
Front matter

title: "Лабораторная работа 4" author: "Юдин Герман Станиславович, НФИбд-03-19"

Generic options

lang: ru-RU toc-title: "Содержание"

Bibliography

bibliography: bib/cite.bib csl: pandoc/csl/gost-r-7-0-5-2008-numeric.csl

Pdf output format

toc: true # Table of contents toc_depth: 2 lof: true # List of figures lot: true # List of tables fontsize: 12pt
linestretch: 1.5 papersize: a4 documentclass: scrreprt

I18n

polyglossia-lang: name: russian options: - spelling=modern - babelshorthands=true polyglossia-otherlangs:
name: english

Fonts

mainfont: PT Serif romanfont: PT Serif sansfont: PT Sans monofont: PT Mono mainfontoptions: Ligatures=TeX
romanfontoptions: Ligatures=TeX sansfontoptions: Ligatures=TeX,Scale=MatchLowercase monofontoptions:
Scale=MatchLowercase,Scale=0.9

Biblatex

biblatex: true biblio-style: "gost-numeric" biblatexoptions:

- parenttracker=true
- backend=biber
- hyperref=auto
- language=auto
- autolang=other*
- citestyle=gost-numeric

Misc options

indent: true 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
-

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4

дисциплина: Математическое моделирование

Преподаватель: Кулябов Дмитрий Сергеевич

Студент: Юдин Герман Станиславович

Группа: НФИбд-03-19

МОСКВА

2022 г.

Цель работы

Построение модели гармонических колебаний - фазового портрета гармонического осциллятора

Теоретическое введение

Движение груза на пружинке, маятника, заряда в электрическом контуре, а также эволюция 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 колебаний выступает в качестве основной модели. Эта модель называется линейным гармоническим осциллятором.

Уравнение свободных колебаний гармонического осциллятора имеет следующий вид:

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

где x – переменная, описывающая состояние системы (смещение груза, заряд конденсатора и т.д.), γ – параметр, характеризующий потери энергии (трение в механической системе, сопротивление в контуре), ω_0 – собственная частота колебаний, t – время.

Уравнение есть линейное однородное дифференциальное уравнение второго порядка и оно является примером линейной динамической системы.

Условия задачи

Вариант 29

Постройте фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора для следующих случаев:

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 5.1x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 0.9\dot{x} + 2x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + 0.9\dot{x} + 1.9x = 3.3 \cos(5t)$

На интервале t принадлежащему $[0; 38]$ (шаг 0.05) с начальными условиями $x_0 = 0.9$, $y_0 = 1.9$

Выполнение лабораторной работы

1 Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

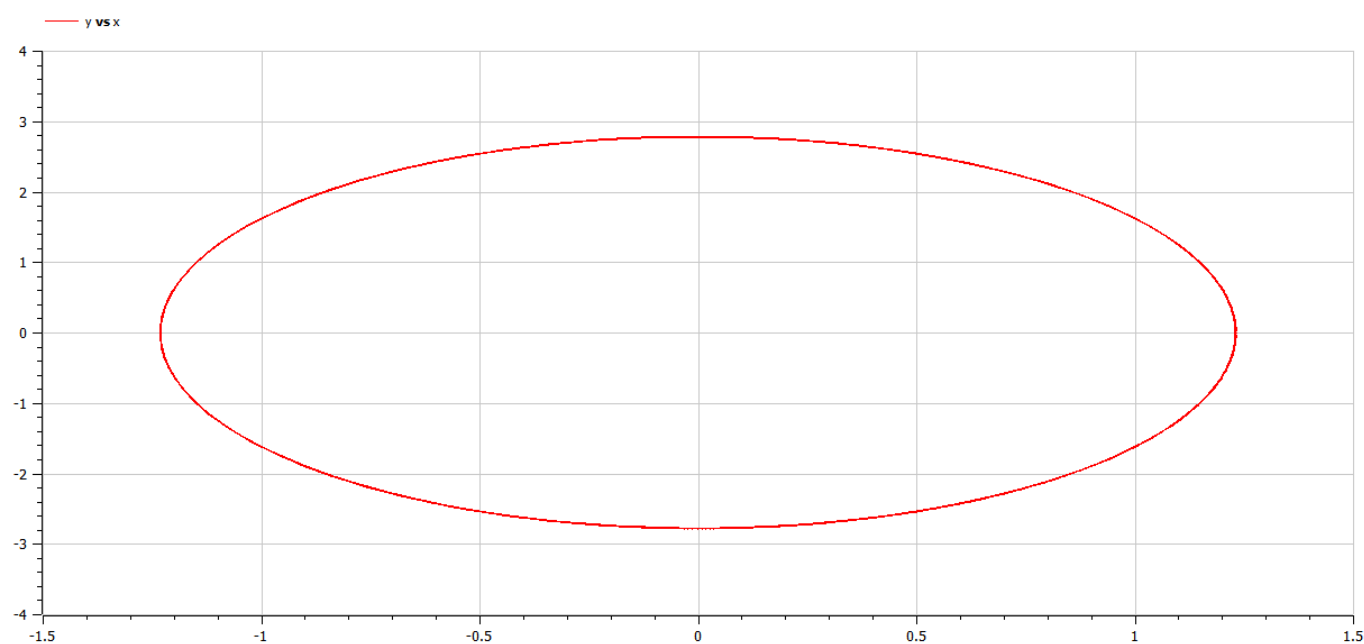
Уравнение гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы:

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 5.1x = 0$

Чтобы построить фазовый портрет гармонического осциллятора, я написал следующий код:

```
1 model Lab4_1
2
3 parameter Real w = sqrt(5.1);
4 parameter Real g = 0;
5 parameter Real x0 = 0.9;
6 parameter Real y0 = -1.9;
7 Real x(start=x0);
8 Real y(start=y0);
9
10 equation
11 der(x) = y;
12 der(y) = -w*w*x;
13
14 end Lab4_1;
```

и получил фазовый портрет:



2 Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

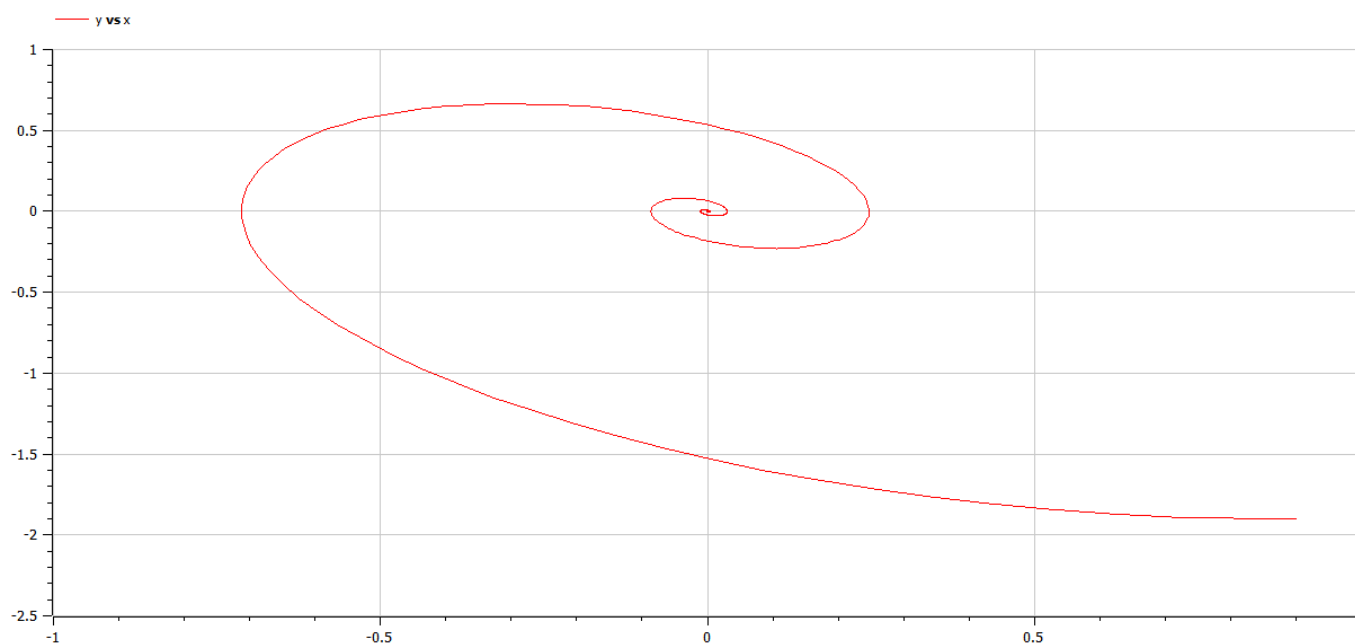
Уравнение гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы:

2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 0.9\dot{x} + 2x = 0$

Чтобы построить фазовый портрет гармонического осциллятора, я написал следующий код:

```
1 model Lab4_2
2
3 parameter Real w = sqrt(2);
4 parameter Real g = 0.9;
5 parameter Real x0 = 0.9;
6 parameter Real y0 = -1.9;
7 Real x(start=x0);
8 Real y(start=y0);
9
10 equation
11 der(x) = y;
12 der(y) = -w*w*x - g*y;
13
14 end Lab4_2;
```

и получил фазовый портрет:



3 Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

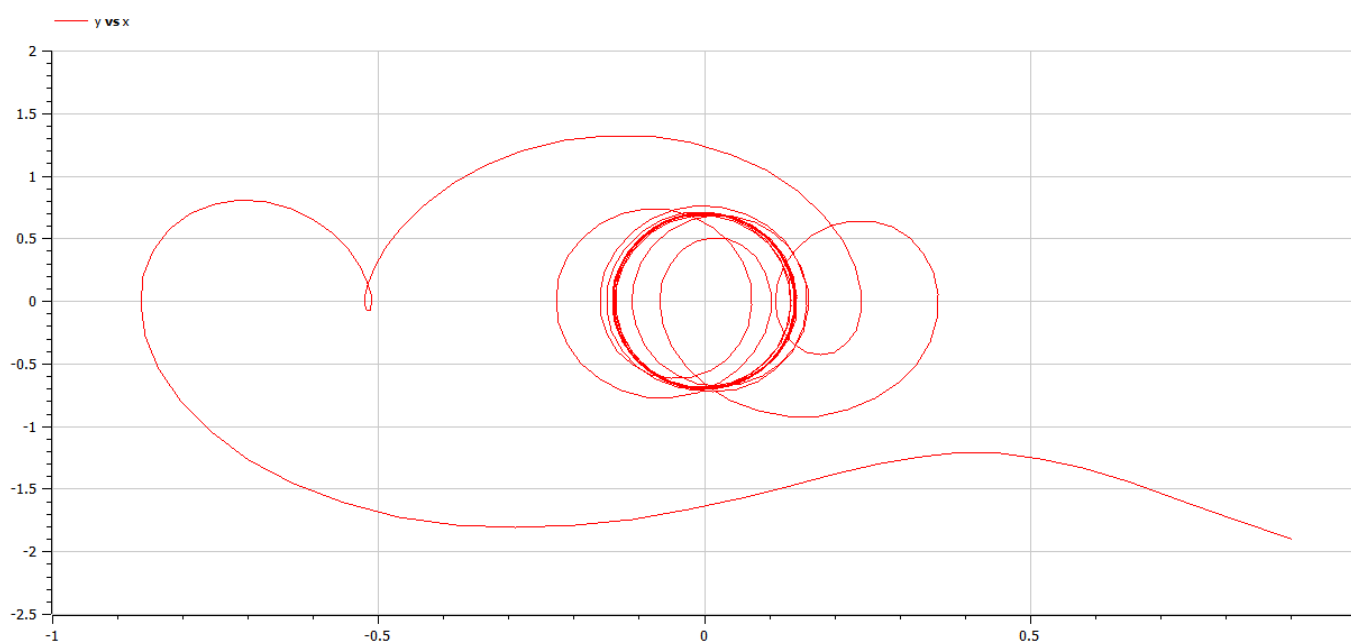
Уравнение гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы:

3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + 0.9\dot{x} + 1.9x = 3.3\cos(5t)$

Чтобы построить фазовый портрет гармонического осциллятора, я написал следующий код:

```
1 model Lab4_3
2
3 parameter Real w = sqrt(1.9);
4 parameter Real g = 0.9;
5 parameter Real x0 = 0.9;
6 parameter Real y0 = -1.9;
7 Real x(start=x0);
8 Real y(start=y0);
9
10 equation
11 der(x) = y;
12 der(y) = -w*w*x - g*y + 3.3*cos(5*time);
13
14 end Lab4_3;
```

и получил фазовый портрет:



Выводы

После завершения данной лабораторной работы - я научился выполнять построение модели гармонических колебаний: фазового портрета гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы, фазового портрета гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы, фазового портрета гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы в OpenModelica.

Список литературы

1. Кулябов, Д.С. - Модель гармонических колебаний