

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

Лабораторна робота №2
З дисципліни «Методи наукових досліджень»
**Проведення двофакторного есперименту з використанням лінійного
рівняння регресії**

ВИКОНАВ:
Студент II курсу ФІОТ
Групи ІВ-91
Мусійчук Я. С.
Залікова-9121

ПЕРЕВІРИВ:
ас. Регіда П.Г.

Київ 2021 р.

Мета:

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

Варіант завдання:

№_варіанта	X ₁		X ₂	
	min	max	min	max
119	15	45	-35	15

Лістинг програми:

```
from random import randint
from math import sqrt
from numpy.linalg import det
import prettytable

romanovsky_table = {(2, 3, 4): 1.71, (5, 6, 7): 2.1, (8, 9): 2.27, (10, 11): 2.41,
                    (12, 13): 2.52, (14, 15, 16, 17): 2.64, (18, 19, 20): 2.78}

#-----Дані за варіантом-----
n = 119
x1_min = 15
x1_max = 45
x2_min = -35
x2_max = 15
y_max = (30 - n) * 10
y_min = (20 - n) * 10

#-----Шукані величини-----
offset = 0
romanovsky = 0
averages_y = list()
dispersion_y = list()
f_uv = list()
sigma_uv = list()
r_uv = list()

x1 = [-1, -1, 1]
x2 = [-1, 1, -1]

nx1 = [x1_min if x1[i] == -1 else x1_max for i in range(3)]
nx2 = [x2_min if x2[i] == -1 else x2_max for i in range(3)]

m = 5
y_1 = [randint(y_min, y_max) for i in range(m)]
y_2 = [randint(y_min, y_max) for i in range(m)]
y_3 = [randint(y_min, y_max) for i in range(m)]

def get_dispersion(average, y_list):
    dispersion = 0
    for i in range(len(y_list)):
        dispersion += (y_list[i] - average)**2
    return dispersion/m
```

```

def romanovsky_criterion():
    global offset, romanovsky, averages_y, dispersion_y, f_uv, sigma_uv, r_uv, m
    averages_y = [sum(y_1)/m, sum(y_2)/m, sum(y_3)/m]
    dispersion_y = [get_dispersion(averages_y[0], y_1), get_dispersion(averages_y[1],
y_2), get_dispersion(averages_y[2], y_3)]
    offset = sqrt((2*(2*m-2))/(m*(m-4)))
    uv_pairs = [[dispersion_y[0], dispersion_y[1]], [dispersion_y[1], dispersion_y[2]],
[dispersion_y[2], dispersion_y[0]]]
    for i in range(3):
        f_uv.append(max(uv_pairs[i]) / min(uv_pairs[i]))
        sigma_uv = [((m-2)/m)*f_uv[0], ((m-2)/m)*f_uv[1], ((m-2)/m)*f_uv[2]]
        r_uv = [abs(sigma_uv[0]-1)/offset, abs(sigma_uv[1]-1)/offset, abs(sigma_uv[2]-
1)/offset]
        for key in romanovsky_table.keys():
            if m in key:
                romanovsky = romanovsky_table[key]
                break

    if(max(r_uv)>=romanovsky):
        m+=1
        y_1.append(randint(y_min, y_max))
        y_2.append(randint(y_min, y_max))
        y_3.append(randint(y_min, y_max))
        romanovsky_criterion()

romanovsky_criterion()
#-----Розрахунок нормованих коефіцієнтів рівняння регресії

mx1, mx2, my = sum(x1) / 3, sum(x2) / 3, sum(averages_y) / 3
a1, a2, a3 = (x1[0]**2 + x1[1]**2 + x1[2]**2)/3, (x1[0]*x2[0] + x1[1]*x2[1] +
x1[2]*x2[2])/3, (x2[0]**2 + x2[1]**2 + x2[2]**2)/3
a11, a22 = (x1[0]*averages_y[0] + x1[1]*averages_y[1] + x1[2]*averages_y[2])/3,
(x2[0]*averages_y[0] + x2[1]*averages_y[1] + x2[2]*averages_y[2])/3

deter = det([[1, mx1, mx2], [mx1, a1, a2], [mx2, a2, a3]])
b0 = det([[my, mx1, mx2], [a11, a1, a2], [a22, a2, a3]]) / deter
b1 = det([[1, my, mx2], [mx1, a11, a2], [mx2, a22, a3]]) / deter
b2 = det([[1, mx1, my], [mx1, a1, a11], [mx2, a2, a22]]) / deter

delta_x1, delta_x2, x10, x20 = abs(x1_max - x1_min) / 2, abs(x2_max - x2_min) / 2,
(x1_max + x1_min) / 2, (x2_max + x2_min) / 2
a0 = ((b0 - b1 * x10 / delta_x1) - (b2 * x20 / delta_x2))
a1 = (b1 / delta_x1)
a2 = (b2 / delta_x2)

table = prettytable.PrettyTable()
table.field_names = ["№", "X1", "X2", *[f"Y{i+1}" for i in range(m)]]

table.add_row([1, x1[0], x2[0], *y_1])
table.add_row([2, x1[1], x2[1], *y_2])
table.add_row([3, x1[2], x2[2], *y_3])

print("Критерій Романовського: " + str(romanovsky))
print("Головне відхилення: " + str(offset))
print(table)

table2 = prettytable.PrettyTable()
table2.field_names = ["№", "Average Y", "Dispersion Y", "Fuv", "σuv", "Ruv"]
for i in range(3):
    table2.add_row([i+1, round(averages_y[i], 3), round(dispersion_y[i], 3),
round(f_uv[i], 3), round(sigma_uv[i], 3), round(r_uv[i], 3)])

```

```

print(table2)

print(f"Нормоване рівняння регресії: {round(b0, 3)} + {round(b1, 3)} * x1 + {round(b2, 3)} * x2")

table3 = prettytable.PrettyTable()
table3.field_names = ["№", "X1", "X2", "Experimental Y", "Average Y"]
for i in range(3):
    table3.add_row([i+1, x1[i], x2[i], round(averages_y[i], 3), round(b0+b1*x1[i]+b2*x2[i], 3)])
print(table3)

print(f"Натуралізоване рівняння регресії: {round(a0, 3)} + {round(a1, 3)} * x1 + {round(a2, 3)} * x2")

table4 = prettytable.PrettyTable()
table4.field_names = ["№", "NX1", "NX2", "Experimental Y", "Average Y"]
for i in range(3):
    table4.add_row([i+1, nx1[i], nx2[i], round(averages_y[i], 3), round(a0+a1*nx1[i]+a2*nx2[i], 3)])
print(table4)

```

Контрольні запитання:

- 1. Що таке регресійні поліноми і де вони застосовуються?**
В теорії планування експерименту найважливішою частиною є оцінка результатів вимірів. При цьому використовують апроксимуючі поліноми, за допомогою яких ми можемо описати нашу функцію. В ТПЕ ці поліноми отримали спеціальну назву - регресійні поліноми, а їх знаходження та аналіз - регресійний аналіз.
- 2. Визначення однорідності дисперсії.**
Обирають так названу «довірчу ймовірність» p – ймовірність, з якою вимагається підтвердити гіпотезу про однорідність дисперсій. У відповідності до p і кількості дослідів m обирають з таблиці критичне значення критерію. Кожне експериментальне значення $R_{\text{ув}}$ критерію Романовського порівнюється з $R_{\text{кр}}$ (значення критерію Романовського за різних довірчих ймовірностей p) і якщо для усіх кожне $R_{\text{ув}} < R_{\text{кр}}$, то гіпотеза про однорідність дисперсій підтверджується з ймовірністю p .
- 3. Що називається повним факторним експериментом?**
Для знаходження коефіцієнтів у лінійному рівнянні регресії застосовують повний факторний експеримент (ПФЕ). Якщо в багатофакторному експерименті використані всі можливі комбінації рівнів факторів, то такий експеримент називається повним факторним експериментом

Результат виконання роботи:

Критерій Романовського: 2.1

Головне відхилення: 1.7888543819998317

№	X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
1	-1	-1	-963	-925	-959	-901	-923
2	-1	1	-990	-905	-962	-914	-959
3	1	-1	-941	-922	-948	-947	-901

№	Average Y	Dispersion Y	Fuv	σ_{uv}	Ruv
1	-934.2	551.36	1.838	1.103	0.057
2	-946.0	1013.2	3.122	1.873	0.488
3	-931.8	324.56	1.699	1.019	0.011

Нормоване рівняння регресії: $-938.9 + 1.2 * x_1 + -5.9 * x_2$

№	X1	X2	Experimental Y	Average Y
1	-1	-1	-934.2	-934.2
2	-1	1	-946.0	-946.0
3	1	-1	-931.8	-931.8

Натуралізоване рівняння регресії: $-943.66 + 0.08 * x_1 + -0.236 * x_2$

№	NX1	NX2	Experimental Y	Average Y
1	15	-35	-934.2	-934.2
2	15	15	-946.0	-946.0
3	45	-35	-931.8	-931.8

