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 №6

З дисципліни «Методи наукових досліджень» За темою:

«Проведення трьохфакторного експерименту при використанні рівняння регресії з квадратичними членами»

ВИКОНАВ:

Студент ІІ курсу ФІОТ

Групи ІВ-92

Cлободяник О.К.

Номер у списку – 23

Варіант - 223

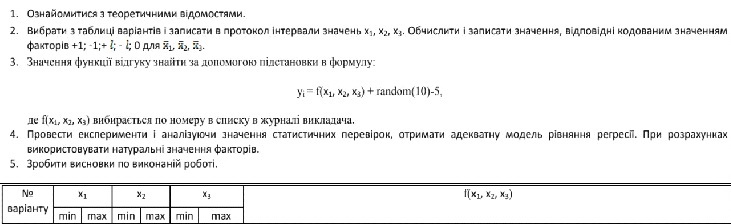
ПЕРЕВІРИВ:

Асистент Регіда П.Г.

Київ 2021 р.

**Мета:** Провести трьохфакторний експеримент і отримати адекватну модель – рівняння регресії, використовуючи рототабельний композиційний план.

# Завдання:



**Програмний код**

**from** math **import** fabs  
**from** random **import** randrange  
**import** numpy **as** np  
**from** numpy.linalg **import** solve  
**from** scipy.stats **import** f, t  
**from** time **import** perf\_counter  
  
  
counter\_1 = 0  
counter\_2 = 0  
counter\_3 = 0  
  
**for** i **in** range(2):  
 m = 3  
 n = 15  
  
 *# варіант 223* x1min = -30  
 x1max = 0  
 x2min = -15  
 x2max = 35  
 x3min = -30  
 x3max = -25  
  
  
 **def** function(X1, X2, X3):  
 y = 8.2 + 4.4 \* X1 + 0.8 \* X2 + 1.2 \* X3 + 7.4 \* X1 \* X1 + 0.2 \* X2 \* X2 + 8.3 \* X3 \* X3 + 1.1 \* X1 \* X2 + \  
 0.1 \* X1 \* X3 + 4.7 \* X2 \* X3 + 9.8 \* X1 \* X2 \* X3 + randrange(0, 10) - 5  
 **return** y  
  
  
 x01 = (x1max + x1min) / 2  
 x02 = (x2max + x2min) / 2  
 x03 = (x3max + x3min) / 2  
 deltax1 = x1max - x01  
 deltax2 = x2max - x02  
 deltax3 = x3max - x03  
 *# матриця ПФЕ* xn = [[-1, -1, -1, +1, +1, +1, -1, +1, +1, +1],  
 [-1, -1, +1, +1, -1, -1, +1, +1, +1, +1],  
 [-1, +1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, +1, +1],  
 [-1, +1, +1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, +1],  
 [+1, -1, -1, -1, -1, +1, +1, +1, +1, +1],  
 [+1, -1, +1, -1, +1, -1, -1, +1, +1, +1],  
 [+1, +1, -1, +1, -1, -1, -1, +1, +1, +1],  
 [+1, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +1],  
 [-1.73, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2.9929, 0, 0],  
 [+1.73, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2.9929, 0, 0],  
 [0, -1.73, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2.9929, 0],  
 [0, +1.73, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2.9929, 0],  
 [0, 0, -1.73, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2.9929],  
 [0, 0, +1.73, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 2.9929],  
 [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]  
  
 x1 = [x1min, x1min, x1min, x1min, x1max, x1max, x1max, x1max, -1.73 \* deltax1 + x01, 1.73 \* deltax1 + x01, x01, x01,  
 x01, x01, x01]  
 x2 = [x2min, x2min, x2max, x2max, x2min, x2min, x2max, x2max, x02, x02, -1.73 \* deltax2 + x02, 1.73 \* deltax2 + x02,  
 x02, x02, x02]  
 x3 = [x3min, x3max, x3min, x3max, x3min, x3max, x3min, x3max, x03, x03, x03, x03, -1.73 \* deltax3 + x03,  
 1.73 \* deltax3 + x03, x03]  
 *# заповнення нулями х1х2, х1х3, х1х2х3  
 # заповнення нулями х1kv, х2kv, х3kv* x1x2, x1x3, x2x3, x1x2x3 = [0] \* n, [0] \* n, [0] \* n, [0] \* n  
 x1kv, x2kv, x3kv = [0] \* n, [0] \* n, [0] \* n  
 **for** i **in** range(15):  
 x1x2[i] = x1[i] \* x2[i]  
 x1x3[i] = x1[i] \* x3[i]  
 x2x3[i] = x2[i] \* x3[i]  
 x1x2x3[i] = x1[i] \* x2[i] \* x3[i]  
 x1kv[i] = x1[i] \*\* 2  
 x2kv[i] = x2[i] \*\* 2  
 x3kv[i] = x3[i] \*\* 2  
 *# формуємо список a* list\_for\_a = list(zip(x1, x2, x3, x1x2, x1x3, x2x3, x1x2x3, x1kv, x2kv, x3kv))  
  
 print(**"Матриця планування з натуралізованими коефіцієнтами X:"**)  
 print(**" X1 X2 X3 X1X2 X1X3 X2X3 X1X2X3 X1X1"  
 " X2X2 X3X3"**)  
 **for** i **in** range(n):  
 print(end=**' '**)  
 **for** j **in** range(len(list\_for\_a[0])):  
 print(**"{:^12.3f}"**.format(list\_for\_a[i][j]), end=**' '**)  
 print(**""**)  
 *# вивід матриці планування* Y = [[function(list\_for\_a[j][0], list\_for\_a[j][1], list\_for\_a[j][2]) **for** i **in** range(m)] **for** j **in** range(15)]  
 print(**"Матриця планування Y:"**)  
 print(**" Y1 Y2 Y3"**)  
 **for** i **in** range(n):  
 print(end=**' '**)  
 **for** j **in** range(len(Y[0])):  
 print(**"{:^12.3f}"**.format(Y[i][j]), end=**' '**)  
 print(**""**)  
 *# середні у* Y\_average = []  
 **for** i **in** range(len(Y)):  
 Y\_average.append(np.mean(Y[i], axis=0))  
 print(**"Середні значення відгуку за рядками:"**)  
 **for** i **in** range(n):  
 print(**"{:.3f}"**.format(Y\_average[i]), end=**" "**)  
 *# розрахунок дисперсій* dispersions = []  
 **for** i **in** range(len(Y)):  
 a = 0  
 **for** k **in** Y[i]:  
 a += (k - np.mean(Y[i], axis=0)) \*\* 2  
 dispersions.append(a / len(Y[i]))  
  
  
 **def** find\_known(num):  
 a = 0  
 **for** j **in** range(n):  
 a += Y\_average[j] \* list\_for\_a[j][num - 1] / n  
 **return** a  
  
  
 **def** a(first, second):  
 a = 0  
 **for** j **in** range(n):  
 a += list\_for\_a[j][first - 1] \* list\_for\_a[j][second - 1] / n  
 **return** a  
  
  
 my = sum(Y\_average) / n  
 mx = []  
 **for** i **in** range(10):  
 number\_lst = []  
 **for** j **in** range(n):  
 number\_lst.append(list\_for\_a[j][i])  
 mx.append(sum(number\_lst) / len(number\_lst))  
  
 det1 = [  
 [1, mx[0], mx[1], mx[2], mx[3], mx[4], mx[5], mx[6], mx[7], mx[8], mx[9]],  
 [mx[0], a(1, 1), a(1, 2), a(1, 3), a(1, 4), a(1, 5), a(1, 6), a(1, 7), a(1, 8), a(1, 9), a(1, 10)],  
 [mx[1], a(2, 1), a(2, 2), a(2, 3), a(2, 4), a(2, 5), a(2, 6), a(2, 7), a(2, 8), a(2, 9), a(2, 10)],  
 [mx[2], a(3, 1), a(3, 2), a(3, 3), a(3, 4), a(3, 5), a(3, 6), a(3, 7), a(3, 8), a(3, 9), a(3, 10)],  
 [mx[3], a(4, 1), a(4, 2), a(4, 3), a(4, 4), a(4, 5), a(4, 6), a(4, 7), a(4, 8), a(4, 9), a(4, 10)],  
 [mx[4], a(5, 1), a(5, 2), a(5, 3), a(5, 4), a(5, 5), a(5, 6), a(5, 7), a(5, 8), a(5, 9), a(5, 10)],  
 [mx[5], a(6, 1), a(6, 2), a(6, 3), a(6, 4), a(6, 5), a(6, 6), a(6, 7), a(6, 8), a(6, 9), a(6, 10)],  
 [mx[6], a(7, 1), a(7, 2), a(7, 3), a(7, 4), a(7, 5), a(7, 6), a(7, 7), a(7, 8), a(7, 9), a(7, 10)],  
 [mx[7], a(8, 1), a(8, 2), a(8, 3), a(8, 4), a(8, 5), a(8, 6), a(8, 7), a(8, 8), a(8, 9), a(8, 10)],  
 [mx[8], a(9, 1), a(9, 2), a(9, 3), a(9, 4), a(9, 5), a(9, 6), a(9, 7), a(9, 8), a(9, 9), a(9, 10)],  
 [mx[9], a(10, 1), a(10, 2), a(10, 3), a(10, 4), a(10, 5), a(10, 6), a(10, 7), a(10, 8), a(10, 9), a(10, 10)]]  
  
 det2 = [my, find\_known(1), find\_known(2), find\_known(3), find\_known(4), find\_known(5), find\_known(6), find\_known(7),  
 find\_known(8), find\_known(9), find\_known(10)]  
  
 beta = solve(det1, det2)  
 print(**"\nОтримане рівняння регресії:"**)  
 print(**"{:.3f} + {:.3f} \* X1 + {:.3f} \* X2 + {:.3f} \* X3 + {:.3f} \* Х1X2 + {:.3f} \* Х1X3 + {:.3f} \* Х2X3"  
 "+ {:.3f} \* Х1Х2X3 + {:.3f} \* X11^2 + {:.3f} \* X22^2 + {:.3f} \* X33^2 = ŷ"** .format(beta[0], beta[1], beta[2], beta[3], beta[4], beta[5], beta[6], beta[7], beta[8], beta[9], beta[10]))  
 y\_i = [0] \* n  
 print(**"Експериментальні значення:"**)  
 **for** k **in** range(n):  
 y\_i[k] = beta[0] + beta[1] \* list\_for\_a[k][0] + beta[2] \* list\_for\_a[k][1] + beta[3] \* list\_for\_a[k][2] + \  
 beta[4] \* list\_for\_a[k][3] + beta[5] \* list\_for\_a[k][4] + beta[6] \* list\_for\_a[k][5] + beta[7] \* \  
 list\_for\_a[k][6] + beta[8] \* list\_for\_a[k][7] + beta[9] \* list\_for\_a[k][8] + beta[10] \* list\_for\_a[k][  
 9]  
 **for** i **in** range(n):  
 print(**"{:.3f}"**.format(y\_i[i]), end=**" "**)  
 print(**"\n------------------------------- Перевірка за критерієм Кохрена -------------------------------"**)  
 start\_1 = perf\_counter()  
 Gp = max(dispersions) / sum(dispersions)  
 Gt = 0.3346  
 print(**"Gp ="**, Gp)  
 **if** Gp < Gt:  
 print(**"Дисперсія однорідна"**)  
 **else**:  
 print(**"Дисперсія неоднорідна"**)  
  
 counter\_1 += perf\_counter() - start\_1  
  
  
  
 print(**"------------------ Перевірка значущості коефіцієнтів за критерієм Стьюдента ------------------"**)  
 sb = sum(dispersions) / len(dispersions)  
 sbs = (sb / (n \* m)) \*\* 0.5  
 F3 = (m - 1) \* n  
 start\_2 = perf\_counter()  
 coefs1 = []  
 coefs2 = []  
 d = 11  
 res = [0] \* 11  
 **for** j **in** range(11):  
 t\_pract = 0  
 **for** i **in** range(15):  
 **if** j == 0:  
 t\_pract += Y\_average[i] / 15  
 **else**:  
 t\_pract += Y\_average[i] \* xn[i][j - 1]  
 res[j] = beta[j]  
 **if** fabs(t\_pract / sbs) < t.ppf(q=0.975, df=F3):  
 coefs2.append(beta[j])  
 res[j] = 0  
 d -= 1  
 **else**:  
 coefs1.append(beta[j])  
 counter\_2 += perf\_counter() - start\_2  
 print(**"Значущі коефіцієнти регресії:"**, [round(i, 3) **for** i **in** coefs1])  
 print(**"Незначущі коефіцієнти регресії:"**, [round(i, 3) **for** i **in** coefs2])  
 y\_st = []  
 **for** i **in** range(n):  
 y\_st.append(res[0] + res[1] \* x1[i] + res[2] \* x2[i] + res[3] \* x3[i] + res[4] \* x1x2[i] + res[5] \*  
 x1x3[i] + res[6] \* x2x3[i] + res[7] \* x1x2x3[i] + res[8] \* x1kv[i] + res[9] \*  
 x2kv[i] + res[10] \* x3kv[i])  
 print(**"Значення з отриманими коефіцієнтами:"**)  
 **for** i **in** range(n):  
 print(**"{:.3f}"**.format(y\_st[i]), end=**" "**)  
  
 print(**"\n------------------------- Перевірка адекватності за критерієм Фішера -------------------------"**)  
 Sad = m \* sum([(y\_st[i] - Y\_average[i]) \*\* 2 **for** i **in** range(n)]) / (n - d)  
 Fp = Sad / sb  
 F4 = n - d  
 print(**"Fp ="**, Fp)  
 start\_3 = 0  
 **if** Fp < f.ppf(q=0.95, dfn=F4, dfd=F3):  
 print(**"Рівняння регресії адекватне при рівні значимості 0.05"**)  
 **else**:  
 print(**"Рівняння регресії неадекватне при рівні значимості 0.05"**)  
 counter\_3 += perf\_counter() - start\_3

Перевірка адекватності за критерієм Фішера --

# Результати роботи програми

Матриця планування з натуралізованими коефіцієнтами X:

X1 X2 X3 X1X2 X1X3 X2X3 X1X2X3 X1X1 X2X2 X3X3

-30.000 -15.000 -30.000 450.000 900.000 450.000 -13500.000 900.000 225.000 900.000

-30.000 -15.000 -25.000 450.000 750.000 375.000 -11250.000 900.000 225.000 625.000

-30.000 35.000 -30.000 -1050.000 900.000 -1050.000 31500.000 900.000 1225.000 900.000

-30.000 35.000 -25.000 -1050.000 750.000 -875.000 26250.000 900.000 1225.000 625.000

0.000 -15.000 -30.000 0.000 0.000 450.000 0.000 0.000 225.000 900.000

0.000 -15.000 -25.000 0.000 0.000 375.000 0.000 0.000 225.000 625.000

0.000 35.000 -30.000 0.000 0.000 -1050.000 0.000 0.000 1225.000 900.000

0.000 35.000 -25.000 0.000 0.000 -875.000 0.000 0.000 1225.000 625.000

-40.950 10.000 -27.500 -409.500 1126.125 -275.000 11261.250 1676.903 100.000 756.250

10.950 10.000 -27.500 109.500 -301.125 -275.000 -3011.250 119.902 100.000 756.250

-15.000 -33.250 -27.500 498.750 412.500 914.375 -13715.625 225.000 1105.562 756.250

-15.000 53.250 -27.500 -798.750 412.500 -1464.375 21965.625 225.000 2835.562 756.250

-15.000 10.000 -31.825 -150.000 477.375 -318.250 4773.750 225.000 100.000 1012.831

-15.000 10.000 -23.175 -150.000 347.625 -231.750 3476.250 225.000 100.000 537.081

-15.000 10.000 -27.500 -150.000 412.500 -275.000 4125.000 225.000 100.000 756.250

Матриця планування Y:

Y1 Y2 Y3

-115593.800 -115600.800 -115600.800

-96187.800 -96186.800 -96191.800

316945.200 316940.200 316940.200

264026.200 264027.200 264022.200

9586.200 9588.200 9588.200

6957.200 6964.200 6956.200

2776.200 2783.200 2781.200

1324.200 1323.200 1323.200

127234.886 127236.886 127238.886

-23494.879 -23499.879 -23493.879

-121480.100 -121481.100 -121485.100

216000.975 215999.975 215998.975

55175.217 55177.217 55176.217

38913.947 38907.947 38908.947

46883.825 46890.825 46884.825

Середні значення відгуку за рядками:

-115598.467 -96188.800 316941.867 264025.200 9587.533 6959.200 2780.200 1323.533 127236.886 -23496.212 -121482.100 215999.975 55176.217 38910.280 46886.492

Отримане рівняння регресії:

61.379 + 3.754 \* X1 + 0.457 \* X2 + 5.603 \* X3 + 1.094 \* Х1X2 + 0.076 \* Х1X3 + 4.687 \* Х2X3+ 9.800 \* Х1Х2X3 + 7.401 \* X11^2 + 0.199 \* X22^2 + 8.388 \* X33^2 = ŷ

Експериментальні значення:

-115598.062 -96190.225 316941.634 264023.137 9589.383 6959.219 2781.412 1322.915 127238.698 -23497.740 -121482.694 216000.855 55174.244 38912.538 46886.490

------------------------------- Перевірка за критерієм Кохрена -------------------------------

Gp = 0.15789473684210528

Дисперсія однорідна

------------------ Перевірка значущості коефіцієнтів за критерієм Стьюдента ------------------

Значущі коефіцієнти регресії: [61.379, 3.754, 0.457, 5.603, 1.094, 0.076, 4.687, 9.8, 7.401, 0.199, 8.388]

Незначущі коефіцієнти регресії: []

Значення з отриманими коефіцієнтами:

-115598.062 -96190.225 316941.634 264023.137 9589.383 6959.219 2781.412 1322.915 127238.698 -23497.740 -121482.694 216000.855 55174.244 38912.538 46886.490

------------------------- Перевірка адекватності за критерієм Фішера -------------------------

Fp = 3.857617549818284

Рівняння регресії неадекватне при рівні значимості 0.05

Матриця планування з натуралізованими коефіцієнтами X:

X1 X2 X3 X1X2 X1X3 X2X3 X1X2X3 X1X1 X2X2 X3X3

-30.000 -15.000 -30.000 450.000 900.000 450.000 -13500.000 900.000 225.000 900.000

-30.000 -15.000 -25.000 450.000 750.000 375.000 -11250.000 900.000 225.000 625.000

-30.000 35.000 -30.000 -1050.000 900.000 -1050.000 31500.000 900.000 1225.000 900.000

-30.000 35.000 -25.000 -1050.000 750.000 -875.000 26250.000 900.000 1225.000 625.000

0.000 -15.000 -30.000 0.000 0.000 450.000 0.000 0.000 225.000 900.000

0.000 -15.000 -25.000 0.000 0.000 375.000 0.000 0.000 225.000 625.000

0.000 35.000 -30.000 0.000 0.000 -1050.000 0.000 0.000 1225.000 900.000

0.000 35.000 -25.000 0.000 0.000 -875.000 0.000 0.000 1225.000 625.000

-40.950 10.000 -27.500 -409.500 1126.125 -275.000 11261.250 1676.903 100.000 756.250

10.950 10.000 -27.500 109.500 -301.125 -275.000 -3011.250 119.902 100.000 756.250

-15.000 -33.250 -27.500 498.750 412.500 914.375 -13715.625 225.000 1105.562 756.250

-15.000 53.250 -27.500 -798.750 412.500 -1464.375 21965.625 225.000 2835.562 756.250

-15.000 10.000 -31.825 -150.000 477.375 -318.250 4773.750 225.000 100.000 1012.831

-15.000 10.000 -23.175 -150.000 347.625 -231.750 3476.250 225.000 100.000 537.081

-15.000 10.000 -27.500 -150.000 412.500 -275.000 4125.000 225.000 100.000 756.250

Матриця планування Y:

Y1 Y2 Y3

-115597.800 -115593.800 -115596.800

-96186.800 -96192.800 -96188.800

316939.200 316947.200 316941.200

264022.200 264024.200 264023.200

9589.200 9589.200 9594.200

6957.200 6963.200 6959.200

2775.200 2776.200 2777.200

1321.200 1329.200 1330.200

127234.886 127234.886 127234.886

-23494.879 -23495.879 -23501.879

-121483.100 -121479.100 -121481.100

216005.975 216005.975 216001.975

55175.217 55173.217 55168.217

38909.947 38912.947 38915.947

46884.825 46889.825 46883.825

Середні значення відгуку за рядками:

-115596.133 -96189.467 316942.533 264023.200 9590.867 6959.867 2776.200 1326.867 127234.886 -23497.546 -121481.100 216004.642 55172.217 38912.947 46886.158

Отримане рівняння регресії:

66.071 + 4.321 \* X1 + 1.509 \* X2 + 5.536 \* X3 + 1.128 \* Х1X2 + 0.098 \* Х1X3 + 4.727 \* Х2X3+ 9.801 \* Х1Х2X3 + 7.399 \* X11^2 + 0.201 \* X22^2 + 8.379 \* X33^2 = ŷ

Експериментальні значення:

-115597.517 -96190.923 316942.240 264022.833 9590.772 6959.698 2777.195 1327.788 127236.684 -23498.727 -121479.531 216003.690 55172.440 38913.340 46886.154

------------------------------- Перевірка за критерієм Кохрена -------------------------------

Gp = 0.1857506361323155

Дисперсія однорідна

------------------ Перевірка значущості коефіцієнтів за критерієм Стьюдента ------------------

Значущі коефіцієнти регресії: [66.071, 4.321, 1.509, 5.536, 1.128, 0.098, 4.727, 9.801, 7.399, 0.201, 8.379]

Незначущі коефіцієнти регресії: []

Значення з отриманими коефіцієнтами:

-115597.517 -96190.923 316942.240 264022.833 9590.772 6959.698 2777.195 1327.788 127236.684 -23498.727 -121479.531 216003.690 55172.440 38913.340 46886.154

------------------------- Перевірка адекватності за критерієм Фішера -------------------------

Fp = 1.8459822964705634

Рівняння регресії адекватне при рівні значимості 0.05

