

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)**  
**Кафедра КСУ**

**ОТЧЕТ**  
**по лабораторной работе № 6**  
**по дисциплине «Математическое моделирование объектов и систем**  
**управления»**  
**ТЕМА: ИССЛЕДОВАНИЕ ХАОТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**  
**Вариант 5**

Студенты гр. 9492

\_\_\_\_\_

Викторов А.Д.  
Керимов М.М.

Преподаватель

\_\_\_\_\_

Шпекторов А.Г.

Санкт-Петербург

2023

**Цель работы:** ознакомиться с классом хаотических систем, освоить средства MATLAB для моделирования «странных аттракторов», изучить практические способы определения параметров хаотических систем.

### **Задание**

В качестве исследуемой хаотической системы, согласно варианту, была выбрана следующая система, в которой присутствует аттрактор Томаса (циклически симметричный):

$$\dot{x}_1 = -bx_1 + \sin x_2 ;$$

$$\dot{x}_2 = -bx_2 + \sin x_3 ;$$

$$\dot{x}_3 = -bx_3 + \sin x_1 ;$$

где  $b = 0,19$ .

Необходимо выполнить следующие пункты:

- 1) Написать программу решения системы уравнений;
- 2) Построить график фазовой траектории странного аттрактора;
- 3) Определить характеристики хаотической системы.

### **ХОД РАБОТЫ**

Исходный код программы для решения системы уравнений и построения фазовых траекторий хаотической системы представлен в листингах 1-2:

## Листинг 1. Основной скрипт

```
clc, clear, close all
x_0 = 10;
y_0 = -10;
z_0 = 10;
T = 800;
b = 0.19;
sys = @(t,x) [ -b*x(1) + sin(x(2)); -b*x(2) + sin(x(3)); -b*x(3)
+ sin(x(1))];
[t, sol] = ode45(sys, [0 T], [x_0 y_0 z_0]);
D = frac_dim(sol, 0.0004, 2800)
figure(1)
plot3(sol(:,1),sol(:,2),sol(:,3))
grid on
figure(2)
plot(t,sol(:,1),t,sol(:,2),t,sol(:,3))
grid on
```

## Листинг 2. Код функции

```
function D = frac_dim(x, r, N)
C = 0;
for i = 1:N
    for j = 1:N
        if(i ~= j)
            dist = sqrt( (x(j, 1)-x(i, 1))^2 + ...
                        (x(j, 2)-x(i, 2))^2 + ...
                        (x(j, 3)-x(i, 3))^2);
            if (r - dist > 0)
                C = C + 1;
            end
        end
    end
end
C = C / N / (N - 1);
D = log(C)/log(r);
end
```

В результате выполнения программы получена фазовая траектория странного аттрактора, которая представлена на рисунке 1.

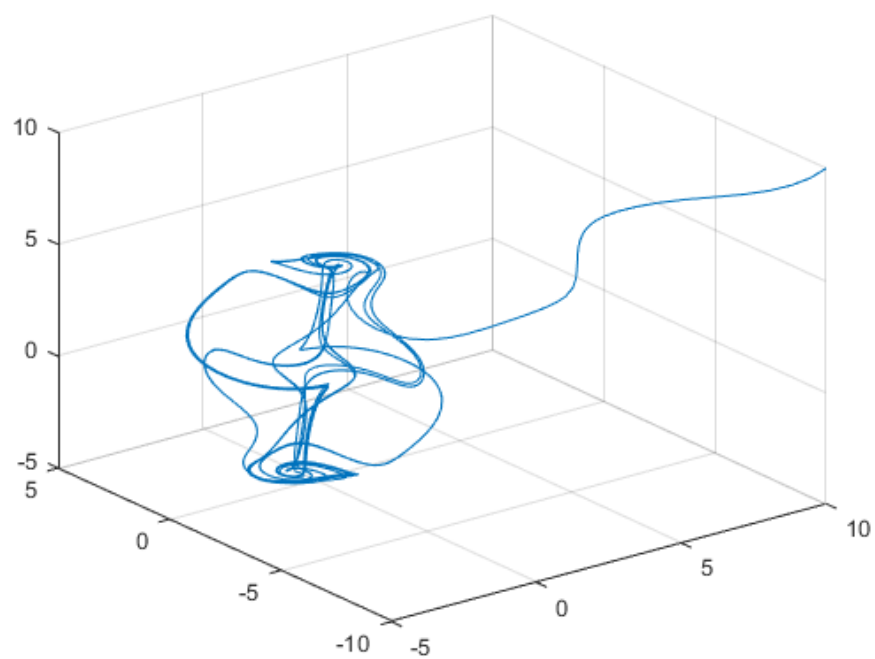


Рисунок 1 – Фазовая траектория странного аттрактора

Полученный переходный процесс представлен на рисунке 2.

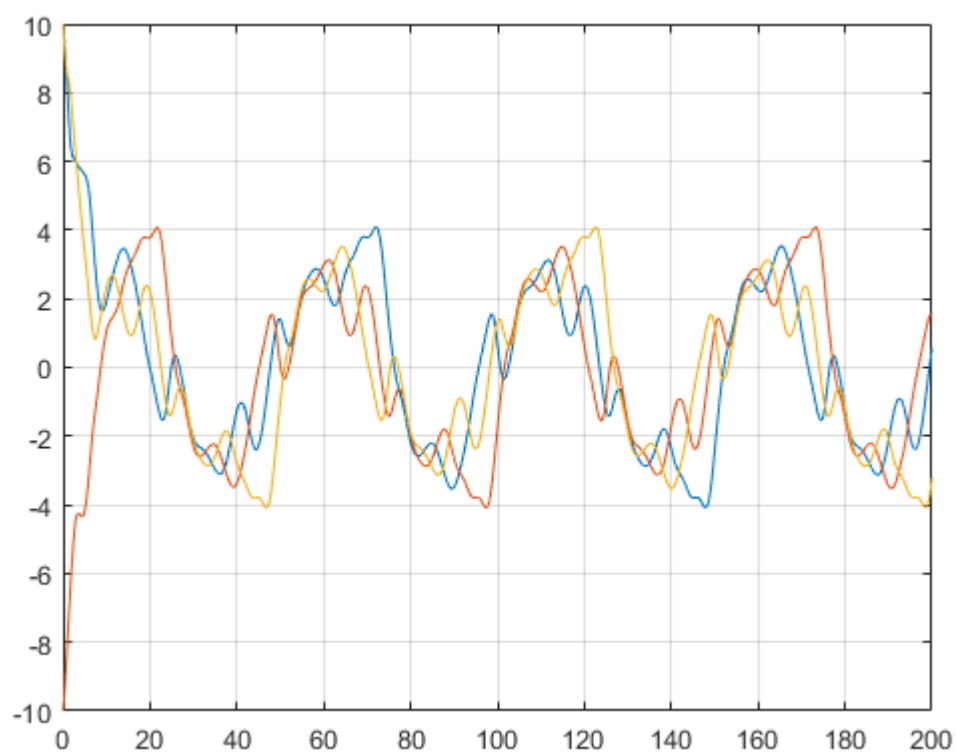


Рисунок 2 – Переходный процесс

Программа также позволяет произвести расчет размерности аттрактора, за которую отвечает величина  $D$ . В нашем случае размерность аттрактора составила  $D = 1,9403$ .

## **ВЫВОД**

В результате выполнения лабораторной работы был исследован класс хаотических систем, а также освоены средства MATLAB для моделирования «странных аттракторов», изучены практические способы определения параметров хаотических систем.