**Front matter**



lang: ru-RU title: "Отчет по лабораторной работе №4" subtitle: "Модель гармонических колебаний" author:"Ширяев Кирилл Владимирович" group: "НФИбд-03-18" ID: "1032182518"

**Formatting**

toc-title: "Содержание" toc: true # Table of contents toc\_depth: 2 lof: true # List of figures fontsize: 12pt linestretch: 1.5papersize: a4paper documentclass: scrreprt polyglossia-lang: russian polyglossia-otherlangs: english mainfont: PT Serifromanfont: PT Serif sansfont: PT Sans monofont: PT Mono mainfontoptions: Ligatures=TeX romanfontoptions:Ligatures=TeX sansfontoptions: Ligatures=TeX,Scale=MatchLowercase monofontoptions: Scale=MatchLowercaseindent: true pdf-engine: lualatex header-includes:

• \linepenalty=10 # the penalty added to the badness of each line within a paragraph (no associated penalty node) Increasing the value makes tex try to have fewer lines in the paragraph.

• \interlinepenalty=0 # value of the penalty (node) added after each line of a paragraph.• \hyphenpenalty=50 # the penalty for line breaking at an automatically inserted hyphen• \exhyphenpenalty=50 # the penalty for line breaking at an explicit hyphen• \binoppenalty=700 # the penalty for breaking a line at a binary operator

• \relpenalty=500 # the penalty for breaking a line at a relation

• \clubpenalty=150 # extra penalty for breaking after first line of a paragraph• \widowpenalty=150 # extra penalty for breaking before last line of a paragraph• \displaywidowpenalty=50 # extra penalty for breaking before last line before a display math• \brokenpenalty=100 # extra penalty for page breaking after a hyphenated line• \predisplaypenalty=10000 # penalty for breaking before a display

• \postdisplaypenalty=0 # penalty for breaking after a display

• \floatingpenalty = 20000 # penalty for splitting an insertion (can only be split footnote in standard LaTeX)• \raggedbottom # or \flushbottom

• \usepackage{float} # keep figures where there are in the text

• \floatplacement{figure}{H} # keep figures where there are in the text

**Цель работы**

Ознакомиться с моделью гармонических колебаний и построить фазовые портреты гармонического осцилляторапо этой модели.

**Задание**

Вариант 39

Построить фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора наинтервале $t\in[0;55]$ (шаг $0.05$) с начальными условиями $x\_0=0.2, y\_0=-0.2$ для следующих случаев:

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x}+1.2x=0$

2. Колебания гармонического осциллятора c затуханием и без действий внешней силы $ \ddot{x}+2\dot{x}+4.3x=0$

3. Колебания гармонического осциллятора c затуханием и под действием внешней силы $ \ddot{x}+7.4\dot{x}+7.5x=2.2cos(0.6t)$

#Теоретическая справка Движение грузика на пружинке, маятника, заряда в электрическом контуре, а такжеэволюция во времени многих систем в физике, химии, биологии и других науках при определенных

предположениях можно описать одним и тем же дифференциальным уравнением, которое в теории колебанийвыступает в качестве основной модели. Эта модель называется линейным гармоническим осциллятором.Уравнение свободных колебаний гармонического осциллятора имеет следующий вид: $$\ddot{x}+2\gamma\dot{x}+\omega\_0^2x=0,$$ где x – переменная, описывающая состояние системы (смещение грузика, зарядконденсатора и т.д.), $\gamma$ – параметр, характеризующий потери энергии (трение в механической системе,сопротивление в контуре), $\omega\_0$ – собственная частота колебаний, $t$ – время. (Обозначения $\ddot{x}=\frac{\partial^2x}{\partial t^2}$, $\dot{x}=\frac{\partial x}{\partial t}$ )

Данное уравнение - линейное однородное дифференциальное уравнение второго порядка и оно являетсяпримером линейной динамической системы. При отсутствии потерь в системе ($\gamma=0$ ) получаемуравнение консервативного осциллятора энергия колебания которого сохраняется во времени. $$\ddot{x}+\omega\_0^2x=0$$ Для однозначной разрешимости уравнения второго порядка необходимо задать два начальныхусловия вида $$\begin{cases} x(t\_o)=x\_0 \dot{x}(t\_0)=y\_0 \end{cases}$$

Уравнение второго порядка можно представить в виде системы двух уравнений первого порядка: $$\begin{cases} \dot{x}=y

\dot{y}=-\omega\_0^2x \end{cases}$$ Начальные условия для этой системы примут вид: $$\begin{cases} x(t\_o)=x\_0

y(t\_0)=y\_0 \end{cases}$$

Независимые переменные $x$, $y$ определяют пространство, в котором «движется» решение. Это фазовоепространство системы, поскольку оно двумерно будем называть его фазовой плоскостью. Значение фазовыхкоординат $x$, $y$ в любой момент времени полностью определяет состояние системы. Решению уравнениядвижения как функции времени отвечает гладкая кривая в фазовой плоскости. Она называется фазовойтраекторией. Если множество различных решений (соответствующих различным начальным условиям)изобразить на одной фазовой плоскости, возникает общая картина поведения системы. Такую картину,образованную набором фазовых траекторий, называют фазовым портретом.

**Выполнение лабораторной работы**

**Библиотеки**

Подключаю все необходимые библиотеки

import numpy as np

import matplotlib.pyplot as pltfrom scipy.integrate import odeint

**Значения**

Ввод значений из своего варианта (39 вариант)

x0 = 0.2 y0 = -0.2

t0 = 0.0;tmax = 55;dt = 0.05

t = np.arange(t0,tmax+dt,dt)

v0 = [x0,y0]

**Задание №1**

Ввод параметров осциллятора для задания №1

w = 1.2g = 0

Система для задания №1

def y(v,t):

x,y = v

return [y,-1\*np.power(w,2)\*x - g \* y]

ans\_1 = odeint(y,v0,t);

**Вывод задания №1**

Вывод фазового портрета гармонических колебаний для задания №1(рис. -@fig:006).Вывод фазового портретадля задания №1{ #fig:001 width=70% }

Вывод решения уравнения гармонического осциллятора для задания №1(рис. -@fig:012). Вывод решенияуравнения №1{ #fig:002 width=70% }

**Задание №2**

Ввод параметров осциллятора для задания №2

w = 4.3g = 2

**Вывод задания №2**

Вывод фазового портрета гармонических колебаний для задания №2(рис. -@fig:003).Вывод фазового портретадля задания №2{ #fig:003 width=70% }

Вывод решения уравнения гармонического осциллятора для задания №2(рис. -@fig:004). Вывод решенияуравнения №2{ #fig:004 width=70% }

**Задание №3**

Ввод параметров осциллятора для задания №3

w = 7.5g = 7.4

Функция f для задания №3

def f(t):

return 2.2 \* cos(0.6\*t)

Система для задания №3

def y\_2(v,t):

x,y = v

return [y,-1\*np.power(w,2)\*x - g \* y - f(t)]

**Вывод задания №3**

Вывод фазового портрета гармонических колебаний для задания №3(рис. -@fig:005).Вывод фазового портретадля задания №3{ #fig:005 width=70% }

Вывод решения уравнения гармонического осциллятора для задания №3(рис. -@fig:006). Вывод решенияуравнения №3{ #fig:006 width=70% }

**Выводы**

Я ознакомился с моделью гармонических колебаний и построила фазовые портреты гармонических колебаний