Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

**Лабораторна робота №2**

**«Проведення двофакторного експеременту з використанням лінійного рівняння регресії»**

**Виконав:**

студент II курсу ФІОТ

групи ІВ-91

Бурбело Сергій

**Перевірив:**

Регіда П.Г.

Київ – 2021

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

**Завдання на лабораторну роботу:**

1. Записати лінійне рівняння регресії.
2. Обрати тип двофакторного експерименту і скласти матрицю планування для нього з використанням додаткового нульового фактору (хо=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 ymin ÷ ymax
4. Ymax = (30 - Nваріанту)\*10, Ymin = (20 - Nваріанту)\*10, Nваріанту = 4.

Ymax = 260

Ymin = 160

**Варіант завдання:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант | X1 | | X2 | |
| min | max | min | max |
| 104 | 15 | 45 | -25 | 10 |

**Роздруківка тексту програми:**

from prettytable import PrettyTable

from random import randint

import numpy as np

import math as m

n = 6 # кількість дослідів

x0 = 1  # додатковий нульовий фактор

y\_max = (30 - 4) \* 10

y\_min = (20 - 4) \* 10

x1\_min, x1\_max =  15, 45

x2\_min, x2\_max = -25, 10

xn = [[-1, -1], [1, -1], [-1, 1]]

x1, x2 = [-1, 1, -1], [-1, -1, 1]

y = [[],[],[]]

y1 = [randint(y\_min, y\_max) for j in range(3)]

y2 = [randint(y\_min, y\_max) for j in range(3)]

y3 = [randint(y\_min, y\_max) for j in range(3)]

y4 = [randint(y\_min, y\_max) for j in range(3)]

y5 = [randint(y\_min, y\_max) for j in range(3)]

y6 = [randint(y\_min, y\_max) for j in range(3)]

y[0] = [y1[0], y2[0], y3[0], y4[0], y5[0], y6[0]]

y[1] = [y1[1], y2[1], y3[1], y4[1], y5[1], y6[1]]

y[2] = [y1[2], y2[2], y3[2], y4[2], y5[2], y6[2]]

# -------------------------------------------------------------------------------

# Перевіримо однорідність дисперсії за критерієм Романовського:

# -------------------------------------------------------------------------------

# Знайдемо середнє значення функції відгуку в рядку:

def averageY(y):

    average\_y = []

    for i in range(len(y)):

        sum = 0

        for j in y[i]:

            sum += j

        average\_y.append(sum / len(y[i]))

    return average\_y

# Знайдемо дисперсії по рядках:

def dispersion(y):

    dispersion = []

    for i in range(len(y)):

        sum = 0

        for j in y[i]:

            sum += (j - averageY(y)[i]) \* (j - averageY(y)[i])

        dispersion.append(sum / len(y[i]))

    return dispersion

# Обчислимо основне відхилення:

mainErr = m.sqrt((2\*(2\*n-2))/(n\*(n-4)))

# Для кожної пари комбінацій u, v обчислимо Fuv:

def fUV(u, v):

    if u >= v:

        return u / v

    else:

        return v / u

f\_uv = []

f\_uv.append(fUV(dispersion(y)[0], dispersion(y)[1]))

f\_uv.append(fUV(dispersion(y)[2], dispersion(y)[0]))

f\_uv.append(fUV(dispersion(y)[2], dispersion(y)[1]))

teta\_uv = []

for i in range(3):

    teta\_uv.append(((n-2)/n)\*f\_uv[i])

# Експериментальне значення критерію Романовського Ruv:

R\_uv = []

for i in range(3):

    R\_uv.append(abs(teta\_uv[i]-1)/mainErr)

р = 0.99 # довірча ймовірність

R\_kr = 2.16 # значення критерію Романовського за довірчої ймовірності 0.99:

for i in range(3):

    if R\_uv[i] < R\_kr:

        check\_1 = "Дисперсія однорідна."

    else:

        print('Помилка, повторіть експеримент')

# -------------------------------------------------------------------------------

# Розрахунок нормованих коефіцієнтів рівняння регресії

# -------------------------------------------------------------------------------

average\_y = averageY(y)

x1, x2 = [-1, 1, -1], [-1, -1, 1]

mx1 = (x1[0] + x1[1] + x1[2]) / 3

mx2 = (x2[0] + x2[1] + x2[2]) / 3

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

a1 = (m.pow(x1[0],2) + m.pow(x1[1],2) + m.pow(x1[2],2))/3

a2 = (x1[0]\*x2[0] + x1[1]\*x2[1] + x1[2]\*x2[2])/3

a3 = (m.pow(x2[0],2) + m.pow(x2[1],2) + m.pow(x2[2],2))/3

a11 = (x1[0]\*average\_y[0] + x1[1]\*average\_y[1] + x1[2]\*average\_y[2])/3

a22 = (x2[0]\*average\_y[0] + x2[1]\*average\_y[1] + x2[2]\*average\_y[2])/3

def discriminant(x11, x12, x13, x21, x22, x23, x31, x32, x33):

    discriminant = x11\*x22\*x33 + x12\*x23\*x31 + x32\*x21\*x13 - x13\*x22\*x31 - x32\*x23\*x11 - x12\*x21\*x33

    return discriminant

b0 = discriminant(my,mx1,mx2,a11,a1,a2,a22,a2,a3)/discriminant(1,mx1,mx2,mx1,a1,a2,mx2,a2,a3)

b1 = discriminant(1,my,mx2,mx1,a11,a2,mx2,a22,a3)/discriminant(1,mx1,mx2,mx1,a1,a2,mx2,a2,a3)

b2 = discriminant(1,mx1,my,mx1,a1,a11,mx2,a2,a22)/discriminant(1,mx1,mx2,mx1,a1,a2,mx2,a2,a3)

# Нормоване рівняння регресії:

y\_norm = "y = " + str(round(b0, 3)) + " + " + str(round(b1, 3)) + "\*x1 + " + str(round(b2, 3)) + "\*x2"

y\_norm1 = b0 + b1\*x1[0] + b2\*x2[0]

y\_norm2 = b0 + b1\*x1[1] + b2\*x2[1]

y\_norm3 = b0 + b1\*x1[2] + b2\*x2[2]

y\_norms = [y\_norm1, y\_norm2, y\_norm3]

# Зробимо перевірку:

for i in range(3):

    if round(y\_norms[i],5) == round(average\_y[i],5):

        check\_2 = "Результат збігається з середніми значеннями Yj."

    else:

        check\_2 = "Результат НЕ збігається з середніми значеннями Yj."

# -------------------------------------------------------------------------------

# Проведемо натуралізацію коефіцієнтів:

# -------------------------------------------------------------------------------

delta\_x1 = abs(x1\_max - x1\_min)/2

delta\_x2 = abs(x2\_max - x2\_min)/2

x10 = (x1\_max + x1\_min)/2

x20 = (x2\_max + x2\_min)/2

a\_0 = b0 - (b1\*x10 / delta\_x1) - (b2\*x20 / delta\_x2)

a\_1 = b1/delta\_x1

a\_2 = b2/delta\_x2

# Запишемо натуралізоване рівняння регресії:

y\_nut1 = a\_0 + a\_1\*x1\_min + a\_2\*x2\_min

y\_nut2 = a\_0 + a\_1\*x1\_max + a\_2\*x2\_min

y\_nut3 = a\_0 + a\_1\*x1\_min + a\_2\*x2\_max

y\_nut = [y\_nut1, y\_nut2, y\_nut3]

# Зробимо перевірку:

for i in range(3):

    if round(y\_nut[i],5) == round(average\_y[i],5):

        check\_3 = "Коефіцієнти натуралізованого рівняння регресії вірні."

    else:

        check\_3 = "Коефіцієнти натуралізованого рівняння не збігаються."

# -------------------------------------------------------------------------------

# Вивід даних:

# -------------------------------------------------------------------------------

print("Лінійне рівняння регресії : y = b0 + b1\*x1 + b2\*x2")

th = ["X1", "X2", "Y1", "Y2", "Y3", "Y4", "Y5", "Y6"]

columns = len(th)

rows = len(xn)

table = PrettyTable(th)

table.title = 'Нормована матриця планування експерименту'

for i in range(rows):

    td = [xn[i][0], xn[i][1], y1[i], y2[i], y3[i], y4[i], y5[i], y6[i]]

    td\_data = td[:]

    while td\_data:

        table.add\_row(td\_data[:columns])

        td\_data = td\_data[columns:]

print(table)

print("Cередній Y:\n", round(average\_y[0],3), "\n", round(average\_y[1],3), "\n", round(average\_y[2],3))

print("--------------------------------------------------------------")

print("Експериментальні значення критерію Романовського:\n", \

     round(R\_uv[0], 4), "\n", round(R\_uv[1], 4), "\n", round(R\_uv[2], 4))

print(check\_1)

print("------------------------------------------------------------------")

print("Нормоване рівняння регресії: \n" + y\_norm)

print("Нормований Y: \n", round(y\_norms[0],3), "\n", round(y\_norms[1],3), "\n", round(y\_norms[2],3))

print(check\_2)

print("------------------------------------------------------------------")

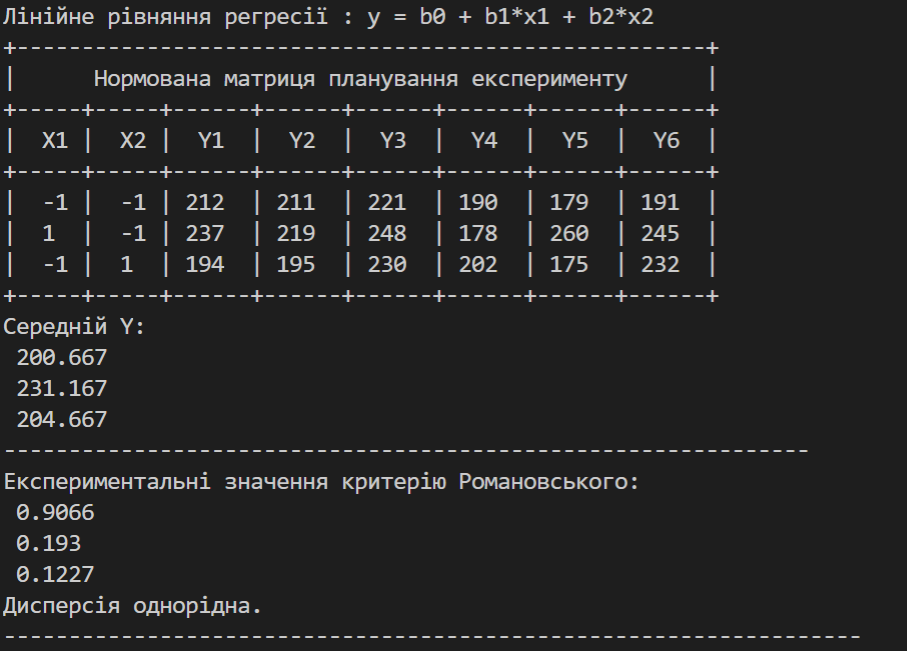
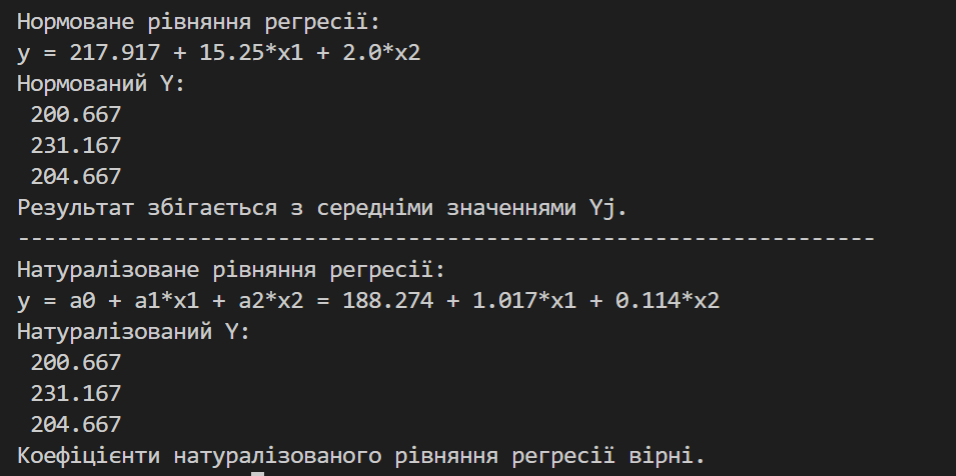
print("Натуралізоване рівняння регресії: \nу = a0 + a1\*x1 + a2\*x2 = "\

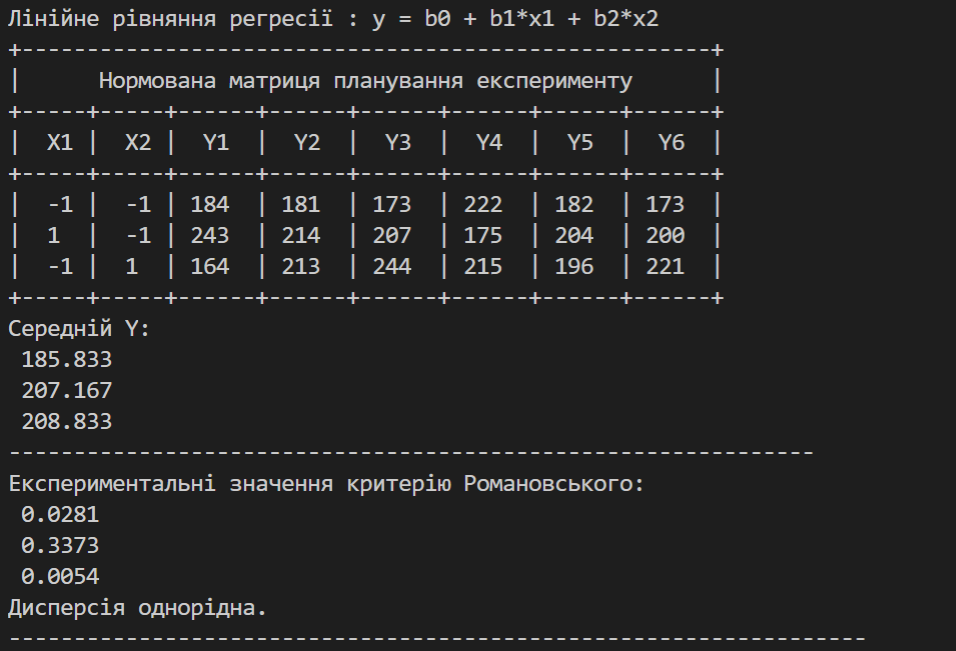
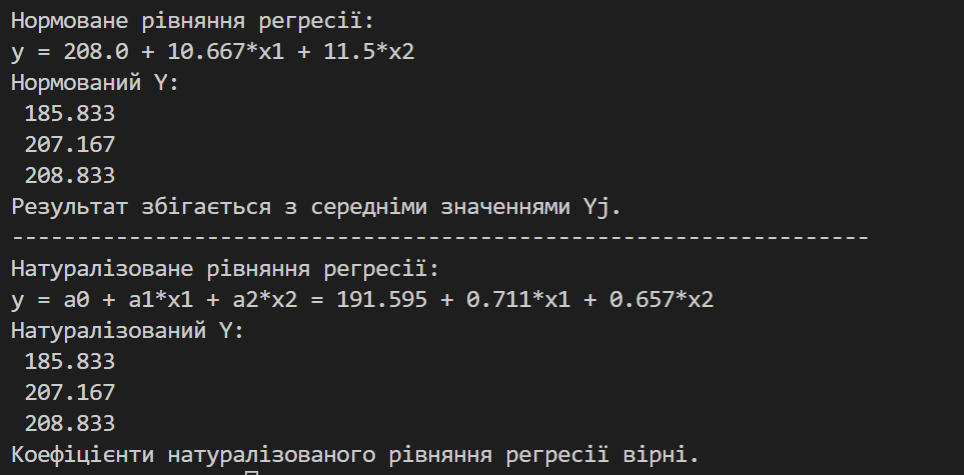
        + str(round(a\_0,3)) + " + " + str(round(a\_1,3)) + "\*x1 + " + str(round(a\_2,3)) + "\*x2")

print("Натуралізований Y:\n", round(y\_nut[0],3), "\n", round(y\_nut[1],3), "\n", round(y\_nut[2],3))

print(check\_3)

**Результати роботи програми:**

**Висновок:** У ході лабораторної роботи було досліджено двофакторний експеримент з лінійним рівнянням регресії, використано критерій Романовського для перевірки дисперсій на однорідність. Отримані результати при перевірці є адекватними, отримав коефіцієнти рівняння регресії. Також провів натуралізацію рівняння регресії. Під час виконання роботи проблем не виникало. Отримані результати збігаються з очікуваними.

**Відповіді на контрольні запитання**

**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.**

Опираючись на вимоги регресивного аналізу достовірне оброблення та використання вихідних даних експериментальних досліджень можливе лише тоді, коли дисперсії вимірювання функцій відгуку в кожній точці експерименту є однаковими. Дана властивість називається однорідністю дисперсії.

**3) Що називається повним факторним експериментом?**

ПФЕ – багатофакторний експеримент в якому використовуються всі можливі комбінації рівні факторів.  NПФЕ = 2k або 3k або 5k.