

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

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

з дисципліни «МНД» на тему
«ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ЕКСПЕРИМЕНТІВ З
ДОВІЛЬНИМИ ЗНАЧЕННЯМИ ФАКТОРІВ»

ВИКОНАВ:
студент II курсу ФІОТ
групи ІВ-91
Красновський О. В.
Залікова - 9116

ПЕРЕВІРИВ:
ас. Регіда П. Г.

Київ – 2021

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 відгукув 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.

Варіант завдання:

115

→ \bar{Y} де \bar{Y} - середнє Y

Лістинг програми:

```
#include <bits/stdc++.h>
#include "TextTable.h"
using namespace std;

int main() {
    srand(time(NULL));
    vector<int> x1, x2, x3, y;
    vector<double> xn1, xn2, xn3;
    int n = 8;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        x1.push_back(rand() % 21);
        x2.push_back(rand() % 21);
        x3.push_back(rand() % 21);
    }

    int a0 = rand() % 21;
    int a1 = rand() % 21;
    int a2 = rand() % 21;
    int a3 = rand() % 21;

    cout << "a0 = " << a0 << " "; a1 = " << a1 << " "; a2 = " << a2 << " "; a3 = " << a3 << ";\n";

    int minimum_x1 = *min_element(x1.begin(), x1.end());
    int maximum_x1 = *max_element(x1.begin(), x1.end());
    int minimum_x2 = *min_element(x2.begin(), x2.end());
    int maximum_x2 = *max_element(x2.begin(), x2.end());
    int minimum_x3 = *min_element(x3.begin(), x3.end());
    int maximum_x3 = *max_element(x3.begin(), x3.end());

    double x10 = (double)(minimum_x1 + maximum_x1) / 2;
    double x20 = (double)(minimum_x2 + maximum_x2) / 2;
    double x30 = (double)(minimum_x3 + maximum_x3) / 2;

    double dx1 = maximum_x1 - x10;
    double dx2 = maximum_x2 - x20;
    double dx3 = maximum_x3 - x30;

    for (int i = 0; i < n; i++) {
        xn1.push_back((double)(x1[i] - x10) / dx1);
        xn2.push_back((double)(x2[i] - x20) / dx2);
        xn3.push_back((double)(x3[i] - x30) / dx3);
    }
}
```

```

for (int i = 0; i < n; i++) {
    y.push_back((double)a0 + a1 * x1[i] + a2 * x2[i] + a3 * x3[i]);
}

int sum_y = 0;
for (int i = 0; i < n; i++) {
    sum_y += y[i];
}

double average_y = (double) sum_y / n;
double left_closest;

vector<int> y_sorted(y.size());
partial_sort_copy(begin(y), end(y), begin(y_sorted), end(y_sorted));
for (int i = 0; i < n; i++) {
    if (y_sorted[i] <= average_y) {
        left_closest = y_sorted[i];
    }
}

auto it = find(y.begin(), y.end(), left_closest);
int result_index = it - y.begin();

double Yet = a0 + a1 * x10 + a2 * x20 + a3 * x30;

TextTable t( '-', '|', '+' );

t.add("#");
t.add("X1");
t.add("X2");
t.add("X3");
t.add("Y");
t.add(" ");
t.add("XN1");
t.add("XN2");
t.add("XN3");
t.endOfRow();

```

```

for (int i = 0; i < 8; i++) {
    t.add(to_string(i+1));
    t.add(to_string(x1[i]));
    t.add(to_string(x2[i]));
    t.add(to_string(x3[i]));
    t.add(to_string(y[i]));
    t.add(" ");
    t.add(to_string(xn1[i]));
    t.add(to_string(xn2[i]));
    t.add(to_string(xn3[i]));
    t.endOfRow();
}

t.add("x0");
t.add(to_string(x10));
t.add(to_string(x20));
t.add(to_string(x30));
t.add(to_string(Yet));
t.add(" ");
t.add(" ");
t.add(" ");
t.add(" ");
t.endOfRow();

t.add("dx");
t.add(to_string(dx1));
t.add(to_string(dx2));
t.add(to_string(dx3));
t.add(" ");
t.add(" ");
t.add(" ");
t.add(" ");
t.add(" ");
t.endOfRow();

cout << t;
cout << "A plan point that satisfies a given optimality criterion: (" << x1[result_index] << "; "
    << x2[result_index] << "; " << x3[result_index] << ")\n";
cout << "average_y = " << average_y << "; left_closest = " << left_closest << ";\n\n";
cout << "Result: " << a0 << " + " << a1 << " * " << x1[result_index] << " + " << a2 << " * " << x2[result_index];
cout << " + " << a3 << " * " << x3[result_index] << " = " << y[result_index] << ";\n";
}

```

Результат роботи програми:

```
C:\Users\demian\Desktop\II semestr\MND>lab1.exe
a0 = 10; a1 = 7; a2 = 10; a3 = 0;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|# |X1   |X2   |X3   |Y     | |XN1   |XN2   |XN3   |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|1 |19   |13   |11   |273   | |1.000000|0.300000|0.200000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|2 |12   |20   |15   |294   | |0.000000|1.000000|1.000000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|3 |11   |0    |9    |87    | |-0.142857|-1.000000|-0.200000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|4 |5    |1    |10   |55    | |-1.000000|-0.900000|0.000000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|5 |8    |11   |7    |176   | |-0.571429|0.100000|-0.600000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|6 |12   |7    |5    |164   | |0.000000|-0.300000|-1.000000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|7 |13   |13   |12   |231   | |0.142857|0.300000|0.400000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|8 |8    |9    |6    |156   | |-0.571429|-0.100000|-0.800000|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|x0|12.000000|10.000000|10.000000|194.000000| | | |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|dx|7.000000|10.000000|5.000000| | | |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
A plan point that satisfies a given optimality criterion: (8; 11; 7)
average_y = 179.5; left_closest = 176;

Result: 10 + 7 * 8 + 10 * 11 + 0 * 7 = 176;

C:\Users\demian\Desktop\II semestr\MND>
```

Контрольні питання:

1. З чого складається план експерименту?

Точка плану експерименту являє собою один набір конкретних значень усіх К факторів: і-та точка плану є вектором $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{iK})$.

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?

Матриця плану може мати однакові рядки числових значень, що означає повторенню дослідів у відповідних точках плану.

Сукупність усіх точок плану, що відрізняються рівнем хоча б одного фактора (різних строк матриці планування), називається **спектром плану**. Матриця, отримана із усіх різних строк плану називається матрицею спектра 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.

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** $Y = F(X_1...X_K)$. Векторів значень $X_1...X_K$ та відповідних їм значень Y може бути стільки, скільки дослідів ми провели.

Безліч зовнішніх і внутрішніх параметрів моделі, значення яких дослідник може контролювати в ході підготовки й проведення експерименту називається **факторним простором**.