

Лабораторная работа №4

Модель гармонических колебаний

Клюкин М. А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

- Ключин Михаил Александрович
- студент
- Российский университет дружбы народов
- 1132226431@pruf.ru
- <https://MaKYaro.github.io/ru/>



Построить математическую модель гармонического осциллятора

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

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

$$\ddot{x} + 10x = 0,$$

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

$$\ddot{x} + 1.5\dot{x} + 3x = 0,$$

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

$$\ddot{x} + 0.6\dot{x} + 13x = \cos(1.5t).$$

На интервале $t \in [0; 62]$ (шаг 0.05) с начальными условиями $x_0 = 0.8, y_0 = -1$

Выполнение лабораторной работы

Модель гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы

```
using DifferentialEquations, Plots;
```

```
# Начальные условия
```

```
tspan = (0,62)
```

```
u0 = [0.8, -1]
```

```
p1 = [0, 10]
```

Модель гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы

Задание функции

function f1(u, p, t)

 x, y = u

 g, w = p

 dx = y

 dy = -g .* y - w² .* x

return [dx, dy]

end

Модель гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы

Постановка проблемы и ее решение

```
problem1 = ODEProblem(f1, u0, tspan, p1)
```

```
sol1 = solve(problem1, Tsit5(), saveat = 0.05)
```

Модель гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы

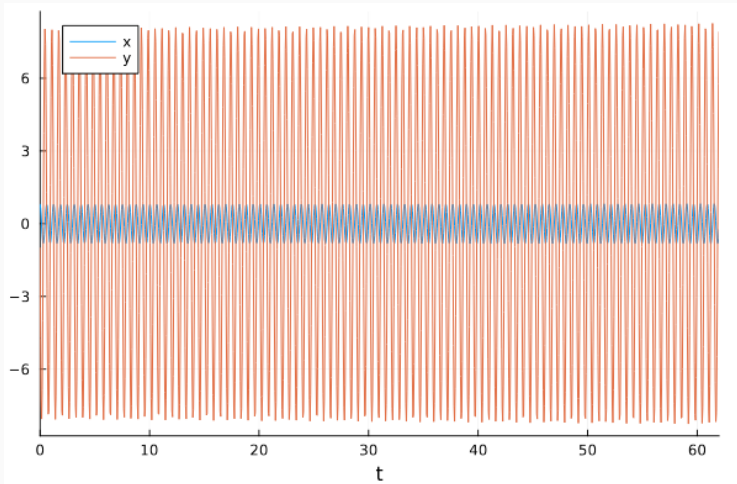


Рис. 1: Колебания гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней

Модель гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы

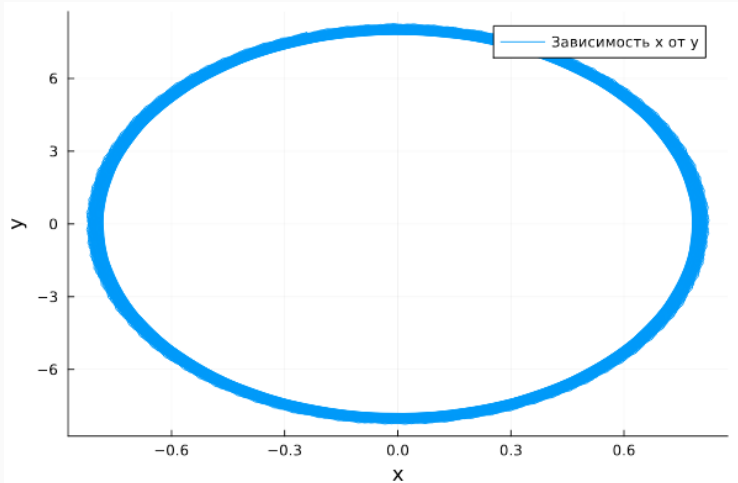


Рис. 2: Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора без затухания и без

Модель гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы

```
model lab4_1
  parameter Real g = 0;
  parameter Real w = 10;
  parameter Real x0 = 0.8;
  parameter Real y0 = -1;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = y;
  der(y) = -g .* y - w^2 .* x;
end lab4_1;
```

Модель гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы

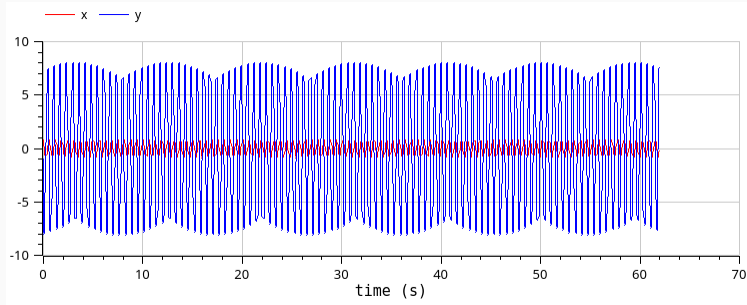


Рис. 3: Колебания гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы в OpenModelica

Модель гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы

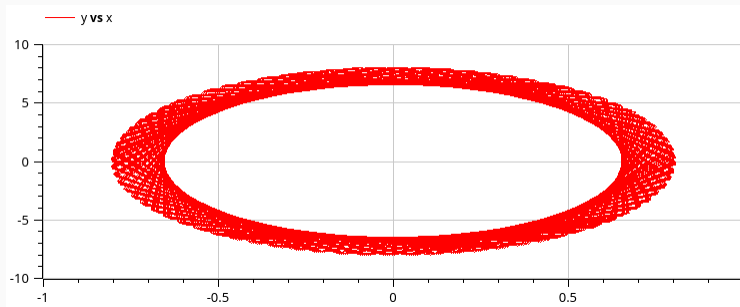


Рис. 4: Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора без затухания и без действия внешней силы в OpenModelica

Модель гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы

```
using DifferentialEquations, Plots;
```

```
# Начальные условия
```

```
tspan = (0,62)
```

```
u0 = [0.8, -1]
```

```
p2 = [1.5, 3]
```

Модель гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы

Задание функции

function f1(u, p, t)

 x, y = u

 g, w = p

 dx = y

 dy = -g .* y - w² .* x

return [dx, dy]

end

Модель гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы

Постановка проблемы и ее решение

```
problem2 = ODEProblem(f1, u0, tspan, p2)
```

```
sol2 = solve(problem2, Tsit5(), saveat = 0.05)
```

Модель гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы

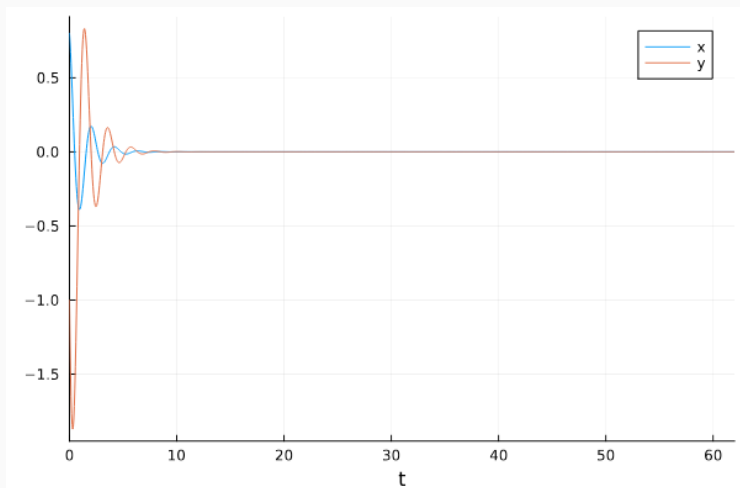


Рис. 5: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней

Модель гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы

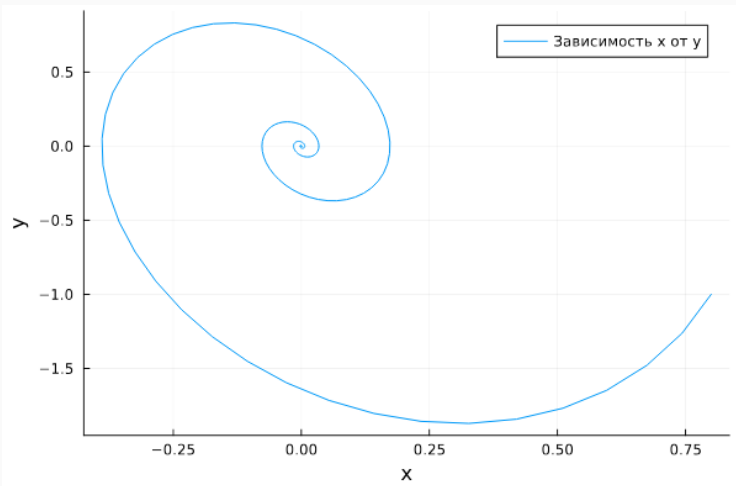


Рис. 6: Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без

Модель гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы

```
model lab4_2
  parameter Real g = 1.5;
  parameter Real w = 3;
  parameter Real x0 = 0.8;
  parameter Real y0 = -1;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = y;
  der(y) = -g .* y - w^2 .* x;
end lab4_2;
```

Модель гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы

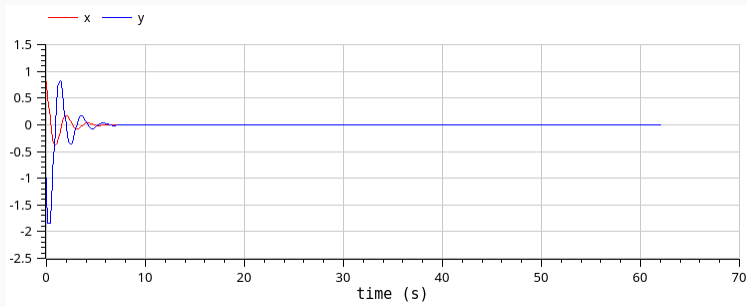


Рис. 7: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы в OpenModelica

Модель гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы

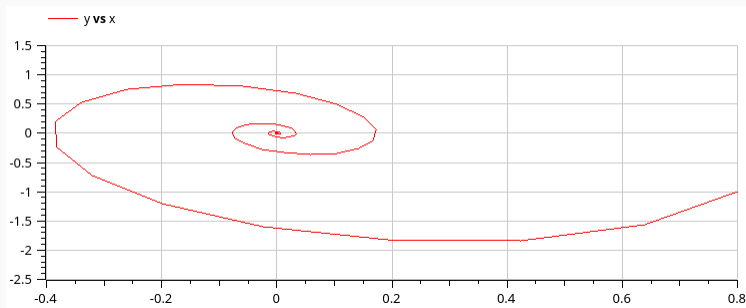


Рис. 8: Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действия внешней силы в OpenModelica

Модель гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы

```
using DifferentialEquations, Plots;
```

```
# Начальные условия
```

```
tspan = (0,62)
```

```
u0 = [0.8, -1]
```

```
p3 = [0.6, 1]
```

```
f(t) = cos(1.5*t)
```

Модель гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы

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

Модель гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы

Постановка проблемы и ее решение

```
problem3 = ODEProblem(f2, u0, tspan, p3)
```

```
sol3 = solve(problem1, Tsit5(), saveat = 0.05)
```

Модель гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы

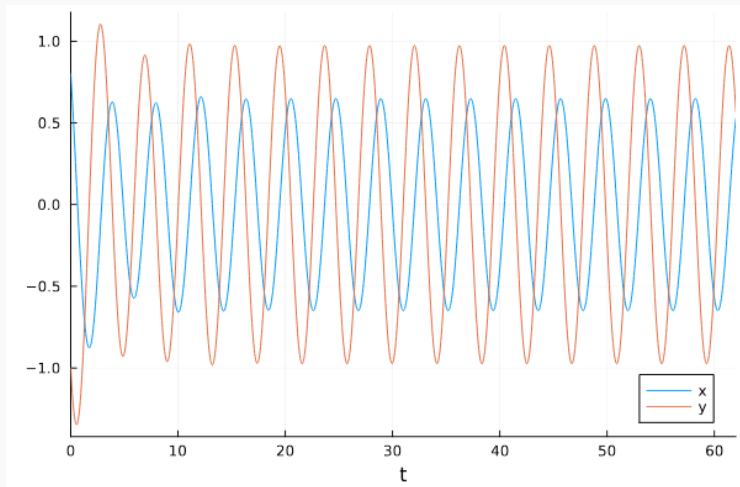


Рис. 9: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней

Модель гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы

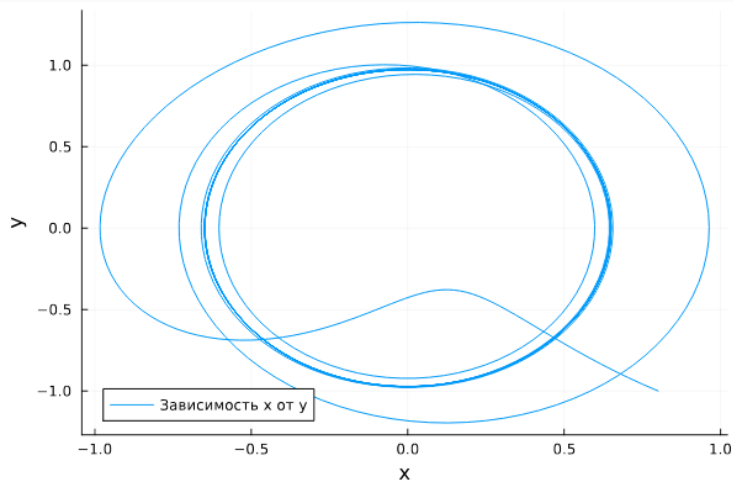


Рис. 10: Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора с затуханием и

Модель гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы

```
model lab4_3
  parameter Real g = 0.6;
  parameter Real w = 1;
  parameter Real x0 = 0.8;
  parameter Real y0 = -1;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = y;
  der(y) = -g .* y - w^2 .* x + 1*cos(1.5*time);
end lab4_3;
```

Модель гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы

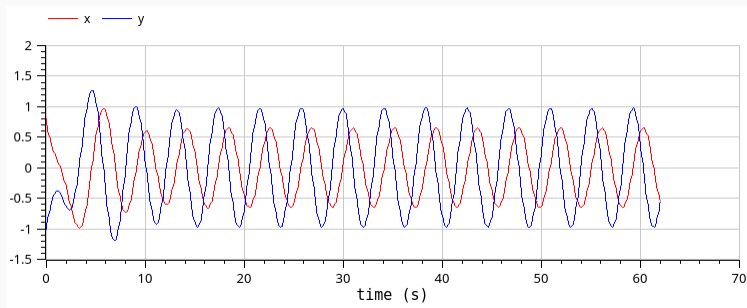


Рис. 11: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы в OpenModelica

Модель гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы

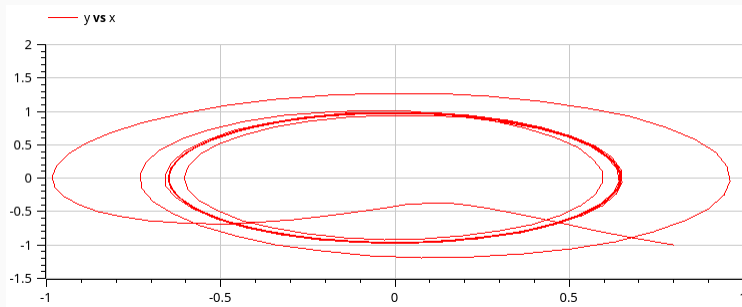


Рис. 12: Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора с затуханием и действием внешней силы в OpenModelica

В процессе выполнения лабораторной работы построили математическую модель гармонического осциллятора.