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 ІВ-92

Копайло Ярослав

Залікова книжка № 9213

Перевірив Регіда П. Г.

Київ 2021р.

**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 – 211.



1. Лістинг програми:

import random as r  
import numpy as np  
import pprint  
from scipy.stats import t**,** f  
import sklearn.linear\_model as lm  
from functools import partial  
  
  
  
x\_range = [[-**6, 10**]**,** [-**3, 5**]**,** [-**4, 9**]]  
x\_sered\_max = sum([x[**1**] for x in x\_range])/**3**x\_sered\_min = sum([x[**0**] for x in x\_range])/**3**x01 = (x\_range[**0**][**1**] - x\_range[**0**][**0**]) / **2**x02 = (x\_range[**1**][**1**] - x\_range[**1**][**0**]) / **2**x03 = (x\_range[**2**][**1**] - x\_range[**2**][**0**]) / **2**delta\_x1 = x\_range[**0**][**1**] - x01  
delta\_x2 = x\_range[**1**][**1**] - x02  
delta\_x3 = x\_range[**2**][**1**] - x03  
  
y\_max = **200** + x\_sered\_max  
y\_min = **200** + x\_sered\_min  
  
def create\_plan\_matrix(n**,** m):  
 y = np.zeros(shape=(n**,** m))  
 for i in range(n):  
 for j in range(m):  
 y[i][j] = r.randint(int(y\_min)**,** int(y\_max))  
 x\_matrix\_norm = [  
 [**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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1**]**,** [**1,** -**1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0**]**,** [**1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0**]**,** [**1, 0,** -**1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0**]**,** [**1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0**]**,** [**1, 0, 0,** -**1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623**]**,** [**1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623**]**,** [**1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0**]  
 ]  
 print('Нормована матриця:')  
 pprint.pprint(x\_matrix\_norm)  
  
 x\_matrix = [[] for x in range(n)]  
 for i in range(len(x\_matrix)):  
 if i < **8**:  
 x1 = x\_range[**0**][**0**] if x\_matrix\_norm[i][**1**] == -**1** else x\_range[**0**][**1**]  
 x2 = x\_range[**1**][**0**] if x\_matrix\_norm[i][**2**] == -**1** else x\_range[**1**][**1**]  
 x3 = x\_range[**2**][**0**] if x\_matrix\_norm[i][**3**] == -**1** else x\_range[**2**][**1**]  
 else:  
 x1 = x\_matrix\_norm[i][**1**] \* delta\_x1 + x01  
 x2 = x\_matrix\_norm[i][**2**] \* delta\_x2 + x02  
 x3 = x\_matrix\_norm[i][**3**] \* delta\_x3 + x03  
 x\_matrix[i] = [**1,** float(format(x1**,** '.2f'))**,** float(format(x2**,** '.2f'))**,** float(format(x3**,** '.2f'))**,** float(format(x1 \* x2**,** '.2f'))**,** float(format(x1 \* x3**,** '.2f'))**,** float(format(x2 \* x3**,** '.2f'))**,** float(format(x1 \* x2 \* x3**,** '.2f'))**,** float(format(x1 \*\* **2,** '.2f'))**,** float(format(x2 \*\* **2,** '.2f'))**,** float(format(x3 \*\* **2,** '.2f'))]  
 print('Натуралізована матриця: ')  
 pprint.pprint(x\_matrix)  
  
 print('Y :')  
 pprint.pprint(y)  
  
 y\_avr = np.zeros(n)  
 for i in range(len(y)):  
 for j in range(len(y[**0**])):  
 y\_avr[i] += y[i][j]/ m  
 return [x\_matrix\_norm**,** x\_matrix**,** y**,** y\_avr]  
  
def find\_coefs(x**,** y):  
 skm = lm.LinearRegression(fit\_intercept=False) # знаходимо коефіцієнти рівняння регресії  
 skm.fit(x**,** y)  
 B = skm.coef\_  
 print('Коефіціенти: ')  
 print(B)  
 return B  
  
def perevirka(x**,** y**,** b):  
 y\_pract = np.zeros(len(y))  
 for i in range(len(x)):  
 for j in range(len(x[**0**])):  
 y\_pract[i] += b[j] \* x[i][j]  
 print("\nПеревірка:")  
 print("\ny - real :" **,** y)  
 print('\ny - found:'**,** y\_pract)  
  
  
def get\_new\_y(x**,** b):  
 y\_pract = np.zeros(len(y))  
 for i in range(len(x)):  
 for j in range(len(x[**0**])):  
 y\_pract[i] += b[j] \* x[i][j]  
 return y\_pract  
  
def get\_cohren\_critical(prob**,** f1**,** f2):  
 f\_crit = f.isf((**1** - prob) / f2**,** f1**,** (f2 - **1**) \* f1)  
 return f\_crit / (f\_crit + f2 - **1**)  
  
def cohren\_crit(y**,** n**,** m):  
 y\_var = [np.var(i) for i in y]  
 Gp = max(y\_var)/sum(y\_var)  
 Gt = get\_cohren\_critical(**0.95,** m-**1,** n)  
 if(Gp < Gt):  
 print("\nДисперсії однорідні")  
 return True  
 else:  
 print("\nДисперсії не однорідні")  
 return False  
  
fisher\_teor = partial(f.ppf**,** q=**1** - **0.05**)  
  
student\_teor = partial(t.ppf**,** q=**1** - **0.025**)  
  
def kriteriy\_studenta(x**,** y**,** y\_aver**,** n**,** m**,** B):  
 d = **0** y\_var = [np.var(i) for i in y]  
 s\_kv\_aver = sum(y\_var) / n  
 s\_aver = (s\_kv\_aver/(n \* m))\*\* **0.5** b = np.zeros(len(x[**0**]))  
 for i in range(len(x[**0**])):  
 for j in range(len(y\_aver)):  
 b[i] += y\_aver[j] \* x[j][i] / n  
 ts = []  
 for bi in b:  
 ts.append(bi/s\_aver)  
 Stud\_teor = student\_teor(df = (m-**1**) \* n)  
 for i in range(len(ts)):  
 if ts[i] < Stud\_teor:  
 B[i] = **0** else:  
 d += **1** print("\nКоефіціенти після перевірки нуль гіпотези: ")  
 print(B)  
 return [B**,** d]  
  
def kriteriy\_fishera(m**,** n**,** d**,** new\_y\_pract**,** y\_avr**,** y):  
 f4 = n - d  
 f3 = (m-**1**)\*n  
 y\_var = [np.var(i) for i in y]  
 Sa = (sum(y\_var)/ n)  
 Sad = m/(n-d)\* sum([(new\_y\_pract[i] - y\_avr[i])\*\***2** for i in range(len(y\_avr))])  
 pract = Sad/Sa  
 teor = fisher\_teor(dfn= f4**,** dfd=f3)  
 if pract > teor:  
 print("\nПрактичне значення:" **,** pract)  
 print("Теоретичне значення:" **,** teor)  
 print("\nРівняння регресії неадекватне")  
 return [False**,** False]  
 else:  
 print("\nРівняння регресії адекватне")  
 return [True**,** True]  
  
  
  
  
if \_\_name\_\_ == "\_\_main\_\_":  
 odnorid = False  
 adekvat = False  
 n = **15** m = **3** #поки не адекватно починаемо знову  
 while not adekvat:  
 #поки не однорідно починаемо знову  
 while not odnorid:  
 x\_matrix\_norm**,** x\_matrix**,** y**,** y\_avr = create\_plan\_matrix(n**,** m)  
 #однорідність перевіряется за критеріем кохрена  
 odnorid = cohren\_crit(y**,** n**,** m)  
 # якщо не однорідне збільшуемо m і почиаемо знову  
 if odnorid == False:  
 m+=**1** B = find\_coefs(x\_matrix**,** y\_avr)  
 perevirka(x\_matrix**,** y\_avr**,** B)  
 new\_B**,** d = kriteriy\_studenta(x\_matrix\_norm**,** y**,** y\_avr**,** n**,** m**,** B)  
 new\_y\_pract = get\_new\_y(x\_matrix**,** new\_B)  
 # адекватність перевіряемо за критеріем фішера. приймае значення True або False  
 adekvat**,** odnorid = kriteriy\_fishera(m**,** n**, 4,** new\_y\_pract**,** y\_avr**,** y)

1. Результат виконання роботи програми:

Нормована матриця:

[[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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],

[1, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]

Натуралізована матриця:

[[1, -6.0, -3.0, -4.0, 18.0, 24.0, 12.0, -72.0, 36.0, 9.0, 16.0],

[1, -6.0, -3.0, 9.0, 18.0, -54.0, -27.0, 162.0, 36.0, 9.0, 81.0],

[1, -6.0, 5.0, -4.0, -30.0, 24.0, -20.0, 120.0, 36.0, 25.0, 16.0],

[1, -6.0, 5.0, 9.0, -30.0, -54.0, 45.0, -270.0, 36.0, 25.0, 81.0],

[1, 10.0, -3.0, -4.0, -30.0, -40.0, 12.0, 120.0, 100.0, 9.0, 16.0],

[1, 10.0, -3.0, 9.0, -30.0, 90.0, -27.0, -270.0, 100.0, 9.0, 81.0],

[1, 10.0, 5.0, -4.0, 50.0, -40.0, -20.0, -200.0, 100.0, 25.0, 16.0],

[1, 10.0, 5.0, 9.0, 50.0, 90.0, 45.0, 450.0, 100.0, 25.0, 81.0],

[1, 5.57, 4.0, 6.5, 22.28, 36.2, 26.0, 144.82, 31.02, 16.0, 42.25],

[1, 10.43, 4.0, 6.5, 41.72, 67.8, 26.0, 271.18, 108.78, 16.0, 42.25],

[1, 8.0, 2.79, 6.5, 22.28, 52.0, 18.1, 144.82, 64.0, 7.76, 42.25],

[1, 8.0, 5.21, 6.5, 41.72, 52.0, 33.9, 271.18, 64.0, 27.2, 42.25],

[1, 8.0, 4.0, 3.46, 32.0, 27.7, 13.85, 110.8, 64.0, 16.0, 11.99],

[1, 8.0, 4.0, 9.54, 32.0, 76.3, 38.15, 305.2, 64.0, 16.0, 90.96],

[1, 8.0, 4.0, 6.5, 32.0, 52.0, 26.0, 208.0, 64.0, 16.0, 42.25]]

Y :

array([[204., 208., 203.],

[207., 203., 202.],

[206., 206., 208.],

[207., 200., 204.],

[197., 203., 197.],

[199., 208., 195.],

[202., 197., 202.],

[195., 195., 206.],

[207., 198., 196.],

[208., 208., 195.],

[206., 202., 195.],

[208., 201., 200.],

[204., 200., 203.],

[195., 201., 201.],

[203., 196., 200.]])

Дисперсії однорідні

Коефіціенти:

[ 2.02223739e+02 -5.54579572e-01 -1.79557848e-04 4.18070478e-01

-2.10841758e-03 1.31297823e-02 -1.87005288e-02 -5.26657172e-05

5.62943728e-02 5.97175345e-02 -9.43329962e-02]

Перевірка:

y - real : [205. 204. 206.66666667 203.66666667 199.

200.66666667 200.33333333 198.66666667 200.33333333 203.66666667

201. 203. 202.33333333 199. 199.66666667]

y - found: [204.99074939 203.98689467 206.63430263 203.71845632 198.97110226

200.73110567 200.3717429 200.13211896 200.5021154 202.55156776

200.87440498 201.69176849 202.69156382 197.95740197 201.19470478]

Коефіціенти після перевірки нуль гіпотези:

[ 2.02223739e+02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

5.62943728e-02 5.97175345e-02 -9.43329962e-02]

Практичне значення: 4.895214272552478

Теоретичне значення: 2.125558760875511

Рівняння регресії неадекватне

Нормована матриця:

[[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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],

[1, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]

Натуралізована матриця:

[[1, -6.0, -3.0, -4.0, 18.0, 24.0, 12.0, -72.0, 36.0, 9.0, 16.0],

[1, -6.0, -3.0, 9.0, 18.0, -54.0, -27.0, 162.0, 36.0, 9.0, 81.0],

[1, -6.0, 5.0, -4.0, -30.0, 24.0, -20.0, 120.0, 36.0, 25.0, 16.0],

[1, -6.0, 5.0, 9.0, -30.0, -54.0, 45.0, -270.0, 36.0, 25.0, 81.0],

[1, 10.0, -3.0, -4.0, -30.0, -40.0, 12.0, 120.0, 100.0, 9.0, 16.0],

[1, 10.0, -3.0, 9.0, -30.0, 90.0, -27.0, -270.0, 100.0, 9.0, 81.0],

[1, 10.0, 5.0, -4.0, 50.0, -40.0, -20.0, -200.0, 100.0, 25.0, 16.0],

[1, 10.0, 5.0, 9.0, 50.0, 90.0, 45.0, 450.0, 100.0, 25.0, 81.0],

[1, 5.57, 4.0, 6.5, 22.28, 36.2, 26.0, 144.82, 31.02, 16.0, 42.25],

[1, 10.43, 4.0, 6.5, 41.72, 67.8, 26.0, 271.18, 108.78, 16.0, 42.25],

[1, 8.0, 2.79, 6.5, 22.28, 52.0, 18.1, 144.82, 64.0, 7.76, 42.25],

[1, 8.0, 5.21, 6.5, 41.72, 52.0, 33.9, 271.18, 64.0, 27.2, 42.25],

[1, 8.0, 4.0, 3.46, 32.0, 27.7, 13.85, 110.8, 64.0, 16.0, 11.99],

[1, 8.0, 4.0, 9.54, 32.0, 76.3, 38.15, 305.2, 64.0, 16.0, 90.96],

[1, 8.0, 4.0, 6.5, 32.0, 52.0, 26.0, 208.0, 64.0, 16.0, 42.25]]

Y :

array([[197., 207., 203.],

[203., 205., 197.],

[202., 195., 203.],

[203., 208., 200.],

[203., 200., 207.],

[195., 200., 198.],

[198., 197., 201.],

[202., 204., 203.],

[199., 195., 196.],

[205., 200., 196.],

[201., 206., 204.],

[195., 205., 197.],

[197., 206., 198.],

[196., 208., 196.],

[198., 205., 200.]])

Дисперсії однорідні

Коефіціенти:

[ 1.99953523e+02 -3.77929896e-01 2.84771824e-01 -4.09487154e-02

-8.03847262e-03 -1.60699962e-02 5.62709433e-02 2.68777063e-03

8.06387202e-02 -2.31914803e-01 2.79387983e-03]

Перевірка:

y - real : [202.33333333 201.66666667 200. 203.66666667 203.33333333

197.66666667 198.66666667 203. 196.66666667 200.33333333

203.66666667 199. 200.33333333 200. 201. ]

y - found: [202.34240408 201.67950421 200.01117027 203.52327964 203.38678224

197.70415429 198.65048538 201.61531699 198.72164835 202.83092285

201.33070138 198.58386511 199.78601609 200.8665653 200.30051715]

Коефіціенти після перевірки нуль гіпотези:

[ 1.99953523e+02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

8.06387202e-02 -2.31914803e-01 2.79387983e-03]

Практичне значення: 4.392660431399579

Теоретичне значення: 2.125558760875511

Рівняння регресії неадекватне

Нормована матриця:

[[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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],

[1, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]

Натуралізована матриця:

[[1, -6.0, -3.0, -4.0, 18.0, 24.0, 12.0, -72.0, 36.0, 9.0, 16.0],

[1, -6.0, -3.0, 9.0, 18.0, -54.0, -27.0, 162.0, 36.0, 9.0, 81.0],

[1, -6.0, 5.0, -4.0, -30.0, 24.0, -20.0, 120.0, 36.0, 25.0, 16.0],

[1, -6.0, 5.0, 9.0, -30.0, -54.0, 45.0, -270.0, 36.0, 25.0, 81.0],

[1, 10.0, -3.0, -4.0, -30.0, -40.0, 12.0, 120.0, 100.0, 9.0, 16.0],

[1, 10.0, -3.0, 9.0, -30.0, 90.0, -27.0, -270.0, 100.0, 9.0, 81.0],

[1, 10.0, 5.0, -4.0, 50.0, -40.0, -20.0, -200.0, 100.0, 25.0, 16.0],

[1, 10.0, 5.0, 9.0, 50.0, 90.0, 45.0, 450.0, 100.0, 25.0, 81.0],

[1, 5.57, 4.0, 6.5, 22.28, 36.2, 26.0, 144.82, 31.02, 16.0, 42.25],

[1, 10.43, 4.0, 6.5, 41.72, 67.8, 26.0, 271.18, 108.78, 16.0, 42.25],

[1, 8.0, 2.79, 6.5, 22.28, 52.0, 18.1, 144.82, 64.0, 7.76, 42.25],

[1, 8.0, 5.21, 6.5, 41.72, 52.0, 33.9, 271.18, 64.0, 27.2, 42.25],

[1, 8.0, 4.0, 3.46, 32.0, 27.7, 13.85, 110.8, 64.0, 16.0, 11.99],

[1, 8.0, 4.0, 9.54, 32.0, 76.3, 38.15, 305.2, 64.0, 16.0, 90.96],

[1, 8.0, 4.0, 6.5, 32.0, 52.0, 26.0, 208.0, 64.0, 16.0, 42.25]]

Y :

array([[198., 202., 196.],

[202., 195., 206.],

[201., 201., 200.],

[199., 198., 203.],

[208., 195., 202.],

[206., 195., 203.],

[204., 208., 204.],

[198., 203., 196.],

[202., 201., 206.],

[201., 200., 204.],

[204., 201., 206.],

[197., 200., 198.],

[200., 201., 198.],

[201., 202., 206.],

[207., 205., 200.]])

Дисперсії однорідні

Коефіціенти:

[ 2.04985365e+02 2.59319869e-01 9.31141115e-01 -4.22719700e-01

6.19236661e-03 -1.70223144e-02 -3.69114481e-02 -1.47882745e-03

-2.64016038e-02 -3.79418398e-01 8.33033521e-02]

Перевірка:

y - real : [198.66666667 201. 200.66666667 200. 201.66666667

201.33333333 205.33333333 199. 203. 201.66666667

203.66666667 198.33333333 199.66666667 203. 204. ]

y - found: [198.66099663 201.00159978 200.63942905 200.06402993 201.62867154

201.35142164 205.15688655 199.50286549 202.38445411 200.9873698

204.16625122 198.39403315 201.61184823 203.60846145 201.84168142]

Коефіціенти після перевірки нуль гіпотези:

[ 2.04985365e+02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

-2.64016038e-02 -3.79418398e-01 8.33033521e-02]

Практичне значення: 8.28059362605791

Теоретичне значення: 2.125558760875511

Рівняння регресії неадекватне

Нормована матриця:

[[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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],

[1, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]

Натуралізована матриця:

[[1, -6.0, -3.0, -4.0, 18.0, 24.0, 12.0, -72.0, 36.0, 9.0, 16.0],

[1, -6.0, -3.0, 9.0, 18.0, -54.0, -27.0, 162.0, 36.0, 9.0, 81.0],

[1, -6.0, 5.0, -4.0, -30.0, 24.0, -20.0, 120.0, 36.0, 25.0, 16.0],

[1, -6.0, 5.0, 9.0, -30.0, -54.0, 45.0, -270.0, 36.0, 25.0, 81.0],

[1, 10.0, -3.0, -4.0, -30.0, -40.0, 12.0, 120.0, 100.0, 9.0, 16.0],

[1, 10.0, -3.0, 9.0, -30.0, 90.0, -27.0, -270.0, 100.0, 9.0, 81.0],

[1, 10.0, 5.0, -4.0, 50.0, -40.0, -20.0, -200.0, 100.0, 25.0, 16.0],

[1, 10.0, 5.0, 9.0, 50.0, 90.0, 45.0, 450.0, 100.0, 25.0, 81.0],

[1, 5.57, 4.0, 6.5, 22.28, 36.2, 26.0, 144.82, 31.02, 16.0, 42.25],

[1, 10.43, 4.0, 6.5, 41.72, 67.8, 26.0, 271.18, 108.78, 16.0, 42.25],

[1, 8.0, 2.79, 6.5, 22.28, 52.0, 18.1, 144.82, 64.0, 7.76, 42.25],

[1, 8.0, 5.21, 6.5, 41.72, 52.0, 33.9, 271.18, 64.0, 27.2, 42.25],

[1, 8.0, 4.0, 3.46, 32.0, 27.7, 13.85, 110.8, 64.0, 16.0, 11.99],

[1, 8.0, 4.0, 9.54, 32.0, 76.3, 38.15, 305.2, 64.0, 16.0, 90.96],

[1, 8.0, 4.0, 6.5, 32.0, 52.0, 26.0, 208.0, 64.0, 16.0, 42.25]]

Y :

array([[204., 196., 205.],

[200., 202., 196.],

[199., 197., 199.],

[206., 196., 206.],

[201., 199., 204.],

[207., 207., 195.],

[196., 201., 198.],

[201., 206., 203.],

[200., 199., 206.],

[205., 200., 200.],

[200., 197., 195.],

[201., 204., 196.],

[200., 197., 206.],

[200., 201., 201.],

[200., 202., 208.]])

Дисперсії однорідні

Коефіціенти:

[ 1.97991162e+02 -2.09166098e-02 -5.77129519e-01 2.18991313e-01

-6.58228892e-03 1.16891577e-02 5.01267795e-02 -2.32308876e-03

1.36288407e-02 1.90396610e-01 -2.73201339e-02]

Перевірка:

y - real : [201.66666667 199.33333333 198.33333333 202.66666667 201.33333333

203. 198.33333333 203.33333333 201.66666667 201.66666667

197.33333333 200.33333333 201. 200.66666667 203.33333333]

y - found: [201.67001244 199.33078934 198.36518193 202.68875129 201.32940322

202.8711323 198.37146118 202.71036302 200.54777888 201.453775

199.86457647 202.53973106 200.41405776 200.92261933 200.92036678]

Коефіціенти після перевірки нуль гіпотези:

[ 1.97991162e+02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

1.36288407e-02 1.90396610e-01 -2.73201339e-02]

Практичне значення: 2.7096949627123172

Теоретичне значення: 2.125558760875511

Рівняння регресії неадекватне

Нормована матриця:

[[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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],

[1, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]

Натуралізована матриця:

[[1, -6.0, -3.0, -4.0, 18.0, 24.0, 12.0, -72.0, 36.0, 9.0, 16.0],

[1, -6.0, -3.0, 9.0, 18.0, -54.0, -27.0, 162.0, 36.0, 9.0, 81.0],

[1, -6.0, 5.0, -4.0, -30.0, 24.0, -20.0, 120.0, 36.0, 25.0, 16.0],

[1, -6.0, 5.0, 9.0, -30.0, -54.0, 45.0, -270.0, 36.0, 25.0, 81.0],

[1, 10.0, -3.0, -4.0, -30.0, -40.0, 12.0, 120.0, 100.0, 9.0, 16.0],

[1, 10.0, -3.0, 9.0, -30.0, 90.0, -27.0, -270.0, 100.0, 9.0, 81.0],

[1, 10.0, 5.0, -4.0, 50.0, -40.0, -20.0, -200.0, 100.0, 25.0, 16.0],

[1, 10.0, 5.0, 9.0, 50.0, 90.0, 45.0, 450.0, 100.0, 25.0, 81.0],

[1, 5.57, 4.0, 6.5, 22.28, 36.2, 26.0, 144.82, 31.02, 16.0, 42.25],

[1, 10.43, 4.0, 6.5, 41.72, 67.8, 26.0, 271.18, 108.78, 16.0, 42.25],

[1, 8.0, 2.79, 6.5, 22.28, 52.0, 18.1, 144.82, 64.0, 7.76, 42.25],

[1, 8.0, 5.21, 6.5, 41.72, 52.0, 33.9, 271.18, 64.0, 27.2, 42.25],

[1, 8.0, 4.0, 3.46, 32.0, 27.7, 13.85, 110.8, 64.0, 16.0, 11.99],

[1, 8.0, 4.0, 9.54, 32.0, 76.3, 38.15, 305.2, 64.0, 16.0, 90.96],

[1, 8.0, 4.0, 6.5, 32.0, 52.0, 26.0, 208.0, 64.0, 16.0, 42.25]]

Y :

array([[207., 195., 197.],

[197., 197., 196.],

[197., 199., 202.],

[205., 198., 206.],

[196., 206., 201.],

[201., 196., 206.],

[195., 208., 202.],

[201., 196., 202.],

[196., 203., 206.],

[200., 201., 208.],

[206., 207., 196.],

[198., 196., 204.],

[204., 203., 207.],

[196., 196., 206.],

[196., 202., 196.]])

Дисперсії однорідні

Коефіціенти:

[ 2.02309777e+02 -9.17923790e-02 5.24244213e-01 2.48668045e-01

-1.44426254e-02 -3.01876083e-03 2.94349829e-02 -5.68681187e-03

4.74168524e-02 -1.97012255e-01 -6.13864616e-02]

Перевірка:

y - real : [199.66666667 196.66666667 199.33333333 203. 201.

201. 201.66666667 199.66666667 201.66666667 203.

203. 199.33333333 204.66666667 199.33333333 198. ]

y - found: [199.67509176 196.67444137 199.37630807 202.98546652 201.03567109

200.95568905 201.79987903 198.86685087 200.74759347 202.89387392

202.79715848 199.70163378 202.9110567 199.03831162 201.54097427]

Коефіціенти після перевірки нуль гіпотези:

[ 2.02309777e+02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

4.74168524e-02 -1.97012255e-01 -6.13864616e-02]

Практичне значення: 2.755588930245035

Теоретичне значення: 2.125558760875511

Рівняння регресії неадекватне

Нормована матриця:

[[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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],

[1, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]

Натуралізована матриця:

[[1, -6.0, -3.0, -4.0, 18.0, 24.0, 12.0, -72.0, 36.0, 9.0, 16.0],

[1, -6.0, -3.0, 9.0, 18.0, -54.0, -27.0, 162.0, 36.0, 9.0, 81.0],

[1, -6.0, 5.0, -4.0, -30.0, 24.0, -20.0, 120.0, 36.0, 25.0, 16.0],

[1, -6.0, 5.0, 9.0, -30.0, -54.0, 45.0, -270.0, 36.0, 25.0, 81.0],

[1, 10.0, -3.0, -4.0, -30.0, -40.0, 12.0, 120.0, 100.0, 9.0, 16.0],

[1, 10.0, -3.0, 9.0, -30.0, 90.0, -27.0, -270.0, 100.0, 9.0, 81.0],

[1, 10.0, 5.0, -4.0, 50.0, -40.0, -20.0, -200.0, 100.0, 25.0, 16.0],

[1, 10.0, 5.0, 9.0, 50.0, 90.0, 45.0, 450.0, 100.0, 25.0, 81.0],

[1, 5.57, 4.0, 6.5, 22.28, 36.2, 26.0, 144.82, 31.02, 16.0, 42.25],

[1, 10.43, 4.0, 6.5, 41.72, 67.8, 26.0, 271.18, 108.78, 16.0, 42.25],

[1, 8.0, 2.79, 6.5, 22.28, 52.0, 18.1, 144.82, 64.0, 7.76, 42.25],

[1, 8.0, 5.21, 6.5, 41.72, 52.0, 33.9, 271.18, 64.0, 27.2, 42.25],

[1, 8.0, 4.0, 3.46, 32.0, 27.7, 13.85, 110.8, 64.0, 16.0, 11.99],

[1, 8.0, 4.0, 9.54, 32.0, 76.3, 38.15, 305.2, 64.0, 16.0, 90.96],

[1, 8.0, 4.0, 6.5, 32.0, 52.0, 26.0, 208.0, 64.0, 16.0, 42.25]]

Y :

array([[201., 200., 196.],

[202., 199., 199.],

[198., 197., 202.],

[205., 200., 205.],

[207., 202., 196.],

[200., 197., 199.],

[205., 196., 199.],

[203., 196., 198.],

[198., 195., 196.],

[196., 205., 204.],

[203., 201., 205.],

[204., 195., 203.],

[196., 197., 203.],

[199., 206., 199.],

[204., 206., 206.]])

Дисперсії однорідні

Коефіціенти:

[ 2.00265627e+02 -1.81940709e-01 5.56658196e-01 7.01782657e-02

-1.22051897e-02 -1.78293494e-02 3.35584291e-02 1.74785454e-04

5.92493305e-02 -2.54163254e-01 -6.43734146e-04]

Перевірка:

y - real : [199. 200. 199. 203.33333333 201.66666667

198.66666667 200. 199. 196.33333333 201.66666667

203. 200.66666667 198.66666667 201.33333333 205.33333333]

y - found: [198.98430958 199.97759463 198.91650126 203.29079682 201.62570166

198.8014159 199.9061389 200.75370665 199.65959098 202.60399663

202.04545146 198.76667082 200.59688936 200.95567926 200.78222276]

Коефіціенти після перевірки нуль гіпотези:

[ 2.00265627e+02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

5.92493305e-02 -2.54163254e-01 -6.43734146e-04]

Практичне значення: 5.008725234762596

Теоретичне значення: 2.125558760875511

Рівняння регресії неадекватне

Нормована матриця:

[[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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],

[1, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]

Натуралізована матриця:

[[1, -6.0, -3.0, -4.0, 18.0, 24.0, 12.0, -72.0, 36.0, 9.0, 16.0],

[1, -6.0, -3.0, 9.0, 18.0, -54.0, -27.0, 162.0, 36.0, 9.0, 81.0],

[1, -6.0, 5.0, -4.0, -30.0, 24.0, -20.0, 120.0, 36.0, 25.0, 16.0],

[1, -6.0, 5.0, 9.0, -30.0, -54.0, 45.0, -270.0, 36.0, 25.0, 81.0],

[1, 10.0, -3.0, -4.0, -30.0, -40.0, 12.0, 120.0, 100.0, 9.0, 16.0],

[1, 10.0, -3.0, 9.0, -30.0, 90.0, -27.0, -270.0, 100.0, 9.0, 81.0],

[1, 10.0, 5.0, -4.0, 50.0, -40.0, -20.0, -200.0, 100.0, 25.0, 16.0],

[1, 10.0, 5.0, 9.0, 50.0, 90.0, 45.0, 450.0, 100.0, 25.0, 81.0],

[1, 5.57, 4.0, 6.5, 22.28, 36.2, 26.0, 144.82, 31.02, 16.0, 42.25],

[1, 10.43, 4.0, 6.5, 41.72, 67.8, 26.0, 271.18, 108.78, 16.0, 42.25],

[1, 8.0, 2.79, 6.5, 22.28, 52.0, 18.1, 144.82, 64.0, 7.76, 42.25],

[1, 8.0, 5.21, 6.5, 41.72, 52.0, 33.9, 271.18, 64.0, 27.2, 42.25],

[1, 8.0, 4.0, 3.46, 32.0, 27.7, 13.85, 110.8, 64.0, 16.0, 11.99],

[1, 8.0, 4.0, 9.54, 32.0, 76.3, 38.15, 305.2, 64.0, 16.0, 90.96],

[1, 8.0, 4.0, 6.5, 32.0, 52.0, 26.0, 208.0, 64.0, 16.0, 42.25]]

Y :

array([[206., 202., 200.],

[206., 201., 201.],

[207., 207., 206.],

[205., 206., 206.],

[206., 200., 199.],

[199., 203., 208.],

[199., 204., 201.],

[199., 205., 201.],

[197., 205., 196.],

[198., 205., 208.],

[197., 201., 197.],

[208., 198., 208.],

[199., 201., 206.],

[200., 207., 202.],

[205., 196., 202.]])

Дисперсії однорідні

Коефіціенти:

[ 1.97685858e+02 -2.98163742e-01 -2.23219073e-01 1.74301846e-01

-2.81000293e-02 1.11704254e-02 -3.25689114e-03 9.08555503e-04

4.59220547e-02 2.58452329e-01 -2.70039890e-02]

Перевірка:

y - real : [202.66666667 202.66666667 206.66666667 205.66666667 201.66666667

203.33333333 201.33333333 201.66666667 199.33333333 203.66666667

198.33333333 204.66666667 202. 203. 201. ]

y - found: [202.65228212 202.63127439 206.62923138 205.70256834 201.62901059

203.3645127 201.54397569 203.88565884 200.50919085 202.55253998

199.64183237 203.64303711 201.22700669 200.7946203 201.25992529]

Коефіціенти після перевірки нуль гіпотези:

[ 1.97685858e+02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

4.59220547e-02 2.58452329e-01 -2.70039890e-02]

Практичне значення: 4.0744834072580955

Теоретичне значення: 2.125558760875511

Рівняння регресії неадекватне

Нормована матриця:

[[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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],

[1, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]

Натуралізована матриця:

[[1, -6.0, -3.0, -4.0, 18.0, 24.0, 12.0, -72.0, 36.0, 9.0, 16.0],

[1, -6.0, -3.0, 9.0, 18.0, -54.0, -27.0, 162.0, 36.0, 9.0, 81.0],

[1, -6.0, 5.0, -4.0, -30.0, 24.0, -20.0, 120.0, 36.0, 25.0, 16.0],

[1, -6.0, 5.0, 9.0, -30.0, -54.0, 45.0, -270.0, 36.0, 25.0, 81.0],

[1, 10.0, -3.0, -4.0, -30.0, -40.0, 12.0, 120.0, 100.0, 9.0, 16.0],

[1, 10.0, -3.0, 9.0, -30.0, 90.0, -27.0, -270.0, 100.0, 9.0, 81.0],

[1, 10.0, 5.0, -4.0, 50.0, -40.0, -20.0, -200.0, 100.0, 25.0, 16.0],

[1, 10.0, 5.0, 9.0, 50.0, 90.0, 45.0, 450.0, 100.0, 25.0, 81.0],

[1, 5.57, 4.0, 6.5, 22.28, 36.2, 26.0, 144.82, 31.02, 16.0, 42.25],

[1, 10.43, 4.0, 6.5, 41.72, 67.8, 26.0, 271.18, 108.78, 16.0, 42.25],

[1, 8.0, 2.79, 6.5, 22.28, 52.0, 18.1, 144.82, 64.0, 7.76, 42.25],

[1, 8.0, 5.21, 6.5, 41.72, 52.0, 33.9, 271.18, 64.0, 27.2, 42.25],

[1, 8.0, 4.0, 3.46, 32.0, 27.7, 13.85, 110.8, 64.0, 16.0, 11.99],

[1, 8.0, 4.0, 9.54, 32.0, 76.3, 38.15, 305.2, 64.0, 16.0, 90.96],

[1, 8.0, 4.0, 6.5, 32.0, 52.0, 26.0, 208.0, 64.0, 16.0, 42.25]]

Y :

array([[198., 205., 195.],

[197., 196., 207.],

[206., 198., 200.],

[206., 203., 208.],

[199., 196., 204.],

[197., 202., 200.],

[195., 195., 199.],

[195., 197., 200.],

[200., 201., 205.],

[198., 203., 198.],

[199., 200., 198.],

[198., 203., 201.],

[197., 203., 198.],

[197., 204., 196.],

[200., 203., 205.]])

Дисперсії однорідні

Коефіціенти:

[ 2.02010218e+02 -6.22138742e-02 -1.09520053e-02 3.99622107e-01

-4.61857981e-02 -6.20399642e-03 2.96956247e-02 -1.07789344e-03

-1.73913135e-02 6.29243105e-02 -5.54218830e-02]

Перевірка:

y - real : [199.33333333 200. 201.33333333 205.66666667 199.66666667

199.66666667 196.33333333 197.33333333 202. 199.66666667

199. 200.66666667 199.33333333 199. 202.66666667]

y - found: [199.32506576 199.99128605 201.30394146 205.73111223 199.62361825

199.67201279 196.24259324 198.25832357 201.70553973 198.82073095

200.14293152 200.77481261 200.72268557 198.98626886 200.36574409]

Коефіціенти після перевірки нуль гіпотези:

[ 2.02010218e+02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

-1.73913135e-02 6.29243105e-02 -5.54218830e-02]

Практичне значення: 3.980038060225562

Теоретичне значення: 2.125558760875511

Рівняння регресії неадекватне

Нормована матриця:

[[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, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1],

[1, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0, 0],

[1, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623, 0],

[1, 0, 0, -1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 1.215, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1.4623],

[1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0]]

Натуралізована матриця:

[[1, -6.0, -3.0, -4.0, 18.0, 24.0, 12.0, -72.0, 36.0, 9.0, 16.0],

[1, -6.0, -3.0, 9.0, 18.0, -54.0, -27.0, 162.0, 36.0, 9.0, 81.0],

[1, -6.0, 5.0, -4.0, -30.0, 24.0, -20.0, 120.0, 36.0, 25.0, 16.0],

[1, -6.0, 5.0, 9.0, -30.0, -54.0, 45.0, -270.0, 36.0, 25.0, 81.0],

[1, 10.0, -3.0, -4.0, -30.0, -40.0, 12.0, 120.0, 100.0, 9.0, 16.0],

[1, 10.0, -3.0, 9.0, -30.0, 90.0, -27.0, -270.0, 100.0, 9.0, 81.0],

[1, 10.0, 5.0, -4.0, 50.0, -40.0, -20.0, -200.0, 100.0, 25.0, 16.0],

[1, 10.0, 5.0, 9.0, 50.0, 90.0, 45.0, 450.0, 100.0, 25.0, 81.0],

[1, 5.57, 4.0, 6.5, 22.28, 36.2, 26.0, 144.82, 31.02, 16.0, 42.25],

[1, 10.43, 4.0, 6.5, 41.72, 67.8, 26.0, 271.18, 108.78, 16.0, 42.25],

[1, 8.0, 2.79, 6.5, 22.28, 52.0, 18.1, 144.82, 64.0, 7.76, 42.25],

[1, 8.0, 5.21, 6.5, 41.72, 52.0, 33.9, 271.18, 64.0, 27.2, 42.25],

[1, 8.0, 4.0, 3.46, 32.0, 27.7, 13.85, 110.8, 64.0, 16.0, 11.99],

[1, 8.0, 4.0, 9.54, 32.0, 76.3, 38.15, 305.2, 64.0, 16.0, 90.96],

[1, 8.0, 4.0, 6.5, 32.0, 52.0, 26.0, 208.0, 64.0, 16.0, 42.25]]

Y :

array([[207., 206., 207.],

[199., 208., 201.],

[196., 195., 206.],

[196., 200., 201.],

[205., 198., 199.],

[203., 207., 198.],

[207., 201., 198.],

[206., 204., 205.],

[202., 208., 205.],

[204., 203., 204.],

[198., 207., 200.],

[200., 201., 198.],

[205., 199., 207.],

[206., 208., 200.],

[202., 206., 199.]])

Дисперсії однорідні

Коефіціенти:

[ 2.03948115e+02 -2.25319083e-02 -1.61242656e-01 -2.83035094e-01

6.06691545e-02 2.06500013e-02 2.33630483e-02 -2.46523397e-03

-1.44125231e-02 -1.36970857e-01 4.27006465e-02]

Перевірка:

y - real : [206.66666667 202.66666667 199. 199. 200.66666667

202.66666667 202. 205. 205. 203.66666667

201.66666667 199.66666667 203.66666667 204.66666667 202.33333333]

y - found: [206.6762948 202.67365687 199.06175797 199.02718305 200.68633838

202.51720671 202.0996531 203.79643513 202.85306853 203.1432871

203.78843639 201.97255327 202.1054815 204.84876883 203.0832117 ]

Коефіціенти після перевірки нуль гіпотези:

[ 2.03948115e+02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

6.06691545e-02 0.00000000e+00 0.00000000e+00 0.00000000e+00

-1.44125231e-02 -1.36970857e-01 4.27006465e-02]

Рівняння регресії адекватне

**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!