
Front matter

title: "Лабораторная работа №4" subtitle: "Модель гармонических колебаний" author: "Камкина Арина Леонидовна"

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: false # List of tables fontsize: 12pt
linestretch: 1.5 papersize: a4 documentclass: scrreprt

l18n polyglossia

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

l18n babel

babel-lang: russian babel-otherlangs: 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

Pandoc-crossref LaTeX customization

figureTitle: "Рис." tableTitle: "Таблица" listingTitle: "Листинг" lofTitle: "Список иллюстраций" lotTitle:
"Список таблиц" lolTitle: "Листинги"

Misc options

indent: true header-includes:

- `\usepackage{indentfirst}`
 - `\usepackage{float} # keep figures where there are in the text`
 - `\floatplacement{figure}{H} # keep figures where there are in the text`
-

Front matter

title: "Лабораторная работа №4" subtitle: "Модель гармонических" author: "Камкина Арина Леонидовна"

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: false # List of tables fontsize: 12pt
linestretch: 1.5 papersize: a4 documentclass: scrreprt

l18n polyglossia

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

l18n babel

babel-lang: russian babel-otherlangs: 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

Pandoc-crossref LaTeX customization

figureTitle: "Рис." tableTitle: "Таблица" listingTitle: "Листинг" lofTitle: "Список иллюстраций" lotTitle: "Список таблиц" lolTitle: "Листинги"

Misc options

indent: true header-includes:

- `\usepackage{indentfirst}`
- `\usepackage{float} # keep figures where there are in the text`
- `\floatplacement{figure}{H} # keep figures where there are in the text`

Цель работы

Исследовать математическую модель гармонического осциллятора и построить графики, используя языки Julia и OpenModelica.

Задание

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

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 9x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 5.5\dot{x} + 4.4x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + \dot{x} + 6x = 2\cos(0.5t)$

На интервале $t \in [0; 37]$ (шаг 0.5) с начальными условиями $X = -0.7, Y = 0.7$

Теоретическое введение

Гармонические колебания — колебания, при которых физическая величина изменяется с течением времени по гармоническому (синусоидальному, косинусоидальному) закону. 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: $\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2x = 0$ 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.

Выполнение лабораторной работы

Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

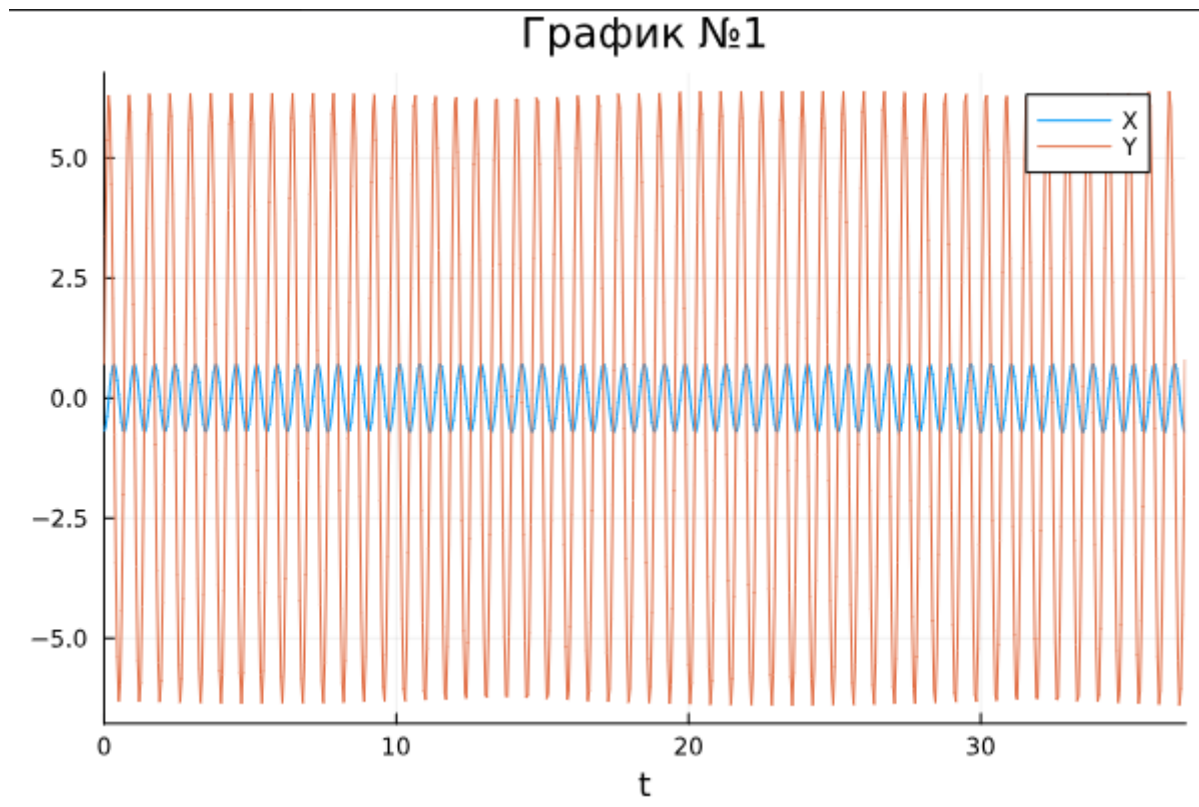
Создание проекта (код на Julia)

```
using Plots
using DifferentialEquations
X = -0.7
Y = 0.7
R1 = [0, 9]
tspan = (0, 37)

#без действия внешней силы
function f_1(dx, x, p, t)
    g, w = p
    dx[1] = x[2]
    dx[2] = -w^2*x[1] - g*x[2]
end

prob1 = ODEProblem(f_1, [X, Y], tspan, R1)
sol1 = solve(prob1, Tsit5(), saveat = 0.05)
plot(sol1, title = "График №1", label = ["X" "Y"])
```

Полученный график(рис. @fig:001).

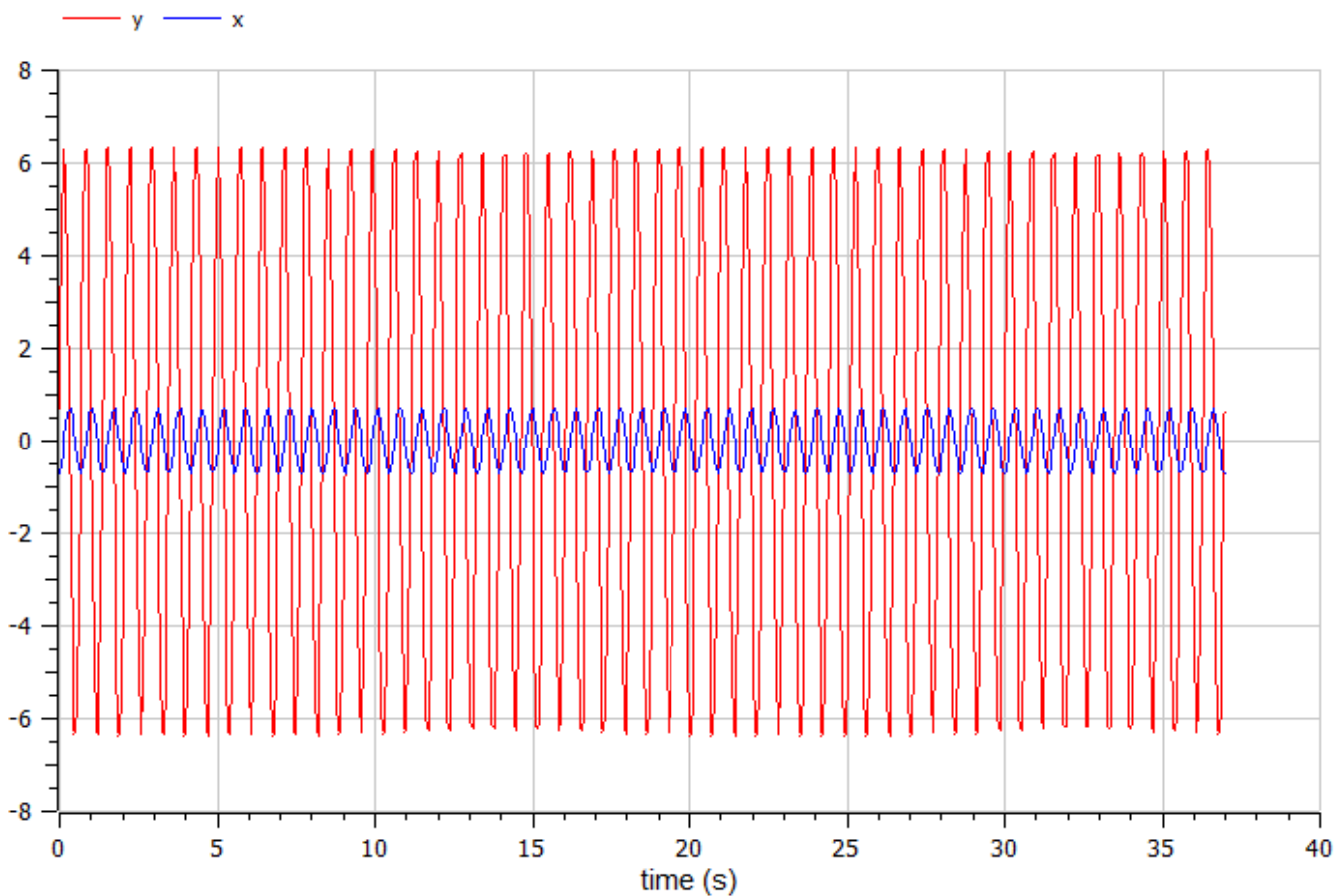


{#fig:001 width=70%}

Создание проекта (код на OpenModelica)

```
model lab_04
  Real x(start=-0.7);
  Real y(start=0.7);
  parameter Real w=9;
  parameter Real g=0;
  equation
    der(x)=y;
    der(y)=-w^2*x-g*y;
end lab_04;
```

Полученный график(рис. @fig:002).



{#fig:002 width=70%}

Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

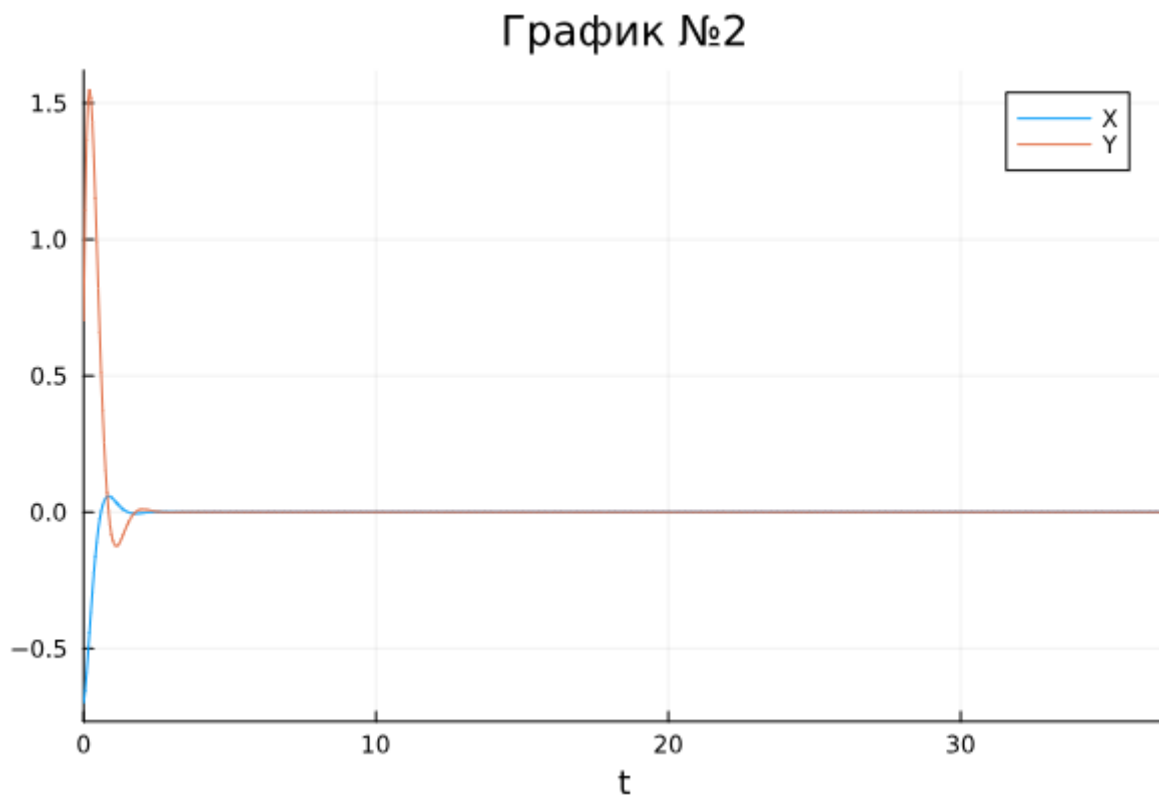
Создание проекта (код на Julia)

```
using Plots
using DifferentialEquations
X = -0.7
Y = 0.7
R2 = [5.5, 4.4]
tspan = (0, 37)

#без действия внешней силы
function f_1(dx, x, p, t)
    g, w = p
    dx[1] = x[2]
    dx[2] = -w^2*x[1] - g*x[2]
end

prob2 = ODEProblem(f_1, [X, Y], tspan, R2)
sol2 = solve(prob2, Tsit5(), saveat = 0.05)
plot(sol2, title = "График №2", label = ["X" "Y"])
```

Полученный график(рис. @fig:003).

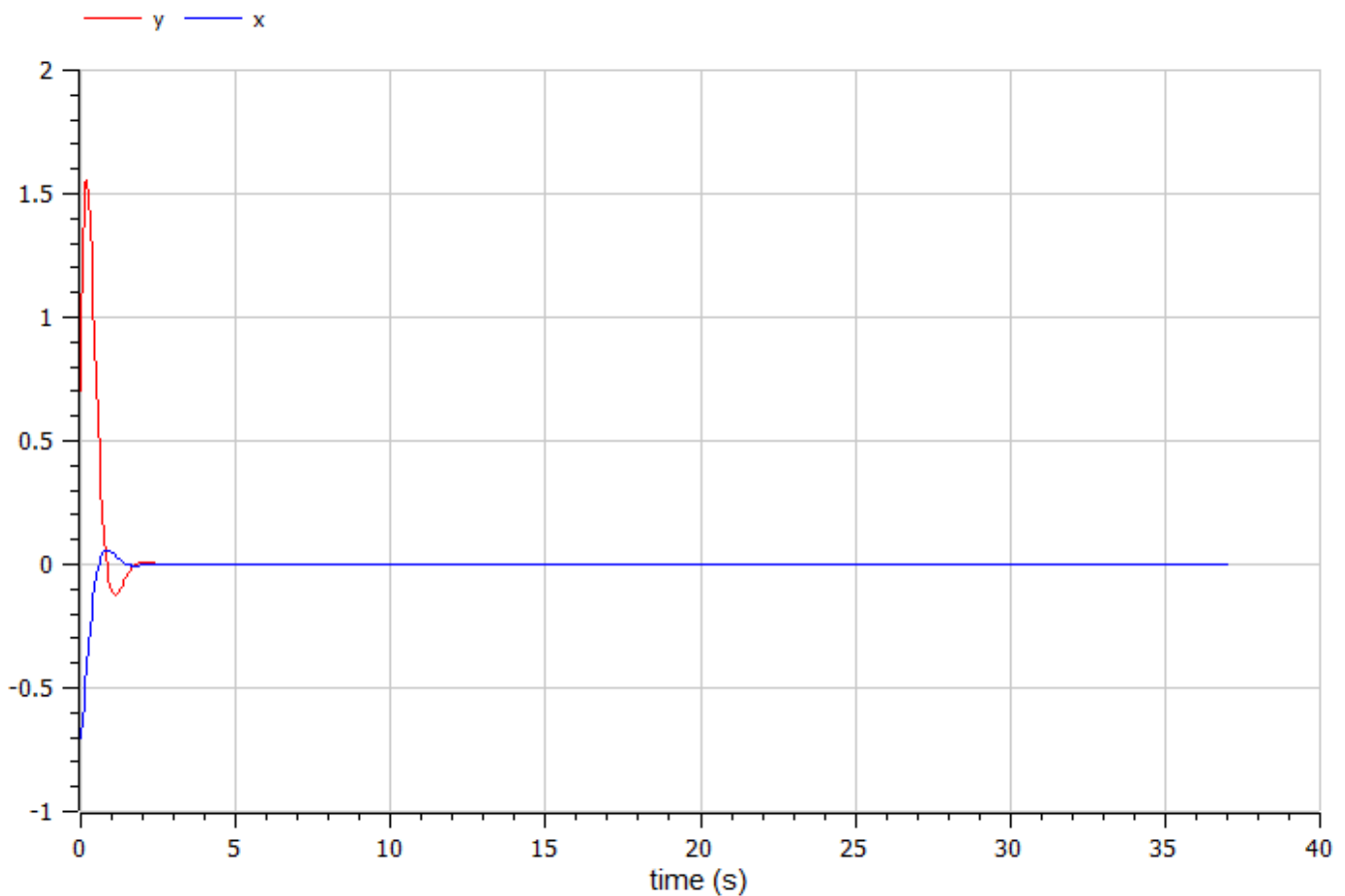


{#fig:003 width=70%}

Создание проекта (код на OpenModelica)

```
model lab_04_2
  Real x(start=-0.7);
  Real y(start=0.7);
  parameter Real w=4.4;
  parameter Real g=5.5;
  equation
    der(x)=y;
    der(y)=-w^2*x-g*y;
end lab_04_2;
```

Полученный график(рис. @fig:004).



{#fig:004 width=70%}

Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

Создание проекта (код на Julia)

```
using Plots
using DifferentialEquations
X = -0.7
Y = 0.7
R3 = [1, 6]
tspan = (0, 37)

#внешняя сила
f(t) = 2*cos(0.5*t)

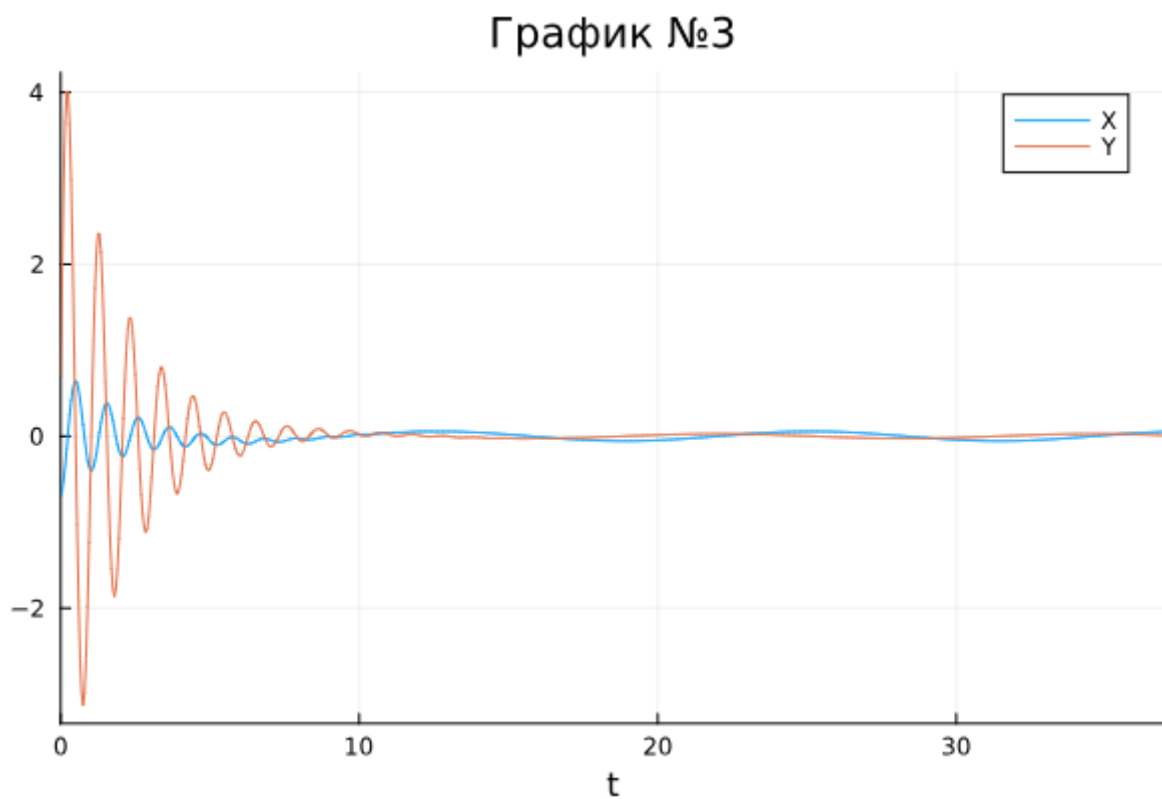
#с действием в нешной силы
function f_3(dx, x, p, t)
    g, w = p
    dx[1] = x[2]
    dx[2] = -w^2*x[1] - g*x[2] + f(t)
end

prob3 = ODEProblem(f_3, [X, Y], tspan, R3)
sol3 = solve(prob3, Tsit5(), saveat = 0.05)
```



```
plot(sol3, title = "График №3", label = ["X" "Y"])
```

Полученный график(рис. @fig:005).



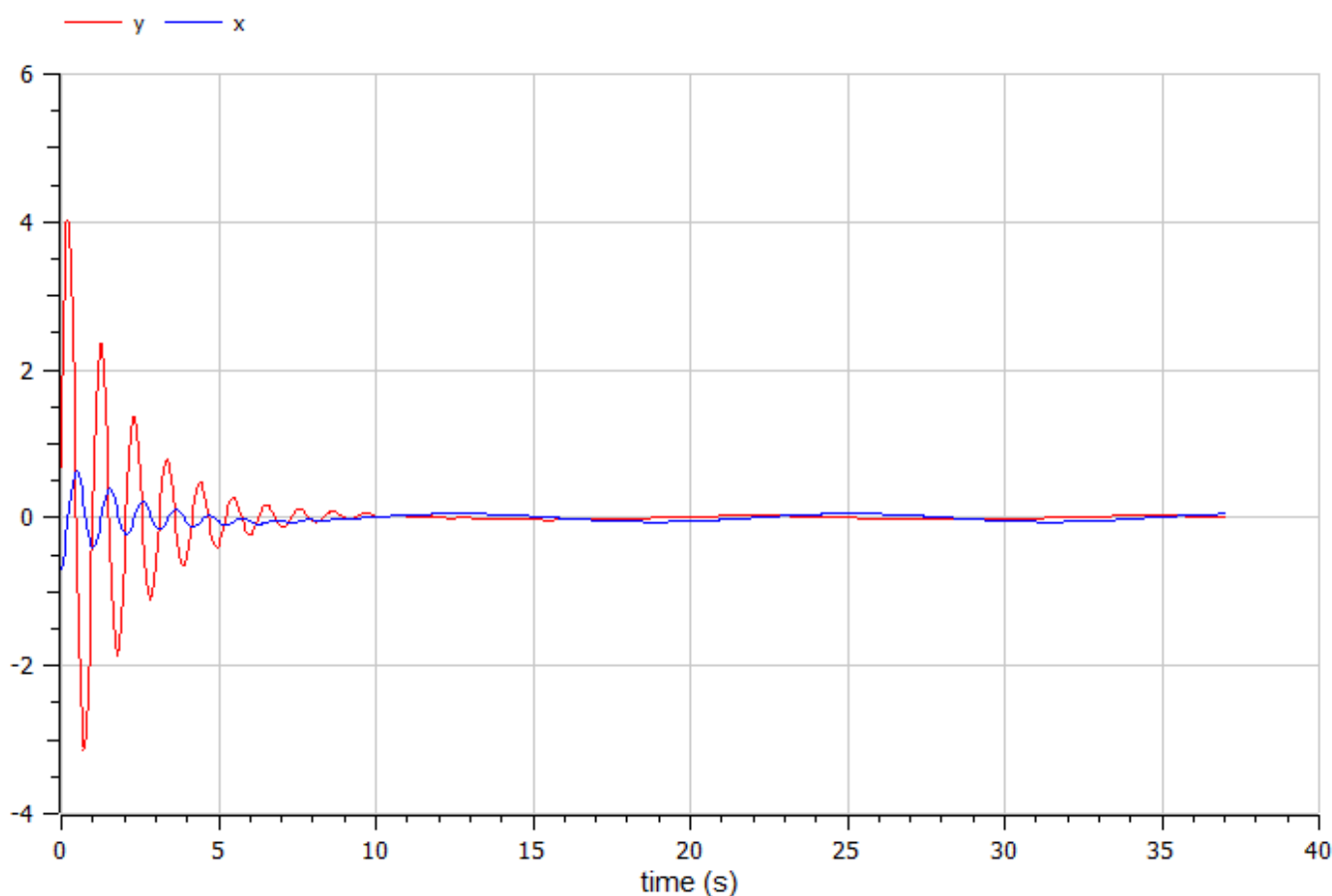
{#fig:003

width=70%}

Создание проекта (код на OpenModelica)

```
model lab_04_03
Real x(start=-0.7);
Real y(start=0.7);
Real f;
parameter Real w=6;
parameter Real g=1;
equation
  der(x)=y;
  der(y)=-w^2*x-g*y+f;
  f=2*cos(0.5*time);
end lab_04_03;
```

Полученный график(рис. @fig:006).



{#fig:004 width=70%}

Анализ результатов

Были построены четыре графика на Julia и OpenModelica, на которых видно, что графики абсолютно одинаковые.

Вывод

В процессе выполнения данной лабораторной работы я построила графики, используя Julia и OpenModelica, а также приобрела первые практические навыки работы с Julia и OpenModelica.

Список литературы

[1] Гармонические колебания: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гармонические_колебания