

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
Факультет інформатики та обчислювальної техніки  
Кафедра обчислювальної техніки

Методи наукових досліджень

Лабораторна робота №1

**“ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТІВ  
ЗДОВІЛЬНИМИ ЗНАЧЕННЯМИ ФАКТОРІВ”**

Виконав:

студент групи ІВ-92

Подкур А. О.

Варіант 217

Перевірив:

ас. Регіда П. Г.

Київ 2021 р.

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

217

$\min(Y)$

### **Лістинг програми**

```
using static System.Console;
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using ConsoleTables;

namespace Lab1
{
```

```

class Program
{
    // Variant 217

    public static List<int> getFactor(int length) // Function to get
Factor
    {
        Random random = new Random();
        List<int> factor = new List<int>();
        for (int i = 0; i < length; i++) factor.Add(random.Next(1,21));
        return factor;
    }

    public static List<float> getX0AndDxAndXn(List<int> factor ,out int
x0, out int dx){ // Function that generates x0, dx through
        x0 = (factor.Max() + factor.Min())/2;
// links and returns xn as List
        dx = x0 - factor.Min();
        var xn = new List<float>();
        for (int i = 0; i<factor.Count(); i++)
        {
            xn.Add(((float) factor[i] - x0)/dx);
        }
        return xn;
    }

    public static void print(string name, IEnumerable<int> factor, int
x0, int dx, IEnumerable<float> xn) // Just function that prints values
    {
        var table = new ConsoleTable("F`X"+name, "x0"+name, "dx"+name,
"xn"+name);
        table.AddRow(String.Join(", ", factor),x0,dx,String.Join(", ",
xn));
        table.Configure(o => o.NumberAlignment = Alignment.Right);
        table.Write(Format.Alternative);
        WriteLine();
    }
    static void Main(string[] args)
    {
        const int LENGTH = 8;
        var random = new Random();

        List<int> y = new List<int>();
        int y_et;
    }
}

```

```

// Setting all as
int a0 = random.Next(1,21);
int a1 = random.Next(1,21);
int a2 = random.Next(1,21);
int a3 = random.Next(1,21);

// Getting factor list
int answ = y.Min();
s x0s, dxs and lists
of xns

var factorX1 = getFactor(LENGTH);
int x01;
int dx1;
var xn1 = getX0AndDxAndXn(factorX1,out x01, out dx1);

var factorX2 = getFactor(LENGTH);
int x02;
int dx2;
var xn2 = getX0AndDxAndXn(factorX2,out x02, out dx2);

var factorX3 = getFactor(LENGTH);
int x03;
int dx3;
var xn3 = getX0AndDxAndXn(factorX3,out x03, out dx3);

// Generating y list
for(int i = 0; i < LENGTH; i++)
{
    y.Add(a0 + a1 * factorX1[i] + a2 * factorX2[i] + a3 *
factorX3[i]);
}

// Calculating y_et
y_et = a0 + a1 * x01 + a2 * x02 + a3 * x03;

// Calculating the result for my variant 217 (min(y))
int index = y.IndexOf(y.Min());

// Printing all the data

```

```

WriteLine("+++++++ Random coefficients +++++");
var table = new ConsoleTable("a", "a1", "a2", "a3");
table.AddRow(a0,a1,a2,a3).Configure(o => o.NumberAlignment =
Alignment.Right).Write(Format.Alternative);

WriteLine("+++++++ f`Y equation +++++");
WriteLine($"f`Y = {a0} + {a1}*X1 + {a2}*X2 + {a3}*X3");
WriteLine();

WriteLine("+++++++ Factors, x0s, dxes, xns +++++");
print("1", factorX1, x01, dx1, xn1);
print("2", factorX2, x02, dx2, xn2);
print("3", factorX3, x03, dx3, xn3);

WriteLine("+++++++ f`Y, f`Y_et +++++");
table = new ConsoleTable("f`Y", "f`Y_et");
table.AddRow(String.Join(", ", y), y_et).Configure(o =>
o.NumberAlignment = Alignment.Right).Write(Format.Alternative);
WriteLine();

WriteLine("+++++++ Result +++++");
WriteLine($"min(Y): {y.Min()}");
WriteLine($"index: {y.IndexOf(y.Min())+1}");
table = new ConsoleTable("x1", "x2", "x3");
table.AddRow(factorX1[index], factorX2[index], factorX3[index])
.Configure(o => o.NumberAlignment =
Alignment.Right).Write(Format.Alternative);
WriteLine($"f`Y = {a0} + {a1}*{factorX1[index]} +
{a2}*{factorX2[index]} + {a3}*{factorX3[index]}");
WriteLine($"Y = {a0 + a1*factorX1[index] + a2*factorX2[index] +
a3*factorX3[index]}");
    }
}
}

```

## Відповіді на контрольні запитання

### 1. З чого складається план експерименту?

План експерименту складається з усіх точок плану - векторів  $X_i$ . 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?**

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

## **3. Чим відрізняються активні та пасивні експерименти?**

Активним експериментам властиві контрольовані та керовані вхідні параметри. В свою чергу пасивним експериментам властиві контрольовані але некеровані параметри. Також ми можемо втручатись тільки в активні експерименти.

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

Об'єкт досліджень характеризується факторами або керованими впливами та реакцією системи – функцією відгуку. Факторний простір – сукупність факторних точок -векторів значень факторів (впливів).

## Результат виконання

```
+++++++ Random coefficients ++++++
+-----+
| a | a1 | a2 | a3 |
+-----+
| 19 | 2 | 16 | 4 |
+-----+

+++++++ f`Y equation ++++++
f`Y = 19 + 2*X1 + 16*X2 + 4*X3

+++++++ Factors, x0s, dxes, xns ++++++
+-----+
| F`X1 | x01 | dx1 | xn1 |
+-----+
| 18, 15, 19, 19, 16, 12, 8, 6 | 12 | 6 | 1, 0.5, 1.1666666, 1.1666666, 0.6666667, 0, -0.6666667, -1 |
+-----+

+-----+
| F`X2 | x02 | dx2 | xn2 |
+-----+
| 6, 10, 16, 8, 10, 6, 13, 1 | 8 | 7 | -0.2857143, 0.2857143, 1.1428572, 0, 0.2857143, -0.2857143, 0.71428573, -1 |
+-----+

+-----+
| F`X3 | x03 | dx3 | xn3 |
+-----+
| 3, 12, 5, 3, 7, 4, 3, 9 | 7 | 4 | -1, 1.25, -0.5, -1, 0, -0.75, -1, 0.5 |
+-----+

+++++++ f`Y, f`Y_et ++++++
+-----+
| f`Y | f`Y_et |
+-----+
| 163, 257, 333, 197, 239, 155, 255, 83 | 199 |
+-----+

+++++++ Result ++++++
min(Y): 83
index: 8
+-----+
| x1 | x2 | x3 |
+-----+
| 6 | 1 | 9 |
+-----+

f`Y = 19 + 2*6 + 16*1 + 4*9
Y = 83
```