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 № 3**

з дисципліни «Методи оптимізації та планування експерименту» на тему

«ПРОВЕДЕННЯ ТРЬОХФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ

ЛІНІЙНОГО РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ»

ВИКОНАВ:

студент ІІ курсу ФІОТ

групи ІВ-81

Небеський Данило

ПЕРЕВІРИВ:

Регіда П. Г.

Київ – 2020

*Варіант 120*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *Min* | *Max* |
| *x1* | -30 | 20 |
| *x2* | -70 | -10 |
| *x3* | -10 | 40 |

**from** random **import** \*  
**from** math **import** \*  
**from** scipy.stats **import** f, t  
**from** \_pydecimal **import** Decimal  
p = 0.95  
q = round(1 - p,2) *# Рівень значимості*m = 3  
f1 = m - 1 *# Ступені свободи*f2 = 4  
f3 = f1 \* f2  
d = 4  
N = 4  
fisher = 0  
x1min = -30  
x1max = 20  
x2min = -70  
x2max = -10  
x3min = -10  
x3max = -40  
xcpmax = (x1max + x2max + x3max) / 3  
xcpmin = (x1min + x2min + x3min) / 3  
ymax = int(200 + xcpmax)  
ymin = int(200 + xcpmin)  
ylist = []  
ymed = []  
znach = []  
ydisp = []  
  
print(ymax,ymin,)  
  
  
**def** medium(n, l):  
 k = **"Yсереднє"** + str(n) + **" = ("  
 for** i **in** range(len(l) - 1):  
 k += str(l[i]) + **"+"** k += str(len(l)) + **")/3 = "** + str(ymed[n - 1])  
 **return** k  
  
  
**def** disp(n, l):  
 **global** ydisp  
 a = 0  
 **for** i **in** range(len(l)):  
 a += (l[i] - ymed[n - 1]) \*\* 2  
 a /= len(l) - 1  
 ydisp.append(round(a, 2))  
 k = **"D"** + **"{y"** + str(n) + **"} = ("  
 for** i **in** range(len(l) - 1):  
 k += **"("** + str(l[i]) + **"-("** + str(ymed[n - 1]) + **"))^2 + "** k += **"("** + str(l[len(l) - 1]) + **"-("** + str(ymed[n - 1]) + **"))^2)/"** + str(len(l)) + **" = "** + str(ydisp[n - 1])  
 **return** k  
  
  
**def** equation():  
 **global** ymed, ylist, a1, a2, a3, my, b  
  
 **for** k **in** range(4):  
 ylist.append([randrange(ymin, ymax) **for** i **in** range(m)])  
  
 **for** k **in** range(4):  
 ymed.append(round(sum(ylist[k]) / m, 2))  
 my = round(sum(ymed) / 4, 2) *# Коефіціент b0 норм.* a1 = round((-1 \* (ymed[0] + ymed[1]) + 1 \* (ymed[2] + ymed[3])) / 4, 2) *# Коефіціенти b1-3 норм.* a2 = round((-1 \* (ymed[0] + ymed[2]) + 1 \* (ymed[1] + ymed[3])) / 4, 2)  
 a3 = round((-1 \* (ymed[0] + ymed[3]) + 1 \* (ymed[1] + ymed[2])) / 4, 2)  
  
 deltax1 = (fabs(x1max - x1min) / 2)  
 deltax2 = (fabs(x2max - x2min) / 2)  
 deltax3 = (fabs(x3max - x3min) / 2)  
  
 x10 = (x1max + x1min) / 2  
 x20 = (x2max + x2min) / 2  
 x30 = (x3max + x3min) / 2  
  
 b0 = round(my - (a1 \* x10 / deltax1) - (a2 \* x20 / deltax2) - (a3 \* x30 / deltax3), 2) *# Коефіціент b0 натур.* b1 = round(a1 / deltax1, 2) *# Коефіціенти b1-3 натур.* b2 = round(a2 / deltax2, 2)  
 b3 = round(a3 / deltax3, 2)  
 b = [b0, b1, b2, b3]  
  
 print(**"Генеруємо"**, m, **"функцій відгуку для 3 експериметнів:\n Y1="**, ylist[0], **"\n Y2="**, ylist[1], **"\n Y3="**,  
 ylist[2],  
 **"\n Y3="**, ylist[3], **"\n"**)  
 print(**"1)Знайдемо коефіціенти рівняння регресії:\n\n Для нормованих значень:"**)  
 print(**" "**, medium(1, ylist[0]), **"\n "**, medium(2, ylist[1]), **"\n "**, medium(3, ylist[2]), **"\n "**,  
 medium(4, ylist[3]))  
 print(**" b0 = my = ({0}+{1}+{2}+{3})/4 = {4}"**.format(\*ymed, my))  
 print(**" b1 = a1 = (-1)\*({0}+{1}) + 1\*({2}+{3}) = {4}\n b2 = a2 = (-1)\*({0}+{2}) + 1\*({1}+{3}) = {5}\n \  
b3 = a3 = (-1)\*({0}+{3}) + 1\*({1}+{2}) = {6}\n"**.format(\*ymed, a1, a2, a3))  
 print(**" Для натуральних:"**)  
 print(**" Δx1 = |({0})-({1})|/2 = {2}"**.format(x1max, x1min, deltax1))  
 print(**" Δx2 = |({0})-({1})|/2 = {2}"**.format(x2max, x2min, deltax2))  
 print(**" Δx3 = |({0})-({1})|/2 = {2}"**.format(x3max, x3min, deltax3))  
 print(**" x10 = (({0})+({1}))/2 = {2}"**.format(x1max, x1min, x10))  
 print(**" x20 = (({0})+({1}))/2 = {2}"**.format(x2max, x2min, x20))  
 print(**" x30 = (({0})+({1}))/2 = {2}"**.format(x3max, x3min, x30))  
 print(**" b0 = {0} - ({1})\*{2}/{3} - ({4})\*{5}/{6} - ({4})\*{5}/{6} - ({7})\*{8}/{9} = {10}"** \  
 .format(my, a1, x10, deltax1, a2, x20, deltax2, a3, x30, deltax3, b0))  
 print(**" b1 = {0}\n b2 = {1}\n b3 = {2}"**.format(b1, b2, b3))  
  
  
**def** Cochran():  
 d1 = disp(1, ylist[0])  
 d2 = disp(2, ylist[1])  
 d3 = disp(3, ylist[2])  
 d4 = disp(4, ylist[3])  
 groz = round(max(ydisp) / sum(ydisp), 2)  
 partresult = q / (f2 - 1)  
 params = [partresult, f1, (f2 - 2) \* f1]  
 fisher = f.isf(\*params)  
 result = fisher / (fisher + (f2 - 2))  
 gkr = round(Decimal(result).quantize(Decimal(**'.0001'**)).\_\_float\_\_(), 2)  
  
 print(**"\n2)Критерій Кохрана:\n\n Знайдемо дисперсії по рядках:"**)  
 print(**" "**, d1, **"\n "**, d2, **"\n "**, d3, **"\n "**, d4, **"\n"**)  
 print(**" Dmax{{yi}} = {0}\n Gp = {0}/({1}+{2}+{3}+{4}) = {5}"**.format(max(ydisp), \*ydisp, groz))  
 print(**" f1 = {0} - 1 = {1}, f2 = 4, q = {3}\n За таблицею Gкр = {2}"**.format(m, f1, gkr, q))  
 **if** groz < gkr:  
 print(**" Gp < Gкр => За критерієм Кохрана дисперсія однорідна з ймовірністю"**, p)  
 **else**:  
 print(**" Gp > Gкр => За критерієм Кохрана дисперсія неоднорідна з ймовірністю"**, p)  
  
  
**def** Student():  
 **global** znach, y1, y2, y3, y4, disp, d  
 disp = round(sum(ydisp) / 4, 2)  
 dbs = round(d / (4 \* m), 2)  
 sbs = round(sqrt(dbs), 2)  
  
 t0 = round(fabs(my) / sbs, 2)  
 t1 = round(fabs(a1) / sbs, 2)  
 t2 = round(fabs(a2) / sbs, 2)  
 t3 = round(fabs(a3) / sbs, 2)  
 tlist = [t0, t1, t2, t3]  
 tkr = Decimal(abs(t.ppf(q / 2, f3))).quantize(Decimal(**'.0001'**)).\_\_float\_\_()  
  
 **for** troz **in** tlist:  
 **if** troz < tkr:  
 b[tlist.index(troz)] = 0  
 d -= 1  
  
 y1 = round(b[0] + b[1] \* x1min + b[2] \* x2min + b[3] \* x3min, 2)  
 y2 = round(b[0] + b[1] \* x1min + b[2] \* x2max + b[3] \* x3max, 2)  
 y3 = round(b[0] + b[1] \* x1max + b[2] \* x2min + b[3] \* x3max, 2)  
 y4 = round(b[0] + b[1] \* x1max + b[2] \* x2max + b[3] \* x3min, 2)  
  
 print(**"\n2)Критерій Стьюдента:\n"**)  
 print(**" Dвідтворюваності = ({0}+{1}+{2}+{3})/4 = {4}"**.format(\*ydisp, disp))  
 print(**" D{{bi}} = {0}/(4\*{1}) = {2}\n S{{bi}} = sqrt({2}) = {3}"**.format(disp, m, dbs, sbs))  
 print(**" t0 = |{0}|/{4} = {5}\n t1 = |{1}|/{4} = {6}\n t2 = |{2}|/{4} = {7}\n \  
t3 = |{3}|/{4} = {8}\n "**.format(my, a1, a2, a3, sbs, \*tlist))  
 print(**" f3 = 4\*({0}-1) = {1}\n За таблицею tkr = {2}"**.format(m, f3, tkr))  
 **for** i **in** range(4):  
 **if** tlist[i] < tkr:  
 print(  
 **" {0} < {1} => За критерієм Стьюдента коефіцієнт b{2} статистично незначущий з ймовірністю {3}"**.format(  
 tlist[i], tkr, i, p))  
 **else**:  
 print(  
 **" {0} > {1} => За критерієм Стьюдента коефіцієнт b{2} статистично значимий з ймовірністю {3}"**.format(  
 tlist[i], tkr, i, p))  
 print(**"\n {0} + {1}\*{4} + {2}\*{5} + {3}\*{6} = {7}"**.format(\*b, x1min, x2min, x3min, y1))  
 print(**" {0} + {1}\*{4} + {2}\*{5} + {3}\*{6} = {7}"**.format(\*b, x1min, x2max, x3max, y2))  
 print(**" {0} + {1}\*{4} + {2}\*{5} + {3}\*{6} = {7}"**.format(\*b, x1max, x2min, x3max, y3))  
 print(**" {0} + {1}\*{4} + {2}\*{5} + {3}\*{6} = {7}"**.format(\*b, x1max, x2max, x3min, y4))  
  
  
**def** Fisher():  
  
 sad = round(m \* ((y1 - ymed[0]) \*\* 2 + (y2 - ymed[1]) \*\* 2 + (y3 - ymed[2]) \*\* 2 + (y4 - ymed[3]) \*\* 2) / (4 - d),  
 2)  
 froz = round(sad / disp, 2)  
  
 f4 = N - d  
  
 fkr = Decimal(abs(f.isf(q, f4, f3))).quantize(Decimal(**'.0001'**)).\_\_float\_\_()  
  
  
 print(**"\n3)Критерій Фішера:\n"**)  
 print(**" f4 = {2} - {0} = {1}"**.format(d, f4, N))  
 print(  
 **" {0}\*(({5} - {1})\*\*2 + ({6} - {2})\*\*2 + ({7} - {2})\*\*2 + ({8} - {2})\*\*2)/(4-{10}) = {9}"**.format(m, \*ymed, y1,  
 y2, y3,  
 y4, sad, d))  
 print(**" Fр = {0}/{1} = {2}"**.format(sad, disp, froz))  
 print(**" За таблицею Fкр ="**, fkr)  
 **if** fkr > froz:  
 print(**" За критерієм Фішера рівняння регресії адекватне оригіналу з ймовірністю"**, p)  
 **else**:  
 print(**" За критерієм Фішера рівняння регресії неадекватне оригіналу з ймовірністю"**, p)  
  
  
equation()  
Cochran()  
Student()  
Fisher()

**Приклад роботи програми**

190 163

Генеруємо 3 функцій відгуку для 3 експериметнів:

Y1= [185, 176, 173]

Y2= [176, 174, 182]

Y3= [167, 182, 184]

Y3= [163, 178, 189]

1)Знайдемо коефіціенти рівняння регресії:

Для нормованих значень:

Yсереднє1 = (185+176+3)/3 = 178.0

Yсереднє2 = (176+174+3)/3 = 177.33

Yсереднє3 = (167+182+3)/3 = 177.67

Yсереднє4 = (163+178+3)/3 = 176.67

b0 = my = (178.0+177.33+177.67+176.67)/4 = 177.42

b1 = a1 = (-1)\*(178.0+177.33) + 1\*(177.67+176.67) = -0.25

b2 = a2 = (-1)\*(178.0+177.67) + 1\*(177.33+176.67) = -0.42

b3 = a3 = (-1)\*(178.0+176.67) + 1\*(177.33+177.67) = 0.08

Для натуральних:

Δx1 = |(20)-(-30)|/2 = 25.0

Δx2 = |(-10)-(-70)|/2 = 30.0

Δx3 = |(-40)-(-10)|/2 = 15.0

x10 = ((20)+(-30))/2 = -5.0

x20 = ((-10)+(-70))/2 = -40.0

x30 = ((-40)+(-10))/2 = -25.0

b0 = 177.42 - (-0.25)\*-5.0/25.0 - (-0.42)\*-40.0/30.0 - (-0.42)\*-40.0/30.0 - (0.08)\*-25.0/15.0 = 176.94

b1 = -0.01

b2 = -0.01

b3 = 0.01

2)Критерій Кохрана:

Знайдемо дисперсії по рядках:

D{y1} = ((185-(178.0))^2 + (176-(178.0))^2 + (173-(178.0))^2)/3 = 39.0

D{y2} = ((176-(177.33))^2 + (174-(177.33))^2 + (182-(177.33))^2)/3 = 17.33

D{y3} = ((167-(177.67))^2 + (182-(177.67))^2 + (184-(177.67))^2)/3 = 86.33

D{y4} = ((163-(176.67))^2 + (178-(176.67))^2 + (189-(176.67))^2)/3 = 170.33

Dmax{yi} = 170.33

Gp = 170.33/(39.0+17.33+86.33+170.33) = 0.54

f1 = 3 - 1 = 2, f2 = 4, q = 0.05

За таблицею Gкр = 0.87

Gp < Gкр => За критерієм Кохрана дисперсія однорідна з ймовірністю 0.95

2)Критерій Стьюдента:

Dвідтворюваності = (39.0+17.33+86.33+170.33)/4 = 78.25

D{bi} = 78.25/(4\*3) = 0.33

S{bi} = sqrt(0.33) = 0.57

t0 = |177.42|/0.57 = 311.26

t1 = |-0.25|/0.57 = 0.44

t2 = |-0.42|/0.57 = 0.74

t3 = |0.08|/0.57 = 0.14

f3 = 4\*(3-1) = 8

За таблицею tkr = 2.306

311.26 > 2.306 => За критерієм Стьюдента коефіцієнт b0 статистично значимий з ймовірністю 0.95

0.44 < 2.306 => За критерієм Стьюдента коефіцієнт b1 статистично незначущий з ймовірністю 0.95

0.74 < 2.306 => За критерієм Стьюдента коефіцієнт b2 статистично незначущий з ймовірністю 0.95

0.14 < 2.306 => За критерієм Стьюдента коефіцієнт b3 статистично незначущий з ймовірністю 0.95

176.94 + 0\*-30 + 0\*-70 + 0\*-10 = 176.94

176.94 + 0\*-30 + 0\*-10 + 0\*-40 = 176.94

176.94 + 0\*20 + 0\*-70 + 0\*-40 = 176.94

176.94 + 0\*20 + 0\*-10 + 0\*-10 = 176.94

3)Критерій Фішера:

f4 = 4 - 1 = 3

3\*((176.94 - 178.0)\*\*2 + (176.94 - 177.33)\*\*2 + (176.94 - 177.33)\*\*2 + (176.94 - 177.33)\*\*2)/(4-1) = 1.88

Fр = 1.88/78.25 = 0.02

За таблицею Fкр = 4.0662

За критерієм Фішера рівняння регресії адекватне оригіналу з ймовірністю 0.95

Process finished with exit code 0

**Контрольні запитання**

1. Що називається дробовим факторним експериментом?

Дробовий факторний експеримент – це частина ПФЕ, який мінімізує число дослідів, за рахунок тієї інформації, яка не дуже істотна для побудови лінійної моделі.

1. Для чого потрібно розрахункове значення Кохрена?

Розрахункове значення Кохрена показує, яку частку в загальній сумі дисперсій у рядках має максимальна з них.

1. Для чого перевіряється критерій Стьюдента?

Критерій Стьюдента використовується для перевірки значущості коефіцієнтів.

1. Чим визначається критерій Фішера і як його застосовувати?

Критерій Фішера використовується для перевірки адекватності рівняння регресії.