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 №4**

«Проведення трьохфакторного експерименту

при використанні рівняння регресії з урахуванням ефекту взаємодії»

Виконав:

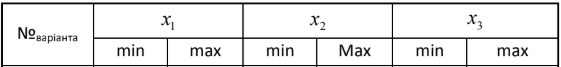
студент групи ІВ-82

Кузьмич А.А.

Залікова книжка №8215

Перевірив Регіда П. Г.

Київ - 2020 р.

**import** random  
**from** scipy.stats **import** f, t  
**from** prettytable **import** PrettyTable  
**from** numpy.linalg **import** solve  
  
x1min = -40  
x1max = 20  
x2min = 5  
x2max = 40  
x3min = -40  
x3max = -20  
  
xAvmax = (x1max + x2max + x3max) / 3  
xAvmin = (x1min + x2min + x3min) / 3  
ymax = int(200 + xAvmax)  
ymin = int(200 + xAvmin)  
  
m = 4  
  
X11 = [-1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, 1]  
X22 = [-1, -1, 1, 1, -1, -1, 1, 1]  
X33 = [-1, 1, -1, 1, -1, 1, -1, 1]  
  
  
**def** sumkf2(x1, x2):  
 xn = []  
 **for** i **in** range(len(x1)):  
 xn.append(x1[i] \* x2[i])  
 **return** xn  
  
  
**def** sumkf3(x1, x2, x3):  
 xn = []  
 **for** i **in** range(len(x1)):  
 xn.append(x1[i] \* x2[i] \* x3[i])  
 **return** xn  
  
  
**def** kv(x):  
 xn = []  
 **for** i **in** range(len(x)):  
 xn.append(x[i] \* x[i])  
 **return** xn  
  
  
X12 = sumkf2(X11, X22)  
X13 = sumkf2(X11, X33)  
X23 = sumkf2(X22, X33)  
X123 = sumkf3(X11, X22, X33)  
X8 = kv(X11)  
X9 = kv(X22)  
X10 = kv(X33)  
  
X00 = [1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1]  
  
table1 = PrettyTable()  
table1.add\_column(**"№"**, (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8))  
table1.add\_column(**"X1"**, X11)  
table1.add\_column(**"X2"**, X22)  
table1.add\_column(**"X3"**, X33)  
table1.add\_column(**"X12"**, X12)  
table1.add\_column(**"X13"**, X13)  
table1.add\_column(**"X23"**, X23)  
table1.add\_column(**"X123"**, X123)  
print(table1)  
  
m = 3  
**while True**:  
 **for** i **in** range(1, m + 1):  
 globals()[**'Y%s'** % i] = [random.randrange(ymin, ymax, 1) **for** k **in** range(8)]  
 X1 = [x1min, x1min, x1min, x1min, x1max, x1max, x1max, x1max]  
 X2 = [x2min, x2min, x2max, x2max, x2min, x2min, x2max, x2max]  
 X3 = [x3min, x3max, x3min, x3max, x3min, x3max, x3min, x3max]  
 X12 = sumkf2(X1, X2)  
 X13 = sumkf2(X1, X3)  
 X23 = sumkf2(X2, X3)  
 X123 = sumkf3(X1, X2, X3)  
 X0 = [1] \* 8  
 s1, s2, s3, s4, s5, s6, s7, s8 = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 **for** i **in** range(1, m + 1):  
 s1 += globals()[**'Y%s'** % i][0]  
 s2 += globals()[**'Y%s'** % i][1]  
 s3 += globals()[**'Y%s'** % i][2]  
 s4 += globals()[**'Y%s'** % i][3]  
 s5 += globals()[**'Y%s'** % i][4]  
 s6 += globals()[**'Y%s'** % i][5]  
 s7 += globals()[**'Y%s'** % i][6]  
 s8 += globals()[**'Y%s'** % i][7]  
 y1av1 = s1 / m  
 y2av2 = s2 / m  
 y3av3 = s3 / m  
 y4av4 = s4 / m  
 y5av5 = s5 / m  
 y6av6 = s6 / m  
 y7av7 = s7 / m  
 y8av8 = s8 / m  
 yav = [round(y1av1, 3), round(y2av2, 3), round(y3av3, 3), round(y4av4, 3), round(y5av5, 3), round(y6av6, 3),  
 round(y7av7, 3), round(y8av8, 3)]  
 sd1, sd2, sd3, sd4, sd5, sd6, sd7, sd8 = 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0  
 **for** i **in** range(1, m + 1):  
 sd1 += ((globals()[**'Y%s'** % i][0]) - y1av1) \*\* 2  
 sd2 += ((globals()[**'Y%s'** % i][1]) - y2av2) \*\* 2  
 sd3 += ((globals()[**'Y%s'** % i][2]) - y3av3) \*\* 2  
 sd4 += ((globals()[**'Y%s'** % i][3]) - y4av4) \*\* 2  
 sd5 += ((globals()[**'Y%s'** % i][4]) - y5av5) \*\* 2  
 sd6 += ((globals()[**'Y%s'** % i][5]) - y6av6) \*\* 2  
 sd7 += ((globals()[**'Y%s'** % i][6]) - y7av7) \*\* 2  
 sd8 += ((globals()[**'Y%s'** % i][7]) - y8av8) \*\* 2  
  
 d1 = sd1 / m  
 d2 = sd2 / m  
 d3 = sd3 / m  
 d4 = sd4 / m  
 d5 = sd5 / m  
 d6 = sd6 / m  
 d7 = sd7 / m  
 d8 = sd8 / m  
 disper = [round(d1, 3), round(d2, 3), round(d3, 3), round(d4, 3), round(d5, 3), round(d6, 3), round(d7, 3),  
 round(d8, 3)]  
  
 table2 = PrettyTable()  
 table2.add\_column(**"№"**, (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8))  
 table2.add\_column(**"X1"**, X1)  
 table2.add\_column(**"X2"**, X2)  
 table2.add\_column(**"X3"**, X3)  
 table2.add\_column(**"X12"**, X12)  
 table2.add\_column(**"X13"**, X13)  
 table2.add\_column(**"X23"**, X23)  
 table2.add\_column(**"X123"**, X123)  
 **for** i **in** range(1, m + 1):  
 table2.add\_column(**"Y"** + str(i), globals()[**'Y%s'** % i])  
 table2.add\_column(**"Y"**, yav)  
 table2.add\_column(**"S^2"**, disper)  
 print(table2)  
  
 b = [i **for** i **in** solve(list(zip(X0, X1, X2, X3, X12, X13, X23, X123)), yav)]  
 b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7 = round(b[0], 3), round(b[1], 3), round(b[2], 3), round(b[3], 3), round(b[4], 3), round(  
 b[5], 3), round(b[6], 3), round(b[7], 3)  
 print(**"y="** + str(b0) + **"+"** + str(b1) + **"\*x1+"** + str(b2) + **"\*x2+"** + str(b3) + **"\*x3+"** + str(b4) + **"\*x1\*x2+"** + str(  
 b5) + **"\*x1\*x3+"** + str(b6) + **"\*x2\*x3+"** + str(b7) + **"\*x1\*x2\*x3"**)  
  
 dcouple = [d1, d2, d3, d4, d5, d6, d7, d8]  
  
 Gp = max(dcouple) / sum(dcouple)  
 q = 0.05  
 f1 = m - 1  
 f2 = N = 8  
 fisher = f.isf(\*[q / f2, f1, (f2 - 1) \* f1])  
 Gt = round(fisher / (fisher + (f2 - 1)), 4)  
 print(**"Gp ="** + str(Gp) + **", Gt ="** + str(Gt))  
 **if** Gp < Gt:  
 print(**"Дисперсія однорідна"**)  
 print(**"Критерій Стьюдента"**)  
 sb = sum(dcouple) / N  
 ssbs = sb / N \* m  
 sbs = ssbs \*\* 0.5  
  
 beta0 = (y1av1 \* 1 + y2av2 \* 1 + y3av3 \* 1 + y4av4 \* 1 + y5av5 \* 1 + y6av6 \* 1 + y7av7 \* 1 + y8av8 \* 1) / 8  
 beta1 = (y1av1 \* (-1) + y2av2 \* (-1) + y3av3 \* (-1) + y4av4 \* (  
 -1) + y5av5 \* 1 + y6av6 \* 1 + y7av7 \* 1 + y8av8 \* 1) / 8  
 beta2 = (y1av1 \* (-1) + y2av2 \* (-1) + y3av3 \* 1 + y4av4 \* 1 + y5av5 \* (-1) + y6av6 \* (  
 -1) + y7av7 \* 1 + y8av8 \* 1) / 8  
 beta3 = (y1av1 \* (-1) + y2av2 \* 1 + y3av3 \* (-1) + y4av4 \* 1 + y5av5 \* (-1) + y6av6 \* 1 + y7av7 \* (  
 -1) + y8av8 \* 1) / 8  
 beta4 = (y1av1 \* 1 + y2av2 \* 1 + y3av3 \* (-1) + y4av4 \* (-1) + y5av5 \* (-1) + y6av6 \* (  
 -1) + y7av7 \* 1 + y8av8 \* 1) / 8  
 beta5 = (y1av1 \* 1 + y2av2 \* (-1) + y3av3 \* 1 + y4av4 \* (-1) + y5av5 \* (-1) + y6av6 \* 1 + y7av7 \* (  
 -1) + y8av8 \* 1) / 8  
 beta6 = (y1av1 \* 1 + y2av2 \* (-1) + y3av3 \* (-1) + y4av4 \* 1 + y5av5 \* 1 + y6av6 \* (-1) + y7av7 \* (  
 -1) + y8av8 \* 1) / 8  
 beta7 = (y1av1 \* (-1) + y2av2 \* 1 + y3av3 \* 1 + y4av4 \* (-1) + y5av5 \* 1 + y6av6 \* (-1) + y7av7 \* (  
 -1) + y8av8 \* 1) / 8  
  
 t0 = abs(beta0) / sbs  
 t1 = abs(beta1) / sbs  
 t2 = abs(beta2) / sbs  
 t3 = abs(beta3) / sbs  
 t4 = abs(beta4) / sbs  
 t5 = abs(beta5) / sbs  
 t6 = abs(beta6) / sbs  
 t7 = abs(beta7) / sbs  
  
 f3 = f1 \* f2  
 ttabl = round(abs(t.ppf(q / 2, f3)), 4)  
  
 d = 8  
 **if** t0 < ttabl:  
 print(**"t0<ttabl, b0 не значимий"**)  
 b0 = 0  
 d = d - 1  
 **if** t1 < ttabl:  
 print(**"t1<ttabl, b1 не значимий"**)  
 b1 = 0  
 d = d - 1  
 **if** t2 < ttabl:  
 print(**"t2<ttabl, b2 не значимий"**)  
 b2 = 0  
 d = d - 1  
 **if** t3 < ttabl:  
 print(**"t3<ttabl, b3 не значимий"**)  
 b3 = 0  
 d = d - 1  
 **if** t4 < ttabl:  
 print(**"t4<ttabl, b4 не значимий"**)  
 b4 = 0  
 d = d - 1  
 **if** t5 < ttabl:  
 print(**"t5<ttabl, b5 не значимий"**)  
 b5 = 0  
 d = d - 1  
 **if** t6 < ttabl:  
 print(**"t6<ttabl, b6 не значимий"**)  
 b6 = 0  
 d = d - 1  
 **if** t7 < ttabl:  
 print(**"t7<ttabl, b7 не значимий"**)  
 b7 = 0  
 d = d - 1  
  
 yy1 = b0 + b1 \* x1min + b2 \* x2min + b3 \* x3min + b4 \* x1min \* x2min + b5 \* x1min \* x3min + b6 \* x2min \* x3min + b7 \* x1min \* x2min \* x3min  
 yy2 = b0 + b1 \* x1min + b2 \* x2min + b3 \* x3max + b4 \* x1min \* x2min + b5 \* x1min \* x3max + b6 \* x2min \* x3max + b7 \* x1min \* x2min \* x3max  
 yy3 = b0 + b1 \* x1min + b2 \* x2max + b3 \* x3min + b4 \* x1min \* x2max + b5 \* x1min \* x3min + b6 \* x2max \* x3min + b7 \* x1min \* x2max \* x3min  
 yy4 = b0 + b1 \* x1min + b2 \* x2max + b3 \* x3max + b4 \* x1min \* x2max + b5 \* x1min \* x3max + b6 \* x2max \* x3max + b7 \* x1min \* x2max \* x3max  
 yy5 = b0 + b1 \* x1max + b2 \* x2min + b3 \* x3min + b4 \* x1max \* x2min + b5 \* x1max \* x3min + b6 \* x2min \* x3min + b7 \* x1max \* x2min \* x3min  
 yy6 = b0 + b1 \* x1max + b2 \* x2min + b3 \* x3max + b4 \* x1max \* x2min + b5 \* x1max \* x3max + b6 \* x2min \* x3max + b7 \* x1max \* x2min \* x3max  
 yy7 = b0 + b1 \* x1max + b2 \* x2max + b3 \* x3min + b4 \* x1max \* x2max + b5 \* x1max \* x3min + b6 \* x2max \* x3min + b7 \* x1max \* x2min \* x3max  
 yy8 = b0 + b1 \* x1max + b2 \* x2max + b3 \* x3max + b4 \* x1max \* x2max + b5 \* x1max \* x3max + b6 \* x2max \* x3max + b7 \* x1max \* x2max \* x3max  
 print(**"Критерій Фішера"**)  
 print(d, **" значимих коефіцієнтів"**)  
 f4 = N - d  
 sad = ((yy1 - y1av1) \*\* 2 + (yy2 - y2av2) \*\* 2 + (yy3 - y3av3) \*\* 2 + (yy4 - y4av4) \*\* 2 + (yy5 - y5av5) \*\* 2 + (  
 yy6 - y6av6) \*\* 2 + (yy7 - y7av7) \*\* 2 + (yy8 - y8av8) \*\* 2) \* (m / (N - d))  
 Fp = sad / sb  
 print(**"Fp="**, round(Fp, 2))  
  
 Ft = round(abs(f.isf(q, f4, f3)), 4)  
  
 **if** Fp > Ft:  
 *# Ось тут переходимо до рівняння взаємодії коли не адекватно. Цикл While зупиниться лише тоді,  
 # коли рівняння буде адекватно оригіналу* print(**"Fp="**, round(Fp, 2), **">Ft"**, Ft, **"Рівняння неадекватно оригіналу"**)  
 print(**"-------------------"**)  
 m += 1  
 **else**:  
 print(**"Fp="**, round(Fp, 2), **"<Ft"**, Ft, **"Рівняння адекватно оригіналу"**)  
 **break  
  
 else**:  
 print(**"Дисперсія неоднорідна , збільшіть m"**)  
 m += 1

+---+----+----+----+-----+-----+-----+------+

| № | X1 | X2 | X3 | X12 | X13 | X23 | X123 |

+---+----+----+----+-----+-----+-----+------+

| 1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 | 1 | -1 |

| 2 | -1 | -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 |

| 3 | -1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 | 1 |

| 4 | -1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 |

| 5 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 | 1 |

| 6 | 1 | -1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 |

| 7 | 1 | 1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 |

| 8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

+---+----+----+----+-----+-----+-----+------+

+---+-----+----+-----+-------+------+-------+--------+-----+-----+-----+---------+---------+

| № | X1 | X2 | X3 | X12 | X13 | X23 | X123 | Y1 | Y2 | Y3 | Y | S^2 |

+---+-----+----+-----+-------+------+-------+--------+-----+-----+-----+---------+---------+

| 1 | -40 | 5 | -40 | -200 | 1600 | -200 | 8000 | 197 | 176 | 177 | 183.333 | 93.556 |

| 2 | -40 | 5 | -20 | -200 | 800 | -100 | 4000 | 180 | 203 | 212 | 198.333 | 181.556 |

| 3 | -40 | 40 | -40 | -1600 | 1600 | -1600 | 64000 | 179 | 176 | 203 | 186.0 | 146.0 |

| 4 | -40 | 40 | -20 | -1600 | 800 | -800 | 32000 | 175 | 208 | 181 | 188.0 | 206.0 |

| 5 | 20 | 5 | -40 | 100 | -800 | -200 | -4000 | 201 | 187 | 194 | 194.0 | 32.667 |

| 6 | 20 | 5 | -20 | 100 | -400 | -100 | -2000 | 194 | 177 | 196 | 189.0 | 72.667 |

| 7 | 20 | 40 | -40 | 800 | -800 | -1600 | -32000 | 176 | 209 | 195 | 193.333 | 182.889 |

| 8 | 20 | 40 | -20 | 800 | -400 | -800 | -16000 | 200 | 210 | 210 | 206.667 | 22.222 |

+---+-----+----+-----+-------+------+-------+--------+-----+-----+-----+---------+---------+

y=191.46+-0.63\*x1+0.464\*x2+0.027\*x3+0.028\*x1\*x2+-0.02\*x1\*x3+0.011\*x2\*x3+0.001\*x1\*x2\*x3

Gp =0.21972031287034846, Gt =0.5157

Дисперсія однорідна

Критерій Стьюдента

t1<ttabl, b1 не значимий

t2<ttabl, b2 не значимий

t3<ttabl, b3 не значимий

t4<ttabl, b4 не значимий

t5<ttabl, b5 не значимий

t6<ttabl, b6 не значимий

t7<ttabl, b7 не значимий

Критерій Фішера

1 значимих коефіцієнтів

Fp= 1.47

Fp= 1.47 <Ft 2.6572 Рівняння адекватно оригіналу