
Front matter

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

l18n

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: Попова Юлия Дмитриевна

Группа: НФИбд-03-19

МОСКВА

2022 г.

Цель работы

Рассмотреть модель гармонических колебаний.

Задание работы

Вариант 37

Построить фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора для следующих случаев

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 18x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 18\dot{x} + 9x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + 8\dot{x} + 16x = 0.5\cos(3t)$

На интервале $t \in [0 ; 68]$ с шагом 0.05 с начальными условиями $x_0 = 1.8$, $y_0 = 0.8$

Теоретическое введение

Гармонические колебания - колебания, при которых физическая величина изменяется с течением времени по гармоническому закону.

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 грузика, заряд конденсатора и тд.), γ - параметр, характеризующий потери энергии, ω_0 – собственная частота колебаний, t – время.

Для однозначной разрешимости уравнения второго порядка необходимо задать два начальных условия вида:

$$\begin{cases} x(t_0) = x_0 \\ \dot{x}(t_0) = y_0 \end{cases}$$

Уравнение второго порядка можно представить в виде системы двух уравнений первого порядка:

$$\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = -\omega_0^2 x \end{cases}$$

Начальные условия для данной системы примут вид:

$$\begin{cases} x(t_0) = x_0 \\ y(t_0) = y_0 \end{cases}$$

Независимые переменные x , y определяют пространство, в котором «движется» решение. Это фазовое пространство системы, поскольку оно двумерно будем называть его фазовой плоскостью. Значение фазовых координат x , y в любой момент времени полностью определяет состояние системы. Решению уравнения движения как функции времени отвечает гладкая кривая в фазовой плоскости. Она называется фазовой траекторией. 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.

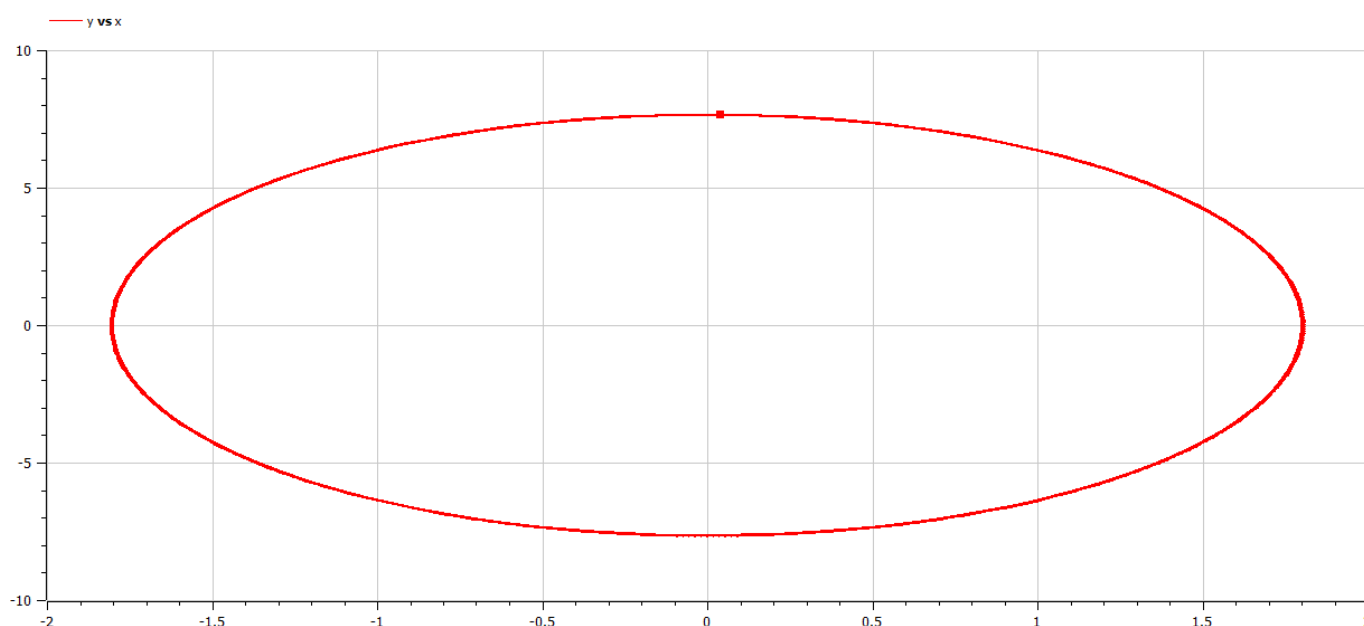
Выполнение лабораторной работы

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 18x = 0$

```

1  model lab4_1
2  parameter Real w = sqrt(18);
3  parameter Real g = 0;
4  parameter Real x0 = 1.8;
5  parameter Real y0 = 0.8;
6  Real x(start=x0);
7  Real y(start=y0);
8  equation
9  der(x) = y;
10 der(y) = -w*w*x -g*y;
11
12
13 end lab4_1;

```

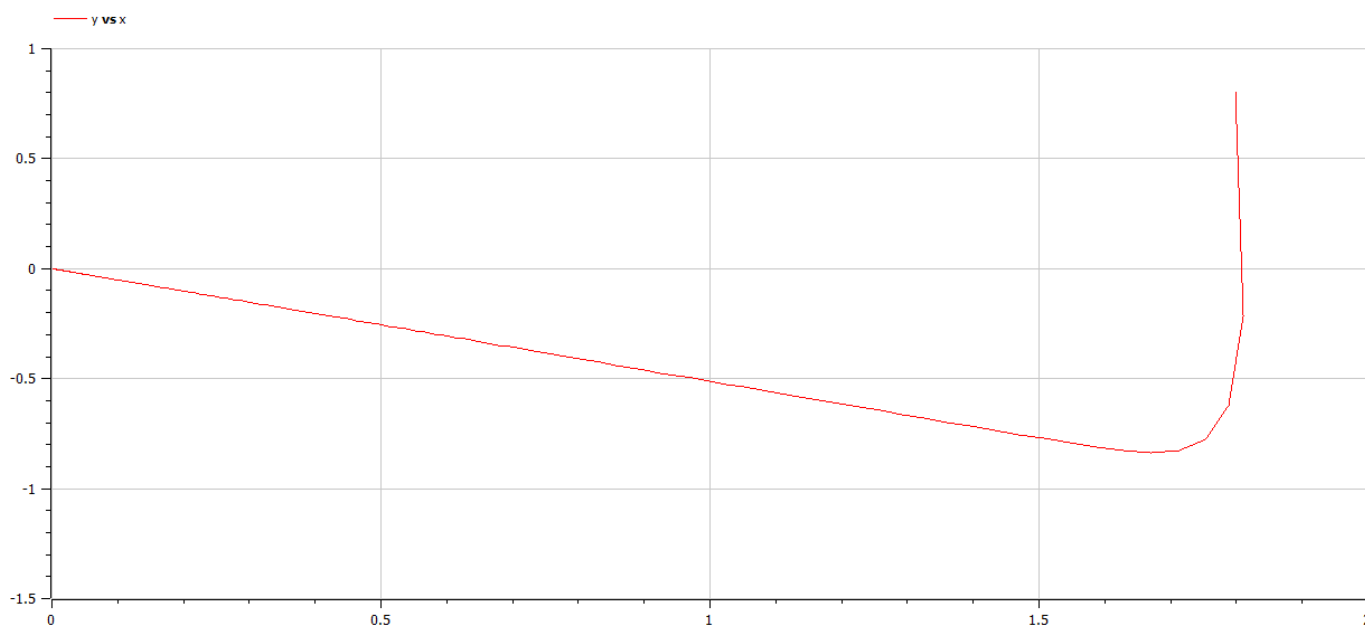


2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 18\dot{x} + 9x = 0$

```

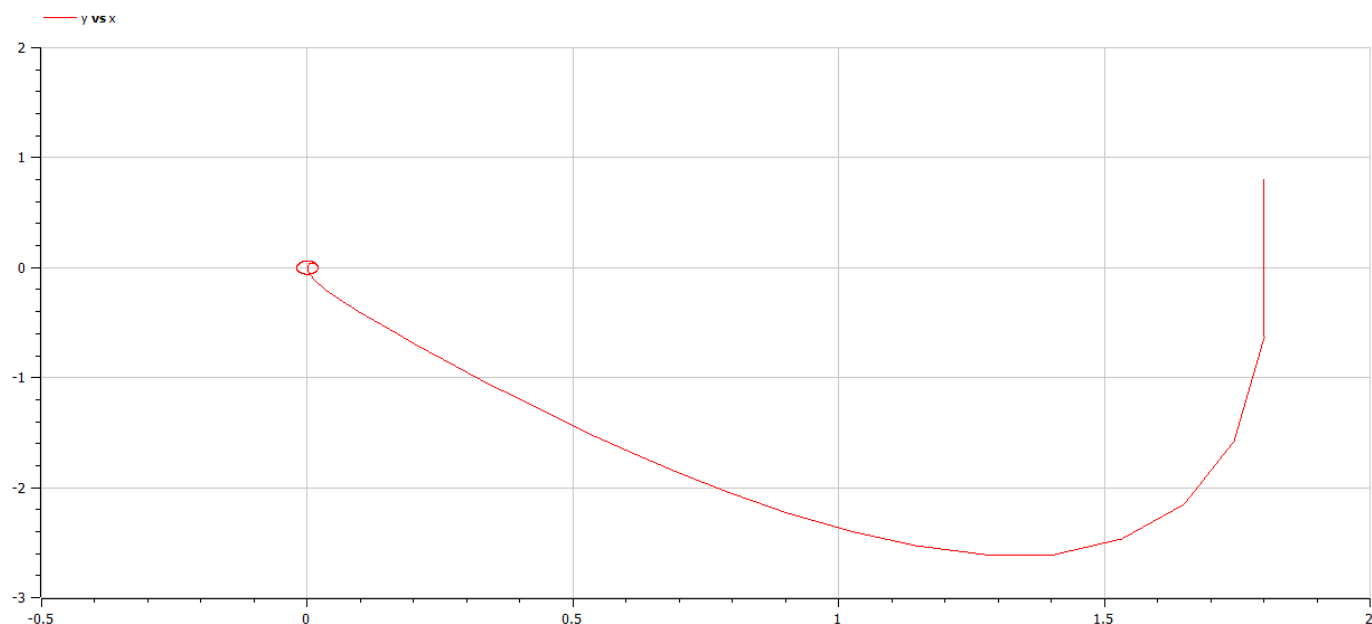
CompositeModel2
Доступный на запись Model Вид Текст lab4 E:/Program
1 model lab4
2 parameter Real w = sqrt(9);
3 parameter Real g = 18;
4 parameter Real x0 = 1.8;
5 parameter Real y0 = 0.8;
6 Real x(start=x0);
7 Real y(start=y0);
8 equation
9 der(x) = y;
10 der(y) = -w*w*x -g*y;
11
12
13
14 end lab4;

```



3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + 8\dot{x} + 16x = 0.5\cos(3t)$

```
1 model lab4_3
2 parameter Real w = sqrt(16);
3 parameter Real g = 8;
4 parameter Real x0 = 1.8;
5 parameter Real y0 = 0.8;
6 Real x(start=x0);
7 Real y(start=y0);
8 equation
9 der(x) = y;
10 der(y) = -w*w*x -g*y + 0.5*cos(3*time);
11
12
13
14 end lab4_3;
```



Вывод

Мы рассмотрели и построили модель гармонических колебаний.

Библиография

1. Гармонические колебания - <https://skysmart.ru/articles/physics/garmonicheskie-kolebaniya>