

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. А. И. ГЕРЦЕНА»

**институт информационных технологий и технологического образования
кафедра информационных технологий и электронного обучения**

Основная профессиональная образовательная программа
Направление подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника
Направленность (профиль) «Технологии разработки программного обеспечения»
форма обучения – очная

Курсовая работа

по дисциплине «Информационные технологии в физике»

Компьютерное моделирование фигур Лиссажу

Сформулированная актуальность противоречит тексту самой работы.

Обучающегося 1 курса
Величко Арсения Александровича

Руководитель:
к.п.н, доцент
_____ Гончарова С.В.

«_____» _____ 2020 г.

Санкт-Петербург
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1 Теоретические сведения о фигурах Лиссажу.....	4
1.1 Общие сведения.....	4
1.2 Вывод математической модели.....	5
Глава 2 Программа для компьютерного моделирования фигур Лиссажу.....	6
2.1 Разработка программного продукта.....	6
2.2 Использование программы.....	10
2.3 Результат работы программы.....	12
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	16
ЛИТЕРАТУРА.....	17
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	18
Презентация курсовой работы.....	18

ВВЕДЕНИЕ

Фигуры Лиссажу представляют из себя замкнутые траектории, очерчиваемые точкой, совершающей одновременно два гармонических колебания в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Если график будет отражать два перпендикулярных сигнала колебательных контуров частот a и b , то по его форме можно будет определить соотношение частот a и b .

Фигуры Лиссажу широко используются в сфере электроники для нахождения частоты переменного тока, вырабатываемого генератором. Приходится говорить о необходимости оптимизации процесса моделирования траекторий. Из этого вытекает цель курсовой работы.

Цель работы: разработка компьютерной программы для моделирования фигур Лиссажу.

Для достижения цели курсовой работы необходимо решить следующие задачи:

1. Рассмотреть общие сведения о фигурах Лиссажу;
2. Рассмотреть вывод математической модели;
3. Разработать программу для моделирования фигур Лиссажу;
4. С помощью разработанного программного продукта смоделировать основные виды фигур Лиссажу.

1 Теоретические сведения о фигурах Лиссажу

1.1 Общие сведения

Для успешного решения поставленной задачи потребуется изучить теорию данной темы.

Фигурами Лиссажу называют траектории, прочерчиваемые точкой, совершающей одновременно два гармонических колебания в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Впервые это явление было описано французским математиком Жюлем Антуаном Лиссажу (4 марта 1822 — 24 июня 1880), по имени которого и были названы фигуры Лиссажу.

В электротехнике с помощью фигур Лиссажу определяют соотношение частот колебательных контуров. Если график будет отражать два перпендикулярных сигнала колебательных контуров частот a и b , то по его форме можно будет определить соотношение частот a и b . Например, если один генератор имеет частоту ν сигнала равную 300 Гц, а второй — 200 Гц, то фигура на экране осциллографа будет иметь следующий вид: рисунок 1.

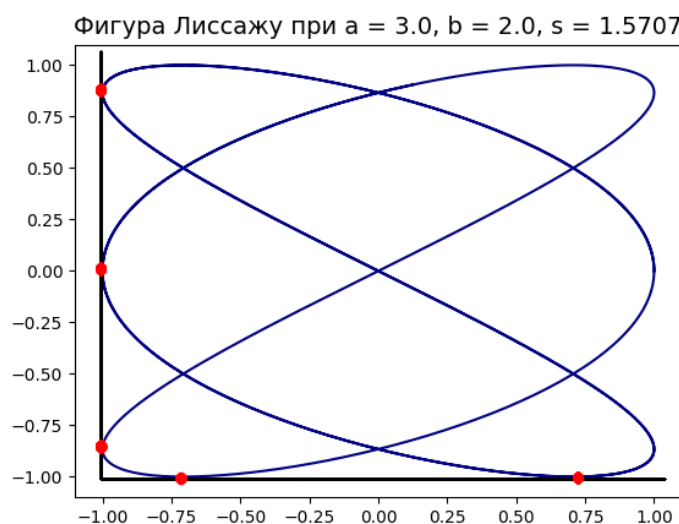


Рисунок 1

Фигура имеет три общих точки с касательной к ней, которая параллельна оси ординат. Также фигура имеет две общих точки с касательной к ней, которая параллельна оси абсцисс. Это свойство указывает на соотношение частот генераторов: 3:2. Если бы соотношение было равно, например, 1:2, график имел бы вид знака «бесконечность».

1.2 Вывод математической модели

Для того, чтобы смоделировать фигуру Лиссажу, необходимо понять, как она описывается с точки зрения математики. Траектория представляет из себя множество точек с координатами x , y . Зависимость координат точек от времени задана следующими формулами:

$$\begin{cases} x(t) = \sin(at + \delta) \\ y(t) = \sin(bt) \end{cases}, \quad (1)$$

где a , b — частоты колебаний;

δ — сдвиг фаз.

Наибольшее влияние на форму траектории оказывают частоты колебаний. В целях упрощения работы пользователя с программой фиксируется значение сдвига фаз δ равным $\frac{\pi}{2}$ радиан. В качестве временного отрезка рассматриваются значения t в диапазоне от 0 до 10 секунд с шагом 0,01. Таким образом, пользователь будет избавлен от необходимости вводить значения t и δ .

В теоретической главе были рассмотрены общие сведения о фигурах Лиссажу, рассмотрен вывод математической модели задачи.

2 Программа для компьютерного моделирования фигур Лиссажу

2.1 Разработка программного продукта

В настоящем параграфе описан процесс разработки программы и ее использование для решения поставленной задачи.

Для разработки программы будет использован язык программирования Python 3[1] и две его библиотеки: `math`[2] (для доступа к математическим функциям) и `matplotlib`[3] (для визуализации траекторий).

Необходимость разработки программы с консольным интерфейсом обусловлена следующими факторами:

Во-первых, программа не требует от пользователя ввода большого количества данных, только двух чисел, поэтому необходимости в добавлении дополнительного слоя абстракции в виде графического интерфейса нет.

Во-вторых, добавление графического интерфейса потребовало бы использования дополнительных внешних библиотек и зависимостей, что, в свою очередь, сильно бы усложнило как саму программу, так и её первоначальную настройку.

Обобщенная схема программы представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. Обобщенная схема программы

На рисунке 3 представлен исходный код разработанной в ходе выполнения курсовой работы программы на языке программирования Python 3. Код разработанной программы представлен в виде снимка экрана в целях повышения удобства восприятия за счет сохранения подсветки синтаксиса.

```
1  # импортируем в проект необходимые библиотеки
2  from matplotlib import pyplot as plt
3  import math
4
5  # зададим значение сдвига
6  s = math.pi / 2
7
8  # визуализируем вводимые значения
9  while True:
10     # получим ввод и обработаем его
11     inp = input("Введите a, b через пробел или 0 для выхода: ")
12     if inp.strip() == '0':
13         break
14
15     try:
16         values = [float(i) for i in inp.strip().split(" ")]
17         # присвоим переменным введенные значения
18         a, b = values[0:2]
19     except:
20         print("Ввод не распознан, попробуйте ещё раз")
21         continue
22
23     # сгенерируем массив значений X(t) при t от 0 до 10 с шагом 0,01
24     x = [math.sin(a * t / 100 + s) for t in range(1000)]
25     # сгенерируем массив значений Y(t) при t от 0 до 10 с шагом 0,01
26     y = [math.sin(b * t / 100) for t in range(1000)]
27     # построим график из полученных точек
28     plt.plot(x, y, color="navy")
29     plt.title(f"Фигура Лиссажу при a = {a}, b = {b}, s = {str(s)[:6]}", fontsize=14)
30     # выведем полученный график на экран
31     print("График на вашем экране. Для продолжения закройте окно с изображением.")
32     plt.show()
33
34     print("Работа завершена")
35
```

Рисунок 3. Исходный код программы

В настоящем параграфе даётся пояснение к исходному коду программы.

В процессе разработки программы было использовано несколько различных типов переменных и видов вычислительных процессов. Пояснения к переменным и список их идентификаторов представлены в таблице 1.

Список идентификаторов

Таблица 1

Имя	Тип	Смысл
s	float	Сдвиг фаз δ
inp	string	Вводимые данные
values	list	Результат обработки ввода в виде списка
a	float	Частота колебательного контура а в Гц
b	float	Частота колебательного контура b в Гц
x	list	Массив x-координат точек графика
y	list	Массив y-координат точек графика
t	float	Значение времени t
plt	Class «module»	Объект «plot» модуля «matplotlib»

2.2 Использование программы

В настоящем параграфе представлена инструкция по работе с программой. Так как разработанная программа имеет только интерфейс командной строки, то и работа с ней будет происходить в консоли (Windows) или терминале (GNU/Linux, MacOS). Алгоритм работы с командной строкой несколько отличается в зависимости от выбранной операционной системы, поэтому будет описан обобщенный алгоритм подготовки и запуска программы.

Для работы с программой, написанной на языке программирования Python, на ПК должен быть установлен интерпретатор языка Python 3 и зависимости, используемые программой. Рекомендуется устанавливать стандартный пакет поставки последней версии (на момент написания работы это версия 3.9.1) с официального сайта python.org. После установки интерпретатора последней версии вместе с его стандартными библиотеками и менеджером пакетов «pip» необходимо установить все требуемые для работы программы внешние зависимости. В разработанной программе такая зависимость только одна: «matplotlib». Её установка может быть выполнена с помощью следующей команды:

Windows: `pip install matplotlib`

MacOS, GNU/Linux: `pip3 install matplotlib`

По завершению подготовки, можно приступить к первому запуску программы. Каждый последующий запуск будет осуществляться тем же образом. Сперва необходимо открыть оболочку командой строки. Затем, надо перейти в каталог, содержащий программу. Для этого используется команда `cd` (от англ. Change directory) и через пробел указывается абсолютный путь к нужному каталогу. После нажатия клавиши «Ввод» рабочая директория будет изменена на указанную. Теперь можно запускать программу (в примере файл назван «main.py») командой:

Windows: `python main.py`

MacOS, GNU/Linux: `python3 main.py`

После успешного старта программы дальнейшие действия будут общими для всех ОС. Программа предложит ввести значения переменных *a* и *b* через пробел или 0 для выхода. Вводить числа можно как в целочисленном формате (например: 3 2), так и в вещественном виде, указывая дробную часть через точку: 3.25 -78.94. Если ввести «0» и нажать клавишу «Ввод», программа завершится. Программа оснащена обработчиком исключений, связанных с невалидным вводом, поэтому, в случае, если ввод не будет соответствовать ожидаемому формату, программа предложит ввести данные еще раз. После ввода значений будет построен график и выведен на экран в виде отдельного окна.

Дополнительно, для упрощения работы с программой, она оснащена текстовыми подсказками, выводимыми в консоль.

2.3 Результат работы программы

С помощью разработанной в ходе выполнения курсовой работы программы были смоделированы некоторые фигуры Лиссажу (рис. 4-9):



Рисунок 4

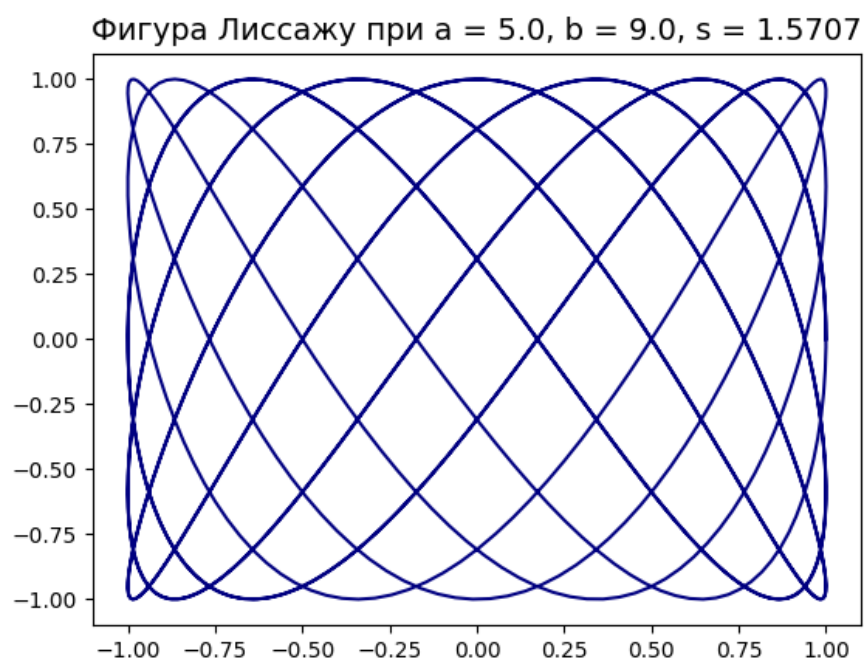


Рисунок 5

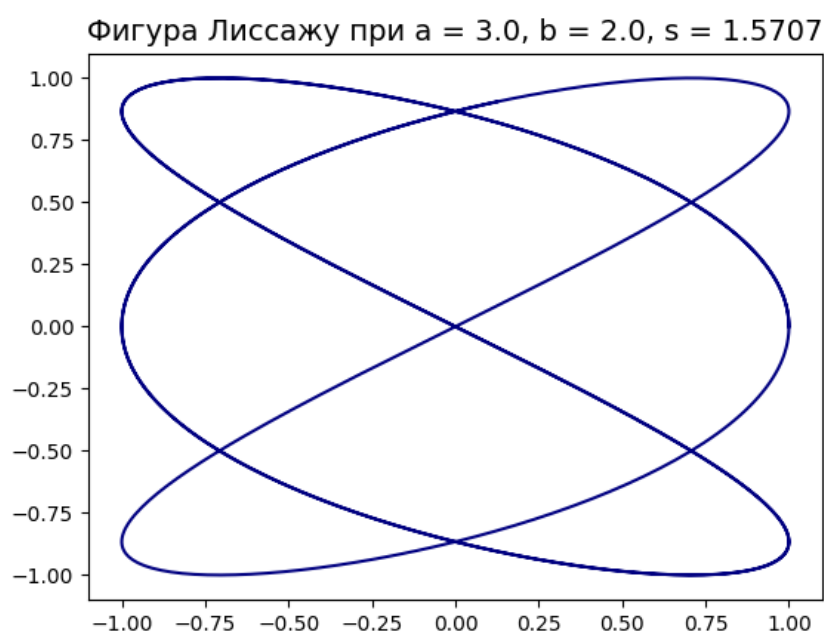


Рисунок 6

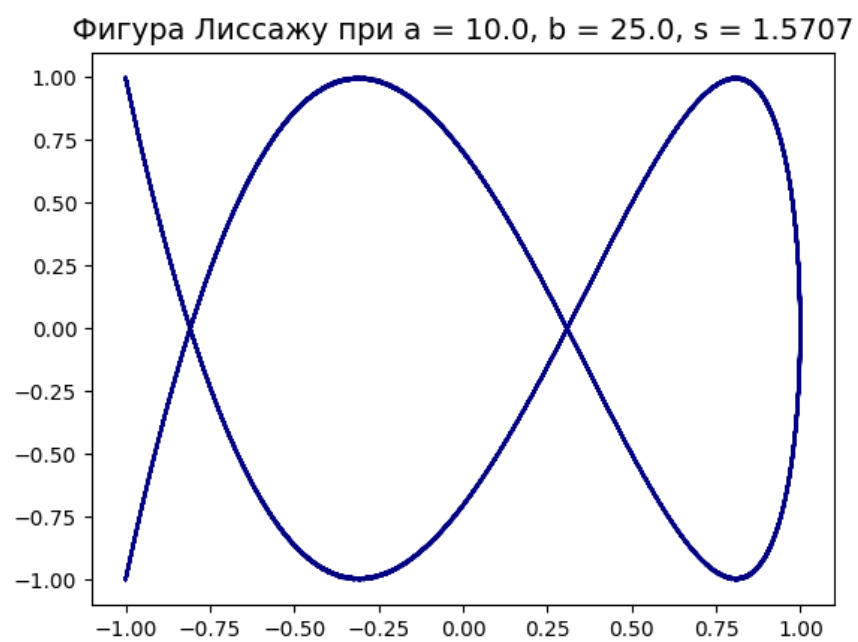


Рисунок 7

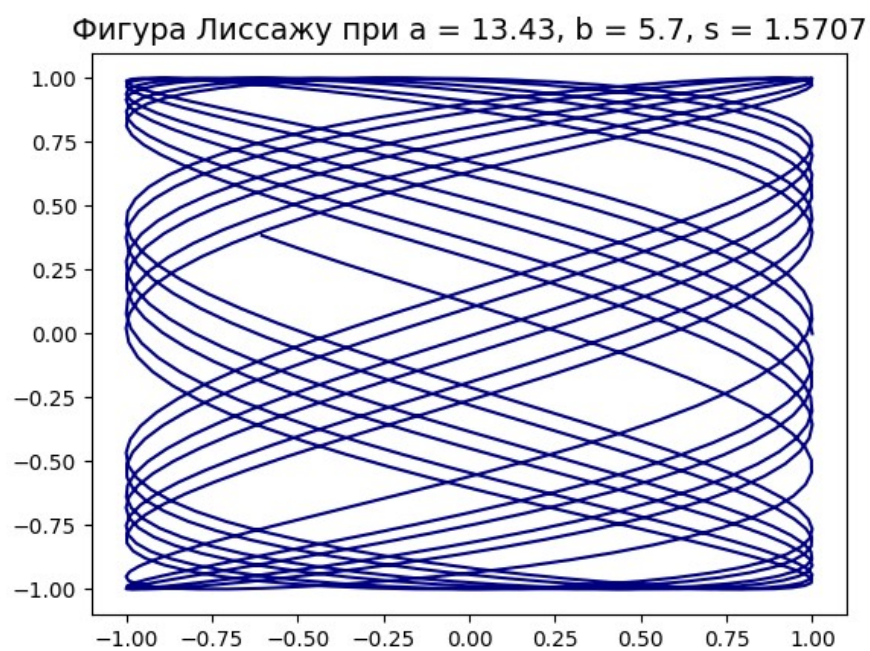


Рисунок 8

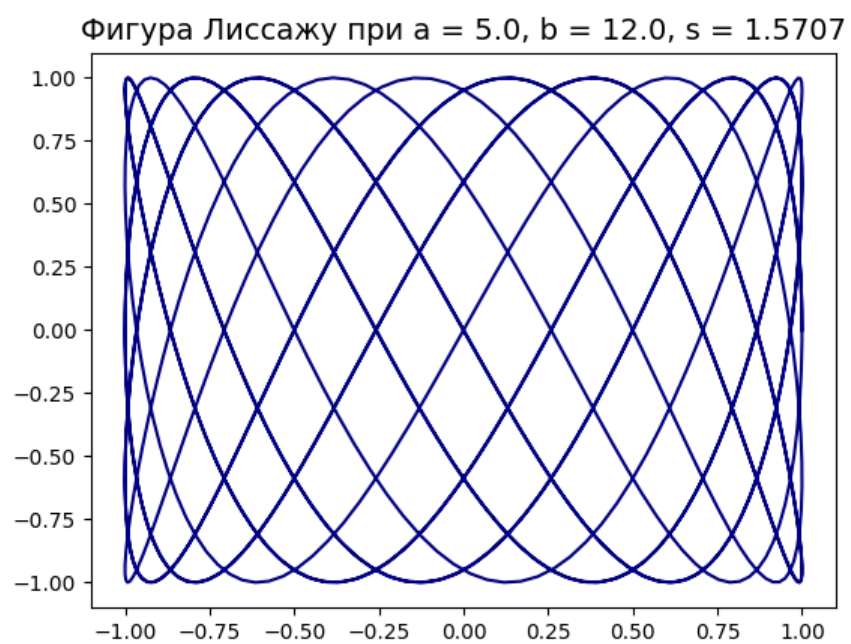


Рисунок 9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения курсовой работы были решены следующие задачи:

1. Рассмотрены общие сведения о фигурах Лиссажу;
2. Рассмотрен вывод математической модели;
3. Разработана программа для моделирования фигур Лиссажу;
4. С помощью разработанного программного продукта смоделированы основные виды фигур Лиссажу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт языка программирования Python: [сайт].
URL: <https://www.python.org> (дата обращения 12.12.2020)
2. math — Mathematical functions // Python 3.9.1 documentation
URL: <https://docs.python.org/3/library/math.html> (дата обращения: 12.12.2020).
3. Сайт библиотеки Matplotlib для языка программирования Python: [сайт].
URL: <https://matplotlib.org> (дата обращения 12.12.2020)
4. Куатов Б.Ж., Сергеев Д.М. Применение компьютерных программ при моделировании колебательных процессов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». 2017.
5. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. - М.: Наука, 1981.
6. Справочник по радиоэлектронным устройствам. В 2 томах / Под ред. Д.П.Линде. — М.: Энергия, 1978.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Презентация курсовой работы

«Компьютерное моделирование фигур Лиссажу»

Арсений Александрович Величко
РГПУ им. А. И. Герцена, ИВТ, 1 курс, 2 гр., 3 подгр.
Санкт-Петербург, 2020

1

Слайд 1

Постановка задачи

Фигуры Лиссажу представляют из себя замкнутые траектории, прочерчиваемые точкой, совершающей одновременно два гармонических колебания в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Фигуры Лиссажу **широко используются в сфере электроники** для нахождения частоты переменного тока, вырабатываемого генератором. Приходится говорить о необходимости **оптимизации процесса моделирования траекторий**. Из этого вытекает цель курсовой работы.

2

Слайд 2

Цель и задачи, решаемые в рамках курсовой работы

Цель работы: разработка компьютерной программы для моделирования фигур Лиссажу.

Задачи курсовой работы:

1. Рассмотреть общие сведения о фигурах Лиссажу;
2. Рассмотреть вывод математической модели;
3. Разработать программу для моделирования фигур Лиссажу;
4. С помощью разработанного программного продукта смоделировать основные виды фигур Лиссажу.

3

Слайд 3

Результат выполнения курсовой работы. Задача 1

Фигурами Лиссажу называют траектории, прочерчиваемые точкой, совершающей одновременно два гармонических колебания в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Впервые это явление было описано французским математиком **Жюлем Антуаном Лиссажу** (4 марта 1822 — 24 июня 1880), по имени которого и были названы фигуры Лиссажу.

В электротехнике с помощью фигур Лиссажу определяют **соотношение частот колебательных контуров**. Если график будет отражать два перпендикулярных сигнала колебательных контуров частот a и b , то по его форме можно будет определить соотношение частот a и b .

4

Слайд 4

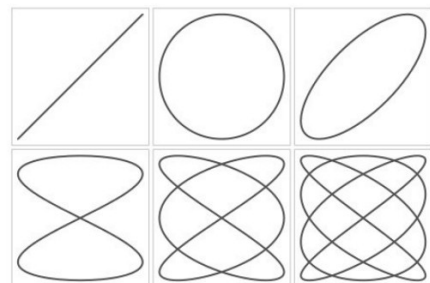
Результат выполнения курсовой работы. Задача 2

Математическая модель. Траектория представляет из себя множество точек с координатами x , y . Зависимость координат точек от времени задана следующими формулами:

$$\begin{cases} x(t) = \sin(at + \delta) \\ y(t) = \sin(bt) \end{cases},$$

где a , b — частоты колебаний;

δ — сдвиг фаз.



5

Слайд 5

Результат выполнения курсовой работы. Задача 3

- Результатом решения задачи 3 является разработанная программа на языке программирования Python 3. Программа использует возможности библиотеки “matplotlib” для построения моделей фигур Лиссажу.
- Исходный код программы и её обобщенная схема представлены в тексте курсовой работы.
- Была разработана документация, объясняющая процесс использования программы.

```
# сгенерируем массив значений X(t) при t от 0 до 10 с шагом 0,01
x = [math.sin(a * t / 100 + s) for t in range(1000)]
# сгенерируем массив значений Y(t) при t от 0 до 10 с шагом 0,01
y = [math.sin(b * t / 100) for t in range(1000)]
# построим график из полученных точек
plt.plot(x, y, color="navy")
plt.title(f"Фигура Лиссажу при a = {a}, b = {b}, s = {str(s)[:6]}", fontsize=14)
# выведем полученный график на экран
print("График на вашем экране. Для продолжения закройте окно с изображением.")
plt.show()
```

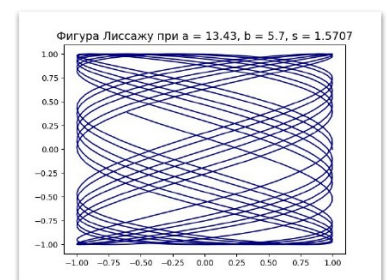
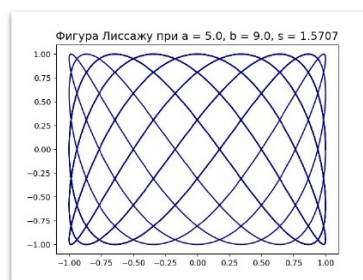
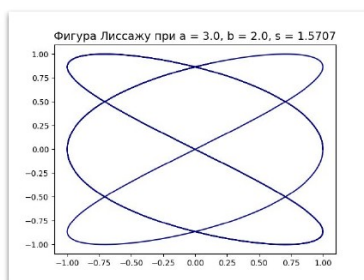
Фрагмент исходного кода программы

6

Слайд 6

Результат выполнения курсовой работы. Задача 4

С помощью разработанной в ходе выполнения курсовой работы программы были смоделированы некоторые фигуры Лиссажу:



7

Слайд 7

Выводы. Заключение

В ходе выполнения курсовой работы были решены следующие задачи:

1. Рассмотрены общие сведения о фигурах Лиссажу;
2. Рассмотрен вывод математической модели;
3. Разработана программа для моделирования фигур Лиссажу;
4. С помощью разработанного программного продукта смоделированы основные виды фигур Лиссажу.

8

Слайд 8

Список использованных источников

1. Сайт языка программирования Python: [сайт]. URL: <https://www.python.org> (дата обращения 12.12.2020)
2. math — Mathematical functions // Python 3.9.1 documentation URL: <https://docs.python.org/3/library/math.html> (дата обращения: 12.12.2020).
3. Сайт библиотеки Matplotlib для языка программирования Python: [сайт]. URL: <https://matplotlib.org> (дата обращения 12.12.2020)
4. Куатов Б.Ж., Сергеев Д.М. Применение компьютерных программ при моделировании колебательных процессов // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество», 2017.
5. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. - М.: Наука, 1981.
6. Справочник по радиоэлектронным устройствам. В 2 томах / Под ред. Д.П.Линде. — М.: Энергия, 1978.

9

Слайд 9