

Путин Павел Александрович, группа 7-1

Лабораторная работа № 1

Вариант № 6

Стратегическое и тактическое планирование модельного эксперимента при проведении оценки эффективности систем методом статистических испытаний в среде MATLAB

Цель работы

Практическое изучение методов стратегического и тактического планирования модельного эксперимента, освоение навыков экспериментальных исследований при работе со статистическими имитационными моделями систем в ходе оценки их эффективности.

Задание

Провести стратегическое и тактическое планирование модельного эксперимента. Выходной реакцией системы является случайная величина, распределенная по закону распределения Коши. Факторами являются параметры: $b \in (6, 7)$; $a \in (4, 5)$. Оценить показатель эффективности вероятность исхода реакции системы < 5 . Доверительный интервал $d = 0,3$ с уровнем значимости $\alpha = 0,01$.

Код программы (внесённые изменения в шаблон кода выделены)

lab1.m

```
%% Провести стратегическое и тактическое планирование модельного
эксперимента.
% Выходной реакцией системы является случайная величина, распределенная по
закону распределения Коши.
% Факторами являются параметры:  $b \in (6, 7)$ ;  $a \in (4, 5)$ .
% Оценить показатель эффективности вероятность исхода реакции системы  $< 5$ .
% Доверительный интервал  $d = 0.3$  с уровнем значимости  $\alpha = 0.01$ .

%% 1. Задание исходных данных

% очистка рабочего пространства
clear all;
% задание количества факторов
nf = 2;
% минимальные значения диапазонов
minf = [4 6];
% максимальные значения диапазонов
maxf = [5 7];

%% 2. Формирование дробного двухуровневого плана эксперимента для учета
взаимодействий

% количество экспериментов
N = 2 ^ nf;
% генерация плана эксперимента
fracfact('a b ab');
% сохранение плана эксперимента
fracplan = ans
% фиктивный фактор
fictfact = ones(N, 1);
% добавление фиктивного фактора в план
```

```

X = [fictfact ans]'
% массив для хранения матрицы значений
fraceks = zeros(N, nf);
% цикл по факторам
for i = 1 : nf
    % цикл по совокупности экспериментов стратегического плана
    for j = 1 : N
        % генерация матрицы значений плана
        fraceks(j, i) = minf(i) + (fracplan(j, i) + 1) * (maxf(i) - minf(i))
    / 2;
    end
end
% вывод матрицы значений
fraceks

```

%% 3. Тактическое планирование эксперимента

```

% задание доверительного интервала. Уменьшен для увеличения точности
d_sigma = 0.003;
% задание уровня значимости
alpha = 0.01;
% определение t-критического
tkr_alpha = norminv(1 - alpha / 2);
% определение требуемого числа испытаний
NE = round(tkr_alpha ^ 2 / (4 * d_sigma ^ 2));
% цикл по совокупности экспериментов стратегического плана
for j = 1 : N
    % значение фактора a в эксперименте j
    a = fraceks(j, 1);
    % значение фактора b в эксперименте j
    b = fraceks(j, 2);
    % цикл статистических испытаний
    for k = 1 : NE
        % имитация функционирования системы
        u(k) = systemeqv(a, b);
    end
    % оценка параметров (реакции) по выборке наблюдений

    % среднее значение
    mx = mean(u);
    % дисперсия
    DX = std(u) ^ 2;

    % расчёт вероятности, что значение исхода реакции системы < 5

    % счётчик значений < 5
    s = 0;
    % цикл по исходам
    for k = 1 : NE
        % отбираем подходящие под условие исходы
        if u(k) < 5
            % увеличиваем счётчик
            s = s + 1;
        end
    end
end

```

```

    % находим вероятность, что значение исхода реакции системы < 5
    Y(j) = s / NE;
end
% расчёт вспомогательной матрицы
C = X * X';
% коэффициенты регрессии
b_ = inv(C) * X * Y'

%% 4. Формирование зависимости реакции системы на множестве реальных значений факторов

% значения фактора A с шагом 0.1
A = minf(1) : 0.1 : maxf(1);
% значения фактора B с шагом 0.1
B = minf(2) : 0.1 : maxf(2);
% количество значений фактора A
[k, N1] = size(A);
% количество значений фактора B
[k, N2] = size(B);
% цикл по значениям фактора A
for i = 1 : N1
    % цикл по значениям фактора B
    for j = 1 : N2
        % значения фактора A в масштабе от -1 до 1
        an(i) = 2 * (A(i) - minf(1)) / (maxf(1) - minf(1)) - 1;
        % значения фактора B в масштабе от -1 до 1
        bn(j) = 2 * (B(j) - minf(2)) / (maxf(2) - minf(2)) - 1;
        % экспериментальная поверхность реакции
        Yc(j, i) = b_(1) + an(i) * b_(2) + bn(j) * b_(3) + an(i) * bn(j) *
b_(4);
        % теоретическая поверхность реакции
        % Yo(j, i) = 1 / pi * atan((5 - A(i)) / B(j)) + 0.5;
        func = @(x) 1 ./ (pi .* B(j) .* (1 + ((x - A(i)) ./ B(j)) .^ 2));
        integ = integral(func, -inf, 5);
        Yo(j, i) = integ;
    end
end
%% 5. Отображение зависимостей в трехмерной графике

[x, y] = meshgrid(A, B);
figure;
subplot(1, 2, 1), plot3(x, y, Yc),
xlabel('fact a'),
ylabel('fact b'),
zlabel('Yc'),
title('System output'),
grid on,
subplot(1, 2, 2), plot3(x, y, Yo),
xlabel('fact a'),
ylabel('fact b'),
zlabel('Yo'),
title('System output'),
grid on;

```

systemeqv.m

```
function u = systemeqv(a, b)
```

```
% распределение Коши с параметрами масштаба и формы a, b
```

```
u = a + b * tan(2 * pi * rand());
```

Результаты выполнения задания

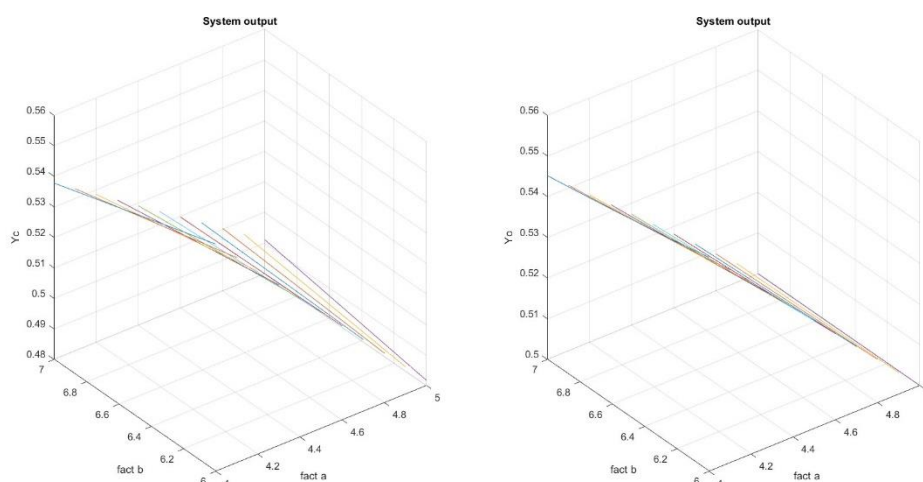


Рисунок 1 — Сравнение значений регрессии и теоретических значений

Выводы

1. Были изучены методы стратегического и тактического планирования модельного эксперимента, освоены навыки экспериментальных исследований при работе со статистическими имитационными моделями систем в ходе оценки их эффективности.
2. Был оценен показатель эффективности вероятность исхода реакции системы < 5 для системы, выходная реакция которой является случайной величиной, распределённой по закону Коши.
3. Для повышения точности вычислений доверительный интервал был уменьшен до 0.003.