

Информация

Докладчик

.....: {column align=center}

::: {column width="70%"}

- Эспиноса Василита Кристина Микаела
- студентка
- Российский университет дружбы народов
- 1032224624@pfur.ru
- <https://github.com/crisespinoza/>

:::

::: {column width="30%"}

:::

.....:

Цель работы

Построить математическую модель гармонического осциллятора на языке программирования Julia и посредством ПО 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

$$\ddot{x} + 9.2x = 0$$

2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

$$\ddot{x} + 10\dot{x} + 11x = 0$$

3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

$$\ddot{x} + \dot{x} + x = 3\sin(t)$$

Выполнение лабораторной работы

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

Для начала реализуем эту модель на языке программирования Julia.

```
%writefile lab4.jl

# Используемые библиотеки
using DifferentialEquations, Plots;

# Начальные условия
tspan = (0,65)
u0 = [-1, 2]
p1 = [0, 2.5]

# Задание функции
function f1(u, p, t)
    x, y = u
    g, w = p
    dx = y
    dy = -g .* y - w^2 .* x
    return [dx, dy]
end

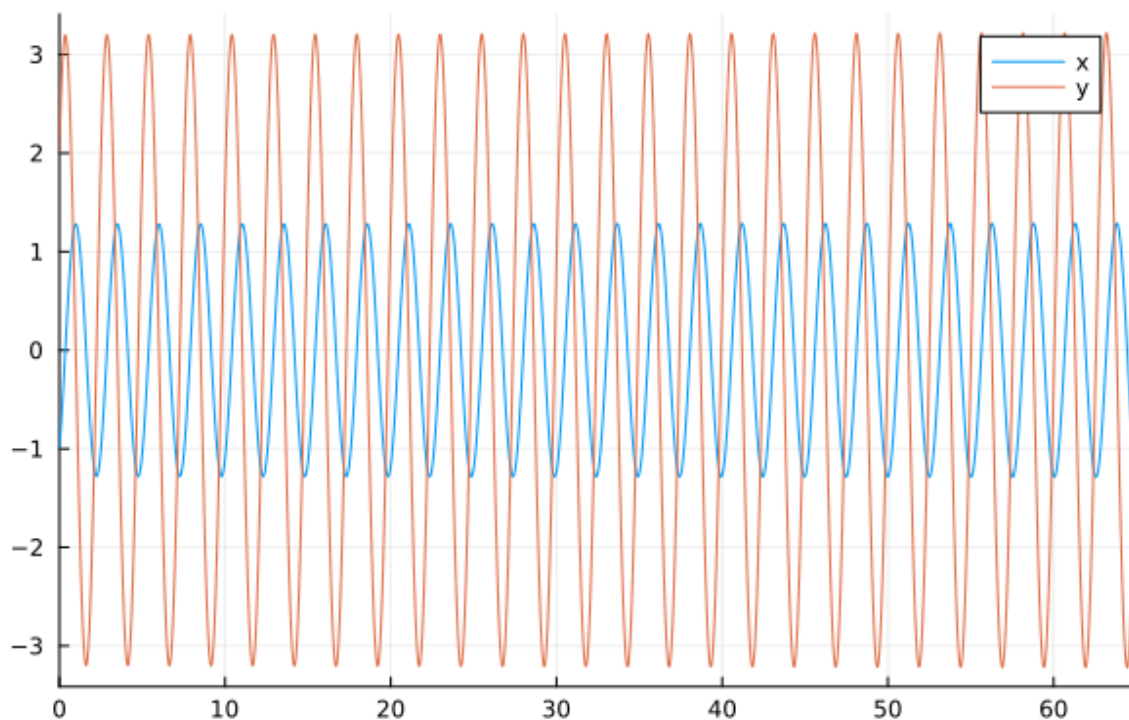
# Постановка проблемы и ее решение
problem1 = ODEProblem(f1, u0, tspan, p1)
sol1 = solve(problem1, Tsit5(), saveat = 0.05)

# Построение графика
plot(sol1, label=["x" "y"])
savefig("lab4_1.png")

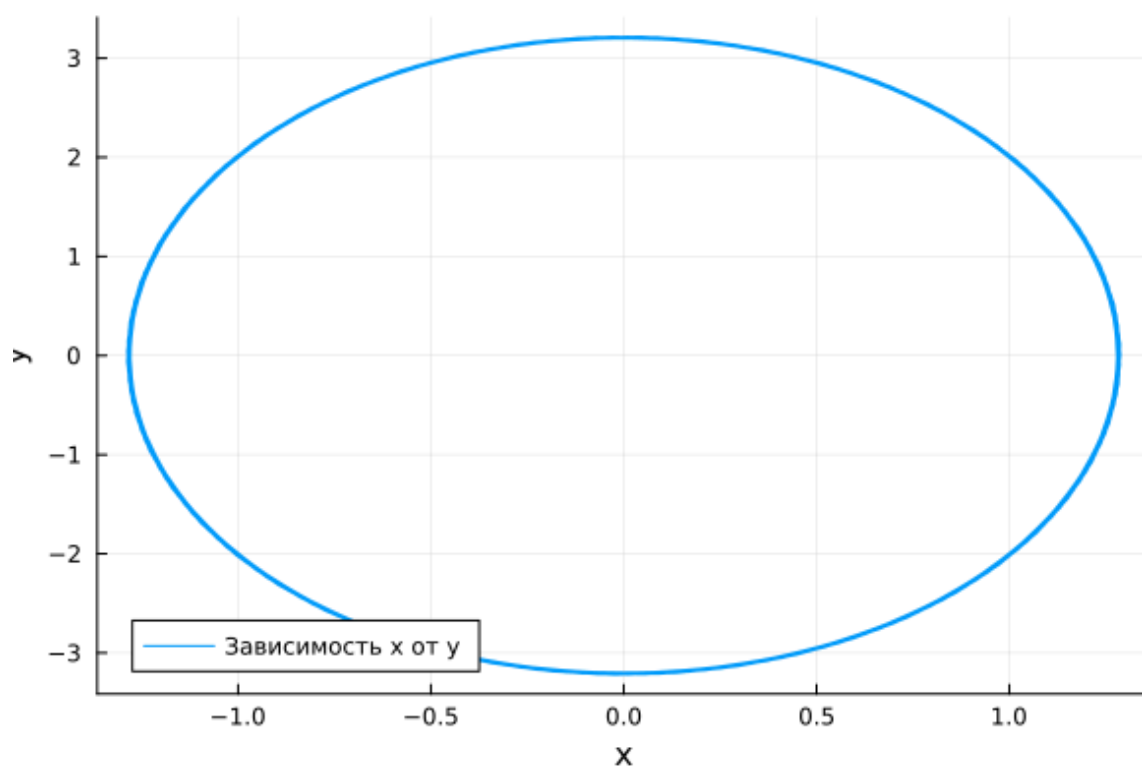
plot(sol1, idxs = (1,2), xaxis="x", yaxis="y", label = "Зависимость x от y ")
savefig("lab4_2.png")
```

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

В результате получаем следующие графики решения уравнения гармонического осциллятора (рис. [-@fig:002]) и его фазового портрета (рис. [-@fig:003]).



Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы



Можно заметить, что колебание осциллятора периодически, график не задухает.

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

Теперь реализуем эту модель посредством OpenModelica.

```

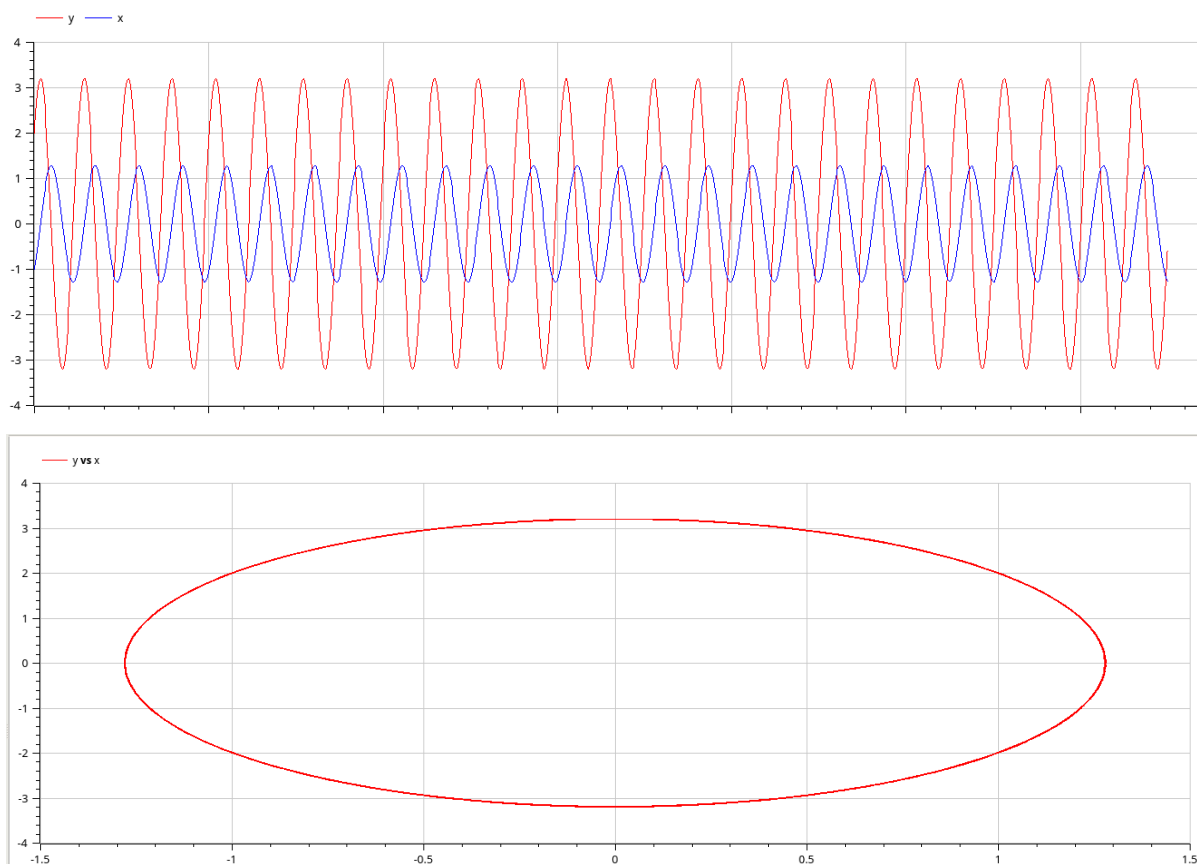
model lab4_1

    parameter Real g = 0;
    parameter Real w = 2.5;
    parameter Real x0 = -1;
    parameter Real y0 = 2;
    Real x(start=x0);
    Real y(start=y0);
equation
    der(x) = y;
    der(y) = -g .* y - w^2 .* x;
end lab4_1;

```

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

В результате получаем следующие графики решения уравнения гармонического осциллятора (рис. [-@fig:004]) и его фазового портрета (рис. [-@fig:005]).



Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

Реализуем эту модель на языке программирования Julia.

```

%%writefile lab4_2.jl
# Используемые библиотеки
using DifferentialEquations, Plots;

# Начальные условия
tspan = (0,65)
u0 = [-1, 2]
p2 = [10, 11]

# Задание функции
function f1(u, p, t)
    x, y = u
    g, w = p
    dx = y
    dy = -g .*y - w^2 .*x
    return [dx, dy]
end

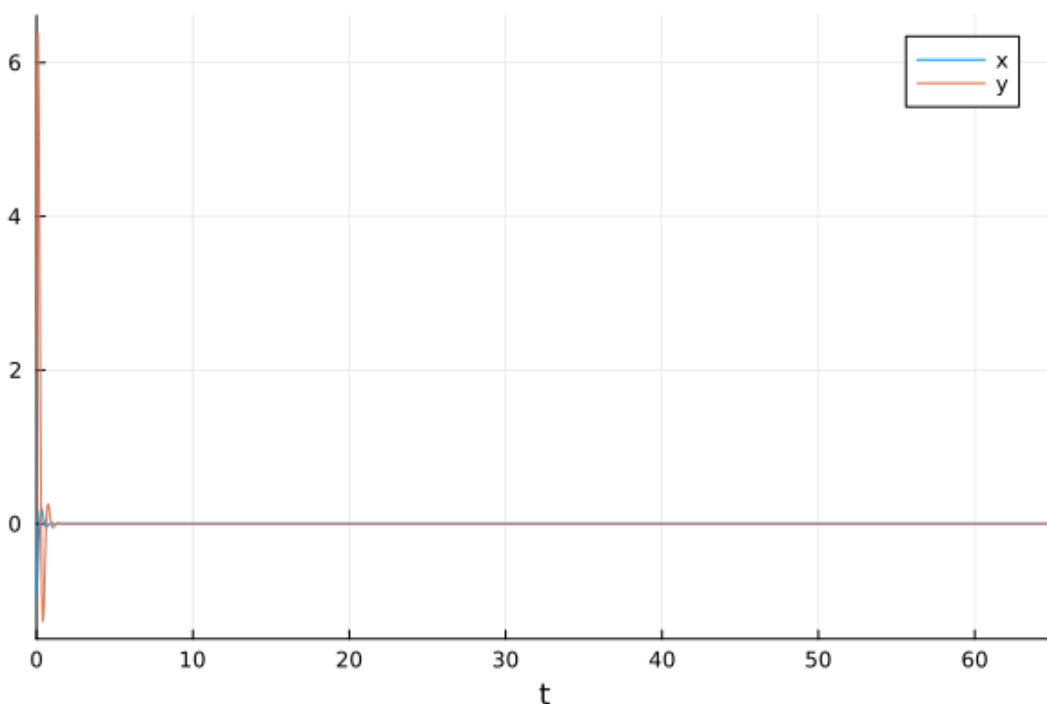
# Постановка проблемы и ее решение
problem2 = ODEProblem(f1, u0, tspan, p2)
sol2 = solve(problem2, Tsit5(), saveat = 0.05)
plot(sol2, label=["x" "y"])
savefig("lab4_2.png")

plot(sol2, idxs=(1,2), xaxis = "x", yaxis= "y", label=["Зависимость x от y "])
savefig("lab4_3.png")

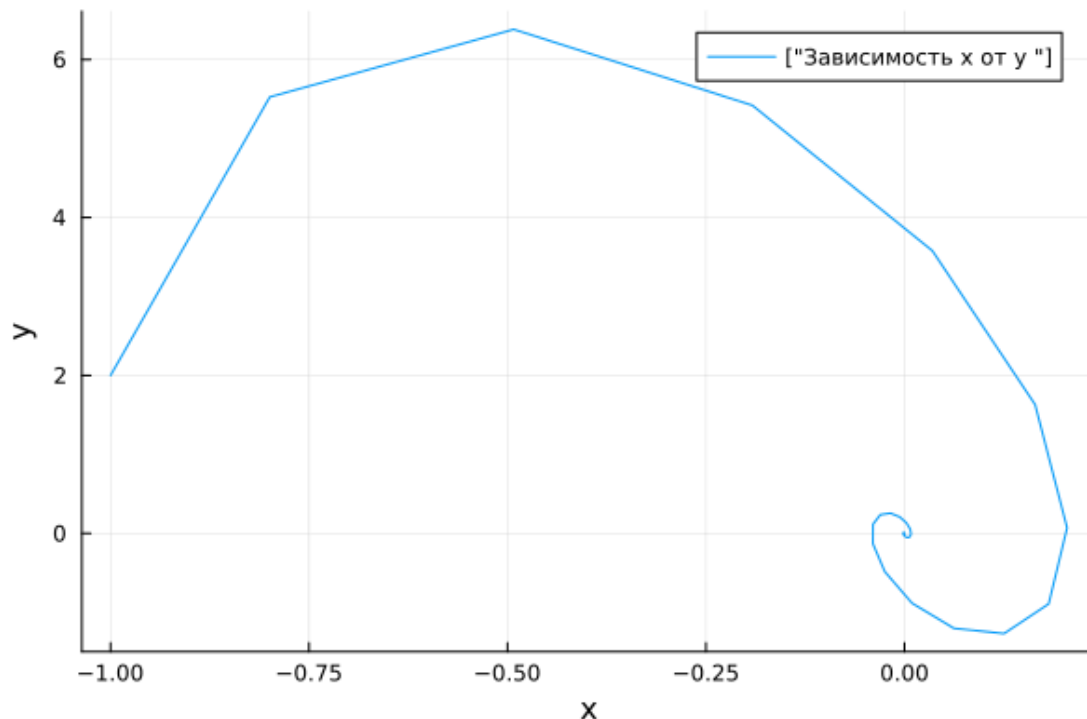
```

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

В результате получаем следующие графики решения уравнения гармонического осциллятора (рис. [-@fig:007]) и его фазового портрета (рис. [-@fig:008]).



Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы



В этом случае сначала происходят колебания осциллятора, а затем график затухает, поскольку у нас есть параметр, отвечающий за потери энергии.

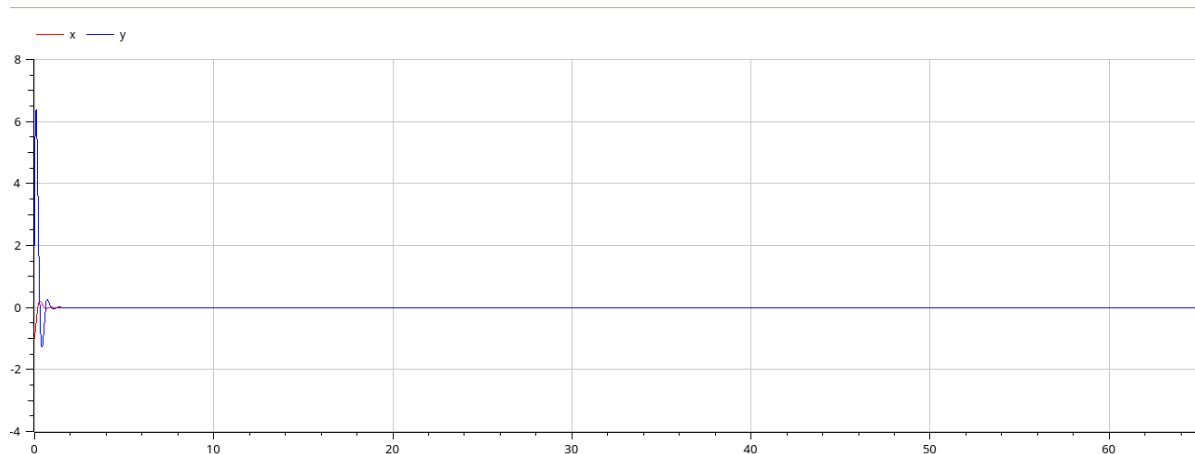
Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

Теперь реализуем эту модель посредством OpenModelica.

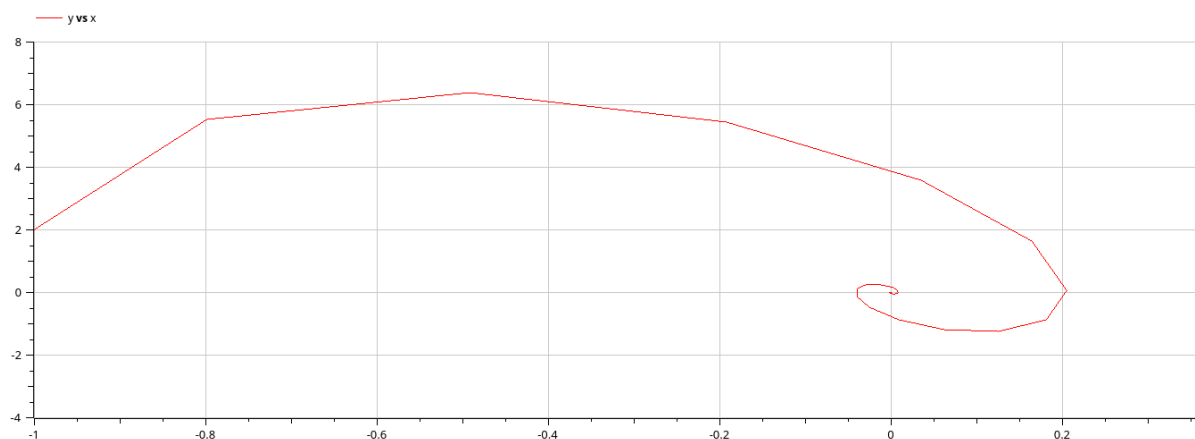
```
model lab4_2
  parameter Real g = 10;
  parameter Real w = 11;
  parameter Real x0 = -1;
  parameter Real y0 = 2;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = y;
  der(y) = -g .* y - w^2 .* x;
end lab4_2;
```

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

В результате получаем следующие графики решения уравнения гармонического осциллятора (рис. [-@fig:009]) и его фазового портрета (рис. [-@fig:010]).



Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы



Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

Реализуем эту модель на языке программирования Julia.

```

%%writefile lab4_3.jl

# Используемые библиотеки
using DifferentialEquations, Plots;

# Начальные условия
tspan = (0,65)
u0 = [-1, 2]
p3 = [1, 1]

# функция, описывающая внешние силы, действующие на осциллятор
f(t) = 3*sin(t)

# Задание функции
function f2(u, p, t)
    x, y = u
    g, w = p
    dx = y
    dy = -g .*y - w^2 .*x .+f(t)
    return [dx, dy]
end

# Постановка проблемы и ее решение
problem3 = ODEProblem(f2, u0, tspan, p3)
sol3 = solve(problem3, Tsit5(), saveat = 0.05)

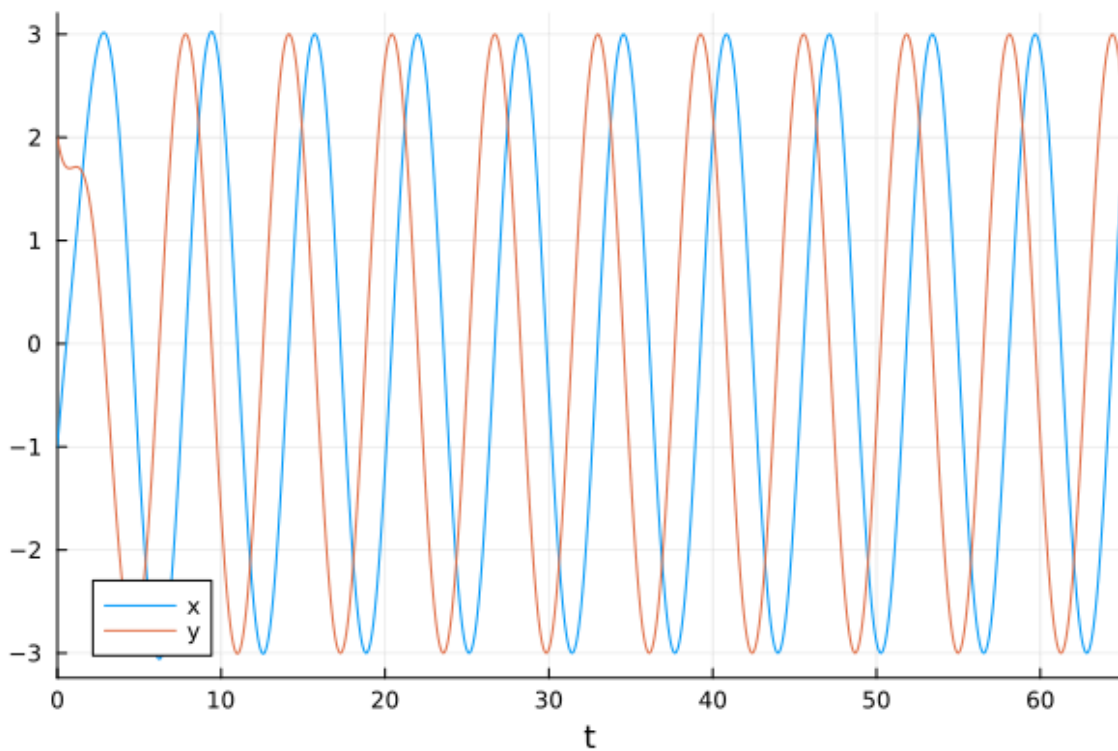
plot(sol3, label=["x" "y"])
savefig("lab4_4.png")

plot(sol3, idxs=(1,2), xaxis = "x", yaxis= "y", label=["Зависимость x от y "])
savefig("lab4_5.png")

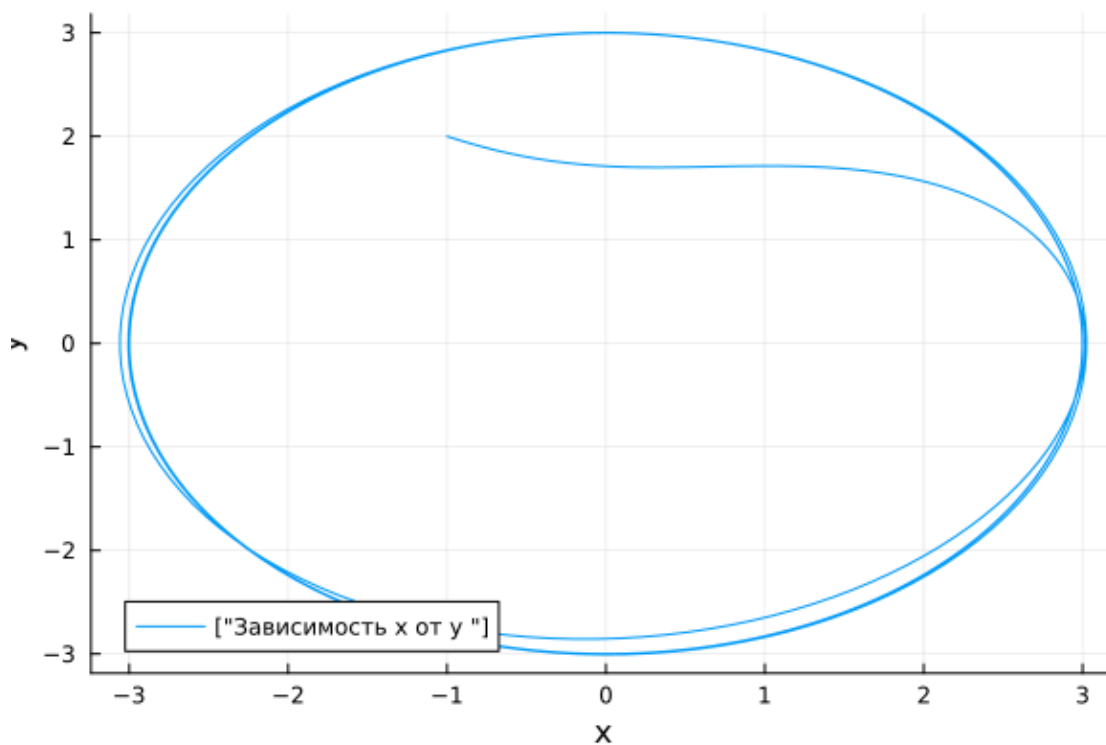
```

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

В результате получаем следующие графики решения уравнения гармонического осциллятора (рис. [-@fig:012]) и его фазового портрета (рис. [-@fig:013]).



Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы



В этом случае сначала происходят колебания осциллятора, а затем график затухает, поскольку у нас есть параметр, отвечающий за потери энергии.

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

Теперь реализуем эту модель посредством OpenModelica.

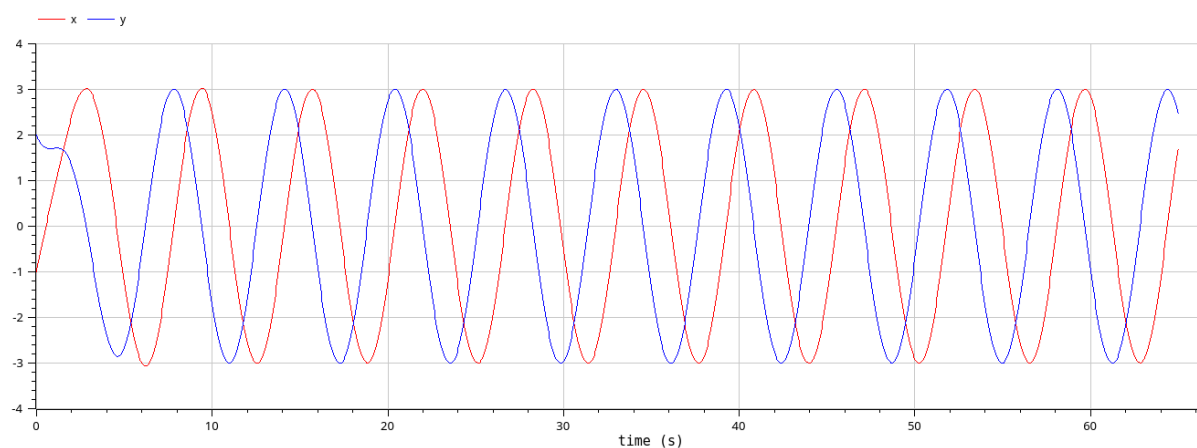
```

model lab4_2
  parameter Real g = 10;
  parameter Real w = 11;
  parameter Real x0 = -1;
  parameter Real y0 = 2;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = y;
  der(y) = -g .* y - w^2 .* x;
end lab4_2;

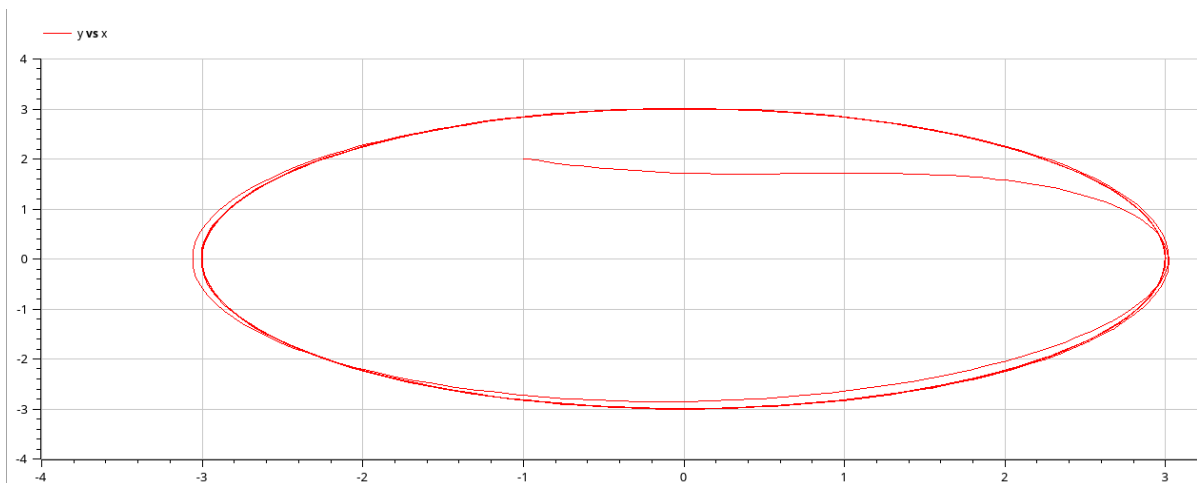
```

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

В результате получаем следующие графики решения уравнения гармонического осциллятора (рис. [-@fig:014]) и его фазового портрета (рис. [-@fig:015]).



Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы



Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы я построила математическую модель гармонического осциллятора.