

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

ОТЧЕТ
по лабораторной работе № 5
по дисциплине «Современные методы теории управления»
ТЕМА: ПОСТРОЕНИЕ БИФУРКАЦИОННЫХ ДИАГРАММ СИСТЕМ
ВТОРОГО ПОРЯДКА С ОДНИМ ПАРАМЕТРОМ

Студент гр. 9492

Викторов А.Д.

Преподаватель

Бельский Г.В.

Санкт-Петербург

2023

Цель работы: Построение бифуркационных диаграмм систем второго порядка с помощью Matlab.

Ход работы

Скрипт для отображения бифуркационных диаграмм представлен в листинге 1. В нем используется функция *special_points* из второй лабораторной работы. Сама программа разделена на два смысловых блока, в первом происходит формирование массивов точек по каждому типу, во втором непосредственно построение диаграммы. Для примера анализа с помощью разработанной программы была взята система, описываемая следующей системой уравнений:

$$\begin{cases} \dot{x} = x^2 - y^2 - 5 \\ \dot{y} = ax^2 + y^2 - 13 \end{cases},$$

где, a – изменяемый параметр. В результате работы программы была получена бифуркационная диаграмма в осях a , x , y , представленная на рисунке 1.

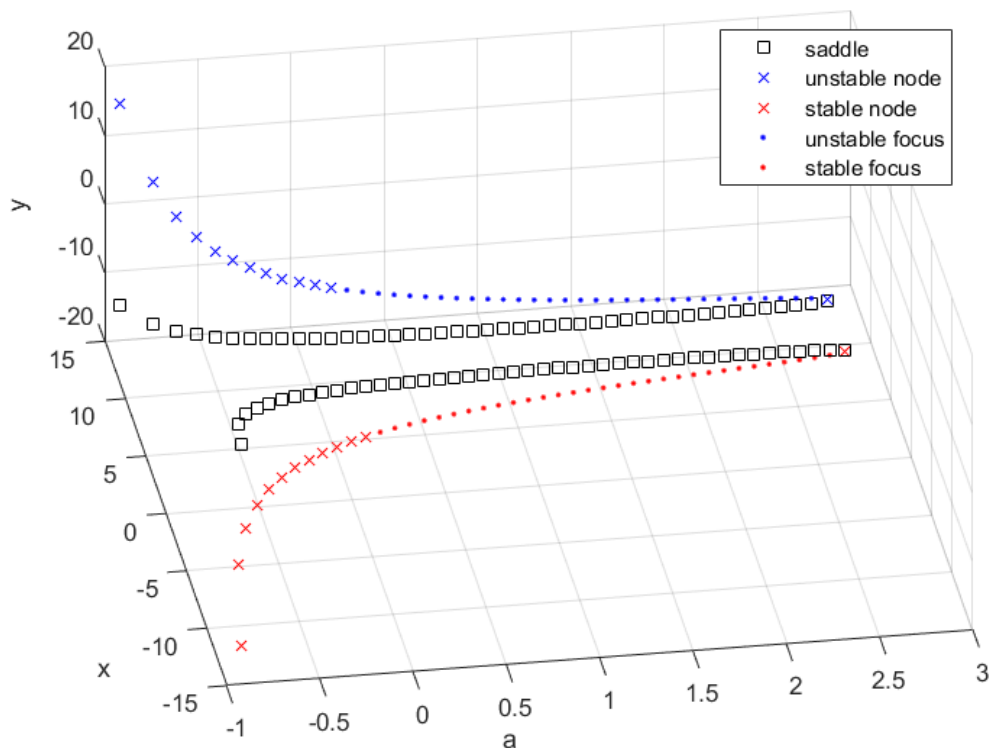


Рисунок 1 - Бифуркационная диаграмма

```
clc, clear, close all
syms a x y
x = [x y];

f = [x(1)^2 - x(2)^2 - 5; a * x(1)^2 + x(2)^2 - 13];

A = [-1, 3]; % range a
nA = 50; % num a points

saddle_array = zeros(3,0);
unstable_node_array = zeros(3,0);
stable_node_array = zeros(3,0);
center_array = zeros(3,0);
unstable_focus_array = zeros(3,0);
stable_focus_array = zeros(3,0);

for i = linspace(A(1,1),A(1,2),nA)
    g = subs(f, a, i);
    [coord, type] = special_points(g, x);
    if(size(coord,1) > 0)
        for j = 1:size(type, 1)
            switch(type(j,1))
                case "stable node"
                    stable_node_array = [stable_node_array, [i; coord(j,1);
coord(j,2)]];
                case "unstable node"
                    unstable_node_array = [unstable_node_array, [i; coord(j,1);
coord(j,2)]];
                case "saddle"
                    saddle_array = [saddle_array, [i; coord(j,1);
coord(j,2)]];
                case "center"
                    center_array = [center_array, [i; coord(j,1);
coord(j,2)]];
                case "unstable focus"
                    unstable_focus_array = [unstable_focus_array, [i; coord(j,1);
coord(j,2)]];
                case "stable focus"
                    stable_focus_array = [stable_focus_array, [i; coord(j,1);
coord(j,2)]];
            end
        end
    end
end
```

```
figure(1)
hold on
plot3(saddle_array(1,:),saddle_array(2,:),saddle_array(3,:), "square",'color',
'k','DisplayName','saddle')

plot3(unstable_node_array(1,:),unstable_node_array(2,:),unstable_node_array(3,:),
'xb','DisplayName','unstable node')
plot3(stable_node_array(1,:),stable_node_array(2,:),stable_node_array(3,:),
'xr','DisplayName','stable node')

plot3(center_array(1,:),center_array(2,:),center_array(3,:),
'og','DisplayName','center')

plot3(unstable_focus_array(1,:),unstable_focus_array(2,:),unstable_focus_array(3,:),
'.b','DisplayName','unstable focus')
plot3(stable_focus_array(1,:),stable_focus_array(2,:),stable_focus_array(3,:),
'.r','DisplayName','stable focus')

legend
xlabel('a')
ylabel('x')
zlabel('y')
grid on
hold off
```

Можно видеть, что у системы существует четыре состояния равновесия. При увеличении значения параметра a точки равновесия приближаются друг к другу. При смене знака параметра два из четырёх состояния равновесия меняют свой тип с узла на фокус. При этом состояния равновесия существуют у системы при значении параметра a в диапазоне примерно $[-1, 2.5]$

Вывод

В ходе выполнения данной лабораторной работы был разработан и протестирован скрипт Matlab позволяющий строить бифуркационные диаграммы систем второго порядка с одним параметром. Для нахождения координат и типа точек равновесия была использована функция, разработанная в ходе выполнения второй лабораторной работы.