**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра Систем автоматизированного проектирования**

отчет

**по лабораторной работе №2**

**по дисциплине «Моделирование нелинейных динамических систем»**

Тема: Бифуркационный анализ нелинейной системы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Студентка гр. 1302 |  | Марзаева В.И. |
| Студент гр. 1302 |  | Новиков Г.В. |
| Студентка гр. 1302 |  | Романова О.В. |
| Преподаватель |  | Бабкин И.А. |

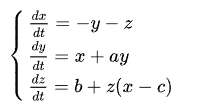
Санкт-Петербург

2024

**Цель работы**

Построение бифуркационных диаграмм системы, реализованных разными методами, от параметров системы и шага. Сравнение диаграмм, полученных разными методами, с референсной диаграммой DOPRI8 (вывести на один график)

Система Ресслера:



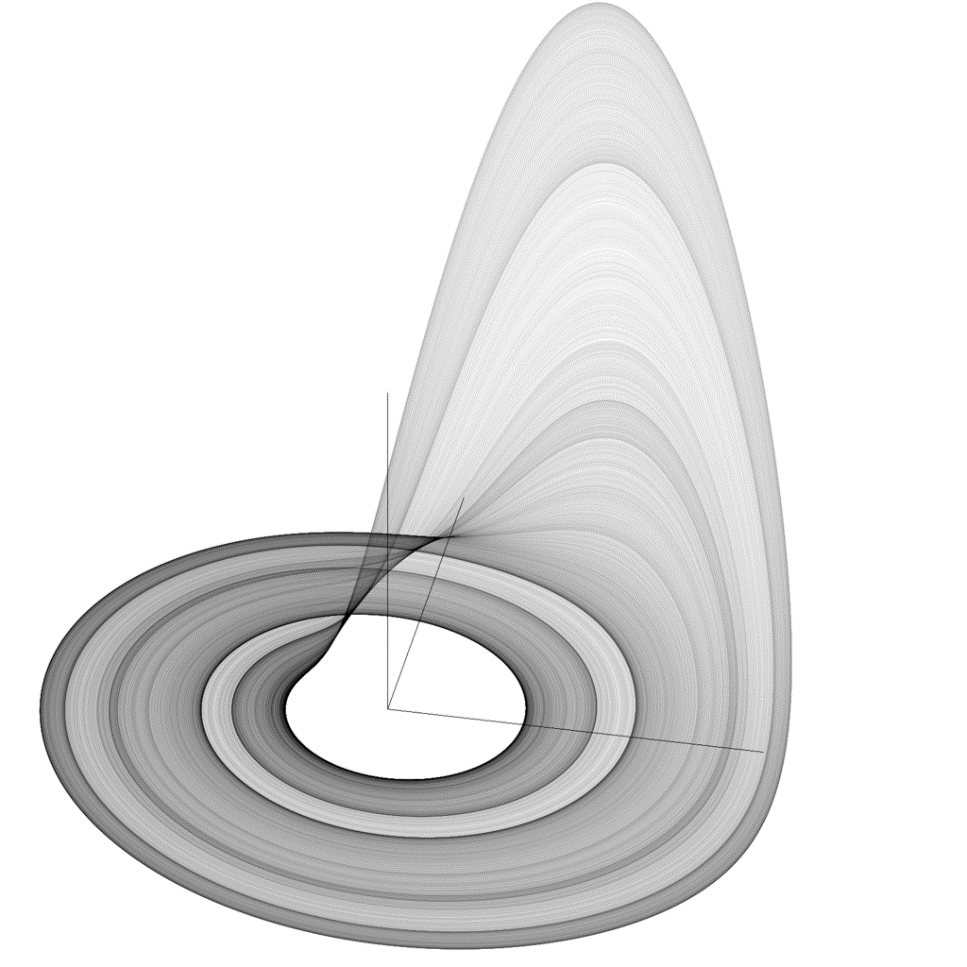


Рис. 1. Аттрактор Рёсслера

**Выполнение работы**

Смоделируем систему разными методами и построим бифуркационные диаграммы для параметров a, b, c. Для построения диаграммы рассмотрим переменную x. Параметры методов: шаг h = 0.01, время моделирования t = 200. Для того, чтобы рассматривать только траектории, соответствующие аттрактору, будем рассматривать систему после времени 100.

*Параметр a*

Шаг = 0.0005, диапазон – [0; 0.37]

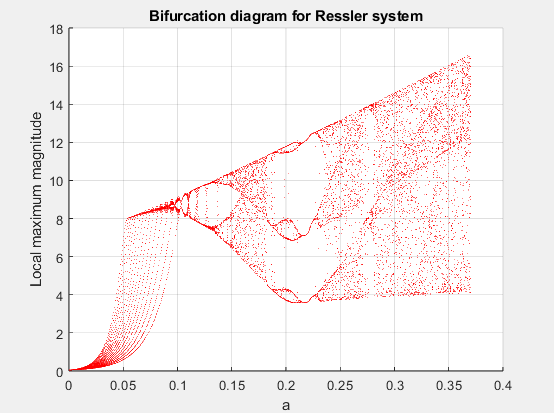


Рис. 2. Метод Эйлера

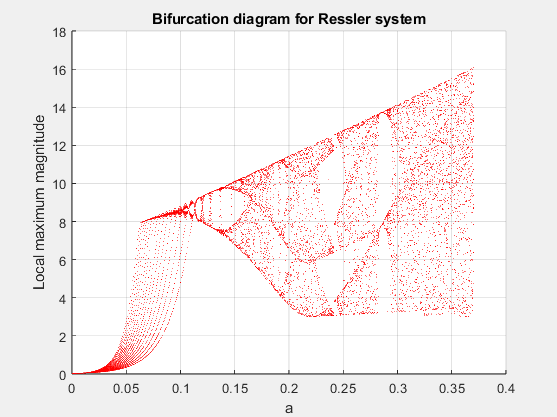


Рис. 3. Метод средней точки

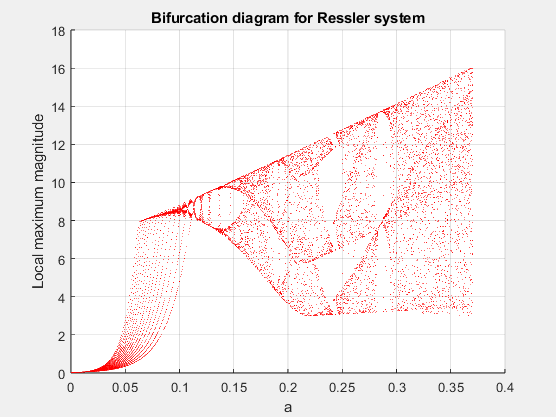


Рис. 4. Метод КД

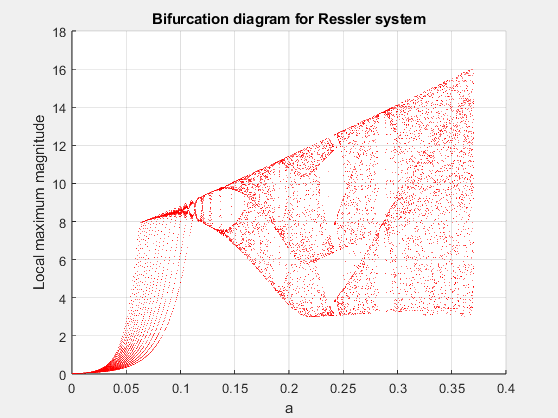


Рис. 5. Метод dopri8

*Параметр b*

Шаг = 0.001, диапазон – [0; 2]

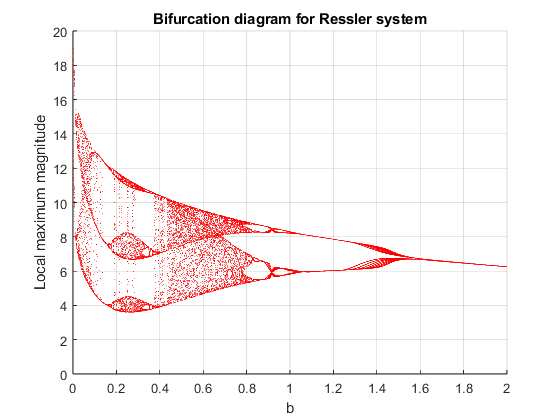
**

Рис. 6. Метод Эйлера

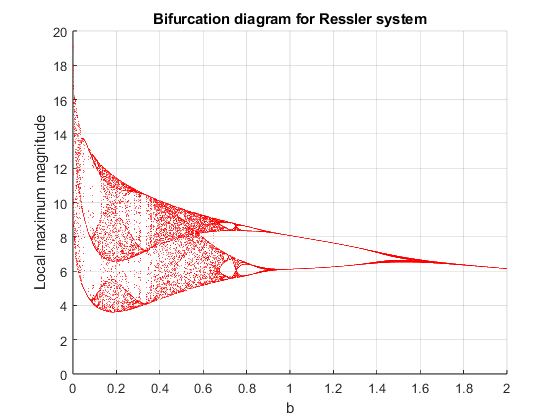


Рис. 7. Метод средней точки

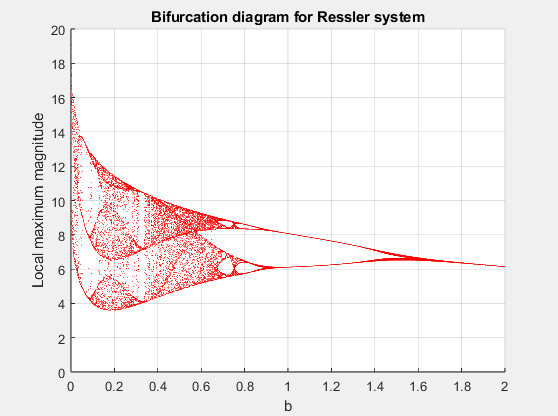


Рис. 8. Метод КД

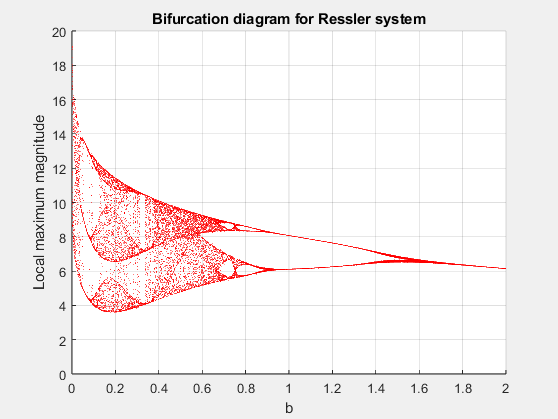


Рис. 9. Метод dopri8

*Параметр c*

Шаг = 0.01, диапазон – [1; 10]

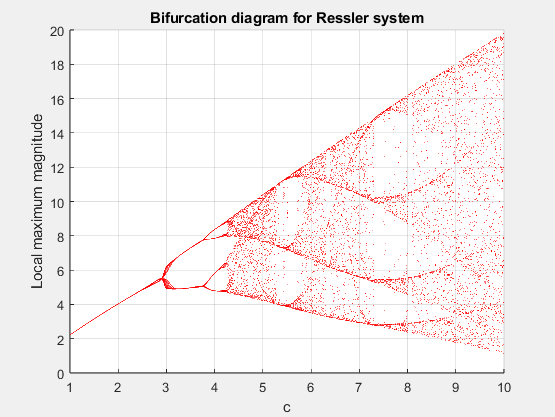


Рис. 10. Метод Эйлера

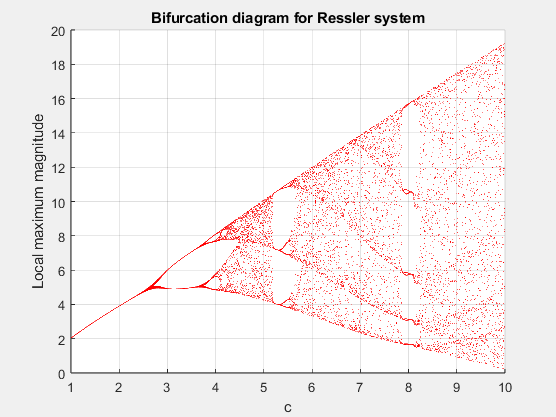


Рис. 11. Метод средней точки

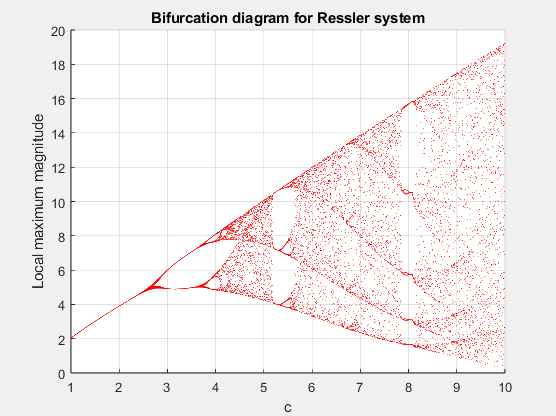


Рис. 12. Метод КД

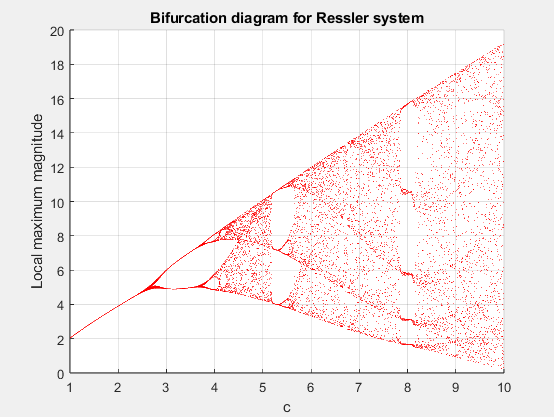


Рис. 13. Метод dopri8

Сравним бифуркационные диаграммы системы, полученные с помощью методов Эйлера, средней точки и КД, с диаграммой, полученной с помощью референсного метода dopri8 для параметра c.

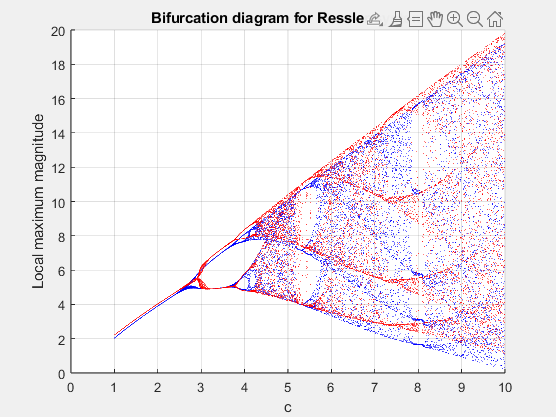


Рис. 14. Красный - метод Эйлера, синий – dopri8

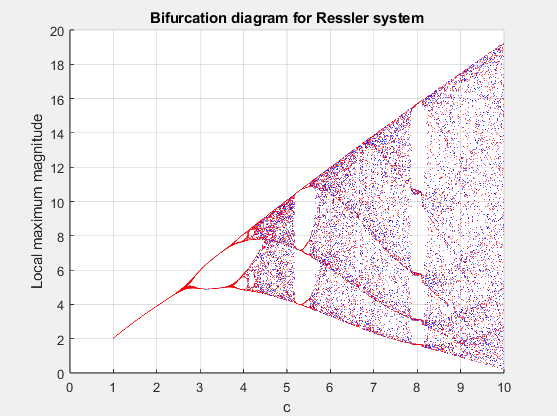


Рис. 15. Красный - метод средней точки, синий – dopri8

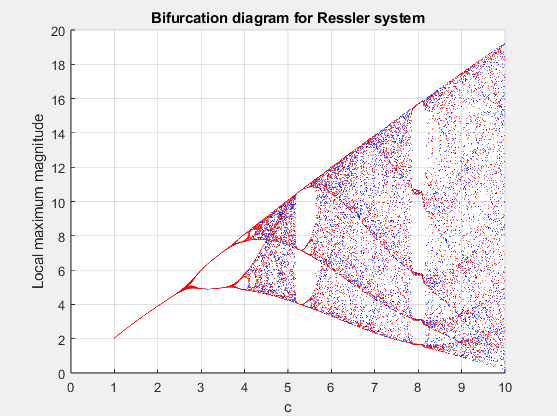


Рис. 16. Красный - метод КД, синий – dopri8

**Выводы**

В лабораторной работе были построены бифуркационные диаграммы системы Ресслера, полученные с помощью методов Эйлера, EMP, КД и DOPRI8, проведено сравнение между реализациями 2-мя разными методами (Эйлер, EMP и КД сравниваются с референсным методом DOPRI8). Диаграмма, полученная методом Эйлера значительно расходится с диаграммой, полученной DOPRI8, тогда как диаграммы, полученные методами средней точки и КД достаточно близки к референсной.