

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1**

з дисципліни «Методи оптимізації та планування експерименту» на  
тему

### **«ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ЗДОВІЛЬНИМИ ЗНАЧЕННЯМИ ФАКТОРІВ»**

**ВИКОНАВ:**

студент II курсу ФІОТ

групи ІО-81

Рибніков Є.О.

Варіант: 120

**ПЕРЕВІРИВ:**

Регіда П. Г.

**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.

**Загальне 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.
- 5) Скласти вираз для функції відгуку, підставивши замість  $X_i$  значення факторів в точці, що задовольняє критерію вибору.

**Завдання:**

120	$\max((Y - Y_{\text{эт}})^2)$
-----	-------------------------------

## Теоретичні основи:

### ВИЗНАЧЕННЯ ТЕОРІЇ ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Експеримент – метод наукового дослідження, коли дослідник активно та цілеспрямовано впливає на об'єкт дослідження шляхом створення штучних умов, або використання природніх умов, необхідних для виявлення конкретних властивостей об'єкта.

Експерименти поділяють на пасивні та активні (керовані). 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.

Планування експерименту – наукова область, що застосовується, для оптимізації проведення експериментів та побудови адекватної математичної моделі досліджуваного об'єкта.

Основу ТПЕ складають математична статистика (пасивні експерименти повністю базуються на ній), котра, в свою чергу, базується на теорії ймовірності.

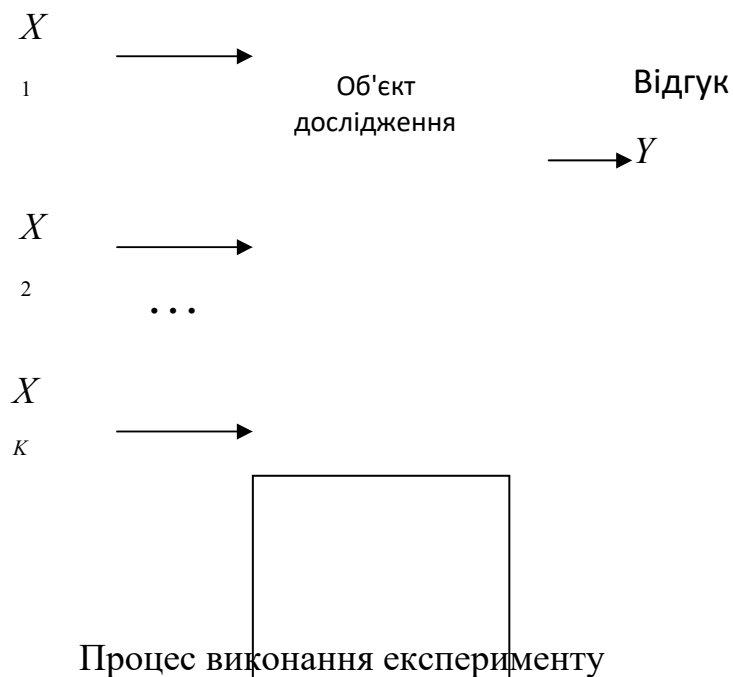
### ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт досліджень розглядається як «чорний ящик». Аналізуються деякі властивості та якості, які можуть описуватися числовими значеннями. Вектор  $X_1...X_K$  представляє собою групу контрольованих та керованих величин, котрі можуть змінюватись необхідним чином при проведенні експерименту, Цю групу характеристик  $X_1...X_K$  також називають **факторами** або керованими впливами.

Реакцією системи є відгук  $Y$ . Залежність реакції об'єкта від точки факторного простору називається **функцією відгуку**  $Y = F(X_1...X_K)$ . Графічним зображенням значень функції відгуку є поверхня відгуку у  $K$ -вимірному просторі.

Векторів значень  $X_1...X_K$  та відповідних їм значень  $Y$  може бути стільки, скільки дослідів ми провели.

## Фактори



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. До цієї групи можна віднести вплив тих характеристик, котрі не можуть контролюватись ззовні – через їх складність, або через незнання їх природи і неможливості їх контролю.

## ФАКТОРНИЙ ПРОСТІР

Різні характеристики об'єктів мають різну фізичну природу, звідси і розмірність, що ускладнює побудову експериментальної моделі. Тому на практиці значення факторів, котрі мають реальний фізичний зміст, нормують визначеним чином (приводять до певного, попередньо визначеного набору значень). Для будь-якого набору значень фактора  $X$  існує нижній  $x_{min}$  і верхній  $x_{max}$  рівні зміни значень. Приведемо алгоритм нормування фактора, щоб  $x_{min}$  відповідало  $-1$ , а  $x_{max} + 1$ .

- обчислюємо значення  $x_0$  для даного фактора наступним чином:  $x_0 = \frac{x_{max} + x_{min}}{2}$ .
- обчислюємо інтервал зміни фактора  $dx = x_0 - x_{min} = x_{max} - x_0$ .
- знаходимо нормоване значення  $X_H$  для кожного фактора  $X_H = \frac{x - x_0}{dx}$ .

## Лістинг програми

```
import random as rand

a0 = 1
a1 = 1
a2 = 1
a3 = 1

x1 = []
x2 = []
x3 = []

y = []
f = []

xn1 = []
xn2 = []
xn3 = []

if input("random? ") == "random":
    flag = True
else:
    flag = False

if flag:
    for i in range(8):
        x1.append(rand.randint(0, 20))          #значення для 1 фактору
        x2.append(rand.randint(0, 20))          #значення для 2 фактору
        x3.append(rand.randint(0, 20))          #значення для 3 фактору
        y.append(a0 + a1 * x1[i] + a2 * x2[i] + a3 * x3[i])  #значення функції відгуків
    else:
        for i in range(8):
            y.append(a0 + a1 * x1[i] + a2 * x2[i] + a3 * x3[i])  #значення функції відгуків

max1 = max(x1)          #Xmax для 1 фактора
max2 = max(x2)          #Xmax для 2 фактора
max3 = max(x3)          #Xmax для 3 фактора

min1 = min(x1)          #Xmin для 1 фактора
min2 = min(x2)          #Xmin для 2 фактора
min3 = min(x3)          #Xmin для 3 фактора

x01 = (max1 + min1) / 2          #X0 для 1 фактора
x02 = (max2 + min2) / 2          #X0 для 2 фактора
x03 = (max3 + min3) / 2          #X0 для 3 фактора

yet = a0 + a1 * x01 + a2 * x02 + a3 * x03          #Y еталонне

dx1 = x01 - min1          #інтервал зміни 1 фактора
dx2 = x02 - min2          #інтервал зміни 2 фактора
dx3 = x03 - min3          #інтервал зміни 3 фактора

for i in range(8):
    xn1.append((x1[i] - x01) / dx1)          #нормоване значення для 1 фактора
    xn2.append((x2[i] - x02) / dx2)          #нормоване значення для 2 фактора
    xn3.append((x3[i] - x03) / dx3)          #нормоване значення для 3 фактора
    f.append((y[i] - yet) ** 2)          #критерій вибору (Y-Yст)²
res = max(f)          #max (Y-Yст)²

print(f"\nA0 = {a0}; A1 = {a1}; A2 = {a2}; A3 = {a3}")
print("\nMatrix X:")
```

```

print("_____")
for i in range(8):
    print("| {0:<5} {1:<5} {2:<3} |".format(x1[i], x2[i], x3[i]))
print("_____\\n")
print("X01 = {0:<5} X02 = {1:<5} X03 = {2:<5}\\n".format(x01, x02, x03))
print("Xd1 = {0:<5} Xd2 = {1:<5} Xd3 = {2:<5}\\n".format(dx1, dx2, dx3))
print(f"Y = {y}")
print("\\nMatrix Xn:")
print("_____")
for i in range(8):
    print("| {0:<5.2f} {1:<5.2f} {2:<5.2f} |".format(xn1[i], xn2[i], xn3[i]))
print("_____\\n")
print(f"Yet = {yet}\\n\\n(Y-Yэт)^2 = {f}\\n\\nmax((Y-Yэт)^2) = {res}")

```

№	X1	X2	X3	Y		Xн1	Xн2	Xн3	(Y-Yэт) <sup>2</sup>
1	6	2	17	26		-0,333	-0,733	0,888	0,25
2	18	4	0	23		1.0	-0,466	-1.0	12,25
3	0	15	18	34		-1.0	1.0	1.0	56,25
4	16	5	2	24		0,777	-0,333	-0,777	6,25
5	11	8	13	33		0,222	0,0666	0,444	42,25
6	2	0	16	19		-0,777	-1.0	0,777	56,25
7	12	10	14	37		0,333	0,333	0,555	110,25
8	4	5	11	21		-0,555	-0,333	0,222	30,25
x0	9,0	7,5	9,0						
dx	9,0	7,5	9,0						

a0=1; a1=1; a2=1;a3=1;

Yэт=26.5

**Точка, що відповідає критерію оптимальності – 7(Y = 37)**

### Контрольні запитання

1. З чого складається план експерименту?

План експерименту складається з сукупності точок плану експерименту – векторів  $X_i$ .

2. Що називається спектром плану?

Спектр плану – сукупність усіх точок плану, що відрізняються хоча б одним рівнем.

3. Чим відрізняються активні та пасивні експерименти?

В пасивному існують контрольовані але некеровані вхідні параметри – ми не можемо втручатись в хід експерименту. В активному ми самі адміністратори своєї системи.

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

Об'єкт досліджень характеризується функцією відгуку. Факторний простір – множина **усіх** параметрів експерименту, значення яких ми можемо контролювати.