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 «МНД» на тему
«: ПРОВЕДЕННЯ ДВОФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛІНІЙНОГО РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ»

ВИКОНАВ:
студент II курсу ФІОТ
групи ІВ-91
Чопик Н.О.
Залікова - 9130

ПЕРЕВІРИВ:
ас. Регіда П. Г.

Київ – 2021

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 $y_{min} \div y_{max}$

$y_{max} = (30 - N_{варіанту})*10,$
$y_{min} = (20 - N_{варіанту})*10.$

Варіант: 128

№ варіанта	X1		X2	
	min	max	min	max
128	-15	30	30	80

$$y_{max} = (30 - 128) * 10 = -980$$
$$y_{min} = (20 - 128) * 10 = -1080$$

Лістинг програми:

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

variant = 28
x1_min = -15
x1_max = 30
x2_min = 30
x2_max = 80
y_min = (20 - 128) * 10
y_max = (30 - 128) * 10

# p =0.98
romanovsky_table = {(2, 3, 4): 1.72, (5, 6, 7): 2.13, (8, 9): 2.37, (10, 11): 2.54,
                    (12, 13): 2.66, (14, 15, 16, 17): 2.8, (18, 19, 20): 2.96}

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 _ in range(m)]
y_2 = [randint(y_min, y_max) for _ in range(m)]
y_3 = [randint(y_min, y_max) for _ in range(m)]

y_lists = [y_1, y_2, y_3]
average_y = []
dispersion_y = []
f_uv = []
sigma_uv = []
r_uv = []
```

```python
deviation = 0
romanovsky_value = 0


def calculate_dispersion(y_list, avg_y):
    return sum([(i - avg_y) ** 2 for i in y_list]) / m


def romanovsky_criterion():
    global average_y, dispersion_y, f_uv, sigma_uv, r_uv, deviation, romanovsky_value
    # Знайдемо середнє значення функції відгуку в рядку
    average_y = [sum(y_1) / m, sum(y_2) / m, sum(y_3) / m]

    # Знайдемо дисперсії по рядках
    dispersion_y = [round(calculate_dispersion(y_lists[i], average_y[i]), 4) for i in range(3)]

    # Обчислимо основне відхилення
    deviation = sqrt((2 * (2 * m - 2)) / m * (m - 4))

    # Обчислимо f_uv
    uv_pairs = [[dispersion_y[0], dispersion_y[1]], [dispersion_y[1], dispersion_y[2]],
[dispersion_y[2], dispersion_y[0]]]
    f_uv = [round(max(uv_pairs[i]) / min(uv_pairs[i]), 4) for i in range(3)]

    # Обчислимо sigma_uv
    sigma_uv = [round(((m - 2) / m * f), 4) for f in f_uv]

    # Обчислимо r_uv
    r_uv = [round((abs(sigma - 1) / deviation), 4) for sigma in sigma_uv]

    for key in romanovsky_table.keys():
        if m in key:
            romanovsky_value = romanovsky_table[key]
            break
    return max(r_uv) <= romanovsky_value


while not romanovsky_criterion():
    for i in y_lists:
        i.append((randint(y_min, y_max)))
    m += 1

mx1, mx2, my = sum(x1) / 3, sum(x2) / 3, sum(average_y) / 3
a1 = sum([i ** 2 for i in x1]) / 3
a2 = sum([x1[i] * x2[i] for i in range(3)]) / 3
a3 = sum([i ** 2 for i in x2]) / 3

a11 = sum([x1[i] * average_y[i] for i in range(3)]) / 3
a22 = sum([x2[i] * average_y[i] for i in range(3)]) / 3

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

# Проведемо натуралізацію коефіцієнтів
delta_x1 = abs(x1_max - x1_min) / 2
delta_x2 = abs(x2_max - x2_min) / 2
x_10 = (x1_max + x1_min) / 2
x_20 = (x2_max + x2_min) / 2

a0 = b0 - b1 * (x_10 / delta_x1) - b2 * (x_20 / delta_x2)
a1 = b1 / delta_x1
a2 = b2 / delta_x2
```

```python
plan_table = PrettyTable()
plan_table.field_names = ['№', 'X1', 'X2', *[f"Y{i}" for i in range(1, m + 1)]]
for i in range(len(y_lists)):
    plan_table.add_row([i + 1, x1[i], x2[i], *y_lists[i]])

romanovsky_matrix = PrettyTable()
romanovsky_matrix.field_names = ['№', 'AVG Y', 'Dispersion Y', 'F_uv', 'σ_uv', 'R_uv']
for i in range(len(y_lists)):
    romanovsky_matrix.add_row([i + 1, average_y[i], dispersion_y[i], f_uv[i], sigma_uv[i],
r_uv[i]])

ration_checking_table = PrettyTable()
ration_checking_table.field_names = ['№', 'X1', 'X2', 'AVG Y', 'Experimental']
for i in range(len(y_lists)):
    ration_checking_table.add_row([i + 1, x1[i], x2[i], average_y[i], round(b0 + b1 * x1[i] + b2
* x2[i], 4)])

naturalize_checking_table = PrettyTable()
naturalize_checking_table.field_names= ['№', 'NX1', 'NX2', 'AVG Y', 'Experimental']
for i in range(len(y_lists)):
    naturalize_checking_table.add_row([i + 1, nx1[i], nx2[i], average_y[i], round(a0 + a1 *
nx1[i] + a2 * nx2[i], 4)])

print(plan_table, end="\n\n")
print(romanovsky_matrix, end="\n\n")

print(f"y = {round(b0, 4)} + {round(b1, 4)}*x1 + {round(b2, 4)}*x2")
print(ration_checking_table, end="\n\n")

print(f"y = {round(a0, 4)} + {round(a1, 4)}*nx1 + {round(a2, 4)}*nx2")
print(naturalize_checking_table)
print(f"Відхилення: {deviation}")
print(f"Критерій Романовського: {romanovsky_value}")
```

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_{uv} критерію Романовського порівнюється з $R_{кр.}$ (значення критерію Романовського за різних довірчих ймовірностей p) і якщо для усіх кожне $R_{uv} < R_{кр.}$, 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:

№	X1	X2	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5
1	-1	-1	-1075	-1076	-980	-1058	-1055
2	-1	1	-1058	-1056	-1011	-1014	-1012
3	1	-1	-1011	-1058	-1058	-1044	-1046

№	AVG Y	Dispersion Y	F_uv	σ_uv	R_uv
1	-1048.8	1256.56	2.617	1.5702	0.3188
2	-1030.2	480.16	1.6187	0.9712	0.0161
3	-1043.4	296.64	4.236	2.5416	0.8618

y = -1036.8 + 2.7*x1 + 9.3*x2

№	X1	X2	AVG Y	Experimental
1	-1	-1	-1048.8	-1048.8
2	-1	1	-1030.2	-1030.2
3	1	-1	-1043.4	-1043.4

y = -1058.16 + 0.12*nx1 + 0.372*nx2

№	NX1	NX2	AVG Y	Experimental
1	-15	30	-1048.8	-1048.8
2	-15	80	-1030.2	-1030.2
3	30	30	-1043.4	-1043.4

Відхилення: 1.7888543819998317

Критерій Романовського: 2.13