НаціональнийтехнічнийуніверситетУкраїни

«КиївськийполітехнічнийінститутіменіІгоряСікорського»

Факультет інформатики та обчислювальноїтехніки

Кафедра обчислювальноїтехніки

**Методи оптимізації та планування експерименту**

Лабораторна робота №5:

«ПРОВЕДЕННЯ ТРЬОХФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ З УРАХУВАННЯМ КВАДРАТИЧНИХ ЧЛЕНІВ(ЦЕНТРАЛЬНИЙ ОРТОГОНАЛЬНИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ ПЛАН)»

Виконав:

студент групи ІО-83

Веселовський Андрій

Залікова книжка № 8304

Перевірив Регіда П. Г.

Київ 2020р.

**Лабораторна робота №5**

**Тема:**ПРОВЕДЕННЯ ТРЬОХФАКТОРНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ПРИ ВИКОРИСТАННІ РІВНЯННЯ РЕГРЕСІЇ З УРАХУВАННЯМ КВАДРАТИЧНИХ ЧЛЕНІВ(ЦЕНТРАЛЬНИЙ ОРТОГОНАЛЬНИЙ КОМПОЗИЦІЙНИЙ ПЛАН).

**Мета:**провести трьохфакторний експеремент з урахуваннямквадратичнихчленів, використовуючи центральний ортогональний композиційний план. Знайти рівняннярегресії адекватнее об'єкту.

**Виконання:**

Варіант – 306.



1. Лістинг програми:
2. from numpy.linalg import solve  
   from math import fabs as fab  
   from math import sqrt  
   from \_pydecimal import Decimal  
   from scipy.stats import f, t  
     
     
   class Critical\_values:  
    @staticmethod  
    def get\_cohren\_value(size\_of\_selections, qty\_of\_selections, significance):  
    size\_of\_selections += 1  
    partResult1 = significance / (size\_of\_selections - 1)  
    params = [partResult1, qty\_of\_selections, (size\_of\_selections - 1 - 1) \* qty\_of\_selections]  
    fisher = f.isf(\*params)  
    result = fisher / (fisher + (size\_of\_selections - 1 - 1))  
    return Decimal(result).quantize(Decimal('.0001')).\_\_float\_\_()  
     
    @staticmethod  
    def get\_student\_value(f3, significance):  
    return Decimal(abs(t.ppf(significance / 2, f3))).quantize(Decimal('.0001')).\_\_float\_\_()  
     
    @staticmethod  
    def get\_fisher\_value(f3, f4, significance):  
    return Decimal(abs(f.isf(significance, f4, f3))).quantize(Decimal('.0001')).\_\_float\_\_()  
     
     
   def x(l1, l2, l3):  
    *"""Пошук зоряних точок"""* x\_1 = l1 \* delta\_x1 + x01  
    x\_2 = l2 \* delta\_x2 + x02  
    x\_3 = l3 \* delta\_x3 + x03  
    return [x\_1, x\_2, x\_3]  
     
     
   def generate\_y\_matrix():  
    *"""Генерує матрицю"""* from random import randrange  
    matrix\_with\_y = [[randrange(y\_min, y\_max) for y in range(m)] for x in range(N)]  
    return matrix\_with\_y  
     
     
   def find\_average(lst, orientation):  
    *"""Функція пошуку середнього значення по колонках або по рядках"""* average = []  
    if orientation == 1: # Середнє значення по рядку  
    for rows in range(len(lst)):  
    average.append(sum(lst[rows]) / len(lst[rows]))  
    else: # Середнє значення по колонкі  
    for column in range(len(lst[0])):  
    number\_lst = []  
    for rows in range(len(lst)):  
    number\_lst.append(lst[rows][column])  
    average.append(sum(number\_lst) / len(number\_lst))  
    return average  
     
     
   def a(first, second): # first = 1, second = 2 : пошук а12  
    *"""Пошук коефіцієнтів а"""* need\_a = 0  
    for j in range(N):  
    need\_a += matrix\_x[j][first - 1] \* matrix\_x[j][second - 1] / N  
    return need\_a  
     
     
   def find\_right(number):  
    *"""Пошук коефіціентів а1, а2, ..."""* need\_a = 0  
    for j in range(N):  
    need\_a += average\_y[j] \* matrix\_x[j][number - 1] / 15  
    return need\_a  
     
     
   def check\_result(b\_lst, k):  
    *"""Перевірка знайдених коефіціентів"""* y\_i = b\_lst[0] + b\_lst[1] \* matrix[k][0] + b\_lst[2] \* matrix[k][1] + b\_lst[3] \* matrix[k][2] + \  
    b\_lst[4] \* matrix[k][3] + b\_lst[5] \* matrix[k][4] + b\_lst[6] \* matrix[k][5] + b\_lst[7] \* matrix[k][6] + \  
    b\_lst[8] \* matrix[k][7] + b\_lst[9] \* matrix[k][8] + b\_lst[10] \* matrix[k][9]  
    return y\_i  
     
     
   def student\_test(b\_lst, number\_x=10):  
    *"""Критерій Стьюдента"""* dispersion\_b = sqrt(dispersion\_b2)  
    for column in range(number\_x):  
    t\_practice = 0  
    t\_theoretical = Critical\_values.get\_student\_value(f3, q)  
    for row in range(N):  
    if column == 0:  
    t\_practice += average\_y[row] / N  
    else:  
    t\_practice += average\_y[row] \* matrix\_pfe[row][column - 1]  
    if fab(t\_practice / dispersion\_b) < t\_theoretical:  
    b\_lst[column] = 0  
    return b\_lst  
     
     
   def fisher\_test():  
    *"""Критерій Фішера"""* dispersion\_ad = 0  
    f4 = N - d  
    for row in range(len(average\_y)):  
    dispersion\_ad += (m \* (average\_y[row] - check\_result(student\_lst, row))) / (N - d)  
    F\_practice = dispersion\_ad / dispersion\_b2  
    F\_theoretical = Critical\_values.get\_fisher\_value(f3, f4, q)  
    return F\_practice < F\_theoretical  
     
     
   # Початкові дані  
   m, d = 3, 0  
   N = 15  
   p = 0.95  
     
   x1\_min, x1\_max = -1, 2  
   x2\_min, x2\_max = -9, 5  
   x3\_min, x3\_max = -10, 7  
   x01 = (x1\_max + x1\_min) / 2  
   x02 = (x2\_max + x2\_min) / 2  
   x03 = (x3\_max + x3\_min) / 2  
   delta\_x1 = x1\_max - x01  
   delta\_x2 = x2\_max - x02  
   delta\_x3 = x3\_max - x03  
   y\_min = 200 + int((x1\_min + x2\_min + x3\_min) / 3)  
   y\_max = 200 + int((x1\_max + x2\_max + x3\_max) / 3)  
     
   matrix\_pfe = [  
    [-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],  
    [-1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],  
    [+1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],  
    [0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],  
    [0, +1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],  
    [0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],  
    [0, 0, +1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],  
    [0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]  
   ]  
   # Генеруєм матрицю ПЕ із натуралізованих значень  
   matrix\_x = [[] for x in range(N)]  
   for i in range(len(matrix\_x)):  
    if i < 8:  
    x1 = x1\_min if matrix\_pfe[i][0] == -1 else x1\_max  
    x2 = x2\_min if matrix\_pfe[i][1] == -1 else x2\_max  
    x3 = x3\_min if matrix\_pfe[i][2] == -1 else x3\_max  
    else:  
    x\_lst = x(matrix\_pfe[i][0], matrix\_pfe[i][1], matrix\_pfe[i][2])  
    x1, x2, x3 = x\_lst  
    matrix\_x[i] = [x1, x2, x3, x1 \* x2, x1 \* x3, x2 \* x3, x1 \* x2 \* x3, x1 \*\* 2, x2 \*\* 2, x3 \*\* 2]  
     
   matrix\_y = generate\_y\_matrix()  
   average\_x = find\_average(matrix\_x, 0) # Середні х по колонкам  
   average\_y = find\_average(matrix\_y, 1) # Середні у по рядкам  
   matrix = [(matrix\_x[i] + matrix\_y[i]) for i in range(N)]  
   mx\_i = average\_x # Список середніх значень колонок [Mx1, Mx2, ...]  
   my = sum(average\_y) / 15  
     
   left = [  
    [1, mx\_i[0], mx\_i[1], mx\_i[2], mx\_i[3], mx\_i[4], mx\_i[5], mx\_i[6], mx\_i[7], mx\_i[8], mx\_i[9]],  
    [mx\_i[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\_i[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\_i[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\_i[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\_i[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\_i[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\_i[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\_i[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\_i[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\_i[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)]  
   ]  
   right = [my, find\_right(1), find\_right(2), find\_right(3), find\_right(4), find\_right(5), find\_right(6), find\_right(7),  
    find\_right(8), find\_right(9), find\_right(10)]  
     
   beta = solve(left, right)  
   print("\tОтримане 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\n\tПеревірка"  
    .format(beta[0], beta[1], beta[2], beta[3], beta[4], beta[5], beta[6], beta[7], beta[8], beta[9], beta[10]))  
   for i in range(N):  
    print("ŷ{} = {:.3f} ≈ {:.3f}".format((i + 1), check\_result(beta, i), average\_y[i]))  
     
   cohren = False  
   while not cohren:  
    dispersion\_y = [0.0 for x in range(N)]  
    for i in range(N):  
    dispersion\_i = 0  
    for j in range(m):  
    dispersion\_i += (matrix\_y[i][j] - average\_y[i]) \*\* 2  
    dispersion\_y.append(dispersion\_i / (m - 1))  
    f1 = m - 1  
    f2 = N  
    f3 = f1 \* f2  
    q = 1 - p  
    Gp = max(dispersion\_y) / sum(dispersion\_y)  
    print("\tКритерій Кохрена")  
    Gt = Critical\_values.get\_cohren\_value(f2, f1, q)  
    if Gt > Gp or m >= 25:  
    print("\t\tДисперсія однорідна при рівні значимості {:.2f}!\n\tЗбільшувати m не потрібно.".format(q))  
    cohren = True  
    else:  
    print("\t\tДисперсія не однорідна при рівні значимості {:.2f}!".format(q))  
    m += 1  
    if m == 25:  
    exit()  
     
   dispersion\_b2 = sum(dispersion\_y) / (N \* N \* m)  
   student\_lst = list(student\_test(beta))  
   print("\tОтримане рівняння регресії з урахуванням критерія Стьюдента")  
   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\n\tПеревірка"  
    .format(student\_lst[0], student\_lst[1], student\_lst[2], student\_lst[3], student\_lst[4], student\_lst[5],  
    student\_lst[6], student\_lst[7], student\_lst[8], student\_lst[9], student\_lst[10]))  
   for i in range(N):  
    print("ŷ{} = {:.3f} ≈ {:.3f}".format((i + 1), check\_result(student\_lst, i), average\_y[i]))  
     
   print("\tКритерій Фішера")  
   d = 11 - student\_lst.count(0)  
   if fisher\_test():  
    print("\t\tРівняння регресії адекватне стосовно оригіналу")  
   else:  
    print("\t\tРівняння регресії неадекватне стосовно оригіналу")
3. Результат виконання роботи програми:

Отримане рівняння регресії  
199.177 + 0.910 \* X1 + 0.014 \* X2 + 0.047 \* X3 + -0.032 \* Х1X2 + 0.020 \* Х1X3 + -0.006 \* Х2X3+ 0.000 \* Х1Х2X3 + -0.357 \* X11^2 + -0.012 \* X22^2 + 0.014 \* X33^2 = ŷ  
Перевірка  
ŷ1 = 197.162 ≈ 197.000  
ŷ2 = 197.767 ≈ 197.667  
ŷ3 = 199.247 ≈ 199.667  
ŷ4 = 198.520 ≈ 199.000  
ŷ5 = 199.090 ≈ 198.667  
ŷ6 = 200.695 ≈ 200.333  
ŷ7 = 199.842 ≈ 200.000  
ŷ8 = 200.114 ≈ 200.333  
ŷ9 = 197.175 ≈ 196.667  
ŷ10 = 199.315 ≈ 199.667  
ŷ11 = 198.121 ≈ 199.000  
ŷ12 = 199.035 ≈ 198.000  
ŷ13 = 200.645 ≈ 200.667  
ŷ14 = 201.178 ≈ 201.000  
ŷ15 = 199.429 ≈ 199.667  
Критерій Кохрена  
Дисперсія однорідна при рівні значимості 0.05!  
Збільшувати m не потрібно.  
Отримане рівняння регресії з урахуванням критерія Стьюдента  
199.177 + 0.910 \* X1 + 0.014 \* X2 + 0.047 \* X3 + -0.032 \* Х1X2 + 0.020 \* Х1X3 + -0.006 \* Х2X3+ 0.000 \* Х1Х2X3 + -0.357 \* X11^2 + -0.012 \* X22^2 + 0.014 \* X33^2 = ŷ  
Перевірка  
ŷ1 = 197.162 ≈ 197.000  
ŷ2 = 197.767 ≈ 197.667  
ŷ3 = 199.247 ≈ 199.667  
ŷ4 = 198.520 ≈ 199.000  
ŷ5 = 199.090 ≈ 198.667  
ŷ6 = 200.695 ≈ 200.333  
ŷ7 = 199.842 ≈ 200.000  
ŷ8 = 200.114 ≈ 200.333  
ŷ9 = 197.175 ≈ 196.667  
ŷ10 = 199.315 ≈ 199.667  
ŷ11 = 198.121 ≈ 199.000  
ŷ12 = 199.035 ≈ 198.000  
ŷ13 = 200.645 ≈ 200.667  
ŷ14 = 201.178 ≈ 201.000  
ŷ15 = 199.429 ≈ 199.667

Критерій Фішера  
Рівняння регресії адекватне стосовно оригіналу

**Висновок:**Отже, у ході виконання лабораторної роботи № 5 провели трьохфакторний експеримент при використанні рівняння з урахуванням квадратичних членів. 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!