333333333346
-1013.0000000000016
-1020.3333333333346
Значення збігаються зі значеннями Yj

a0 = -1010.5000000000009; a1 = -0.950000000000016; a2 = -0.5833333333333499
Натуралізоване рівняння регресії:
y = -1010.5 + -0.95*x1 + -0.583*x2

Середні значення натуралізованих Y:
-1001.3333333333346
-1013.0000000000017
-1020.3333333333346
Значення збігаються зі значеннями Yj
Отже, коефіцієнти рівняння регресії розраховані правильно
```

Висновок:

Під час виконання даної лабораторної роботи я провів двофакторний експеримент, перевіряв однорідність дисперсії за критерієм Романовського, отримав коефіцієнти рівняння регресії, провів натуралізацію рівняння регресії. Зробивши перевірку, впевнився в правильності знайдених коефіцієнтів.

Отже, мета лабораторної роботи була досягнута.

Відповіді на контрольні питання

1. Що таке регресійні поліноми і де вони застосовуються?

Регресійні поліноми – це апроксимуючі поліноми, за допомогою яких ми можемо описати функцію. Застосовуються в теорії планування експерименту.

2. Визначення однорідності дисперсії.

Однорідність дисперсії означає, що серед усіх дисперсій немає такої, яка б значно перевищувала інші.

3. Що називається повним факторним експериментом?

ПФЕ (Повний факторний експеримент) – називається такий експеримент, при реалізації якого визначається значення параметра оптимізації при всіх можливих поєднаннях рівнів варіювання факторів.