

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки**

Лабораторна робота №1

з дисципліни

«Методи оптимізації та планування експерименту»

**Тема: «Загальні принципи організації експериментів з
довільним значенням факторів»**

Виконав:

студент групи ІО-93
Комаровський Роман Сергійович
Номер у списку: 14

Перевірив:

ас. 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.

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 $Y_{\text{ет}}$.

4) Знайти точку плану, що задовольняє критерію вибору оптимальності

Варіант завдання:

314	$\min((Y - Y_{\text{ет}})^2)$
-----	-------------------------------

Лістинг програми:

```
from random import randint

# input data
A0 = 1
A1 = 2
A2 = 3
A3 = 4

Nodes = 8
Factors = 3

def gen_exp(factors, nodes):
    return [[randint(0, 20) for _ in range(nodes)] for _ in range(factors)]

def calc_y(x1, x2, x3):
    return A0 + A1 * x1 + A2 * x2 + A3 * x3

def calc_x0(x):
    return (max(x) + min(x)) / 2

def calc_dx(x0, x):
    return x0 - min(x)

def calc_xn(x0, x, dx):
    return [round((x[i] - x0) / dx, 2) for i in range(len(x))]
```

```

def decision(y, yet):
    return [(y[i] - yet) ** 2 for i in range(len(y))]

X1, X2, X3 = gen_exp(Factors, Nodes)

Y = [calc_y(X1[i], X2[i], X3[i]) for i in range(Nodes)]

X01 = calc_x0(X1)
X02 = calc_x0(X2)
X03 = calc_x0(X3)

Yet = calc_y(X01, X02, X03)

dx1 = calc_dx(X01, X1)
dx2 = calc_dx(X02, X2)
dx3 = calc_dx(X03, X3)

Xn1 = calc_xn(X01, X1, dx1)
Xn2 = calc_xn(X02, X2, dx2)
Xn3 = calc_xn(X03, X3, dx3)

Y_decision = decision(Y, Yet)
dec_min = min(Y_decision)
dec_index = Y_decision.index(dec_min)
Y_optimal = Y[dec_index]
X_optimal = [X1[dec_index], X2[dec_index], X3[dec_index]]

print("    X1    X2    X3    Y    |    Xn1    Xn2    Xn3")
for i in range(Nodes):
    print(f"--    {X1[i]:<6}{X2[i]:<6}{X3[i]:<6}{Y[i]:<5} | "
          {Xn1[i]:<8}{Xn2[i]:<8}{Xn3[i]:<8}")
print(f"X0    {X01:<5} {X02:<5} {X03:<6}{'---':<5} | {'---':<8}{'---':<8}{'---':<8}")
print(f"dx    {dx1:<5} {dx2:<5} {dx3:<6}{'---':<5} | {'---':<8}{'---':<8}{'---':<8}")
print(f"\nYet = {Yet}")
print(f"\nmin(Y - Yet)2 = {dec_min}")
print(f"Yопт = {Y_optimal} --> Y{X_optimal}")

```

Результат виконання:

При $a_1 = 1$, $a_2 = 2$, $a_3 = 3$, $a_4 = 4$.

	X1	X2	X3	Y		Xn1	Xn2	Xn3
--	20	17	7	120		1.0	1.0	-0.5
--	8	11	12	98		-0.26	0.25	0.12
--	19	6	3	69		0.89	-0.38	-1.0
--	2	12	5	61		-0.89	0.38	-0.75
--	11	17	13	126		0.05	1.0	0.25
--	1	1	14	62		-1.0	-1.0	0.38
--	10	8	19	121		-0.05	-0.12	1.0
--	13	14	12	117		0.26	0.62	0.12
X0	10.5	9.0	11.0	--		--	--	--
dx	9.5	8.0	8.0	--		--	--	--

Yet = 93.0

$\min(Y - Yet)^2 = 25.0$

Yопт = 98 --> Y[8, 11, 12]

Відповіді на контрольні запитання:

1. З чого складається план експерименту?

План експерименту складається із сукупності усіх точок плану X_i ($i = 1, 2, 3, \dots, N$) – набори конкретних значень усіх K -факторів. Таким чином, план експерименту описується матрицею, яка містить N рядків та K стовбців. Кожен рядок матриці означає точку плану експерименту, а стовпчик – фактор експерименту.

2. Що називається спектром плану?

Спектром плану називається сукупність усіх точок плану, що відрізняються рівнем хоча б одного фактора, а матриця, отримана із усіх різних строк, називається матрицею спектра плану.

3. Чим відрізняються активні та пасивні експерименти?

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.

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

Об'єкт досліджень розглядається як «чорний ящик». Аналізуються деякі властивості та якості, які можуть описуватися числовими значеннями.

Характеризується вектором змінних величин, які називають факторами та залежністю реакції об'єкта від точки факторного простору - функцією відгуку. Факторний простір - простір незалежних змінних(факторів), діапазон значень факторів.

Висновок

В ході виконання лабораторної роботи ми вивчили основні визначення теорії планування експерименту та закріпили їх практичним використанням при написанні програми до завдання. Ми визначили функцію відгуку для кожного набору факторів та знайшли точку плану, яка відповідає критерію оптимальності, визначеному в завданні