

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

Обучающегося 1 курса
Величко Арсения Александровича

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

«_____» _____ 2020 г.

Санкт-Петербург
2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Теоретические сведения о фигурах Лиссажу.....	4
1.1 Общие сведения.....	4
1.2 Вывод математической модели.....	5
2 Программа для компьютерного моделирования фигур Лиссажу.....	7
2.1 Разработка программного продукта.....	7
2.2 Использование программы.....	11
2.3 Результат работы программы.....	12
Заключение.....	16
Литература.....	17
Приложение А.....	18

ВВЕДЕНИЕ

Фигуры Лиссажу представляют из себя замкнутые траектории, прочерчиваемые 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.[5]

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.[6] 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.

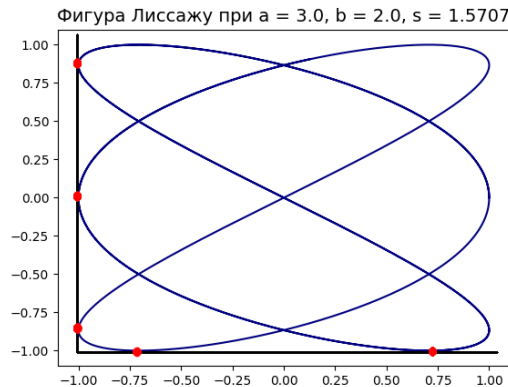


Рисунок 1

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 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 a 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. 4-8):



Рисунок 4

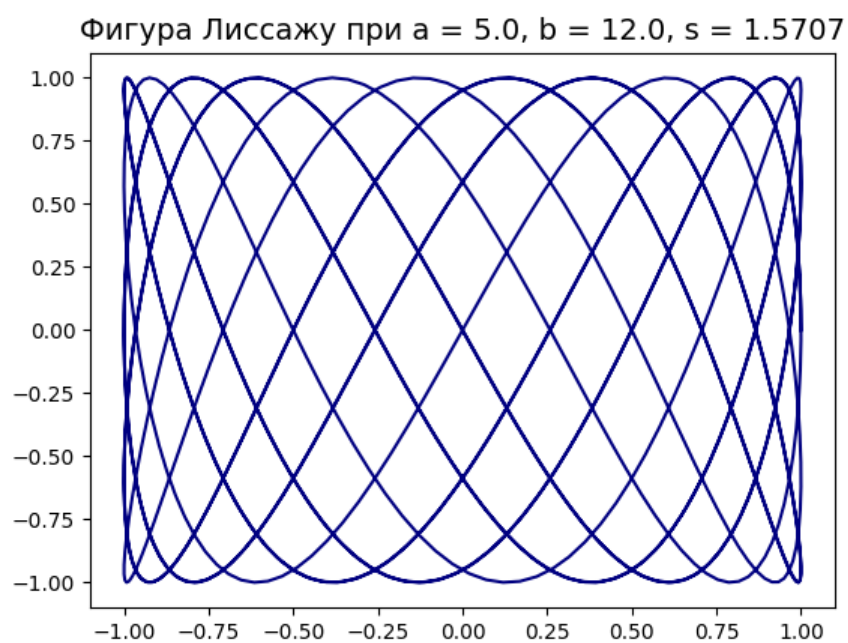


Рисунок 5

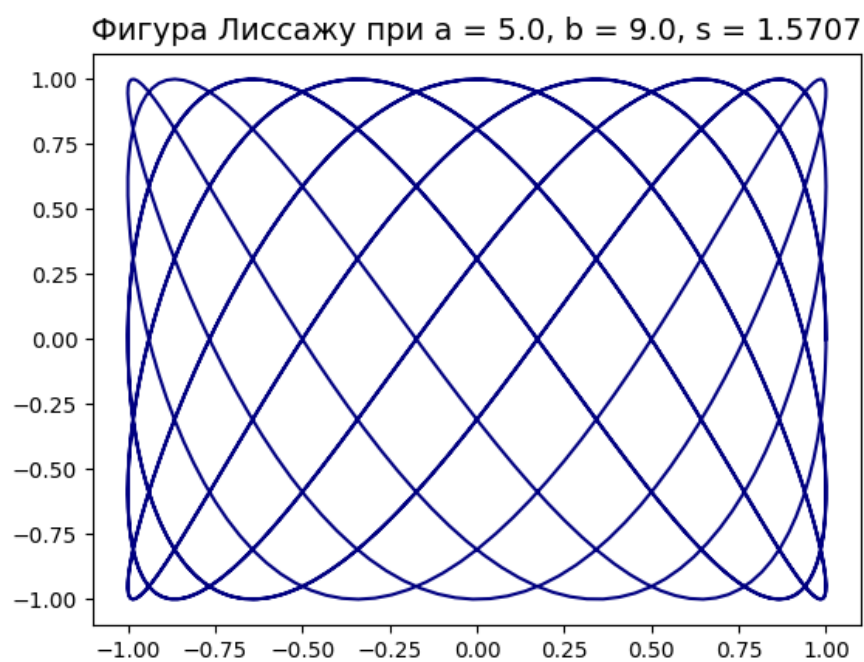


Рисунок 6

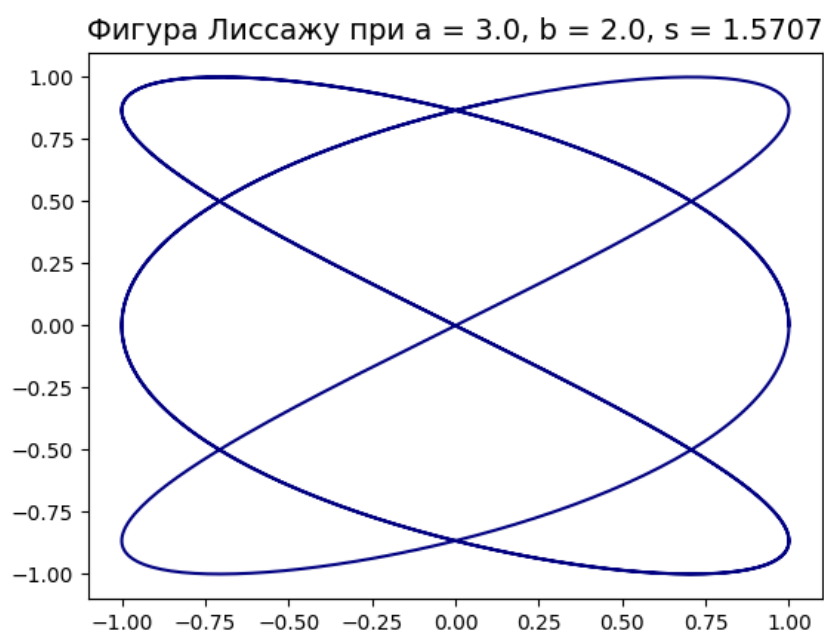


Рисунок 7

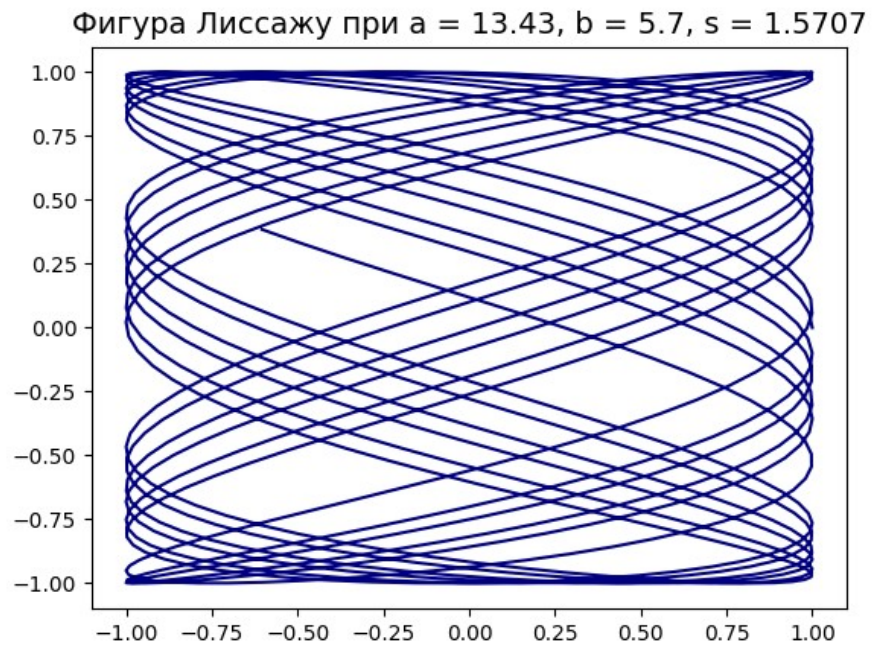


Рисунок 8

В практической главе была разработана программа, написана документация для работы с ней. Также были смоделированы некоторые фигуры Лиссажу.

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

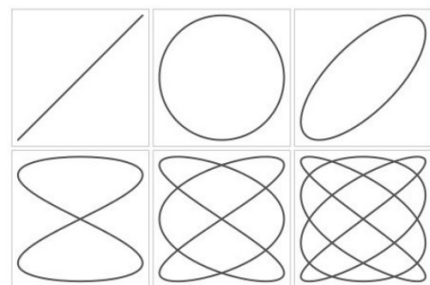
Результат выполнения курсовой работы. Задача 2

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()
```

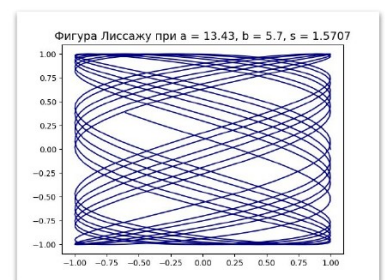
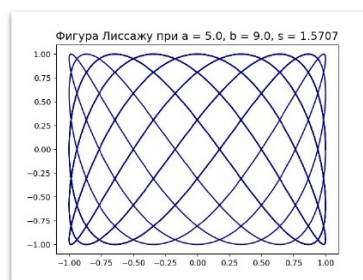
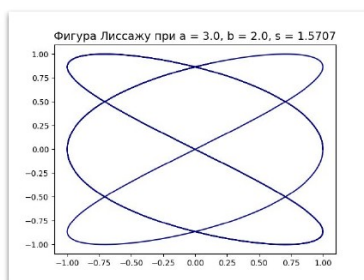
Фрагмент исходного кода программы

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