

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 №1
**«ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З
ДОВІЛЬНИМИ ЗНАЧЕННЯМИ ФАКТОРІВ»**

Виконав:
Студент групи ІО-92
Педенко Данило Денисович
Перевірів:
доц. Порєв В. М.

Київ
2021 р.

Лабораторна робота № 1

Тема: Загальні принципи організації експериментів з довільними значеннями факторів.

Мета: Вивчити основні поняття, визначення, принципи теорії планування експерименту, на основі яких вивчити побудову формалізованих алгоритмів проведення експерименту і отримання формалізованої моделі об'єкта. Закріпити отримані знання практичним їх використанням при написанні програми, що реалізує завдання на лабораторну роботу.

Завдання:

- 1) Використовуючи програму генерації випадкових чисел, провести трьохфакторний експеримент в восьми точках (три стовбці і вісім рядків в матриці планування – заповнити її випадковими числами). Рекомендовано взяти обмеження до 20 при генерації випадкових чисел, але врахувати можливість зміни обмеження на вимогу викладача. Програма створюється на основі будь-якої мови високого рівня.
- 2) Визначити значення функції відгуку для кожної точки плану за формулою лінійної регресії: $Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_3 X_3$, де a_0, a_1, a_2, a_3 довільно вибрані (для кожного студента різні) коефіцієнти, постійні протягом усього часу проведення експерименту.
- 3) Виконати нормування факторів. Визначити значення нульових рівнів факторів. Знайти значення відгуку для нульових рівнів факторів і прийняти його за еталонне $Y_{\text{эт}}$.
- 4) Знайти точку плану, що задовольняє критерію вибору оптимальності (див. табл.1). Варіанти обираються по номеру в списку в журналі викладача.

Завдання відповідно за номером варіанту:

315	$\rightarrow \bar{Y}$, де \bar{Y} - середнє Y
-----	--

Роздруківка тексту програми:

```
import numpy as np
import random
from prettytable import PrettyTable

list_a = np.array([17, 19, 1, 18])
matr_x = [[random.randint(0, 20) for j in range(3)] for i in range(8)]
matr_y = [list_a[0] + list_a[1] * matr_x[i][0] + list_a[2] * matr_x[i][1] + list_a[3] *
          * matr_x[i][2] for i in
            range(len(matr_x))]
TX = np.array(matr_x).transpose()
matr_x0 = [float((min(TX[i]) + max(TX[i])) / 2) for i in range(len(TX))]
matr_x0.append((min(matr_y) + max(matr_y)) / 2)
yet = list_a[0] + list_a[1] * matr_x0[0] + list_a[2] * matr_x0[1] + list_a[3] *
      matr_x0[2]
matr_dx = [max(TX[i]) - matr_x0[i] for i in range(len(TX))]
matr_xn = [[(matr_x[i][j] - matr_x0[j]) / matr_dx[j] for j in range(3)] for i in
            range(8)]
a = []
c = 0
for i in range(len(matr_y)):
```

```

temp = matr_y[i] - matr_x0[3]
if temp < 0:
    a.append([])
    a[len(a) - 1].append(temp)
    a[len(a) - 1].append(i)
maximum = a[0][0]
koef = 0
for i in range(len(a)):
    for j in a[i]:
        if j < 0:
            if maximum < j:
                maximum = j
                koef = i
ta = PrettyTable()
ta.field_names = ["#", "X1", "X2", "X3", "Y", " ", "XN1", "XN2", "XN3"]
ta.add_rows(
    [
        ["1", matr_x[0][0], matr_x[0][1], matr_x[0][2], matr_y[0], " ",
        matr_xn[0][0], matr_xn[0][1], matr_xn[0][2]],
        ["2", matr_x[1][0], matr_x[1][1], matr_x[1][2], matr_y[1], " ",
        matr_xn[1][0], matr_xn[1][1], matr_xn[1][2]],
        ["3", matr_x[2][0], matr_x[2][1], matr_x[2][2], matr_y[2], " ",
        matr_xn[2][0], matr_xn[2][1], matr_xn[2][2]],
        ["4", matr_x[3][0], matr_x[3][1], matr_x[3][2], matr_y[3], " ",
        matr_xn[3][0], matr_xn[3][1], matr_xn[3][2]],
        ["5", matr_x[4][0], matr_x[4][1], matr_x[4][2], matr_y[4], " ",
        matr_xn[4][0], matr_xn[4][1], matr_xn[4][2]],
        ["6", matr_x[5][0], matr_x[5][1], matr_x[5][2], matr_y[5], " ",
        matr_xn[5][0], matr_xn[5][1], matr_xn[5][2]],
        ["7", matr_x[6][0], matr_x[6][1], matr_x[6][2], matr_y[6], " ",
        matr_xn[6][0], matr_xn[6][1], matr_xn[6][2]],
        ["8", matr_x[7][0], matr_x[7][1], matr_x[7][2], matr_y[7], " ",
        matr_xn[7][0], matr_xn[7][1], matr_xn[7][2]],
        ["X0", matr_x0[0], matr_x0[1], matr_x0[2], matr_x0[3], " ", " ", " ", " "],
        ["dx", matr_dx[0], matr_dx[1], matr_dx[2], " ", " ", " ", " ", " "]
    ]
)
print(ta)
print(
    "Початкові коефіцієнти: a0 = {0}, a1 = {1}, a2 = {2}, a3 = {3}".format(list_a[0],
list_a[1], list_a[2], list_a[3]))
print("Сгенерована матриця X\n", np.array(matr_x))
print("Відповідні значення Y\n", np.array(matr_y))
print("Отриманні значення X0\n", np.array(matr_x0))
print("Y еталонне = ", yet)
print("Інтервал зміни фактора dx\n", np.array(matr_dx))
print("Нормовані значення XN\n", np.array(matr_xn))
print("Точка плану, що задовольняє критерію вибору\n Y = ", matr_y[a[koef][1]])

```

Роздруківка результатів роботи програми:

```
D:\Anaconda\envs\Lab1MOPE\python.exe "D:/Педенко IO-92/MOPE/Lab1MOPE/lab1.py"
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| # | X1 | X2 | X3 | Y | | XN1 | | XN2 | | XN3 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 | 8 | 6 | 16 | 463 | | -0.3333333333333333 | | -0.5294117647058824 | | 0.6 |
| 2 | 5 | 8 | 0 | 120 | | -0.7333333333333333 | | -0.29411764705882354 | | -1.0 |
| 3 | 18 | 19 | 12 | 594 | | 1.0 | | 1.0 | | 0.2 |
| 4 | 9 | 19 | 20 | 567 | | -0.2 | | 1.0 | | 1.0 |
| 5 | 3 | 8 | 20 | 442 | | -1.0 | | -0.29411764705882354 | | 1.0 |
| 6 | 16 | 2 | 7 | 449 | | 0.7333333333333333 | | -1.0 | | -0.3 |
| 7 | 5 | 2 | 9 | 276 | | -0.7333333333333333 | | -1.0 | | -0.1 |
| 8 | 14 | 11 | 9 | 456 | | 0.4666666666666667 | | 0.058823529411764705 | | -0.1 |
| X0 | 10.5 | 10.5 | 10.0 | 357.0 | | | | | |
| dx | 7.5 | 8.5 | 10.0 | | | | | | |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
Початкові коефіцієнти: a0 = 17, a1 = 19, a2 = 1, a3 = 18
Сгенерована матриця X
[[ 8  6 16]
 [ 5  8  0]
 [18 19 12]
 [ 9 19 20]
 [ 3  8 20]
 [16  2  7]
 [ 5  2  9]
 [14 11  9]]
Відповідні значення Y
[463 120 594 567 442 449 276 456]
Отриманні значення X0
[ 10.5  10.5  10.  357. ]
Y еталонне = 407.0
Інтервал зміни фактора dx
[ 7.5  8.5 10. ]
Нормовані значення XN
[[-0.33333333 -0.52941176  0.6      ]
 [-0.73333333 -0.29411765 -1.      ]
 [ 1.         1.         0.2      ]
 [-0.2        1.         1.      ]
 [-1.        -0.29411765  1.      ]
 [ 0.73333333 -1.        -0.3      ]
 [-0.73333333 -1.        -0.1      ]
 [ 0.46666667  0.05882353 -0.1     ]]
Точка плану, що задовольняє критерію вибору
Y = 276
```

Висновок:

В ході лабораторної роботи, було вивчено основні поняття, визначення, принципи теорії планування експерименту, на основі яких вивчено побудову формалізованих алгоритмів проведення експерименту і отримання формалізованої моделі об'єкта. Закріплено отримані знання практичним їх використанням при написанні програми, що реалізує завдання на лабораторну роботу.

Контрольні питання

1. З чого складається план експерименту?

Сукупність усіх точок плану - векторів X_i (для $i = 1, 2, \dots, N$) утворює план експерименту. Таким чином, план експерименту описується матрицею, яка містить N рядків і K стовбців. Кожен рядок матриці означає точку плану експерименту, а стовпчик – фактор експерименту.

2. Що називається спектром плану?

Сукупність усіх точок плану, що відрізняються рівнем хоча б одного фактора (різних строк матриці планування), називається спектром плану.

3. Чим відрізняються активні та пасивні експерименти?

В пасивному експерименті існують контрольовані, але некеровані вхідні параметри – ми не маємо можливості втручатись в хід проведення експерименту, і виступаємо в ролі пасивного користувача. В активному – існують керовані і контрольовані вхідні параметри – ми самі являємось адміністраторами нашої системи.

4. Чим характеризується об'єкт досліджень? Дайте визначення факторному простору

Вектор $X_1 \dots X_K$ представляє собою групу контрольованих та керованих величин, котрі можуть змінюватись необхідним чином при проведенні експерименту, Цю групу характеристик $X_1 \dots X_K$ також називають факторами або керованими впливами.

Реакцією системи є відгук Y . Залежність реакції об'єкта від точки факторного простору називається функцією відгуку $Y = F(X_1 \dots X_K)$.

Також можна виділити й іншу, не позначену на ідеальній моделі множину впливів на систему – це шуми або перешкоди, що у реальному житті є помилками обслуговуючого персоналу, впливом зовнішнього середовища, похибками приладів, тощо.

Факторний простір - простір, координатні осі якого відповідають значенням факторів. **Фактор (Параметр)** - змінна величина, по припущенню, що впливає на результати експерименту.