

Лабораторная работа №4

Модель гармонических колебаний

Белов Максим Сергеевич, НПИбд-01-21

Содержание

Цель работы	4
Задание	5
Теоретическое введение	6
Уравнение свободных колебаний гармонического осциллятора	6
Выполнение лабораторной работы	7
Моделирование на Julia	7
Моделирование на Modelica	13
Вывод	18

Список иллюстраций

1	Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы (julia)	9
2	Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы (julia)	11
3	Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы (julia)	13

Цель работы

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

Задание

33 вариант $((1032219262 \% 70) + 1)$

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

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $x'' + 1.7x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $x'' + 9.8x' + x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $x'' + 3.9x' + 2.9x = 0.9\cos(2t)$

Теоретическое введение

Уравнение свободных колебаний гармонического осциллятора

Уравнение свободных колебаний гармонического осциллятора имеет следующий вид:

$$x'' + 2gx' + w_0^2 x = 0$$

Выполнение лабораторной работы

Моделирование на Julia

- 1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $x'' + 1.7x = 0$

Исходный код:

```
using Plots
using DifferentialEquations

w = 1.7
g = 0.0
x0 = 0
y0 = -1.4

function ode_fn(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = u[2]
    du[2] = -w*u[1] - g*u[2]
end

v0 = [x0, y0]
tspan = (0.0, 29.0)
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
```

```
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
```

```
X = [u[1] for u in sol.u]
```

```
Y = [u[2] for u in sol.u]
```

```
T = [t for t in sol.t]
```

```
plt = plot(  
    layout = (1,2),  
    dpi = 300,  
    legend = false)
```

```
plot!(  
    plt[1],  
    T,  
    X,  
    title = "Решение уравнения",  
    color=:blue)
```

```
plot!(  
    plt[2],  
    X,  
    Y,  
    title="Фазовый портрет",  
    color=:blue)
```

```
savefig(plt, "lab4_1.png")
```

Получившийся график:

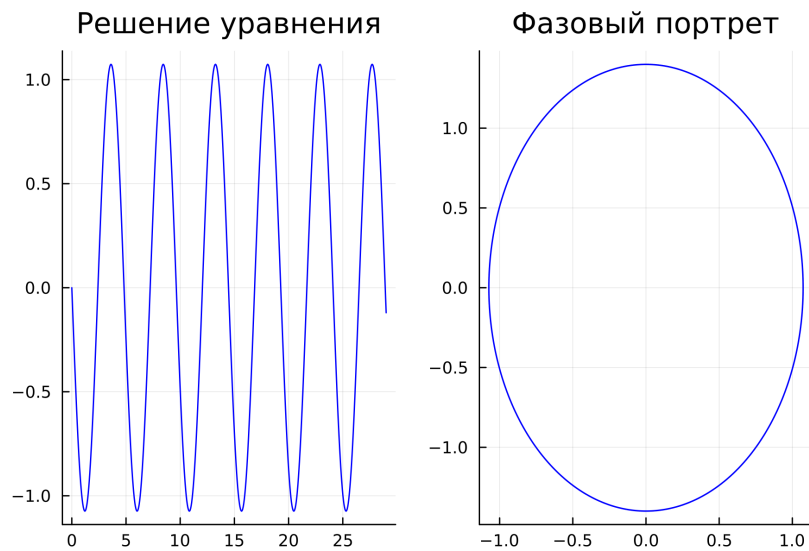


Рис. 1: Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы (julia)

- 2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $x'' + 9.8x' + x = 0$

Исходный код:

```
using Plots
using DifferentialEquations

w = 1
g = 9.8
x0 = 0
y0 = -1.4

function ode_fn(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = u[2]
    du[2] = -w*u[1] - g*u[2]
```

end

```
v0 = [x0, y0]
tspan = (0.0, 29.0)
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
```

```
X = [u[1] for u in sol.u]
Y = [u[2] for u in sol.u]
T = [t for t in sol.t]
```

```
plt = plot(
    layout = (1,2),
    dpi = 300,
    legend = false)
```

```
plot!(
    plt[1],
    T,
    X,
    title = "Решение уравнения",
    color=:blue)
```

```
plot!(
    plt[2],
    X,
    Y,
    title="Фазовый портрет",
    color=:blue)
```

```
savefig(plt, "lab4_2.png")
```

Получившийся график:

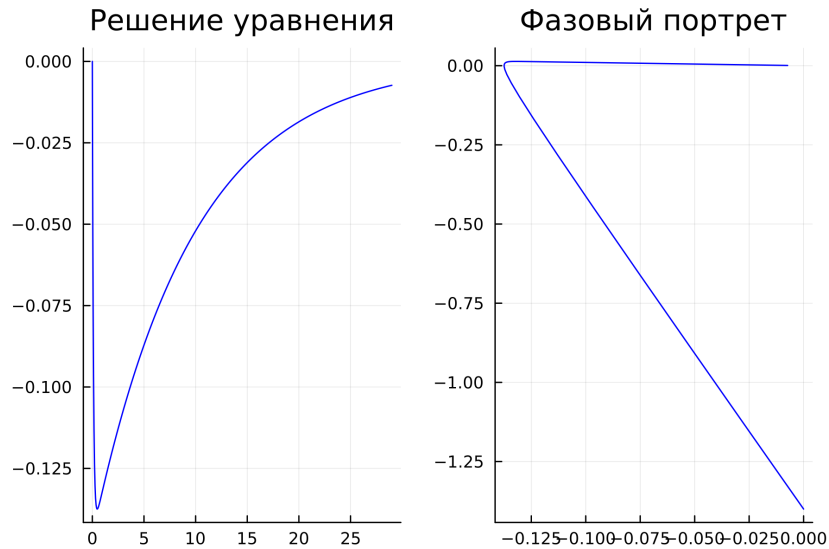


Рис. 2: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы (julia)

- 3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $x'' + 3.9x' + 2.9x = 0.9\cos(2t)$

Исходны код:

```
using Plots
```

```
using DifferentialEquations
```

```
w = 2.9
```

```
g = 3.9
```

```
x0 = 0
```

```
y0 = -1.4
```

```

function ode_fn(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = u[2]
    du[2] = -w*u[1] - g*u[2] - 0.9*cos(2*t)
end

v0 = [x0, y0]
tspan = (0.0, 29.0)
prob = ODEProblem(ode_fn, v0, tspan)
sol = solve(prob, dtmax = 0.05)

X = [u[1] for u in sol.u]
Y = [u[2] for u in sol.u]
T = [t for t in sol.t]

plt = plot(
    layout = (1,2),
    dpi = 300,
    legend = false)

plot!(
    plt[1],
    T,
    X,
    title = "Решение уравнения",
    color=:blue)

plot!(
    plt[2],

```

```

X,
Y,
title="Фазовый портрет",
color=:blue)

```

```
savefig(plt, "lab4_3.png")
```

Получившийся график:

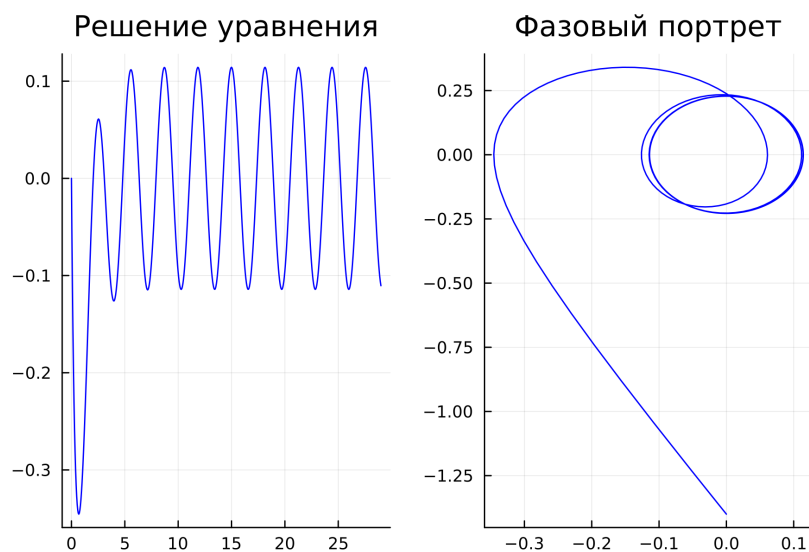


Рис. 3: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы (julia)

Моделирование на Modelica

- 1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $x'' + 1.7x = 0$

Исходный код:

```

model lab4_1
Real x;
Real y;

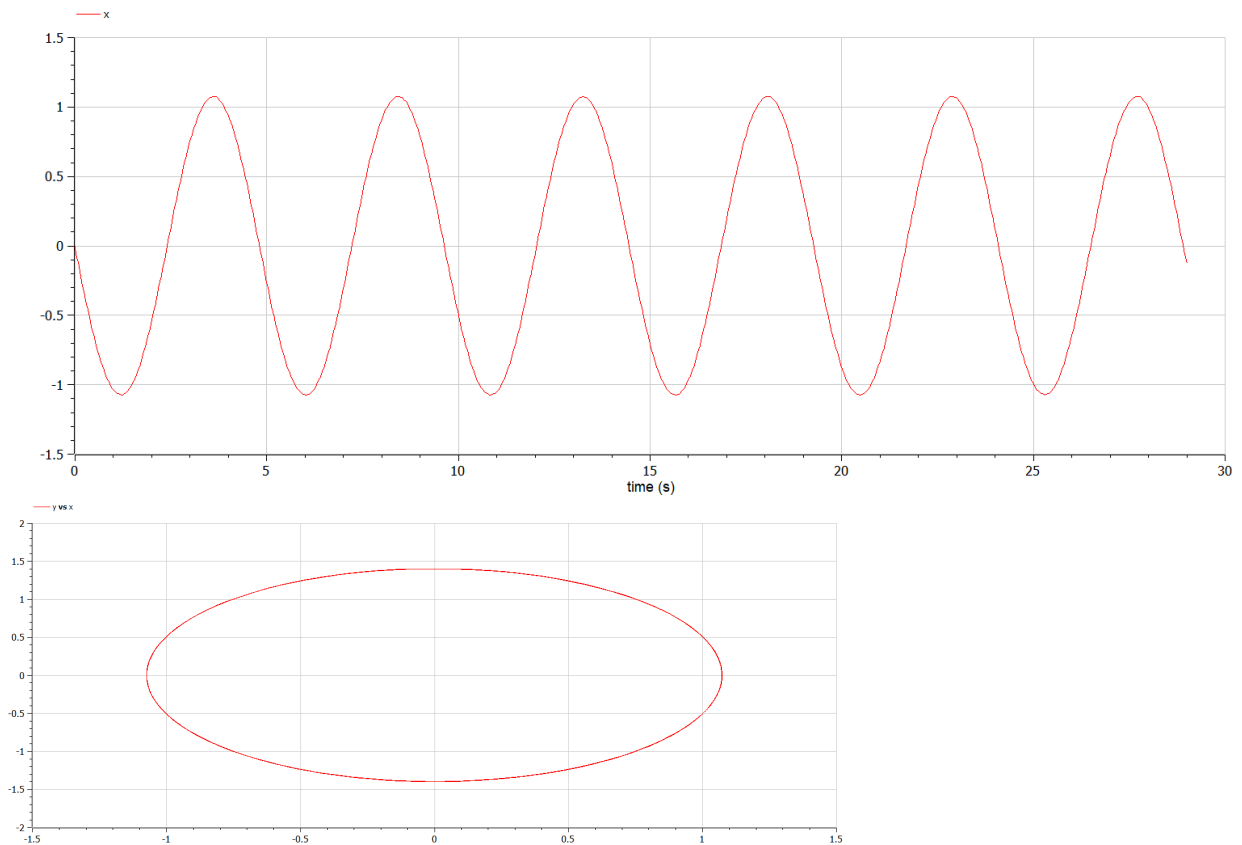
```

```

Real w = 1.7;
Real g = 0.0;
Real t = time;
initial equation
x = 0;
y = -1.4;
equation
der(x) = y;
der(y) = -w*x - g*y;
end lab4_1;

```

График:



- 2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $x'' + 9.8x' + x = 0$

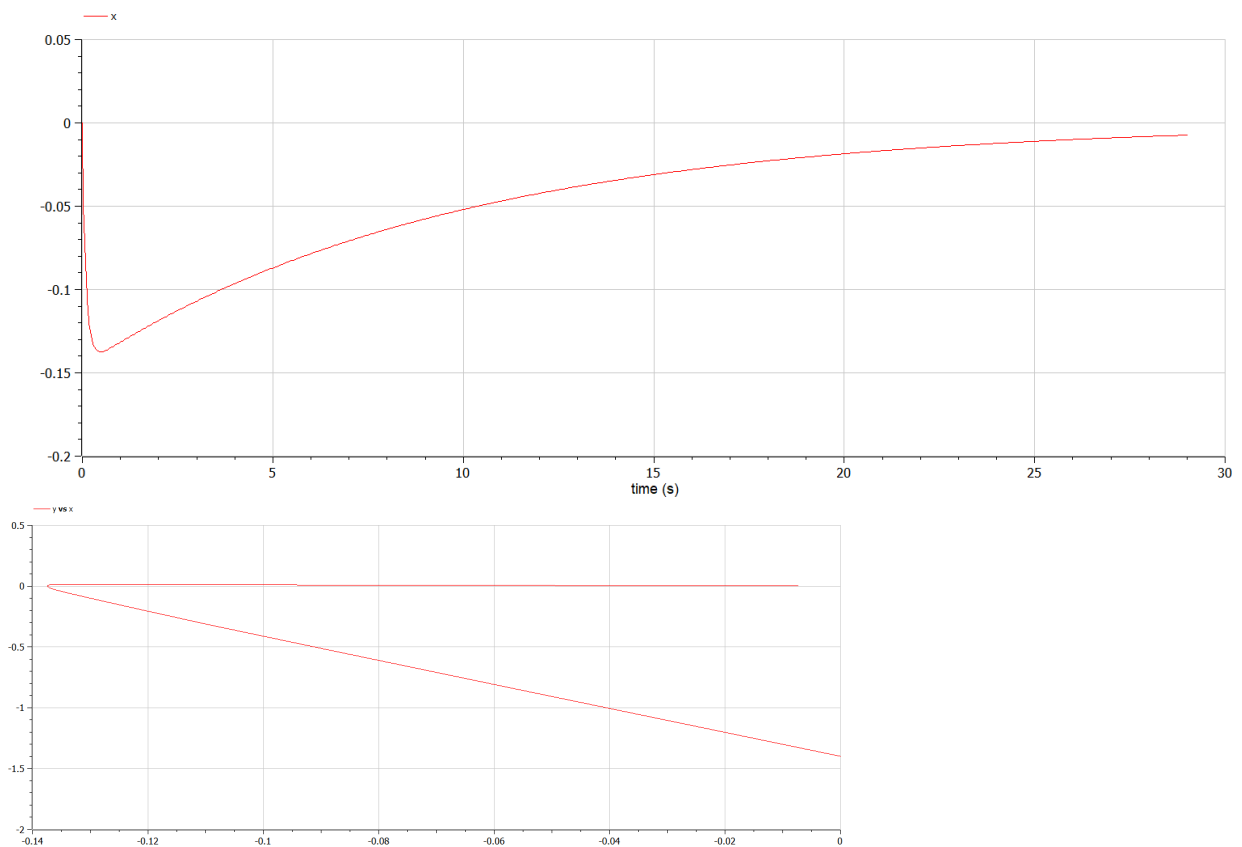
Исходный код:

```

model lab4_2
Real x;
Real y;
Real w = 1.0;
Real g = 9.8;
Real t = time;
initial equation
x = 0;
y = -1.4;
equation
der(x) = y;
der(y) = -w*x - g*y;
end lab4_2;

```

График:

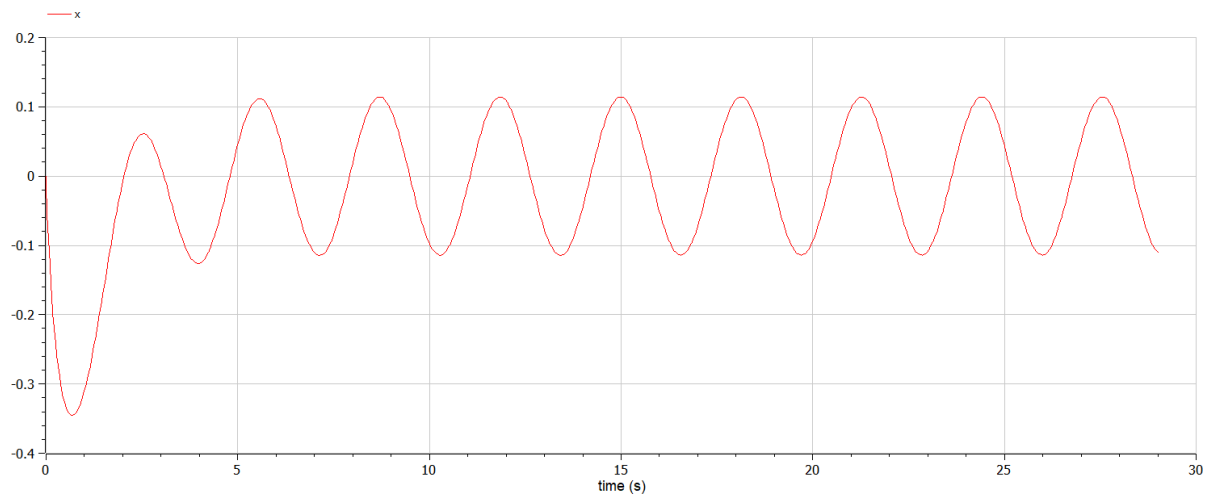


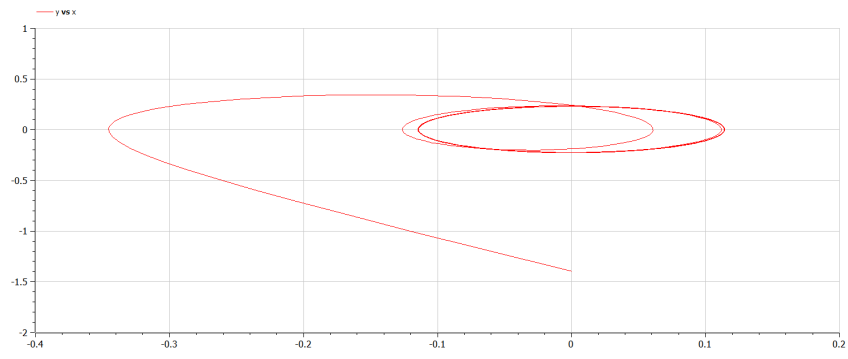
- 3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $x'' + 3.9x' + 2.9x = 0.9\cos(2t)$

Исходный код:

```
model lab4_3
Real x;
Real y;
Real w = 2.9;
Real g = 3.9;
Real t = time;
initial equation
x = 0;
y = -1.4;
equation
der(x) = y;
der(y) = -w*x - g*y - 0.9*cos(2*time);
end lab4_3;
```

График:





Вывод

В ходе работы я построил фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора для нескольких случаев