**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра Систем автоматизированного проектирования**

отчет

**по лабораторной работе №6**

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

Тема: Долгосрочное моделирование. Диаграммы продолжительности. Оценка фазового объема системы

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

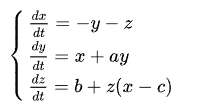
Санкт-Петербург

2024

**Цель работы**

Долгосрочное моделирование. Диаграммы продолжительности (continuation diagrams). Оценка фазового объема системы. Построение зависимости объема от параметров. Сравнение графиков объема с LLE, бифуркационными диаграммами, энтропией.

Система Рёсслера:

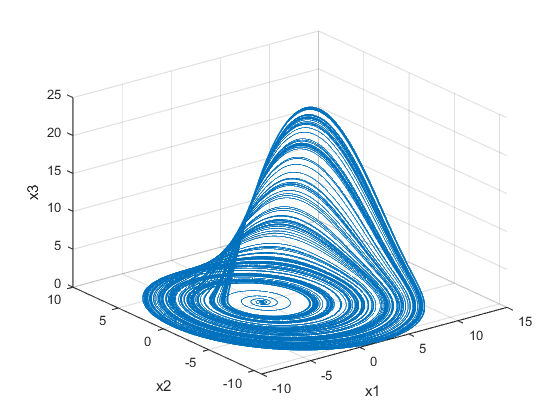


Рис. 1. Аттрактор Рёсслера

**Выполнение работы**

1. Долгосрочное моделирование

Время моделирования – . Выводится каждая 10 точка.

Шаг для каждого метода:

Euler, EMP, CD – ;

DOPRI8 – .

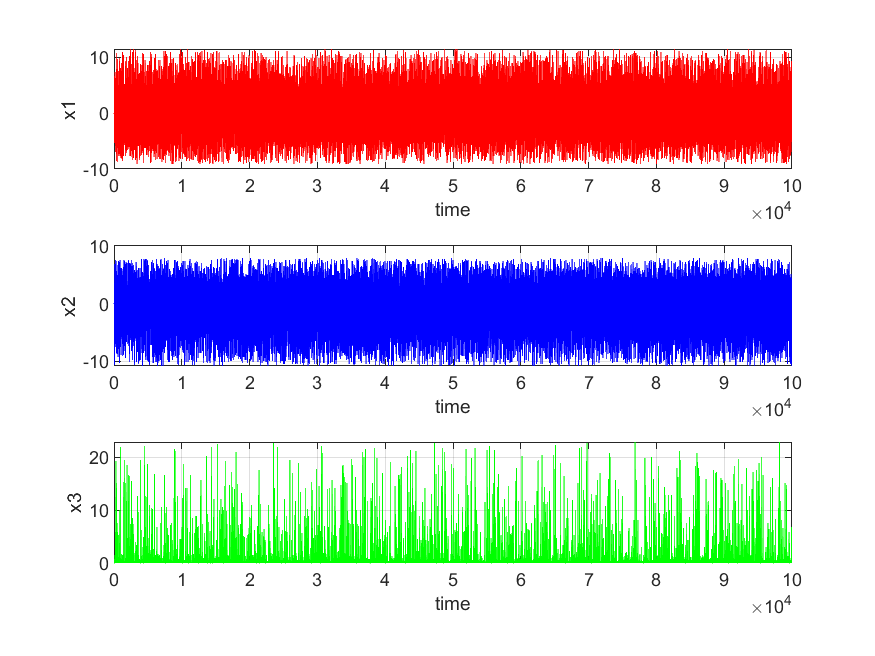


Рис. 2. Метод Эйлера

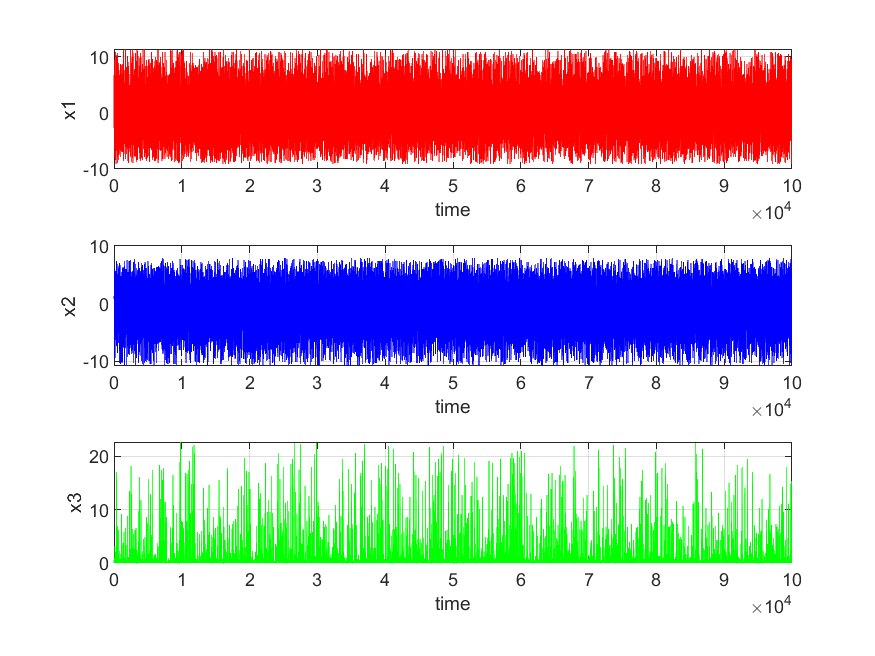


Рис. 3. Метод EMP

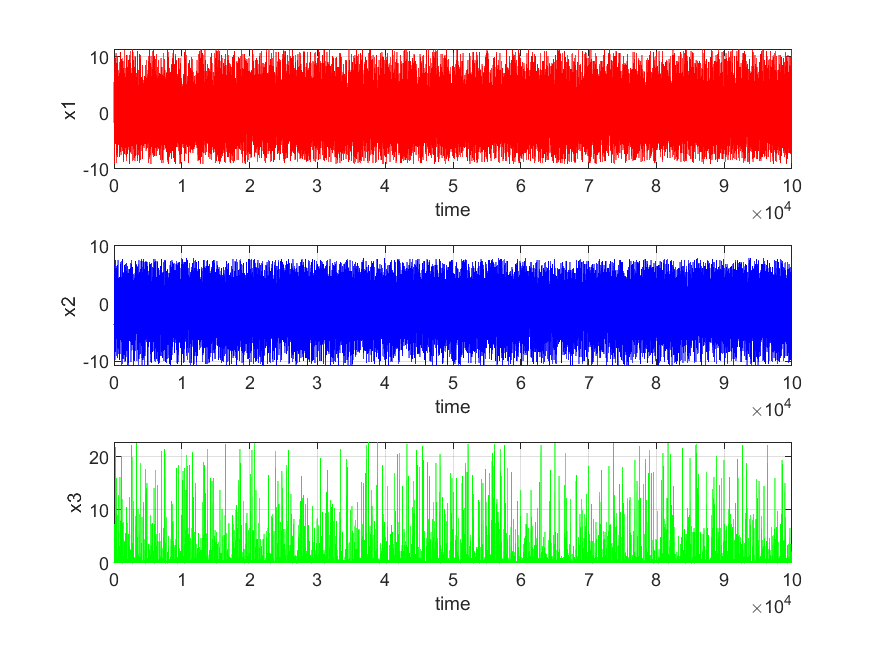


Рис. 4. Метод CD

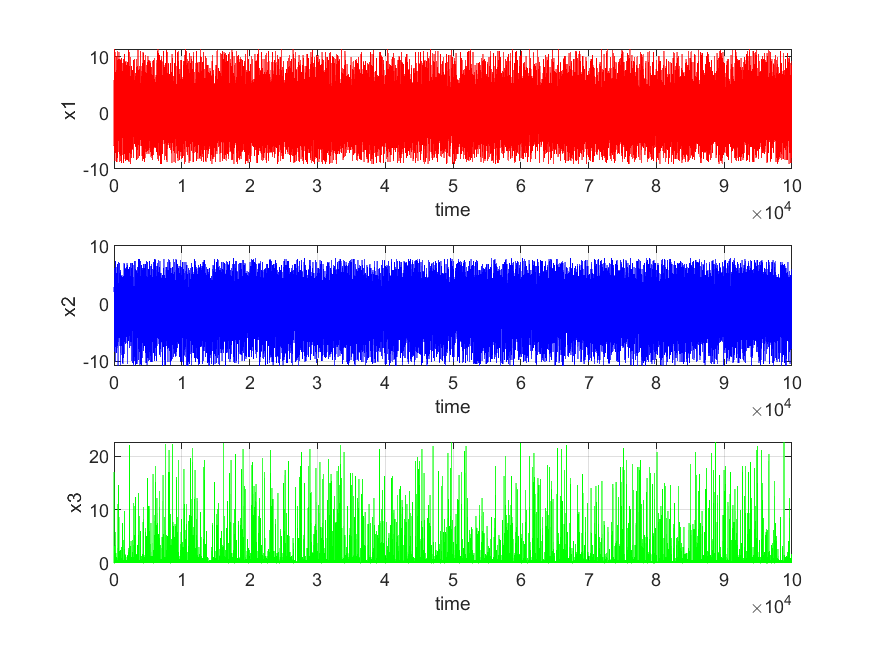


Рис. 5. Метод DOPRI8

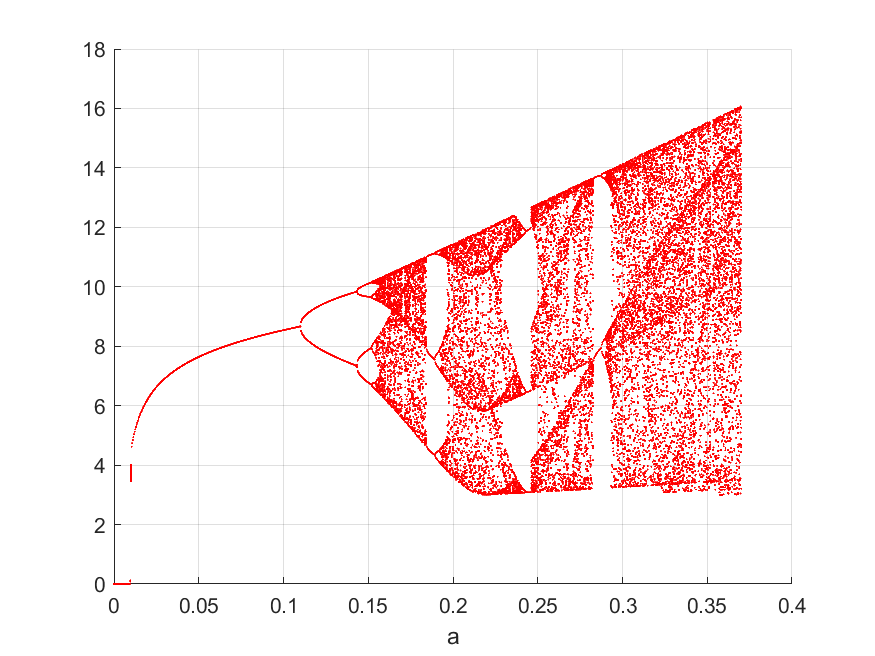
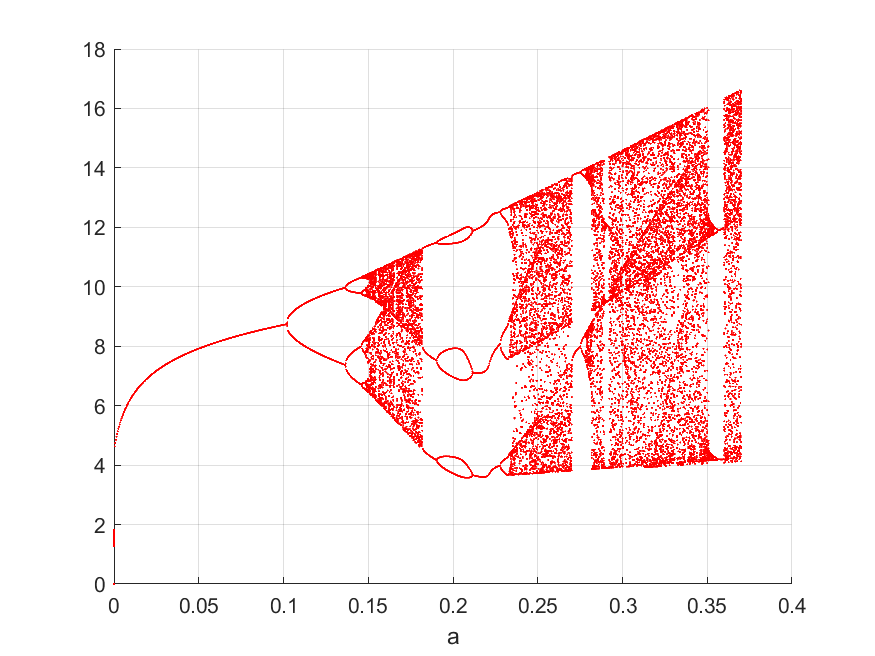
1. Диаграммы продолжительности (continuation diagrams)

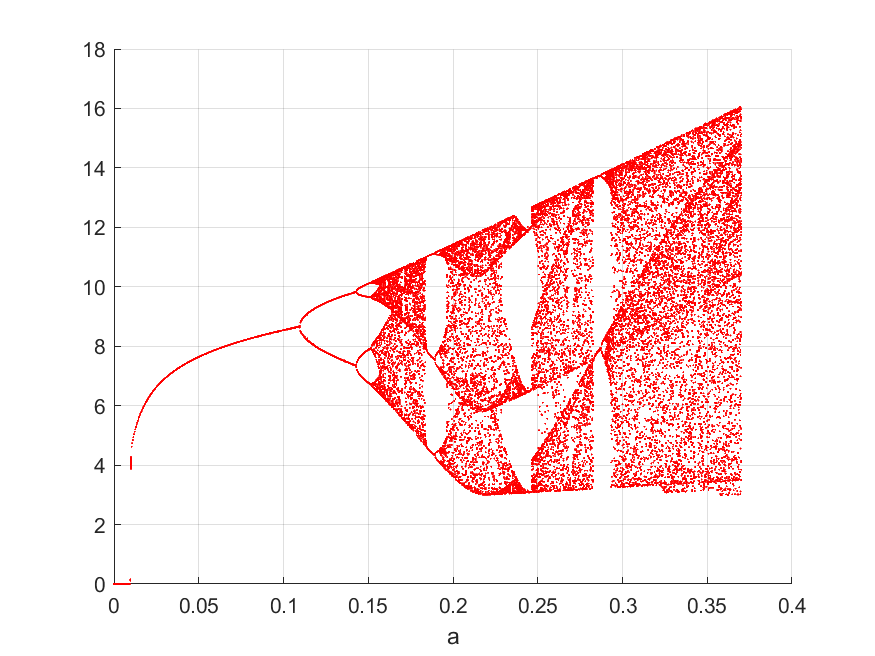
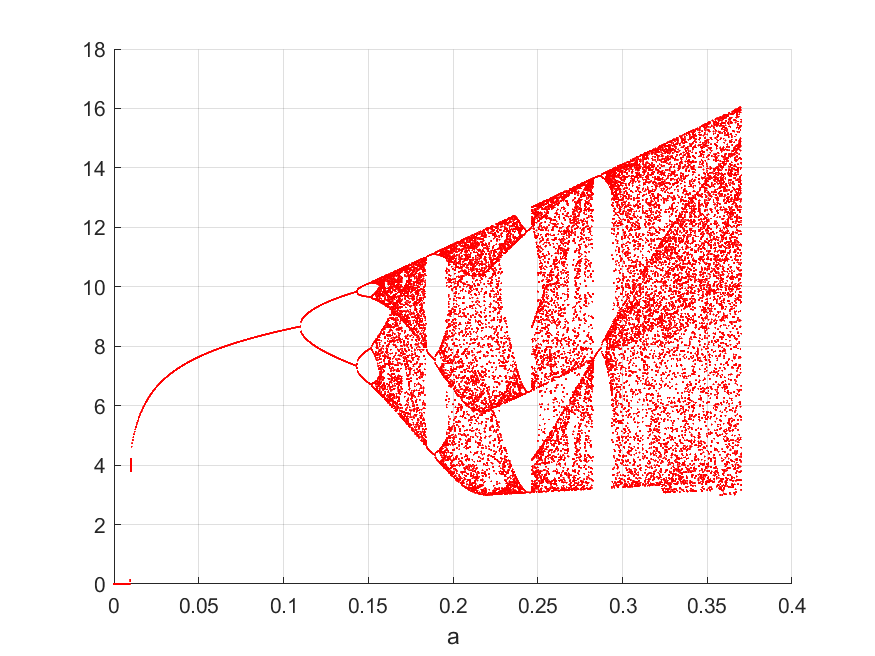
Шаг моделирования h = 0.01, время моделирования – 2000, количество значений для каждого параметра – 1000. Шаг изменения параметра определяется исходя из количества значений параметра и диапазона изменения параметра.

Методы выведены в следующем порядке: метод Эйлера, метод EMP, метод CD, метод DOPRI8.

*Параметр a*

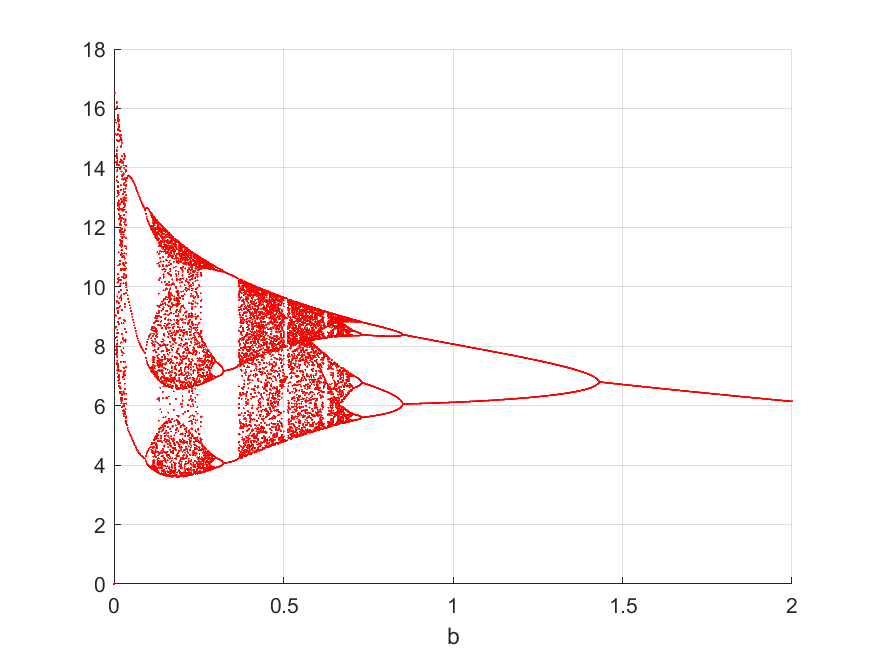
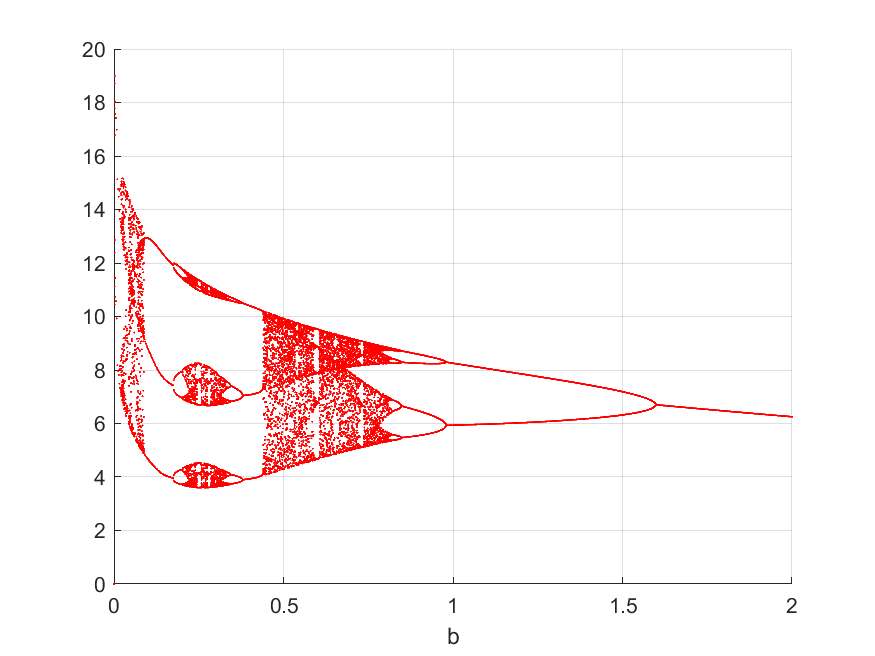
Диапазон – [0; 0.37]

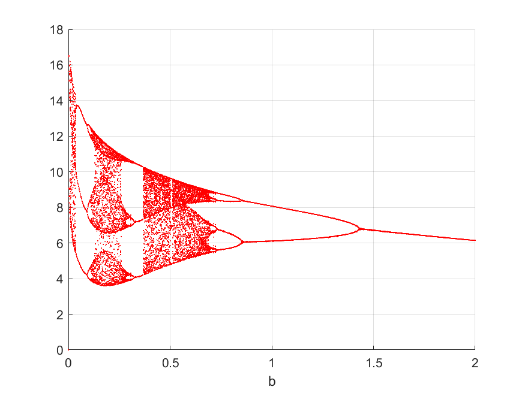
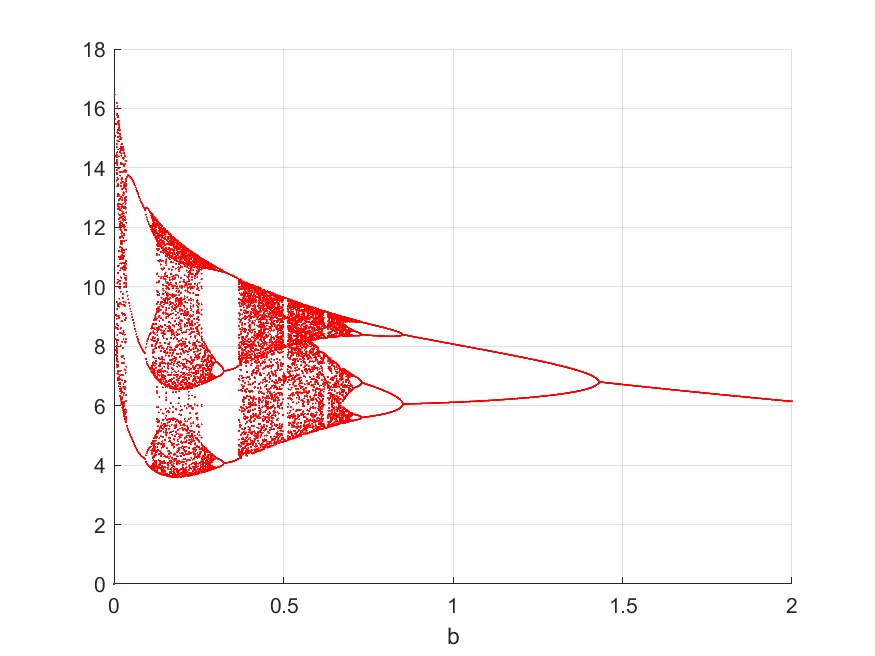




*Параметр b*

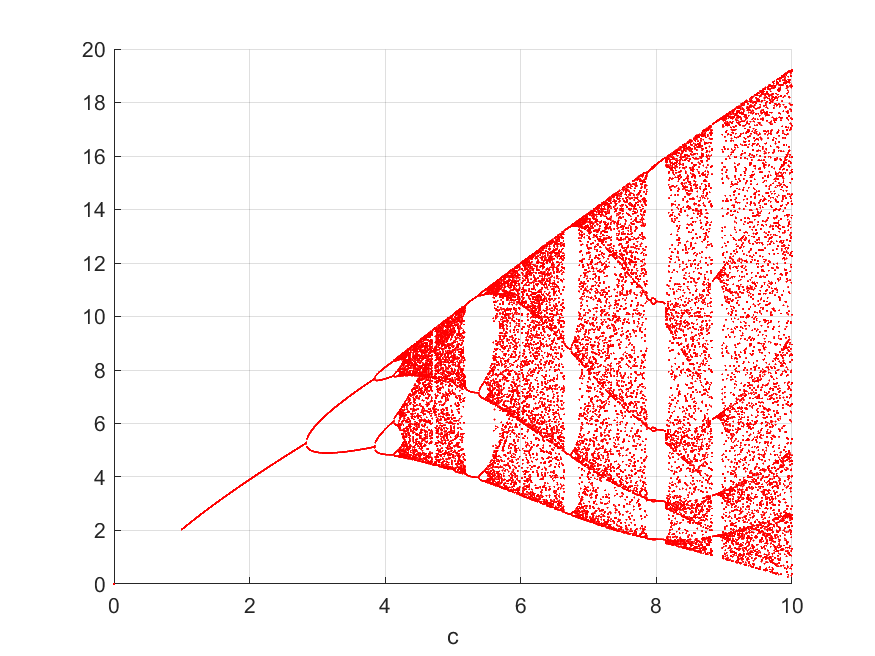
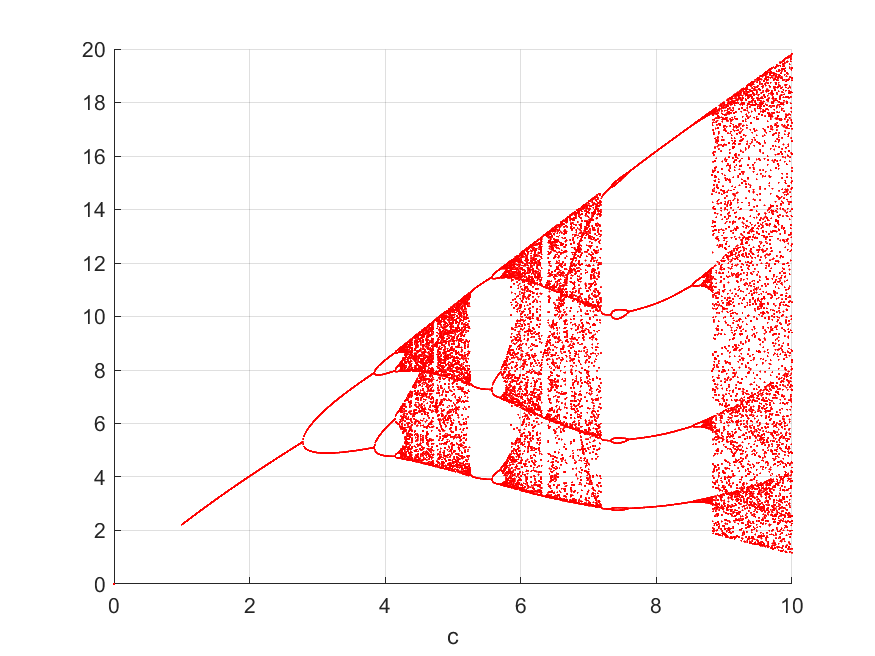
Диапазон – [0; 2]

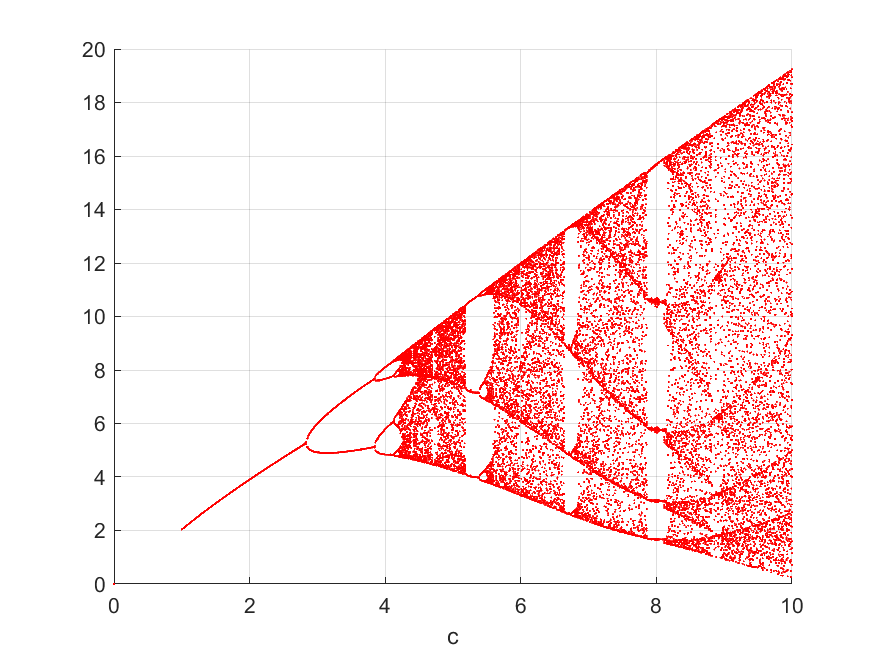
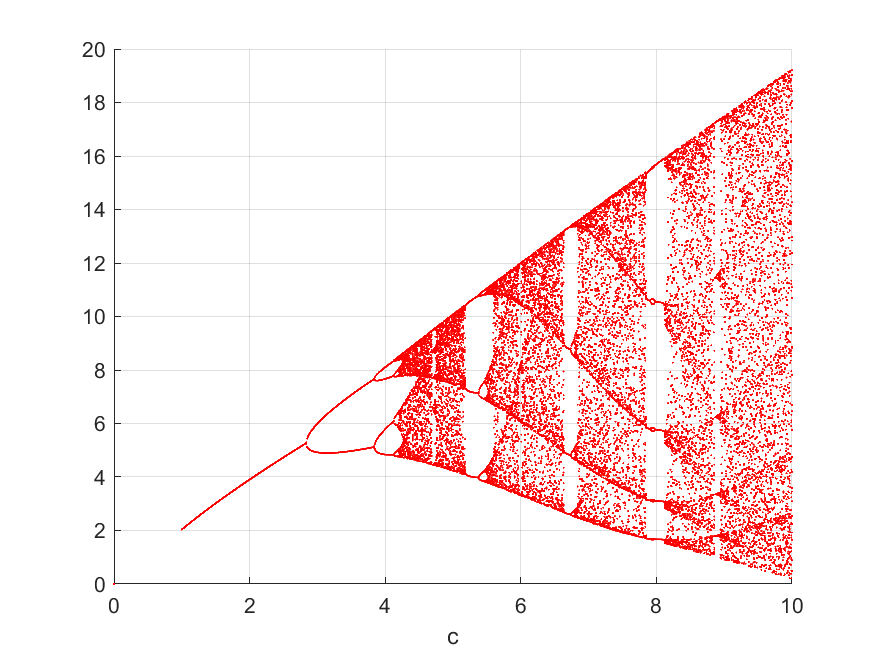




*Параметр c*

Диапазон – [1; 10]





1. Оценка фазового объема системы

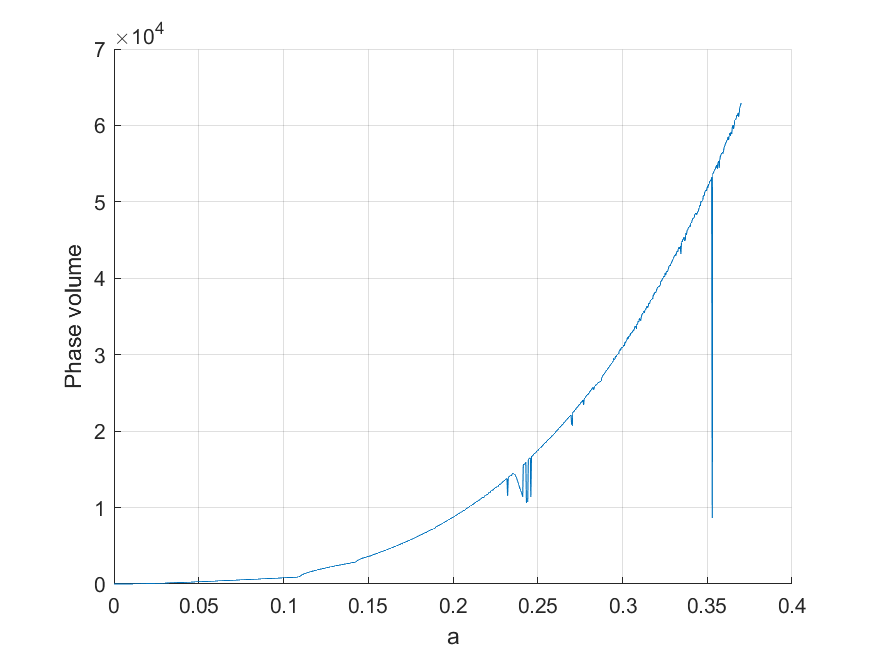
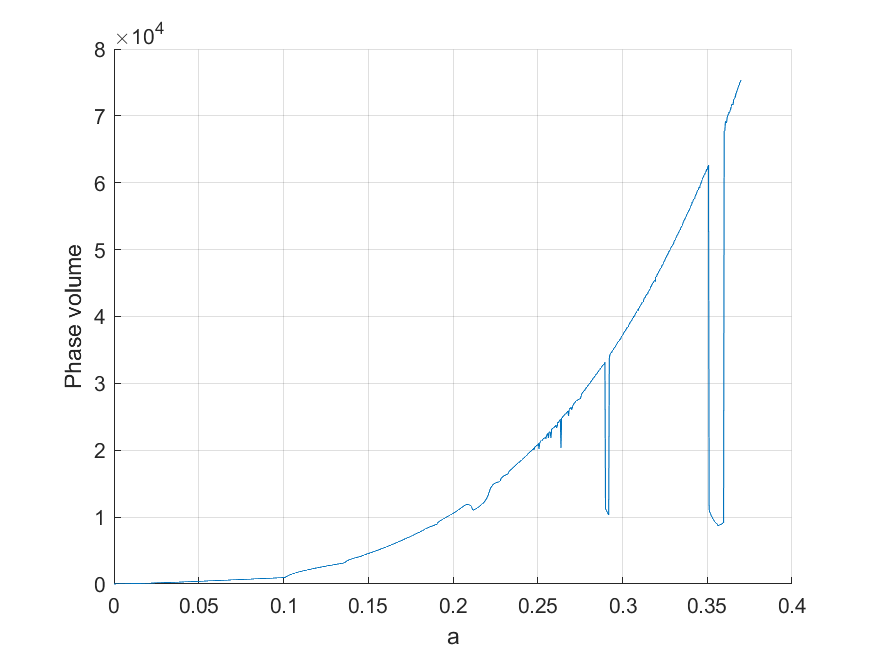
Шаг моделирования h = 0.01, время моделирования – 2000, количество значений для каждого параметра – 1000. Шаг изменения параметра определяется исходя из количества значений параметра и диапазона изменения параметра.

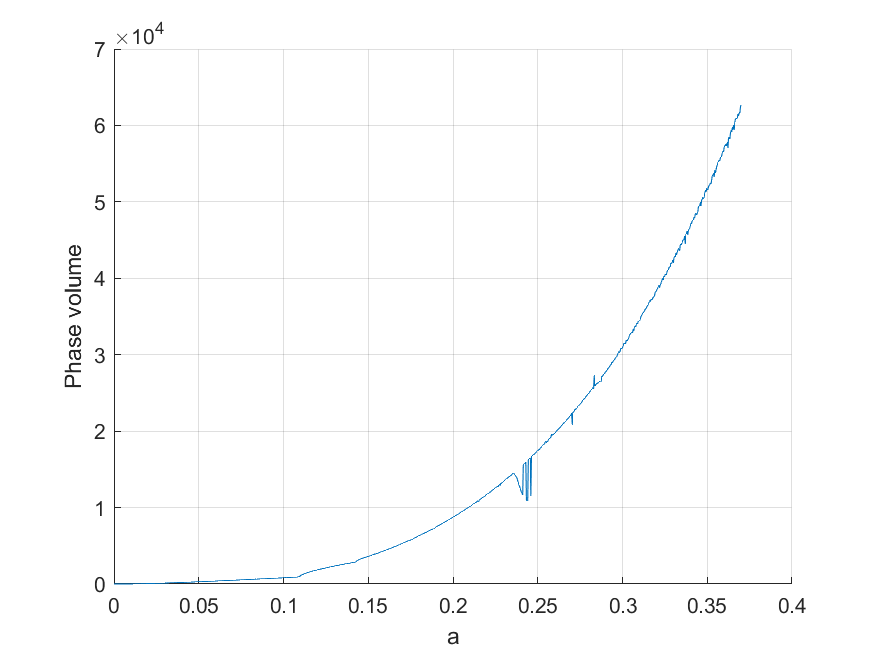
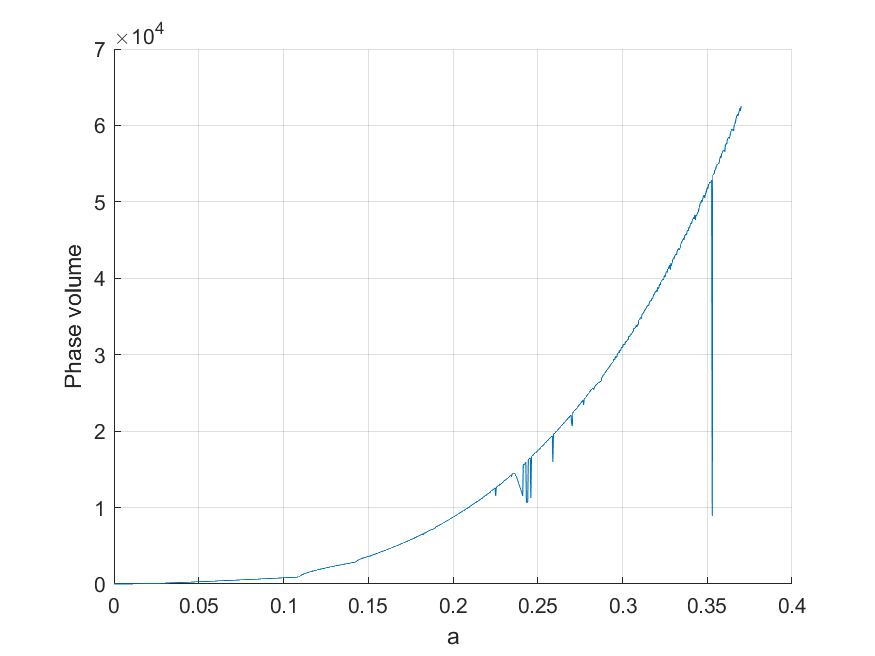
Методы выведены в следующем порядке: метод Эйлера, метод EMP, метод CD, метод DOPRI8.

*Параметр a*

Диапазон – [0; 0.37]

Фазовый объем:





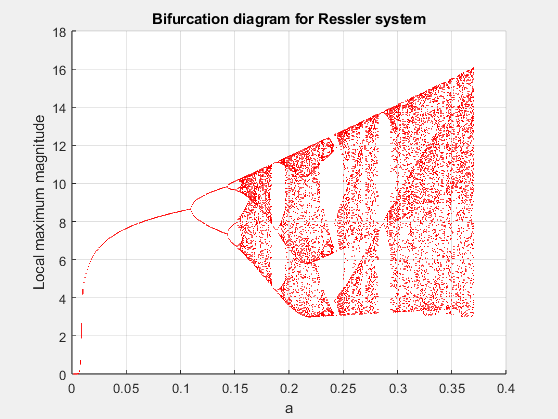


Рис. 6. Бифуркационная диаграмма

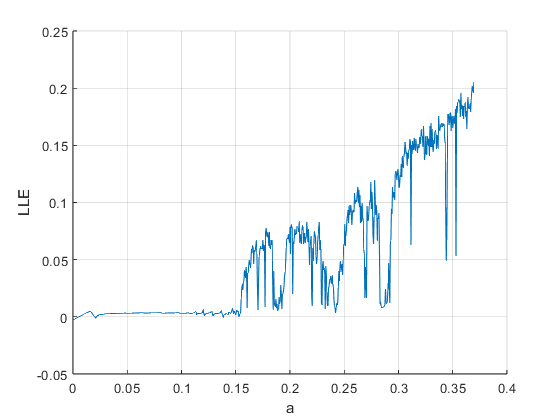


Рис. 7. LLE

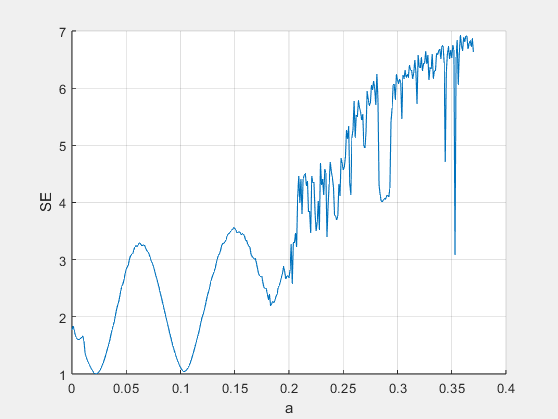
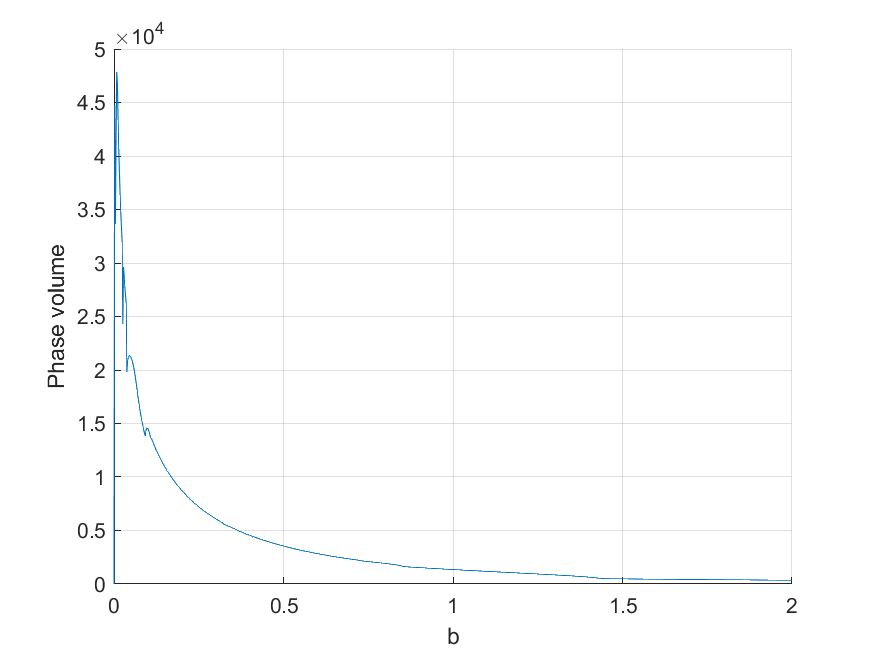
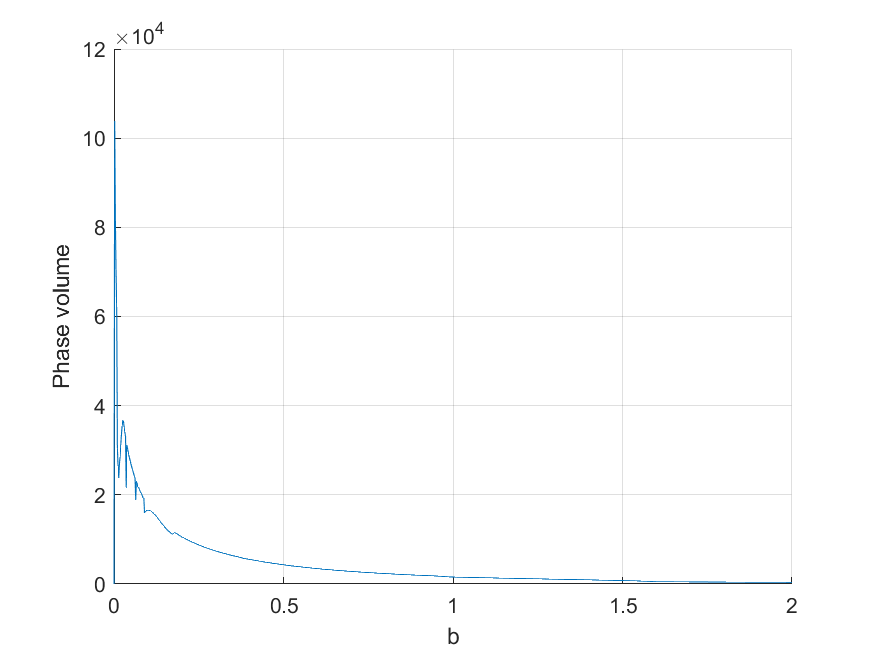
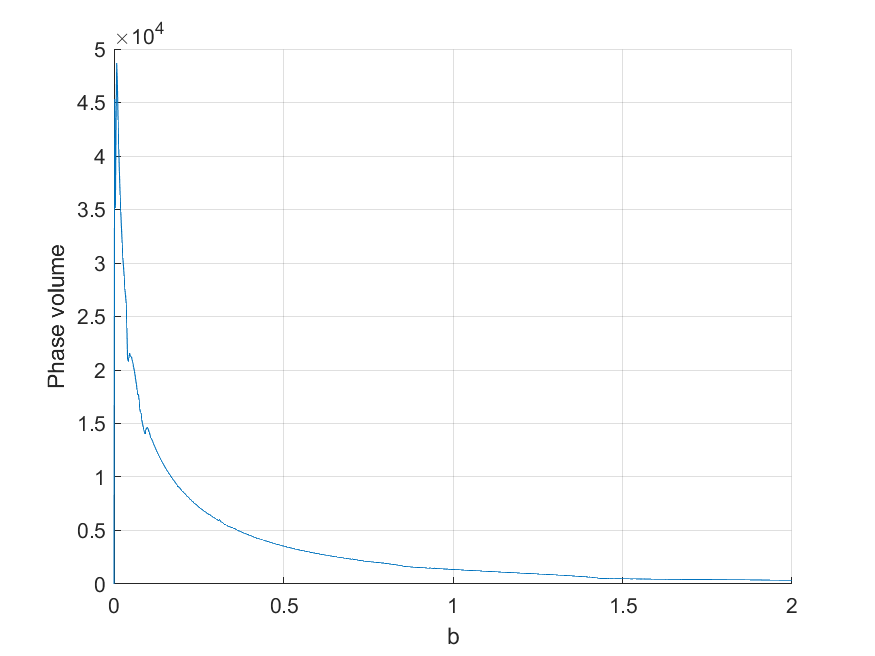
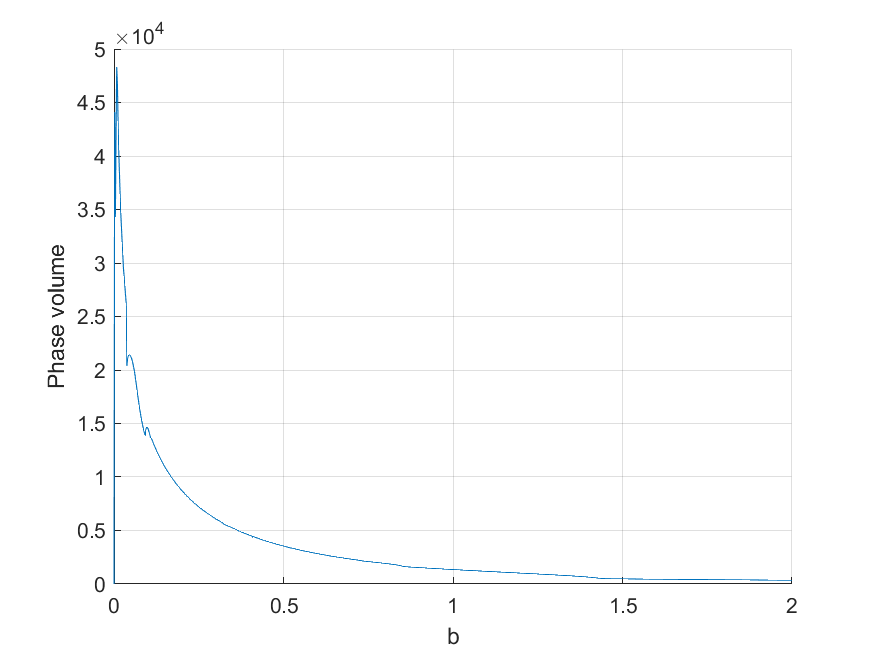


Рис. 8. Энтропия

*Параметр b*

Диапазон – [0; 2]





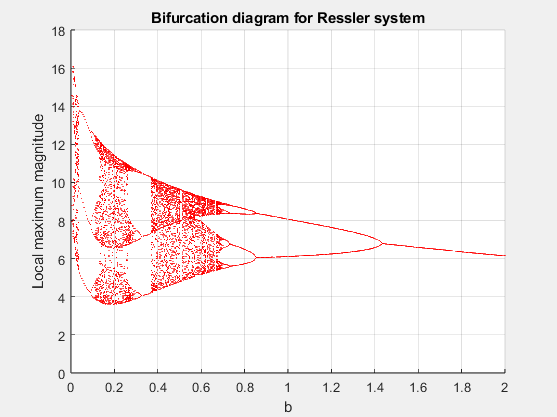


Рис. 9. Бифуркационная диаграмма

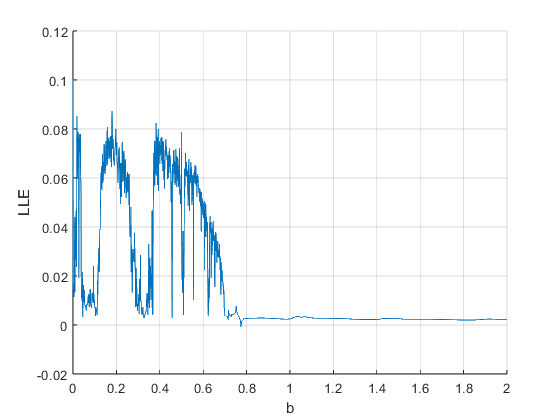


Рис. 10. LLE

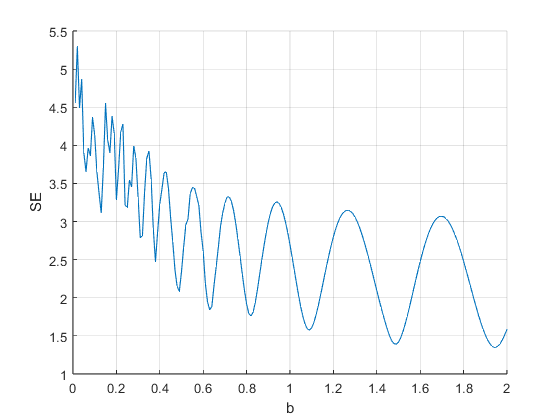
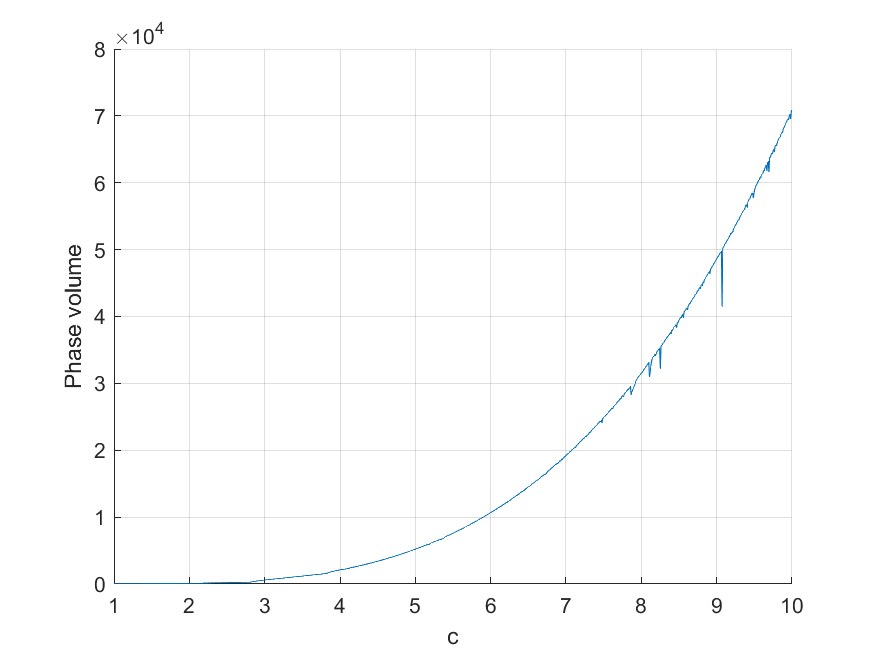
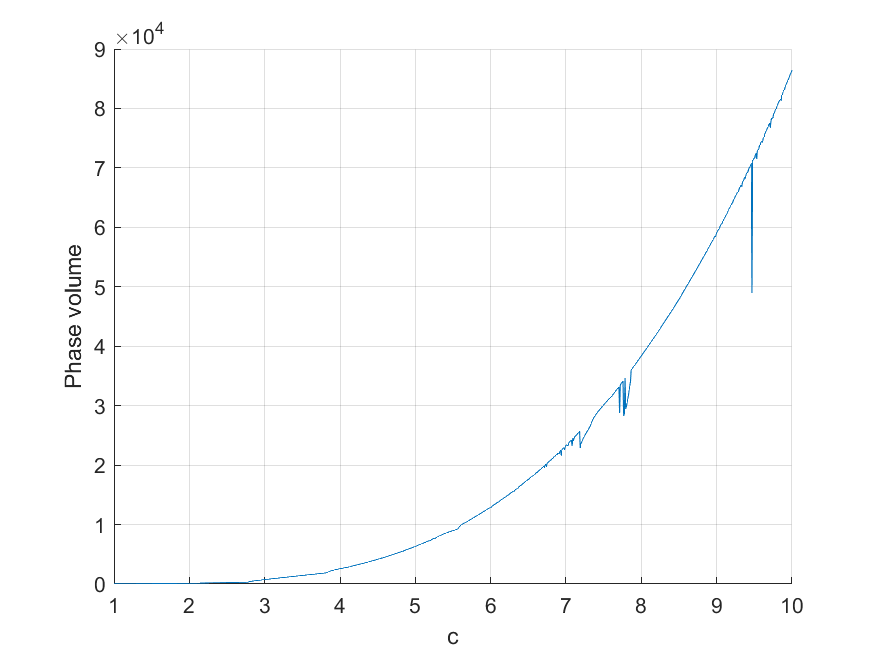
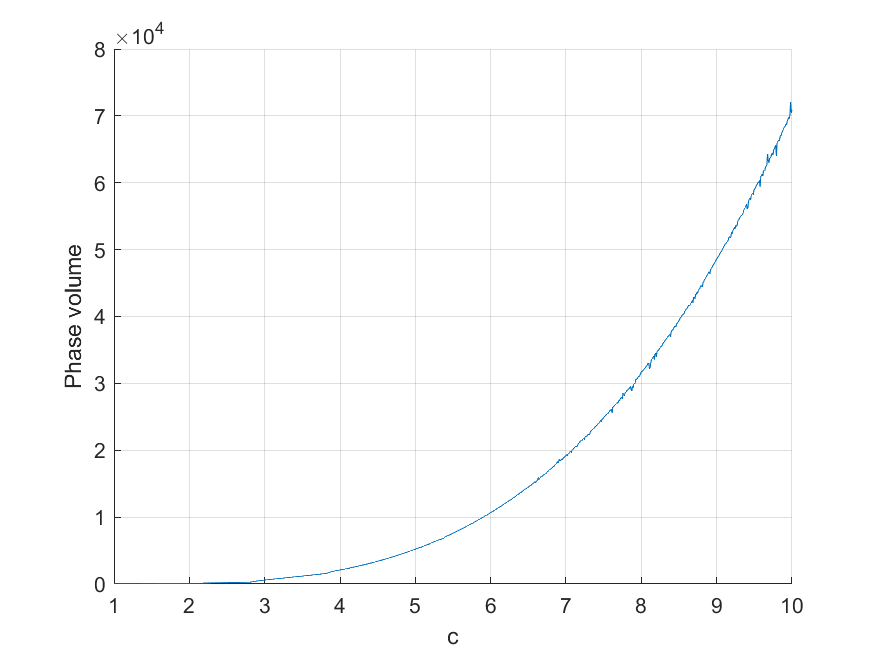
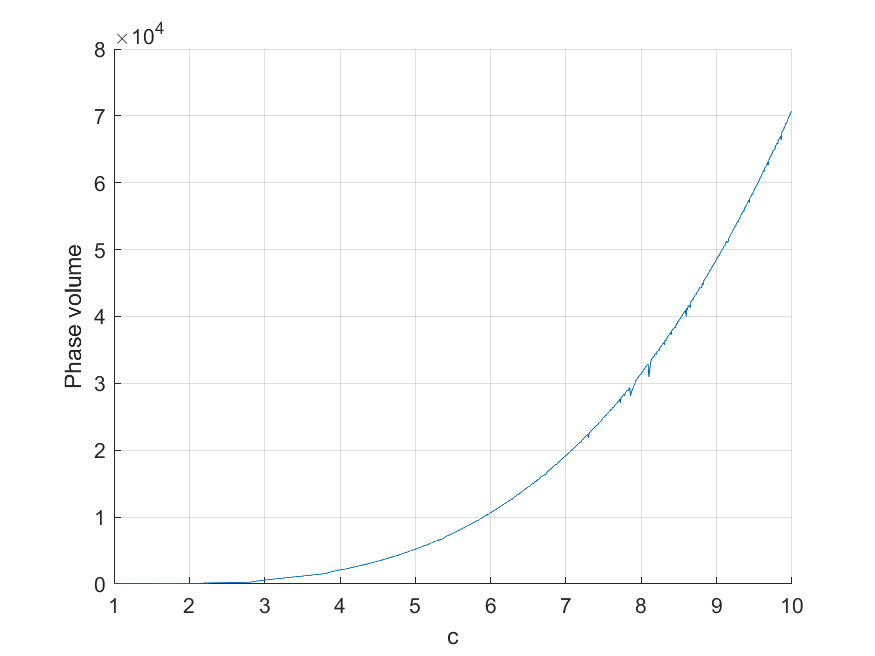


Рис. 11. Энтропия

*Параметр c*

Диапазон – [1; 10]





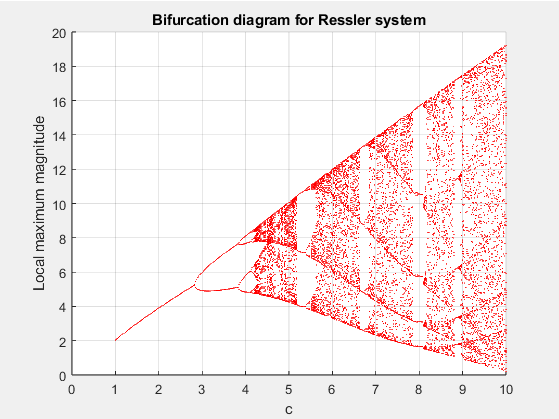


Рис. 12. Бифуркационная диаграмма

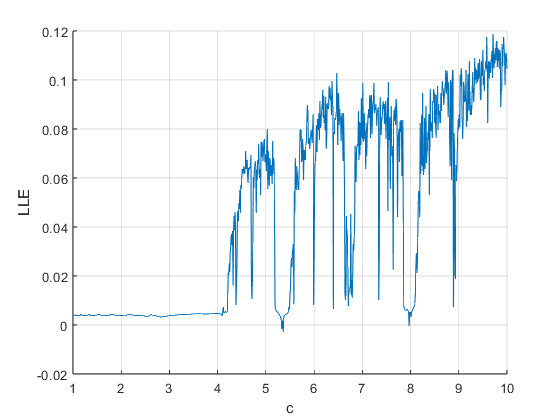


Рис. 13. LLE

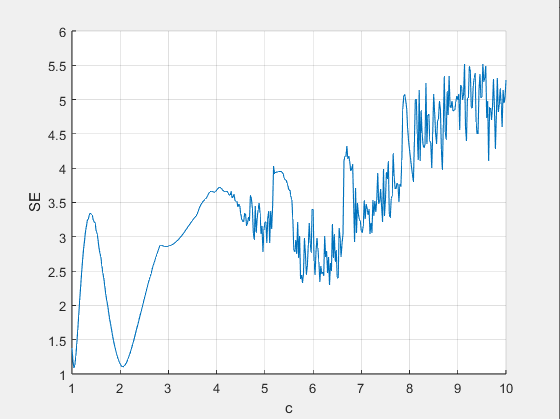
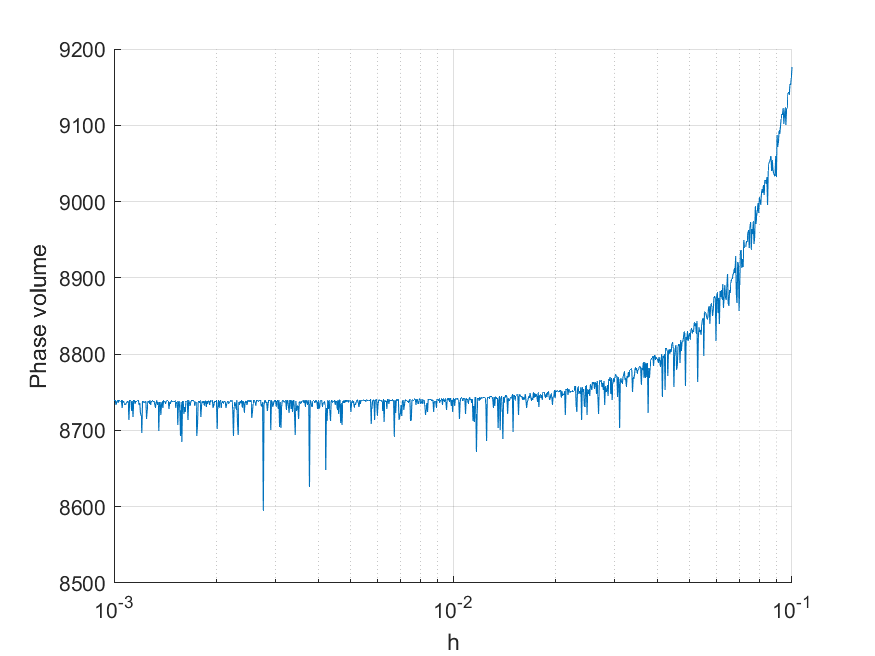
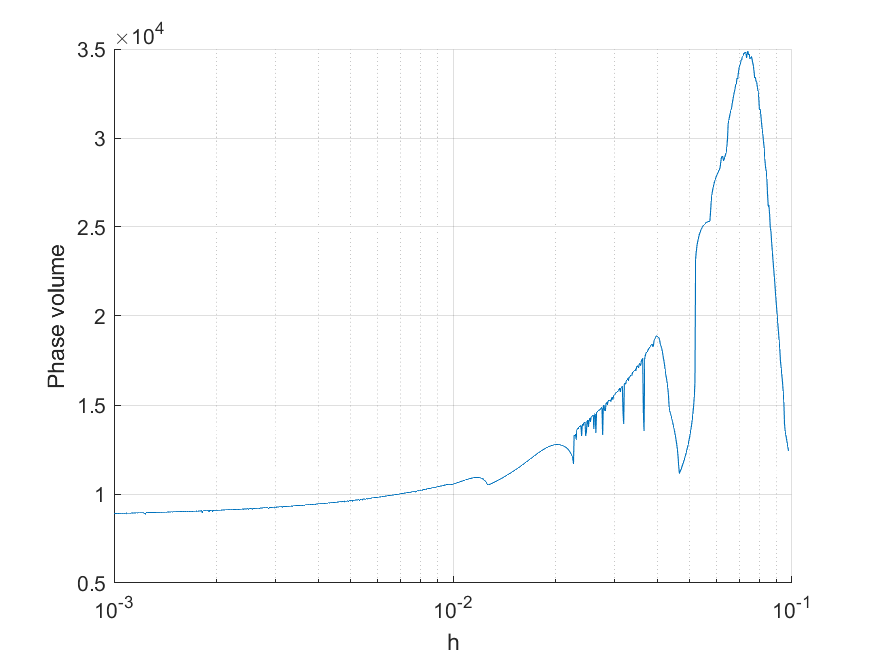
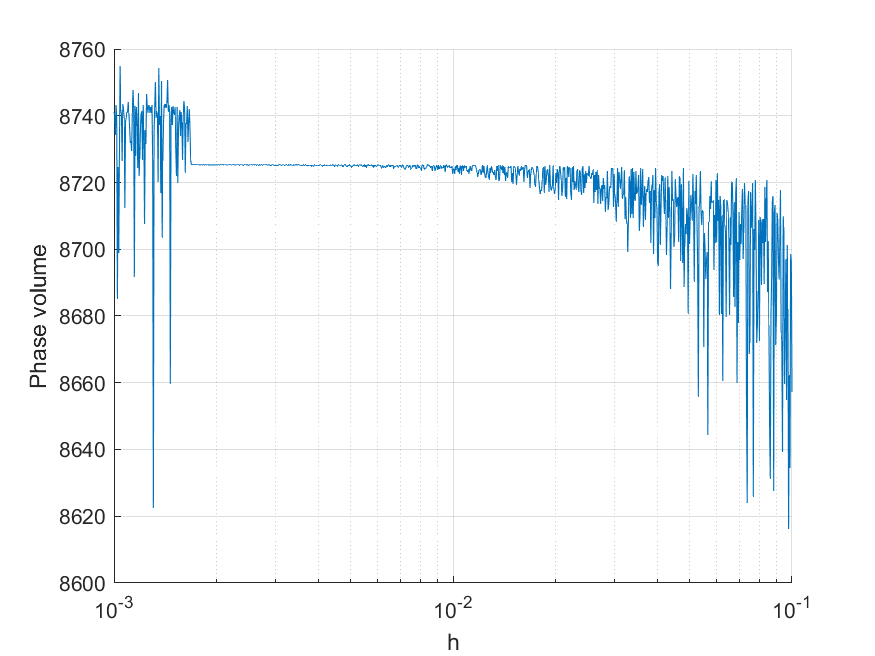
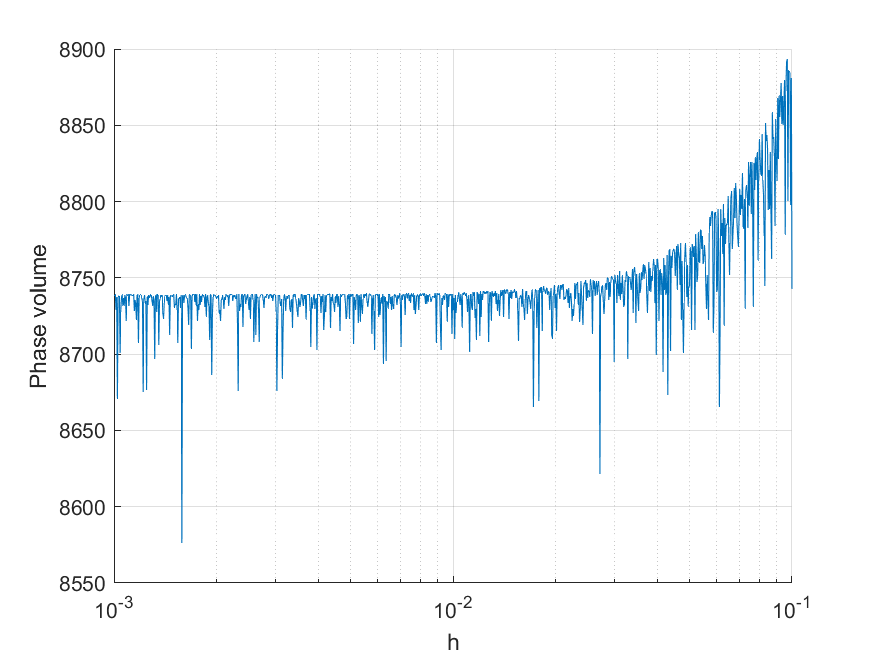


Рис. 14. Энтропия

*Параметр h (шаг)*

Графики построены в логарифмическом масштабе. Диапазон – .





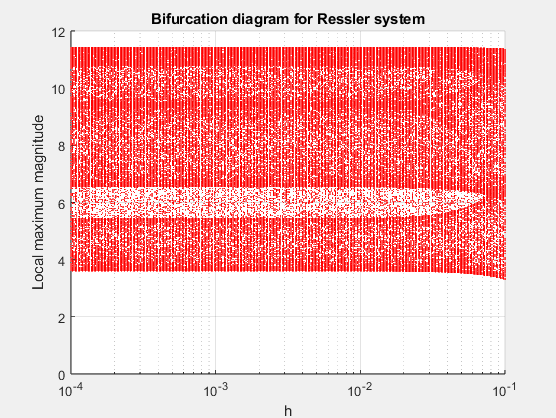


Рис. 15. Бифуркационная диаграмма

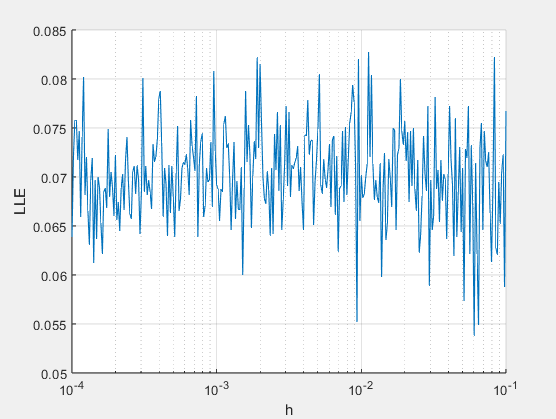


Рис. 16. LLE

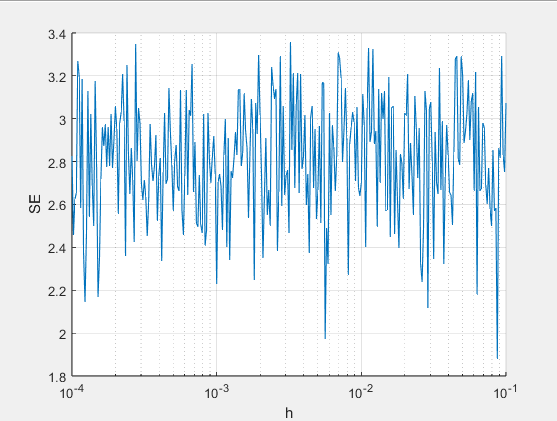


Рис. 17. Энтропия

**Выводы**

В лабораторной работе были построены графики