

Лабораторная работа № 3

Сулицкий Богдан Романович

2023, Москва

Целью данной лабораторной работы является построение математических моделей гармонических колебаний.

Построить фазовый портрет гармонического осциллятора и решить уравнения гармонического осциллятора для следующих случаев:

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

Код на Julia - функции ОДУ и визуализации(@fig:001)

```
using PyPlot
using DifferentialEquations

range = (0, 35)
K = -2
γ = 0

function f1(du, u, p, t) # первое уравнение
    du[1] = u[2]
    du[2] = -u*u[1]
end

function f2(du, u, p, t) # второе уравнение
    du[1] = u[2]
    du[2] = -g*u[2]-u^2*u[1]
end

function f3(du, u, p, t) # третье уравнение
    du[1] = u[2]
    du[2] = -g*u[2]-u^2*u[1]+2*sin(t)
end

function draw(p) # отрисовка
    ax = PyPlot.axes() # Параметрические координаты
    ax.set_title(p)
    ax.plot(x, y, linestyle="--", color="red")
    show()
    close()
    ax = PyPlot.axes() # Линейные координаты
    ax.set_title(p)
    ax.plot(time, x, linestyle="--", color="blue")
    ax.plot(time, y, linestyle="--", color="green")
    show()
    close()
end
```

Рис. 1: Код Julia - I часть

Код на Julia - решение ОДУ и вызов функции визуализации(@fig:002)

```
w = 5.5 # случай 1
ode = ODEProblem(f1, [X,Y], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.05)
x = [u[1] for u in sol.u]
y = [u[2] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw("Случай 1")

g = 20 # случай 2
w = 2
ode = ODEProblem(f2, [X,Y], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.05)
x = [u[1] for u in sol.u]
y = [u[2] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw("Случай 2")

g = 1 # случай 3
w = 9
ode = ODEProblem(f3, [X,Y], range)
sol = solve(ode, dtmax=0.05)
x = [u[1] for u in sol.u]
y = [u[2] for u in sol.u]
time = [t for t in sol.t]
draw("Случай 3")
```

Рис. 2: Код Julia - II часть

Результаты:(@fig:003@fig:008)

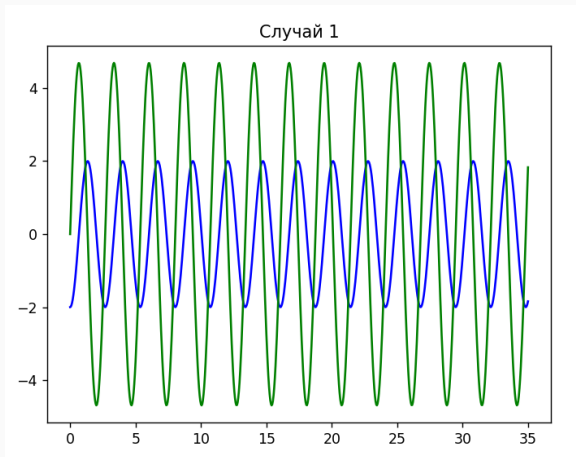


Рис. 3: Математическая модель - I случай

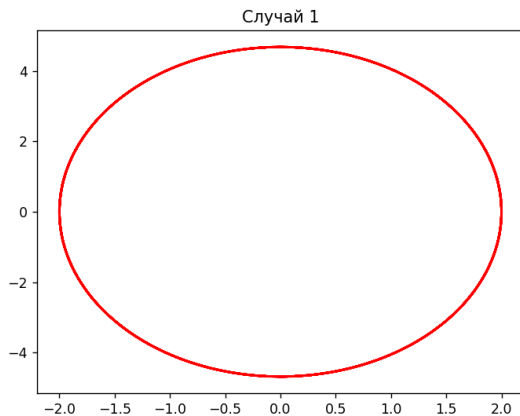


Рис. 4: Математическая модель - I случай(парам.)

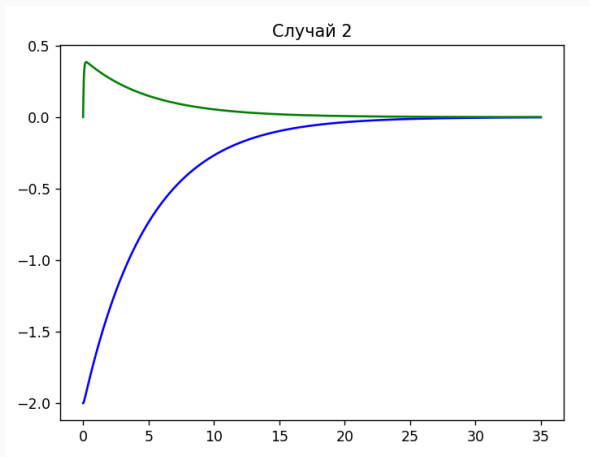


Рис. 5: Математическая модель - II случай

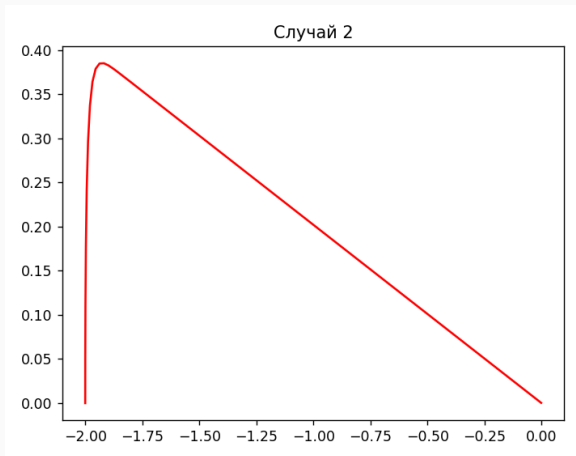


Рис. 6: Математическая модель - II случай(парам.)

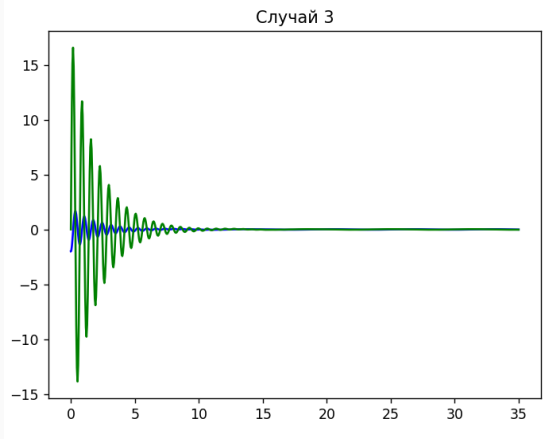


Рис. 7: Математическая модель - III случай

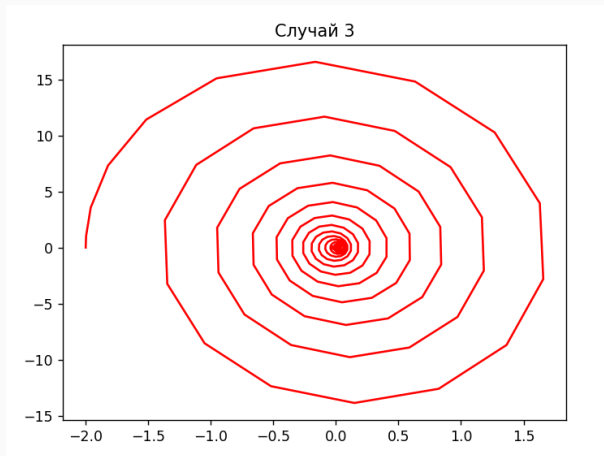


Рис. 8: Математическая модель - III случай(парам.)

Код OpenModelica.(@fig:009-@fig:011)

```
model model_1
```

```
  parameter Real w(start=5.5);
```

```
  Real x(start = -2);
```

```
  Real y(start = 0);
```

```
equation
```

```
  der(x)=y;
```

```
  der(y)=-w*w*x;
```

```
  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 35, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.05));
```

```
end model_1;
```

```
model model_2

  parameter Real w(start=2);
  parameter Real g(start=20);
  Real x(start = -2);
  Real y(start = 0);

equation

  der(x)=y;
  der(y)=-g*y-w*w*x;

  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 35, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.05));

end model_2;
```

Рис. 10: OpenModelica - II случай

```
model model_3

  parameter Real w(start=9);
  parameter Real g(start=1);
  Real x(start = -2);
  Real y(start = 0);

equation

  der(x)=y;
  der(y)=-g*y-w*w*x+2*sin(time);

  annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 35, Tolerance = 1e-6, Interval = 0.05));

end model_3;
```

Рис. 11: OpenModelica - II случай

Результаты:(@fig:012-@fig:017)

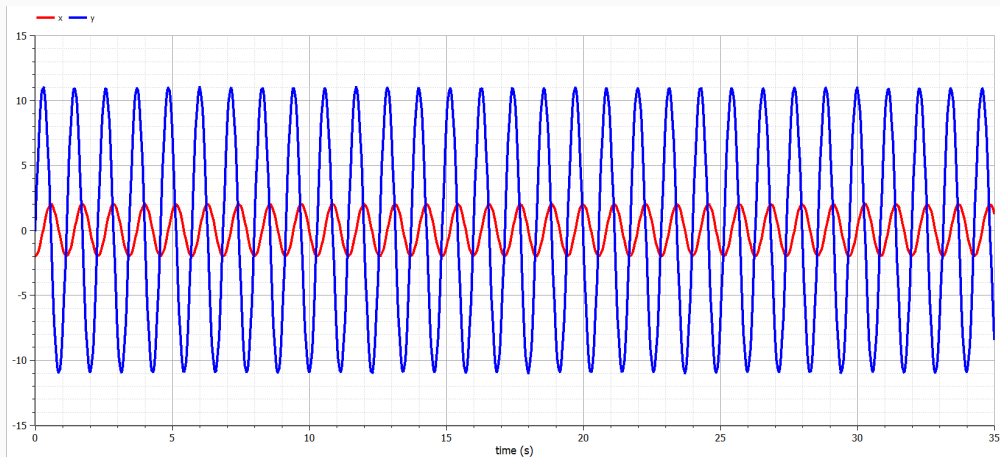


Рис. 12: Математическая модель - I случай

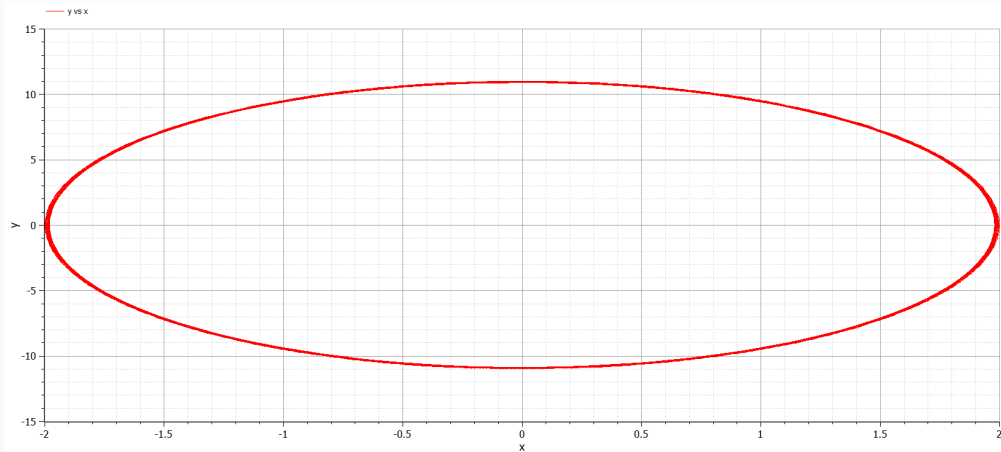


Рис. 13: Математическая модель - I случай(парам.)

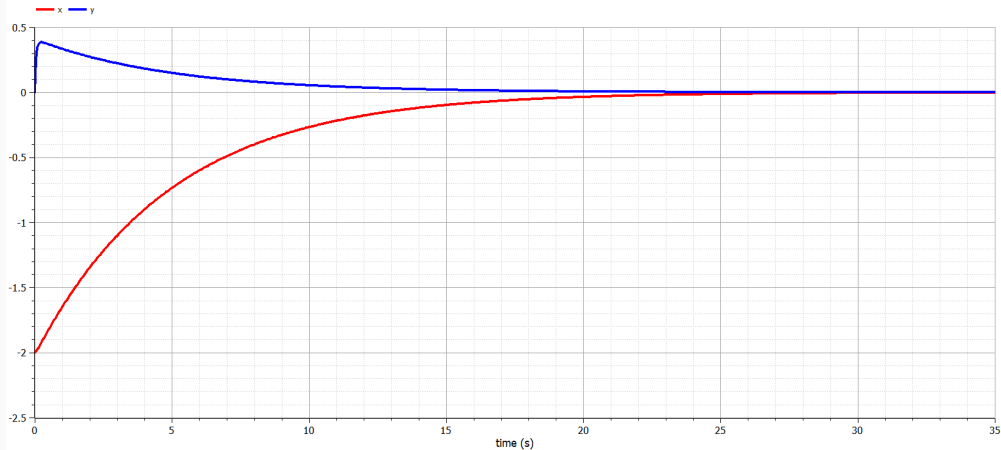


Рис. 14: Математическая модель - II случай

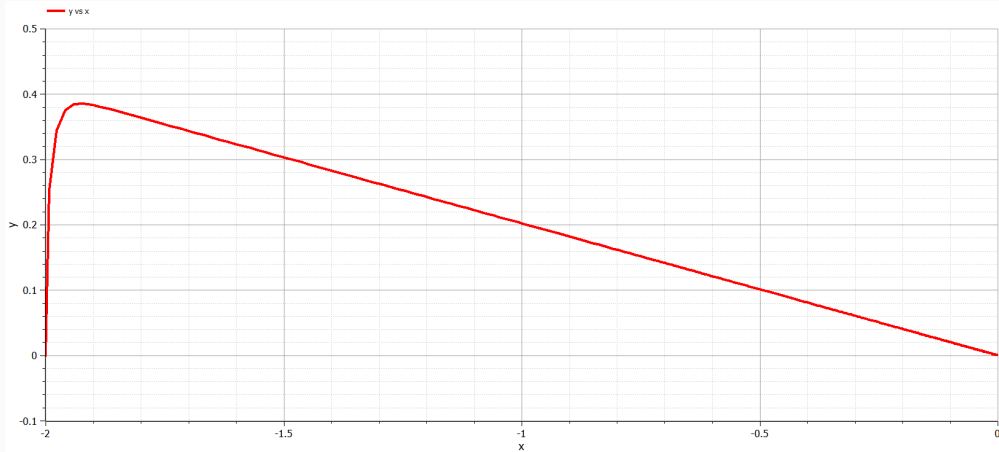


Рис. 15: Математическая модель - II случай(парам.)

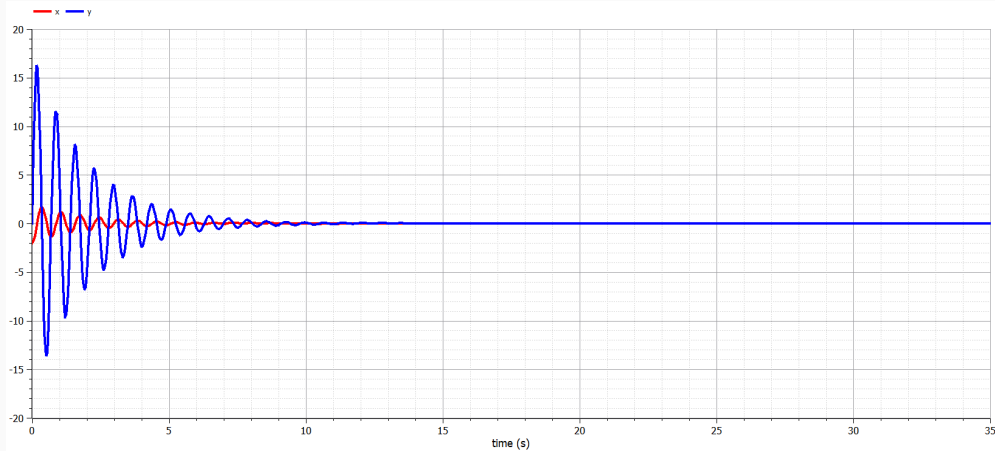


Рис. 16: Математическая модель - III случай

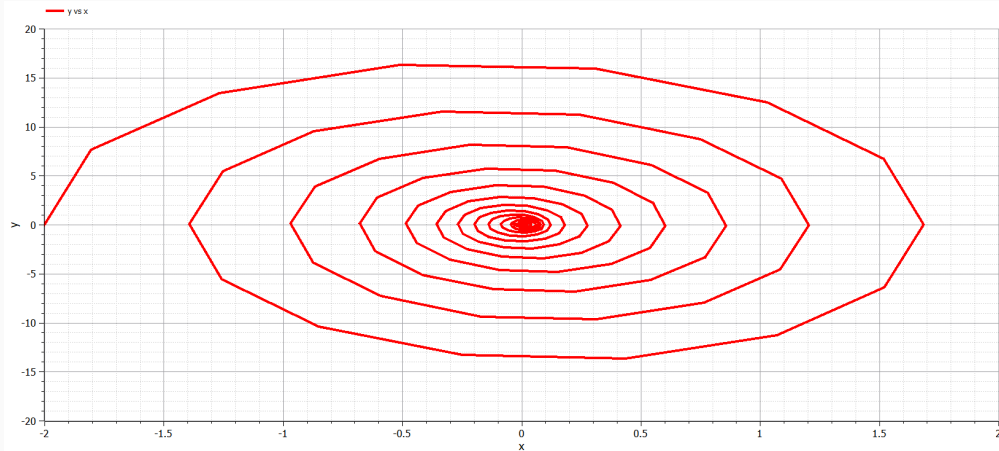


Рис. 17: Математическая модель - III случай(парам.)

В результате проделанной работы были построены математические модели 3 случаев движения гармонического осциллятора.