

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

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4
з дисципліни «Методи наукових досліджень»
на тему «ПРОВЕДЕННЯ ТРЬОХФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ
ВИКОРИСТАННІ РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ З УРАХУВАННЯМ ЕФЕКТУ
ВЗАЄМОДІЇ»

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

ПЕРЕВІРИВ:
ас. Регіда П. Г.

Мета: Провести повний трьохфакторний експеримент. Знайти рівняння регресії адекватне об'єкту.

Завдання на лабораторну роботу

1. Скласти матрицю планування для повного трьохфакторного експерименту.
2. Провести експеримент, повторивши N раз досліди у всіх точках факторного простору і знайти значення відгуку Y. Знайти значення Y шляхом моделювання випадкових чисел у певному діапазоні відповідно варіанту. Варіанти вибираються за номером в списку в журналі викладача.

$$y_{i\max} = 200 + x_{cp\max}$$

$$y_{i\min} = 200 + x_{cp\min}$$

$$\text{де } x_{cp\max} = \frac{x_{1\max} + x_{2\max} + x_{3\max}}{3}, \quad x_{cp\min} = \frac{x_{1\min} + x_{2\min} + x_{3\min}}{3}$$

3. Знайти коефіцієнти рівняння регресії і записати його.
4. Провести 3 статистичні перевірки – за критеріями Кохрена, Стюдента, Фішера.
5. Зробити висновки по адекватності регресії та значимості окремих коефіцієнтів і записати скореговане рівняння регресії.
6. Написати комп'ютерну програму, яка усе це моделює.

№ варіанту	X ₁		X ₂		X ₃	
	min	max	min	max	min	max
125	-20	15	-15	35	-15	-10

Программный код

```
import random, math, numpy as np
from scipy.stats import f

def average(list):
    average = 0
    for element in list:
        average += element / len(list)
    return average

def dispersion(list):
    list_average = average(list)
    dispersion = 0
    for element in list:
        dispersion += (element - list_average)**2 / len(list)
    return dispersion

def cochrane_criteria():
    global m, N

    gp_denominator = 0
    for disp in dispersion_list:
        gp_denominator += disp
    gp = max(dispersion_list) / gp_denominator

    f1 = m - 1
    f2 = N
    gt = 0.7679

    if gp < gt: return True
    else: return False

def students_criteria():
    global m, N, b
    sb = average(dispersion_list)

    s_beta_2 = sb / (N * m)

    s_beta = math.sqrt(s_beta_2)

    beta = [sum(average_list[i] * plan_matrix[j][i] for i in range(N)) for j in range(N)]

    t = [abs(beta[i]) / s_beta for i in range(N)]

    f3 = (m - 1) * N
    tt = 2.306

    student_check = {}
    for i in range(N):
```

```

        if (t[i] > tt): student_check[i] = b[i]
    else:
        student_check[i] = 0
        b[i] = 0

    return student_check

def fisher_criteria():
    global m, N
    d = 0
    for key in students_criteria:
        if students_criteria[key] != 0: d += 1
    f1 = m - 1
    f2 = N
    f3 = (m - 1) * N
    f4 = N - d

    s2_ad = sum((regression_equation[i] - average_list[i])**2 for i in range(N))

    if (f4 == 0): s2_ad *= m / 10**-12
    else: s2_ad *= m / f4

    s2_b = average(dispersion_list)

    fp = s2_ad / s2_b

    if fp > f.ppf(q=0.95, dfn=f4, dfd=f3):
        print('Рівняння регресії неадекватно оригіналу при рівні значимості 0.05')
    else:
        print('Рівняння регресії адекватно оригіналу при рівні значимості 0.05')

x_min = [-20, -15, -15]
x_max = [15, 35, -10]
y_min = 200 + average(x_min)
y_max = 200 + average(x_max)

m = 3
N = 8

print(f"Мінімальне значення ф-ції відгуку: {int(y_min)}")
print(f"Максимальне значення ф-ції відгуку: {int(y_max)}")

print(f"Мінімальні значення x: {x_min}")
print(f"Максимальні значення x: {x_max}")

plan_matrix = [
    [1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1],
    [1, -1, -1, 1, 1, -1, -1, 1],
    [1, -1, 1, -1, -1, 1, -1, 1],
    [1, -1, 1, 1, -1, -1, 1, -1],
    [1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1],

```

```

        [1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1],
        [1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, -1],
        [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]]

print(f"\nМатриця планування експерименту:")
for line in plan_matrix:
    print(line)

x0 = [plan_matrix[i][0] for i in range(N)]
x1 = [plan_matrix[i][1] for i in range(N)]
x2 = [plan_matrix[i][2] for i in range(N)]
x3 = [plan_matrix[i][3] for i in range(N)]
x12 = [plan_matrix[i][4] for i in range(N)]
x13 = [plan_matrix[i][5] for i in range(N)]
x23 = [plan_matrix[i][6] for i in range(N)]
x123 = [plan_matrix[i][7] for i in range(N)]

experiment_matrix = [
    [-20, -15, -15, -20*(-15), -20*(-15), -15*(-15), -20*(-15)*(-15)],
    [-20, -15, -10, -20*(-15), -20*(-10), -15*(-10), -20*(-15)*(-10)],
    [-20, 35, -15, -20*35, -20*(-15), 35*(-15), -20*35*(-15)],
    [-20, 35, -10, -20*35, -20*(-10), 35*(-10), -20*35*(-10)],
    [15, -15, -15, 15*(-15), 15*(-15), -15*(-15), 15*(-15)*(-15)],
    [15, -15, -10, 15*(-15), 15*(-10), -15*(-10), 15*(-15)*(-10)],
    [15, 35, -15, 15*35, 15*(-15), 35*(-15), 15*35*(-15)],
    [15, 35, -10, 15*35, 15*(-10), 35*(-10), 15*35*(-10)]]

print(f"\nЕкспериментальна матриця:")
for line in experiment_matrix:
    print(line)

y_list = [[random.randint(int(y_min), int(y_max)) for _ in range(m)] for __ in range(N)]

print(f"\nФункції відгуку:")
for line in y_list:
    print(line)

dispersion_list = [
    dispersion(y_list[0]),
    dispersion(y_list[1]),
    dispersion(y_list[2]),
    dispersion(y_list[3]),
    dispersion(y_list[4]),
    dispersion(y_list[5]),
    dispersion(y_list[6]),
    dispersion(y_list[7])]

# Рівняння регресії
# y = b0 + b1*x1 + b2*x2 + b3*x3 + b12*x1*x2 + b13*x1*x3 + b23*x2*x3 + b123*x1*x2*x3

# Знайдемо середні значення функцій відгуку за рядками

```

```

average_list = [average(y_list[0]),
                average(y_list[1]),
                average(y_list[2]),
                average(y_list[3]),
                average(y_list[4]),
                average(y_list[5]),
                average(y_list[6]),
                average(y_list[7])]

print(f"\nСередні значення y: {average_list}")

# Перевірка однорідності дисперсії за критерієм Кохрена
cochrane_criteria = cochrane_criteria()
if cochrane_criteria: print("\nДисперсія однорідна")
else:
    print("\nДисперсія неоднорідна")
    exit()

# Знайдемо коефіцієнти рівняння регресії методом найменших квадратів
b0 = sum(average_list[i] for i in range(N)) / N
b1 = sum(average_list[i] * plan_matrix[i][1] for i in range(N)) / N
b2 = sum(average_list[i] * plan_matrix[i][2] for i in range(N)) / N
b3 = sum(average_list[i] * plan_matrix[i][3] for i in range(N)) / N
b12 = sum(average_list[i] * plan_matrix[i][4] for i in range(N)) / N
b13 = sum(average_list[i] * plan_matrix[i][5] for i in range(N)) / N
b23 = sum(average_list[i] * plan_matrix[i][6] for i in range(N)) / N
b123 = sum(average_list[i] * plan_matrix[i][7] for i in range(N)) / N
b = [b0, b1, b2, b3, b12, b13, b23, b123]

print(f"\nКоефіцієнти: {b}")

# Перевірка значущості коефіцієнтів за критерієм Стюдента
significant_coefficients = 0
students_criteria = students_criteria()

for key in students_criteria:
    if students_criteria[key] != 0:
        significant_coefficients += 1
print(f"\nКількість вагомих коефіцієнтів: {significant_coefficients}")

for i in range(N):
    if b[i] == 0: print(f"Видалимо з рівняння регресії невагомий коефіцієнт - b{i}")

# Перевірка адекватності за критерієм Фішера
regression_equation = [
    b[0] +
    b[1] * experiment_matrix[i][0] +
    b[2] * experiment_matrix[i][1] +
    b[3] * experiment_matrix[i][2] +

```

```
        b[4] * experiment_matrix[i][3] +  
        b[5] * experiment_matrix[i][4] +  
        b[6] * experiment_matrix[i][5] +  
        b[7] * experiment_matrix[i][6] for i in range(N)]  
  
print(f"\nPівняння перцепції:")  
print(f"{round(b[0], 3)} + {round(b[1], 3)}*x1 + {round(b[2], 3)}*x2 + {round(b[3], 3)}*x3 + {round(b[4],  
3)}*x1*x2 + {round(b[5], 3)}*x1*x13 + {round(b[6], 3)}*x2*x3 + {round(b[7], 3)}*x1*x2*x3")  
  
fisher_criteria()
```

Результати роботи програми

```
Мінімальне значення ф-ції відгуку: 183
Максимальне значення ф-ції відгуку: 213
Мінімальні значення x: [-20, -15, -15]
Максимальні значення x: [15, 35, -10]

Матриця планування експерименту:
[1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1]
[1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1]
[1, -1, 1, -1, -1, 1, -1, 1]
[1, -1, 1, 1, -1, -1, 1, -1]
[1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1]
[1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1]
[1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, -1]
[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]

Експериментальна матриця:
[-20, -15, -15, 300, 300, 225, -4500]
[-20, -15, -10, 300, 200, 150, -3000]
[-20, 35, -15, -700, 300, -525, 10500]
[-20, 35, -10, -700, 200, -350, 7000]
[15, -15, -15, -225, -225, 225, 3375]
[15, -15, -10, -225, -150, 150, 2250]
[15, 35, -15, 525, -225, -525, -7875]
[15, 35, -10, 525, -150, -350, -5250]

Функції відгуку:
[210, 196, 183]
[199, 185, 191]
[198, 212, 197]
[209, 187, 191]
[207, 189, 192]
[201, 205, 191]
[200, 184, 210]
[190, 191, 193]

Середні значення y: [196.33333333333331, 191.66666666666666, 202.33333333333337, 195.66666666666666, 196.0, 198.99999999999997, 198.0, 191.33333333333331]

Дисперсія однорідна

Коефіцієнти: [196.29166666666666, -0.2083333333333337, 0.54166666666666714, -1.8750000000000107, -1.9583333333333357, 0.9583333333333321, -1.4583333333333393, -0.9583333333333325]

Кількість вагових коефіцієнтів: 7
Видалимо з рівняння регресії невагомий коефіцієнт - b6

Рівняння регресії:
 $196.292 + -0.208 \cdot x_1 + 0.542 \cdot x_2 + -1.875 \cdot x_3 + -1.958 \cdot x_1 \cdot x_2 + 0.958 \cdot x_1 \cdot x_3 + 0 \cdot x_2 \cdot x_3 + -0.958 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$ 
Рівняння регресії неадекватно оригіналу при рівні значимості 0.05
```

```
Мінімальне значення ф-ції відгуку: 183
Максимальне значення ф-ції відгуку: 213
Мінімальні значення x: [-20, -15, -15]
Максимальні значення x: [15, 35, -10]

Матриця планування експерименту:
[1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, -1]
[1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, -1]
[1, -1, 1, -1, -1, 1, -1, 1]
[1, -1, 1, 1, -1, -1, 1, -1]
[1, 1, -1, -1, -1, -1, 1, 1]
[1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, -1]
[1, 1, 1, -1, 1, -1, -1, -1]
[1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]

Експериментальна матриця:
[-20, -15, -15, 300, 300, 225, -4500]
[-20, -15, -10, 300, 200, 150, -3000]
[-20, 35, -15, -700, 300, -525, 10500]
[-20, 35, -10, -700, 200, -350, 7000]
[15, -15, -15, -225, -225, 225, 3375]
[15, -15, -10, -225, -150, 150, 2250]
[15, 35, -15, 525, -225, -525, -7875]
[15, 35, -10, 525, -150, -350, -5250]

Функції відгуку:
[207, 198, 211]
[198, 202, 199]
[206, 204, 213]
[184, 190, 192]
[191, 183, 197]
[212, 207, 206]
[212, 204, 185]
[183, 198, 203]

Середні значення y: [205.33333333333331, 199.66666666666663, 207.66666666666669, 188.66666666666669, 190.33333333333331, 208.33333333333337, 200.33333333333334, 194.66666666666669]

Дисперсія однорідна

Коефіцієнти: [199.375, -0.9583333333333325, -1.5416666666666536, -1.5416666666666607, 0.6249999999999893, 4.625000000000011, -4.625000000000036, -1.291666666666675]

Кількість вагових коефіцієнтів: 8

Рівняння регресії:
 $199.375 + -0.958 \cdot x_1 + -1.542 \cdot x_2 + -1.542 \cdot x_3 + 0.625 \cdot x_1 \cdot x_2 + 4.625 \cdot x_1 \cdot x_3 + -4.625 \cdot x_2 \cdot x_3 + -1.292 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$ 
Рівняння регресії адекватно оригіналу при рівні значимості 0.05
```


Висновок:

Під час виконання даної лабораторної роботи я провів трьохфакторний експеримент, перевінив однорідність дисперсії за критерієм Кохрена, отримав коефіцієнти рівняння регресії, оцінив значимість знайдених коефіцієнтів за критеріями Стюдента та перевінив адекватність за критерієм Фішера.

Отже, мета лабораторної роботи була досягнута.