

**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»**

Виконала:  
студентка групи ІО-92  
Шолотюк Ганна Сергіївна  
Номер залікової книжки № 9229  
Номер у списку – 21

Перевірив:  
Регіда Павло Геннадійович

**Київ 2021**

**Мета:** провести двофакторний експеримент, перевірити однорідність дисперсії за критерієм Романовського, отримати коефіцієнти рівняння регресії, провести натуралізацію рівняння регресії.

### Завдання на лабораторну роботу:

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

221	$\rightarrow \bar{Y}$ , де $\bar{Y}$ - середнє $Y$
-----	--

### Код програми:

```
from random import randint
from prettytable import PrettyTable

Table_1 = PrettyTable()

a = [randint(0, 20) for i in range(4)]

Table_1.add_column("Number", [i for i in range(4)])
Table_1.add_column("a", a)

def x_generator():
    return [randint(0, 20) for i in range(8)]

X1, X2, X3 = [x_generator() for k in range(3)]

def y_calculator(X1, X2, X3):
    return a[0] + a[1] * X1 + a[2] * X2 + a[3] * X3

Y = [y_calculator(X1[i], X2[i], X3[i]) for i in range(8)]
```

```

def x0_calculator(X):
    return (max(X) + min(X))/2

X0 = [x0_calculator(i) for i in [X1, X2, X3]]

def dx_calculator(X0, X):
    return X0 - min(X)

x = [X1, X2, X3]
DX = [dx_calculator(X0[i], x[i]) for i in range(3)]

def xn_calculator(X0, DX, x):
    return [round(((i - X0) / DX), 3) for i in x]

Xn = [xn_calculator(X0[i], DX[i], x[i]) for i in range(3)]

def Y_average(Y):
    res = 0
    for i in Y:
        res += i
    return res/len(Y)

Y_avg = Y_average(Y)

def Y_optimal(Y_avg, Y):
    opt = []
    for i in range(8):
        opt.append(Y[i] - Y_avg)
    return opt

Y_opt = Y_optimal(Y_avg, Y)

def index(optimal):
    return max((a, i) for i, a in enumerate(Y_opt) if a < 0)[1]

opt_index = index(Y_opt)
opt_result = [X1[opt_index], X2[opt_index], X3[opt_index]]

Table_2 = PrettyTable()
Table_2.add_column("Number", [i for i in range(1, 9)])
Table_2.add_column("X1", X1)
Table_2.add_column("X2", X2)
Table_2.add_column("X3", X3)
Table_2.add_column("Y", Y)
Table_2.add_column("Y_opt", Y_opt)
Table_2.add_column("Xn1", Xn[0])
Table_2.add_column("Xn2", Xn[1])
Table_2.add_column("Xn3", Xn[2])

Table_3 = PrettyTable()
Table_3.field_names = ["Variable", "Value_1", "Value_2", "Value_3"]
Table_3.add_row(["X0", X0[0], X0[1], X0[2]])
Table_3.add_row(["DX", DX[0], DX[1], DX[2]])

print(Table_1)
print(Table_2)
print(Table_3)

print(f"\nЕталонне значення функції: Y = {a[0]} + {a[1]}X0[0] + {a[2]}X0[1] + {a[3]}X0[2]" )
print(f"Функція: Y = {a[0]} + {a[1]}X1 + {a[2]}X2 + {a[3]}X3")

```

```

print("Критерій оптимальності: -> Усередне")
print("Оптимальна точка плану: Y({0}, {1}, {2}) = {3}".format(*opt_result, "%.1f"
% Y[opt_index]))

```

## Результати тестування:

+-----+-----+		
	Number	a
+-----+-----+		
	0	19
	1	9
	2	12
	3	2
+-----+-----+		

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+										
	Number	X1	X2	X3	Y	Y_opt	Xn1	Xn2	Xn3	
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+										
	1	16	11	16	327	119.5	1.0	0.222	0.5	
	2	1	4	14	104	-103.5	-0.875	-0.556	0.25	
	3	13	17	12	364	156.5	0.625	0.889	0.0	
	4	15	3	13	216	8.5	0.875	-0.667	0.125	
	5	9	0	6	112	-95.5	0.125	-1.0	-0.75	
	6	4	10	20	215	7.5	-0.5	0.111	1.0	
	7	2	18	4	261	53.5	-0.75	1.0	-1.0	
	8	0	2	9	61	-146.5	-1.0	-0.778	-0.375	
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+										

+-----+-----+-----+-----+				
	Variable	Value_1	Value_2	Value_3
+-----+-----+-----+-----+				
	X0	8.0	9.0	12.0
	DX	8.0	9.0	8.0
+-----+-----+-----+-----+				

Еталонне значення функції:  $Y = 19 + 9X_0[0] + 12X_0[1] + 2X_0[2]$

Функція:  $Y = 19 + 9X_1 + 12X_2 + 2X_3$

Критерій оптимальності: -> Усередне

Оптимальна точка плану:  $Y(9, 0, 6) = 112.0$

## **Відповіді на контрольні питання:**

- 1. План експерименту** – це сукупність усіх точок плану, а , в свою чергу, **точка плану експерименту** – це один набір значень К факторів(вектор  $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{ik})$ )
- 2. Спектр плану** – сукупність усіх точок плану, які відрізняються рівнем мінімум одного з факторів, тобто рядків матриці планування.
- 3.** По перше, усі експерименти поділяють на пасивні та активні. Активні експерименти містять керовані і контрольовані вхідні параметри. Пасивні, в свою чергу, містять контрольовані, але некеровані вхідні параметри. Тобто, у активному експерименті ми «керуємо» ходом експерименту та нашою системою, а у пасивному можемо лише спостерігати (бути пасивним користувачем).
- 4.** Об'єкт дослідження – це, грубо кажучи, «чорний ящик». Ми можемо аналізувати лише деякі властивості, котрі можна описати числовими значеннями. При проведенні експерименту є можливою зміна деяких контрольованих і керованих величин необхідним способом.

Факторний простір - це декартова система координат, осі якої ми вважаємо кодованими значеннями факторів ( $X_k, X_{k1} \dots X_2, X_1$ ). Будь-якій комбінації значень факторів відповідає точка факторного простору, а точка з «нульовими» координатами (центр експерименту) відповідає основним рівням факторів  $X_{i0}$  ( $i=1,k$ ).

## **Висновки:**

В ході виконання лабораторної роботи було вивчено основні поняття, визначення, принципи теорії планування експерименту, на основі яких вивчено побудову формалізованих алгоритмів проведення експерименту і отримано формалізовану модель об'єкту. Отримані теоретичні знання закріплено практичними, а саме: написано програму, що реалізує дане завдання лабораторної роботи. Успішне виконання програми продемонстровано скріншотами тестування, тобто, кінцеву мету досягнуто.