

# Лабораторная работа №4

## Модель гармонических колебаний

---

Апареев Д.А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

## Информация

---

- Апареев Дмитрий Андреевич
- студент
- Российский университет дружбы народов
- [1132226445@pfur.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  
 $\ddot{x} + 9.2x = 0,$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы  
 $\ddot{x} + \dot{x} + 4.9x = 0,$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы  
 $\ddot{x} + 3.5\dot{x} + 13x = 2.5\cos(2t).$  На интервале  $t \in [0; 49]$  (шаг 0.05) с начальными условиями  $x_0 = -0.5, y_0 = 1.$

## Выполнение лабораторной работы

---

## Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

```
# Используемые библиотеки  
using DifferentialEquations, Plots;  
  
# Начальные условия  
tspan = (0, 49)  
u0 = [-0.5, 1]  
p1 = [0, 9.2]
```

## Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

*# 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)
```



# Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

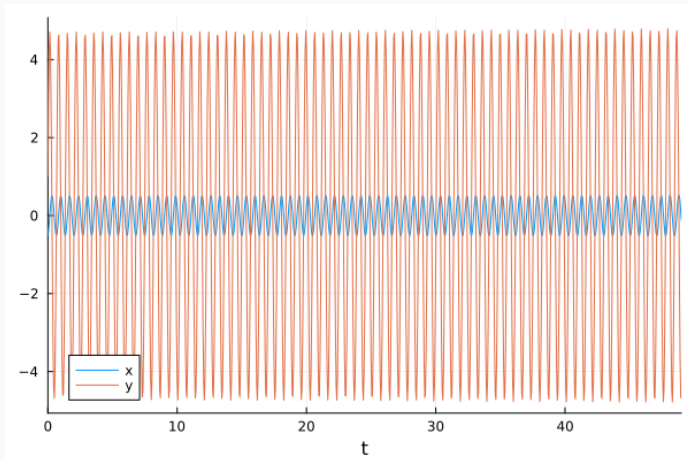


Рис. 1: Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

## Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

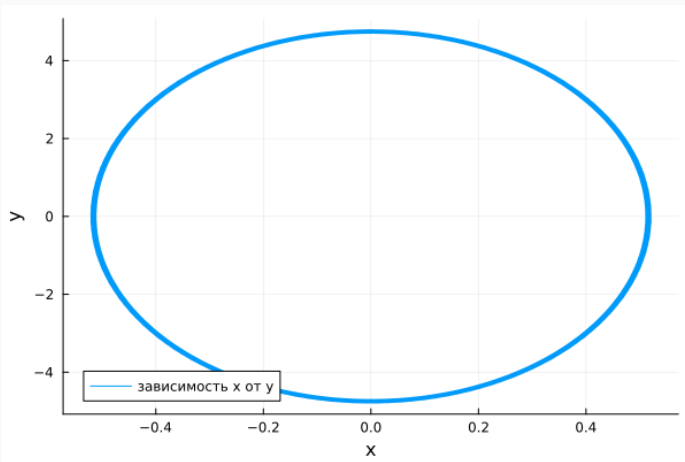


Рис. 2: Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

## Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

```
model lab4_1
  parameter Real g = 0;
  parameter Real w = 9.2;
  parameter Real x0 = -0.5;
  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 колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

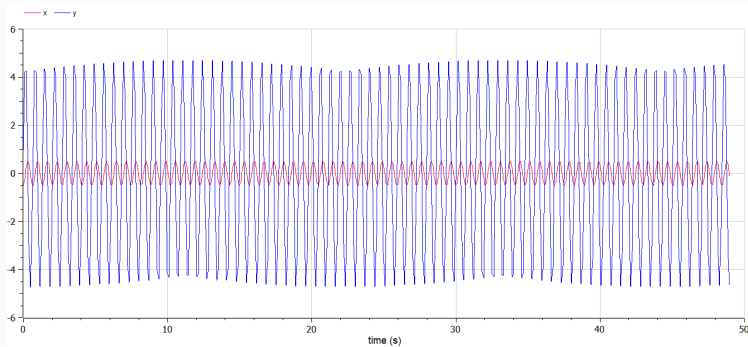
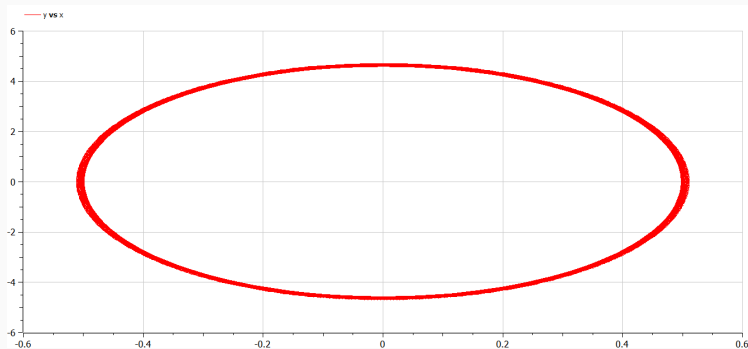


Рис. 3: Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы.  
OpenModelica

# Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы



**Рис. 4:** Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы. OpenModelica

*# Начальные условия*

`tspan = (0, 49)`

`u0 = [-0.5, 1]`

`p2 = [1, 4.9]`

*# 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)
```

## Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

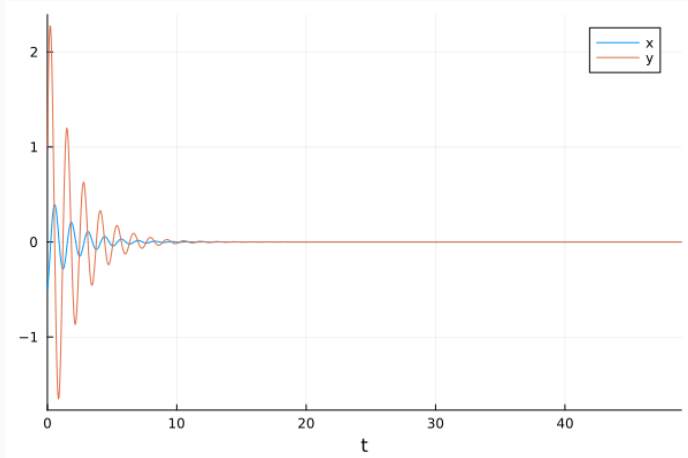
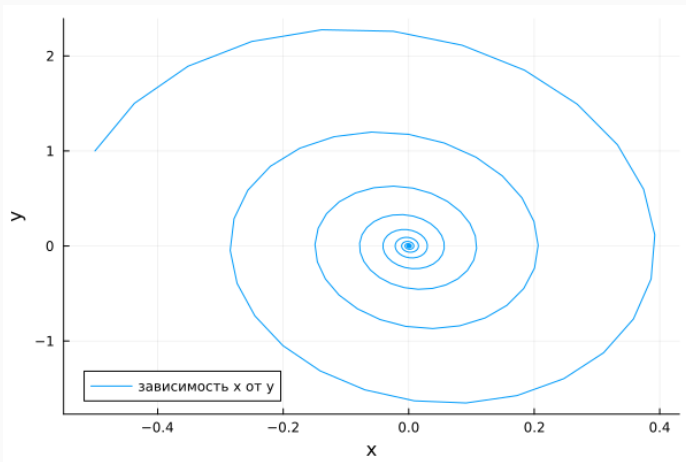


Рис. 5: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы



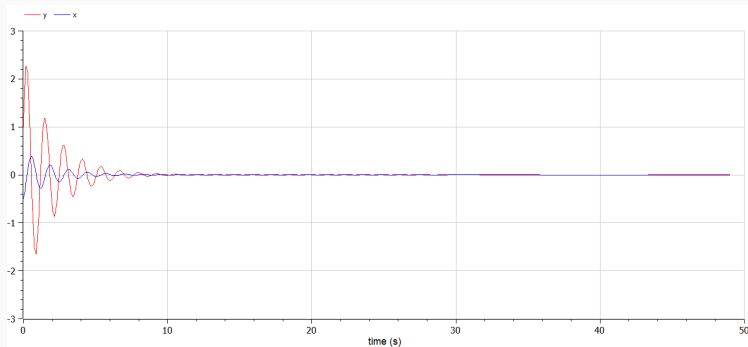
## Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы



**Рис. 6:** Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

```
model lab4_2
  parameter Real g = 1;
  parameter Real w = 4.9;
  parameter Real x0 = -0.5;
  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;
```

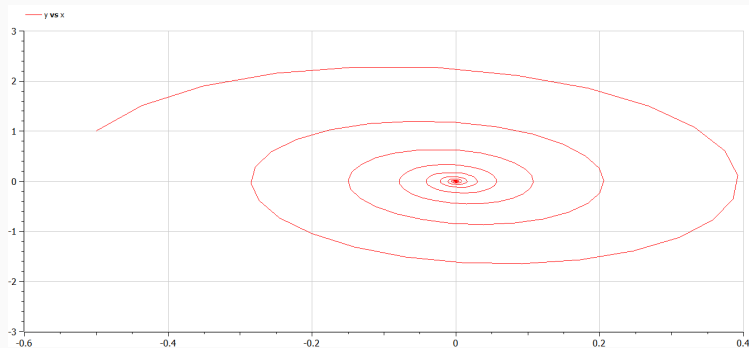
# Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы



**Рис. 7:** Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы.

OpenModelica

## Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы



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

## Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

*# Начальные условия*

`tspan = (0, 49)`

`u0 = [-0.5, 1]`

`p3 = [3.5, 13]`

*# Функция, описывающая внешние силы, действующие на осциллятор*

`f(t) = 2.5*cos(2*t)`

## Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под 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
```

*# Постановка проблемы и ее решение*

```
problem3 = ODEProblem(f2, u0, tspan, p3)
sol3 = solve(problem3, Tsit5(), saveat = 0.05)
```

# Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

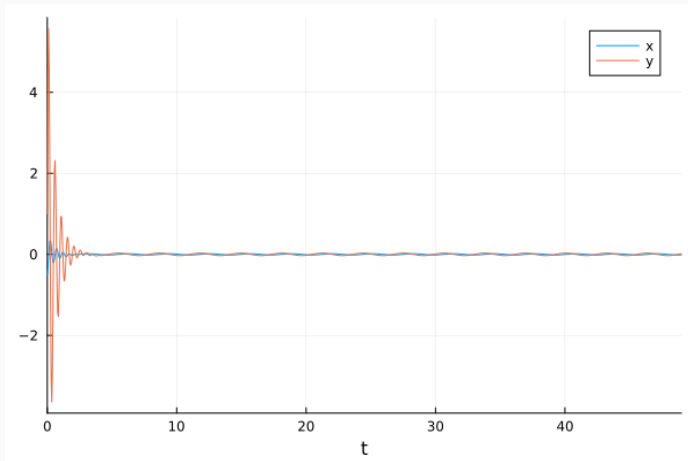


Рис. 9: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

# Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

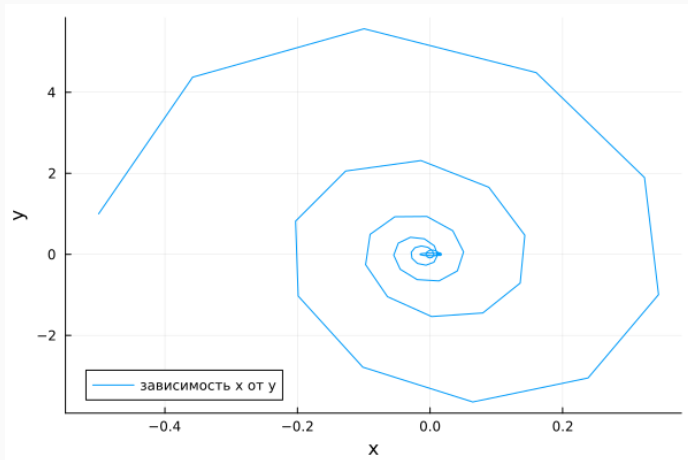


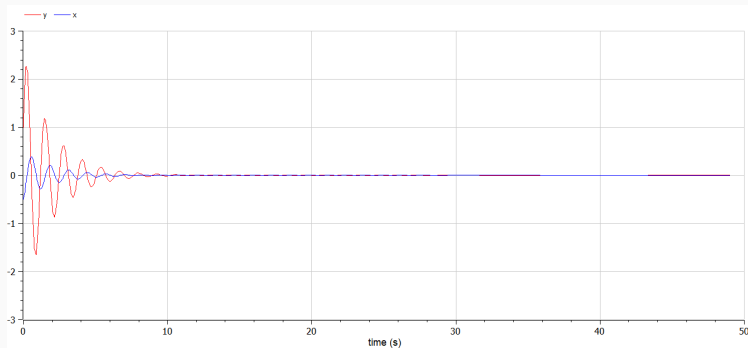
Рис. 10: Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы



## Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

```
model lab4_3
  parameter Real g = 3.5;
  parameter Real w = 13;
  parameter Real x0 = -0.5;
  parameter Real y0 = 1;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = y;
  der(y) = -g .*y - w^2 .*x + 2.5*cos(2*time);
end lab4_3;
```

# Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы



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

# Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

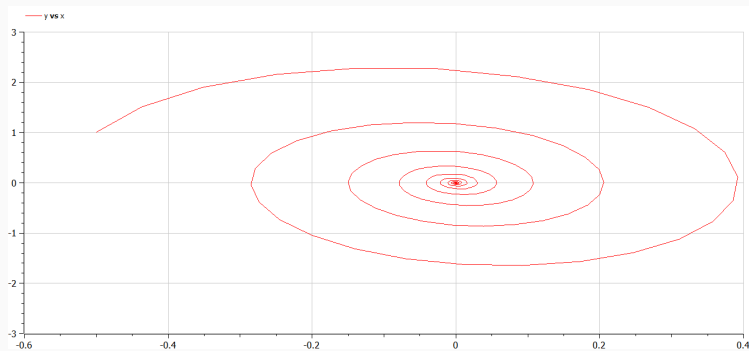


Рис. 12: Фазовый портрет колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы. OpenModelica

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