

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и
автоматизированных систем

Лабораторная работа №5

по дисциплине: Системное моделирование

тема: Оценка вероятностных характеристик фазовых координат систем

Выполнил: ст. группы ПВ-223

Игнатъев Артур Олегович

Проверил:

Полунин Александр Иванович

Белгород 2024 г.

Вариант 3

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = \sin(x_1 + x_2) \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1 t + 2x_2 \end{cases}$$

$$\sigma_{x_1} = 2, \sigma_{x_2} = 2, m_1 = 0.1, m_2 = 0.3, t_k = 35$$

Решение задачи:

1. Вычислим значения ξ_1 и ξ_2 :

$$V^T = \{x_{01}, x_{02}\}, m = 2$$

$$\xi_1 = \sigma_{x_1} * \sqrt{m} = 2,83$$

$$\xi_2 = \sigma_{x_2} * \sqrt{m} = 2,83$$

2. Зададим системы случайных величин:

	V1	V2
1	2,83	0
2	0	2,83
3	2,83	2,83
4	-2,83	-2,83

3. Зададим четыре набора входных данных:

$$1) \begin{cases} x_{01} = m_1 + \xi_1 = 2,93 \\ x_{02} = m_2 + 0 = 2,83 \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} x_{01} = m_1 + 0 = 2,83 \\ x_{02} = m_2 + \xi_2 = 3,13 \end{cases}$$

$$3) \begin{cases} x_{01} = m_1 + \xi_1 = 2,83 \\ x_{02} = m_2 + \xi_2 = 3,13 \end{cases}$$

$$4) \begin{cases} x_{01} = m_1 - \xi_1 = -2,73 \\ x_{02} = m_2 - \xi_2 = -2,53 \end{cases}$$

Далее интегрируем четыре раза систему дифференциальных уравнений, каждый раз используя новый набор начальных условий. В результате получим четыре набора фазовых координат за момент времени t_k . Вычисляем значения математического ожидания и дисперсии фазовых координат.

Код программы:

```
clc; close all; clear;

% Основная функция для решения задачи
% Параметры:
% m - масса
% M - начальные значения вектора [M1, M2]
% D - вектор коэффициентов [D1, D2]
% t - время интегрирования
function ret = Solve(m, M, D, t)
    % Вычисление начальных векторов на основе параметров D и m
    E = [D(1) * sqrt(m); D(2) * sqrt(m)];

    % Формирование матрицы начальных условий V
    V = [M(1) + E(1), M(2);
        M(1), M(2) + E(2);
        M(1) + E(1), M(2) + E(2);
        M(1) - E(1), M(2) - E(2)];

    % Интегрирование систем дифференциальных уравнений для каждой строки матрицы V
    Mr = [Integrate(V(1, :), t);
        Integrate(V(2, :), t);
        Integrate(V(3, :), t);
        Integrate(V(4, :), t)];

    % Вычисление значений Mk и Dk на основе результатов интегрирования
    ret = [[GetMk(Mr(:, 1)', m);
        GetMk(Mr(:, 2)', m)];
        [GetDk(Mr(:, 1)', m);
        GetDk(Mr(:, 2)', m)]];
end

% Функция для вычисления Dk
% Параметры:
% X - вектор значений после интегрирования
% m - масса
function ret = GetDk(X, m)
    ret = 1/m * (X(1)^2 + X(2)^2) + (X(4)^2 - X(3)^2) / (2 * m) - GetMk(X, m)^2;
end

% Функция для вычисления Mk
% Параметры:
% X - вектор значений после интегрирования
% m - масса
function ret = GetMk(X, m)
    ret = 1/m * (X(1) + X(2)) + (X(4) - X(3)) / (2 * m);
end

% Функция для численного интегрирования системы дифференциальных уравнений
% Параметры:
% X - начальные условия
% t - время интегрирования
function ret = Integrate(X, t)
    [~, Xr] = ode45(@GetSystem(X, t), [0 t], X);
    ret = Xr;
end

% Определение системы дифференциальных уравнений
% Параметры:
```

```

% X - текущие значения
% t - текущее время
function ret = GetSystem(X, t)
    ret = [FirstEquation(X, t); SecondEquation(X, t)];
end

% Первая функция дифференциального уравнения
% Параметры:
% X - текущие значения
function ret = FirstEquation(X, ~)
    ret = sin(X(1) + X(2));
end

% Вторая функция дифференциального уравнения
% Параметры:
% X - текущие значения
% t - текущее время
function ret = SecondEquation(X, t)
    ret = X(1) * t + 2 * X(2);
end

% Вызов основной функции с заданными параметрами и вывод результатов
% Параметры:
% 2 - масса m
% [0.1, 0.3] - начальные значения M1 и M2
% [2, 2] - коэффициенты D1 и D2
% 35 - время интегрирования t
res = Solve(2, [0.1 0.3], [2 2], 35);

% Вывод значений Mk
for i = 1 : 2
    str_m = strcat('m', num2str(i), 'k');
    disp(str_m);
    disp(res(i));
end

% Вывод значений Dk
for i = 1 : 2
    str_d = strcat('d', num2str(i), 'k');
    disp(str_d);
    disp(res(i + 2));
end

```

Результат работы программы:

```

m1k
2.9120
m2k
0.3989
d1k
1.0612e-03
d2k
0.037975

```