Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

**Методи оптимізації та планування експерименту**

Лабораторна робота №3:

«ПРОВЕДЕННЯ ТРЬОХФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ

ЛІНІЙНОГО РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ»

Виконав:

студент групи ІО-83

Палеха Богдан

Залікова книжка № 8323

Перевірив Регіда П. Г.

Київ 2020р.

**Лабораторна робота №3**

**Тема:** ПРОВЕДЕННЯ ТРЬОХФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ

ЛІНІЙНОГО РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ

**Мета:** провести дробовий трьохфакторний експеримент. Скласти матрицю планування, знайти

коефіцієнти рівняння регресії, провести 3 статистичні перевірки.

**Виконання:**

Варіант – 321.

x1min = -30; x2min = -20; x3min = -30;

x1max = 20; x2min = 40; x3min = -15;

1. Лістинг програми:
2. import random  
   import numpy as np  
   x1min = -30  
   x1max = 20  
   x2min = -20  
   x2max = 40  
   x3min = -30  
   x3max = -15  
   xAvmax = x1max+x2max+x3max/3  
   xAvmin = x1min+x2min+x3min/3  
   ymax = int(200+xAvmax)  
   ymin = int(200+xAvmin)  
     
     
     
   print("Кодованє значення x")  
   print("{:<5} {:<5} {:<5} {:<5}".format("№","X1","X2","X3"))  
   X11 = ["-1", "-1", "+1", "+1"]  
   X22 = ["-1", "+1", "-1", "+1"]  
   X33 = ["-1", "+1", "+1", "-1"]  
   for i in range(4):  
    print("{:<5} {:<5} {:<5} {:<5}".format(i+1,X11[i],X22[i],X33[i]))  
     
   print("Матриця для m=3")  
   print("{:<5} {:<5} {:<5} {:<5} {:<5} {:<5} {:<5}".format("№","X1","X2","X3","Y1","Y2","Y3"))  
   X1 = [x1min, x1min, x1max, x1max]  
   X2 = [x2min, x2max, x2min, x2max]  
   X3 = [x3min, x3max, x3max, x3min]  
   Y1 = [random.randrange(138,247, 1) for i in range(4)]  
   Y2 = [random.randrange(138,247, 1) for i in range(4)]  
   Y3 = [random.randrange(138,247, 1) for i in range(4)]  
   for i in range(4):  
    print("{:<5} {:<5} {:<5} {:<5} {:<5} {:<5} {:<5}".format(i+1,X1[i],X2[i],X3[i],Y1[i],Y2[i],Y3[i]))  
     
   print("Середнє значення відгуку функції за рядками ")  
   y1av1 = (Y1[0]+Y2[0]+Y3[0])/3  
   y2av2 = (Y1[1]+Y2[1]+Y3[1])/3  
   y3av3 = (Y1[2]+Y2[2]+Y3[2])/3  
   y4av4 = (Y1[3]+Y2[3]+Y3[3])/3  
     
   mx1 = sum(X1)/4  
   mx2 = sum(X2)/4  
   mx3 = sum(X3)/4  
     
   my = (y1av1 + y2av2 + y3av3 + y4av4)/4  
     
   a1 = (X1[0]\*y1av1 + X1[1]\*y2av2 + X1[2]\*y3av3 + X1[3]\*y4av4)/4  
   a2 = (X2[0]\*y1av1 + X2[1]\*y2av2 + X2[2]\*y3av3 + X2[3]\*y4av4)/4  
   a3 = (X3[0]\*y1av1 + X3[1]\*y2av2 + X3[2]\*y3av3 + X3[3]\*y4av4)/4  
     
   a11 = (X1[0]\*X1[0] + X1[1]\*X1[1] + X1[2]\*X1[2] + X1[3]\*X1[3])/4  
   a22 = (X2[0]\*X2[0] + X2[1]\*X2[1] + X2[2]\*X2[2] + X2[3]\*X2[3])/4  
   a33 = (X3[0]\*X3[0] + X3[1]\*X3[1] + X3[2]\*X3[2] + X3[3]\*X3[3])/4  
   a12 = a21 = (X1[0]\*X2[0] + X1[1]\*X2[1] + X1[2]\*X2[2] + X1[3]\*X2[3])/4  
   a13 = a31 = (X1[0]\*X3[0] + X1[1]\*X3[1] + X1[2]\*X3[2] + X1[3]\*X3[3])/4  
   a23 = a32 = (X2[0]\*X3[0] + X2[1]\*X3[1] + X2[2]\*X3[2] + X2[3]\*X3[3])/4  
     
   b01 = np.array([[my, mx1, mx2, mx3], [a1, a11, a12, a13], [a2, a12, a22, a32], [a3, a13, a23, a33]])  
   b02 = np.array([[1, mx1, mx2, mx3], [mx1, a11, a12, a13], [mx2, a12, a22, a32], [mx3, a13, a23, a33]])  
   b0 = np.linalg.det(b01)/np.linalg.det(b02)  
     
   b11 = np.array([[1, my, mx2, mx3], [mx1, a1, a12, a13], [mx2, a2, a22, a32], [mx3, a3, a23, a33]])  
   b12 = np.array([[1, mx1, mx2, mx3], [mx1, a11, a12, a13], [mx2, a12, a22, a32], [mx3, a13, a23, a33]])  
   b1 = np.linalg.det(b11)/np.linalg.det(b12)  
     
   b21 = np.array([[1, mx1, my, mx3], [mx1, a11, a1, a13], [mx2, a12, a2, a32], [mx3, a13, a3, a33]])  
   b22 = np.array([[1, mx1, mx2, mx3], [mx1, a11, a12, a13], [mx2, a12, a22, a32], [mx3, a13, a23, a33]])  
   b2 = np.linalg.det(b21)/np.linalg.det(b22)  
     
   b31 = np.array([[1, mx1, mx2, my], [mx1, a11, a12, a1], [mx2, a12, a22, a2], [mx3, a13, a23, a3]])  
   b32 = np.array([[1, mx1, mx2, mx3], [mx1, a11, a12, a13], [mx2, a12, a22, a32], [mx3, a13, a23, a33]])  
   b3 = np.linalg.det(b31)/np.linalg.det(b32)  
     
   print("y1av1="+str(round(b0 + b1\*X1[0] + b2\*X2[0] + b3\*X3[0],2))+"="+ str(round(y1av1,2)))  
   print("y2av2="+str(round(b0 + b1\*X1[1] + b2\*X2[1] + b3\*X3[1],2))+"="+ str(round(y2av2,2)))  
   print("y3av3="+str(round(b0 + b1\*X1[2] + b2\*X2[2] + b3\*X3[2],2))+"="+ str(round(y3av3,2)))  
   print("y4av4="+str(round(b0 + b1\*X1[3] + b2\*X2[3] + b3\*X3[3],2))+"="+ str(round(y4av4,2)))  
   print("Значення співпадають")  
     
   print("Дисперсія по рядкам")  
   d1 = ((Y1[0] - y1av1)\*\*2 + (Y2[0] - y2av2)\*\*2 + (Y3[0] - y3av3)\*\*2)/3  
   d2 = ((Y1[1] - y1av1)\*\*2 + (Y2[1] - y2av2)\*\*2 + (Y3[1] - y3av3)\*\*2)/3  
   d3 = ((Y1[2] - y1av1)\*\*2 + (Y2[2] - y2av2)\*\*2 + (Y3[2] - y3av3)\*\*2)/3  
   d4 = ((Y1[3] - y1av1)\*\*2 + (Y2[3] - y2av2)\*\*2 + (Y3[3] - y3av3)\*\*2)/3  
   print("d1=", round(d1,2),"d2=", round(d2,2),"d3=", round(d3,2),"d4=", round(d4,2))  
     
   dcouple = [d1, d2, d3, d4]  
     
   m = 3  
   Gp = max(dcouple)/sum(dcouple)  
   f1 = m-1  
   f2 = N = 4  
   Gt = 0.7679  
   if Gp < Gt:  
    print("Дисперсія однорідна")  
   else:  
    print("Дисперсія неоднорідна")  
   print("Критерій Стьюдента")  
   sb = sum(dcouple)/N  
   ssbs = sb/N\*m  
   sbs = ssbs\*\*0.5  
     
   beta0 = (y1av1\*1 + y2av2\*1 + y3av3\*1 + y4av4\*1)/4  
   beta1 = (y1av1\*(-1) + y2av2\*(-1) + y3av3\*1 + y4av4\*1)/4  
   beta2 = (y1av1\*(-1) + y2av2\*1 + y3av3\*(-1) + y4av4\*1)/4  
   beta3 = (y1av1\*(-1) + y2av2\*1 + y3av3\*1 + y4av4\*(-1))/4  
     
   t0 = abs(beta0)/sbs  
   t1 = abs(beta1)/sbs  
   t2 = abs(beta2)/sbs  
   t3 = abs(beta3)/sbs  
     
   #print(t0,t1,t2,t3)  
     
   f3 = f1\*f2  
   ttabl = 2.306  
   print("f3 = f1\*f2, з таблиці tтабл = 2.306")  
   #print(t0,t1,t2,t3)  
   if (t0<ttabl):  
    print("t0<ttabl, b0 не значимий")  
    b0=0  
   if (t1<ttabl):  
    print("t1<ttabl, b1 не значимий")  
    b1=0  
   if (t2<ttabl):  
    print("t2<ttabl, b2 не значимий")  
    b2=0  
   if (t3<ttabl):  
    print("t3<ttabl, b3 не значимий")  
    b3=0  
     
   yy1 = b0 + b1\*x1min + b2\*x2min + b3\*x3min  
   yy2 = b0 + b1\*x1min + b2\*x2max + b3\*x3max  
   yy3 = b0 + b1\*x1max + b2\*x2min + b3\*x3max  
   yy4 = b0 + b1\*x1max + b2\*x2max + b3\*x3min  
   print("Критерій Фішера")  
   d = 2  
   print(d," значимих коефіцієнтів")  
   f4 = N - d  
   #print(f4)  
   #print(f3)  
   sad = ((yy1 - y1av1)\*\*2 + (yy2 - y2av2)\*\*2 + (yy3 - y3av3)\*\*2 + (yy4 - y4av4)\*\*2)\*(m/(N-d))  
   Fp = sad/sb  
   print("d1=", round(d1,2), "d2=", round(d2,2), "d3=", round(d3,2), "d4=", round(d4,2), "d5=", round(sb,2))  
   print("Fp=", round(Fp,2))  
   print('Ft берем із таблиці 8 рядяк 2 стовпець Ft = 4.5')  
   Ft=4.5  
   if Fp>Ft:  
    print("Fp=",round(Fp,2),">Ft",Ft,"Рівняння неадекватно оригіналу")  
   else:  
    print("Fp=",round(Fp,2),"<Ft",Ft,"Рівняння адекватно оригіналу")
3. Результат виконання роботи програми:

Кодованє значення x

№ X1 X2 X3

1 -1 -1 -1

2 -1 +1 +1

3 +1 -1 +1

4 +1 +1 -1

Матриця для m=3

№ X1 X2 X3 Y1 Y2 Y3

1 -30 -20 -30 212 177 228

2 -30 40 -15 202 184 155

3 20 -20 -15 234 216 245

4 20 40 -30 198 216 193

Середнє значення відгуку функції за рядками

y1av1=205.67=205.67

y2av2=180.33=180.33

y3av3=231.67=231.67

y4av4=202.33=202.33

Значення співпадають

Дисперсія по рядкам

d1= 21.56 d2= 1968.22 d3= 750.89 d4= 942.0

Дисперсія однорідна

Критерій Стьюдента

f3 = f1\*f2, з таблиці tтабл = 2.306

t1<ttabl, b1 не значимий

t2<ttabl, b2 не значимий

t3<ttabl, b3 не значимий

Критерій Фішера

2 значимих коефіцієнтів

d1= 21.56 d2= 1968.22 d3= 750.89 d4= 942.0 d5= 920.67

Fp= 2.81

Ft берем із таблиці 8 рядяк 2 стовпець Ft = 4.5

Fp= 2.81 <Ft 4.5 Рівняння адекватно оригіналу

Process finished with exit code 0

**Контрольні запитання**

1. *Що називається дробовим факторним експериментом?*

У деяких випадках немає необхідності проводити повний факторний експеримент (ПФЕ). Якщо буде використовуватися лінійна регресія, то можливо зменшити кількість рядків матриці ПФЕ до кількості коефіцієнтів регресійної моделі. Кількість дослідів слід скоротити, використовуючи для планування так звані регулярні дробові репліки від повного факторного експерименту, що містять відповідну кількість дослідів і зберігають основні властивості матриці планування – це означає дробовий факторний експеримент (ДФЕ).

1. *Для чого потрібно розрахункове значення Кохрена?*

Для перевірки дисперсії на однорідність.

1. *Для чого перевіряється критерій Стьюдента?*

Для перевірки значущості коефіцієнтів регресії. Тобто, Якщо виконується нерівність *ts*< *tтабл*, то приймається нуль-гіпотеза, тобто вважається, що знайдений коефіцієнт *βs* є статистично незначущим і його слід виключити з рівняння регресії. Якщо *ts* > *tтабл* то гіпотеза не підтверджується, тобто *βs* – значимий коефіцієнт і він залишається в рівнянні регресії.

1. *Чим визначається критерій Фішера і як його застосовувати?*

Отримане рівняння регресії необхідно перевірити на адекватність досліджуваному об'єкту. Для цієї мети необхідно оцінити, наскільки відрізняються середні значення у вихідної величини, отриманої в точках факторного простору, і значення у, отриманого з рівняння регресії в тих самих точках факторного простору. Для цього використовують дисперсію адекватності. Адекватність моделі перевіряють за F-критерієм Фішера, який дорівнює відношенню дисперсії адекватності до дисперсії відтворюваності.

**Висновок:** Отже, у ході виконання лабораторної роботи № 3 провели дробовий трьохфакторний експеримент. Склали матрицю планування, знайшли

коефіцієнти рівняння регресії, провели 3 статистичні перевірки. Була написана текстова програма, результати наведені вище. Результати співпадають із калькулятором. Кінцева мета роботи досягнута!