**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Санкт-Петербургский государственный**

**электротехнический университет**

**«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)**

**Кафедра Систем автоматизированного проектирования**

отчет

**по лабораторной работе №4**

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

Тема: Энтропийный анализ

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

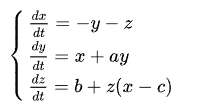
Санкт-Петербург

2024

**Цель работы**

Рассчитать спектральную энтропию Шеннона, ее зависимость от параметра (шага). Разместить графики энтропии под графиками LLE и бифуркационными диаграммами.

Система Ресслера:



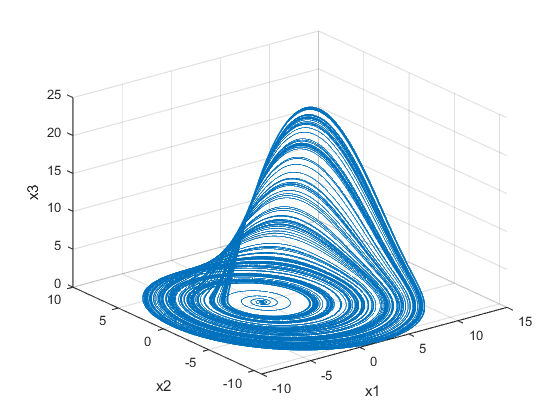


Рис. . Аттрактор Рёсслера

**Выполнение работы**

Смоделируем систему методом CD и построим зависимость спектральной энтропии Шеннона от параметров a, b, c и шага h. Для построения диаграммы рассмотрим переменную x1. При построении зависимости энтропии от параметров a, b, c шаг h = . Время симуляции – 2000. Полученные графики расположим под бифуркационными диаграммами и графиками LLE, построенными методом CD.

*Параметр a*

Шаг = 0.001, диапазон – [0; 0.37]

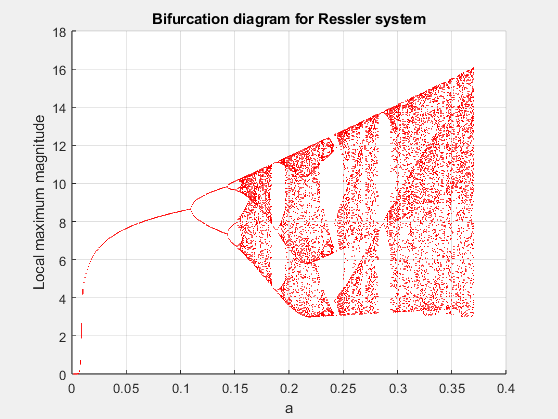


Рис. 2. Бифуркационная диаграмма для параметра a

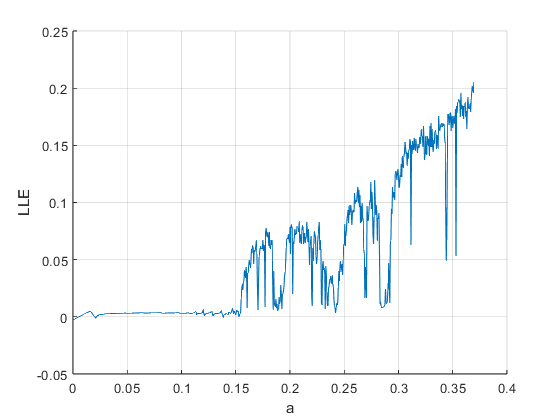


Рис. 3. Зависимость LLE от параметра a

*Параметр b*

Шаг = 0.001, диапазон – [0; 2]

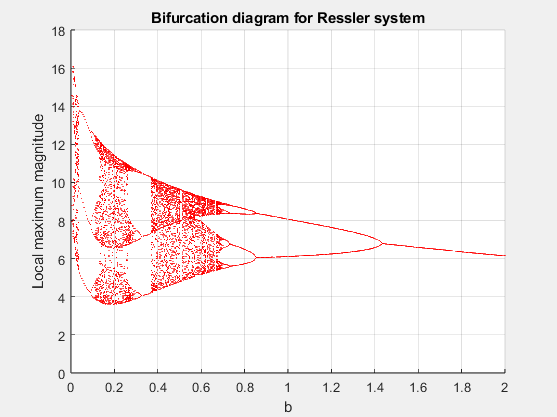


Рис. 4. Бифуркационная диаграмма для параметра b

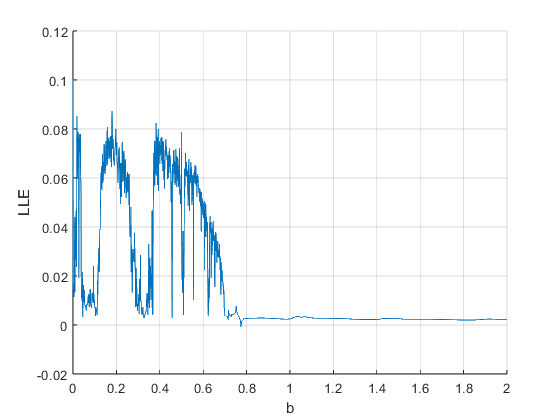


Рис. 5. Зависимость LLE от параметра b

*Параметр c*

Шаг = 0.02, диапазон – [1; 10]

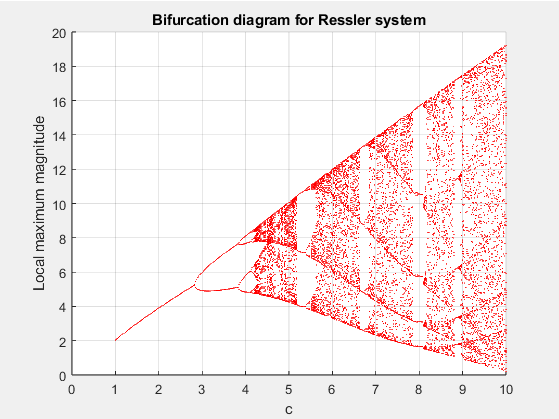


Рис. 6. Бифуркационная диаграмма для параметра c

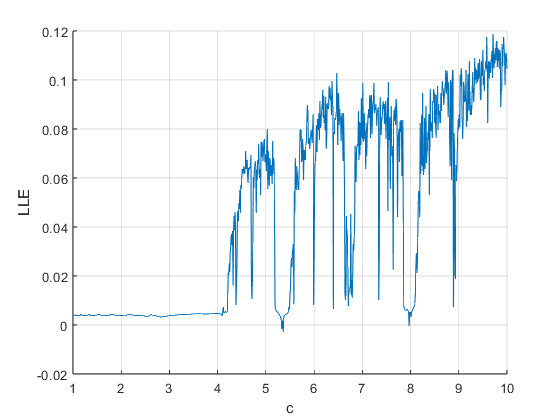


Рис. 7. Зависимость LLE от параметра c

*Зависимость от шага h*

График зависимости LLE от шага построен в логарифмическом масштабе. При построении на каждой итерации шаг увеличивался в раз. Диапазон h – .

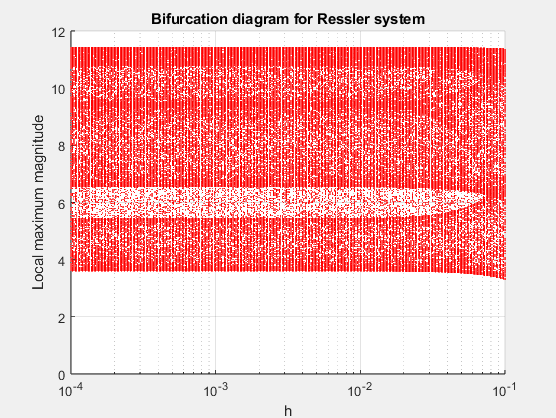


Рис. 8. Бифуркационная диаграмма для шага h

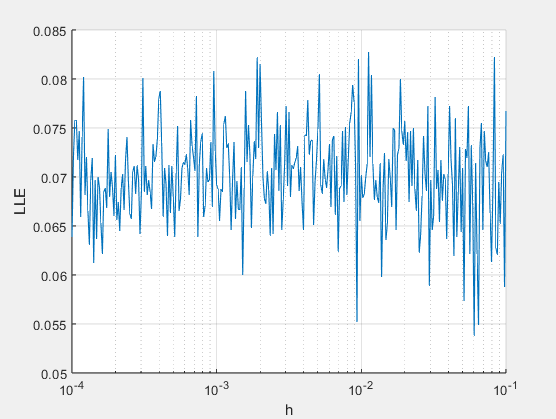


Рис. 9. Зависимость LLE от шага h

**Выводы**

В лабораторной работе были построены графики зависимости наибольшего показателя Ляпунова от параметров системы и шага для системы Ресслера. Для каждого из параметров a, b, c наблюдаются как области с положительным LLE, так и с нулевым, причем области с положительным показателем Ляпунова совпадают с областями бифуркационной диаграммы, где наблюдается хаос, а области с нулевым показателем Ляпунова совпадают с областями бифуркационной диаграммы, где поведение системы более упорядоченное.