

Лабораторная работа 4

Математическое моделирование

Оразгелдиев Язгелди

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Оразгелдиев Язгелди
- студент
- Российский университет дружбы народов
- orazgeldiyev.yazgeldi@gmail.com
- <https://github.com/YazgeldiOrazgeldiyev>

Реализовать 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
 $x''+6x=0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы
 $x' '+6x'+6x=0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы
 $x' '+6x'+12x=\sin(6t)$

$$t = [0,60] \quad x_0=0.6 \quad y_0=1.6$$

```
using DifferentialEquations, Plots;

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

u0 = [0.6, 0.16]
p1 = [0, 6]
tspan = (0, 60)

problem = ODEProblem(f1, u0, tspan, p1)

sol1 = solve(problem, Tsit5(), saveat=0.05)

plot(sol1, label = ["x", "y"])
```

Рис. 1: код на языке Julia

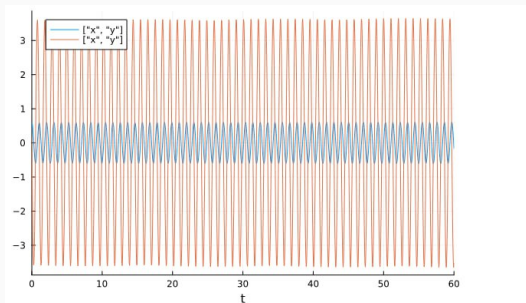


Рис. 2: Решение уравнения гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

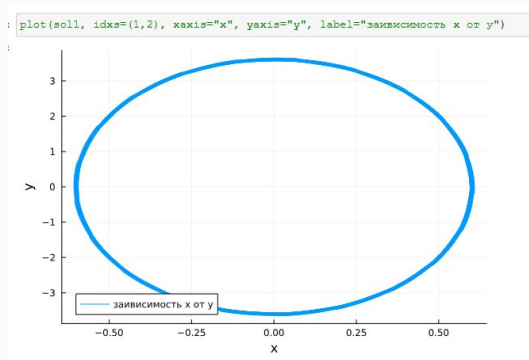


Рис. 3: Фазовый портрет гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы


```
1 model l4_mm
2
3   parameter Real g=0;
4   parameter Real w=6;
5   parameter Real x_0=0.6;
6   parameter Real y_0=1.6;
7
8   Real x(start=x_0);
9   Real y(start=y_0);
10
11 equation
12
13   der(x)=y;
14   der(y)= -g .*y - w^2 .*x;
15
16 end l4_mm;
```

Рис. 4: код на языке OpenModelica

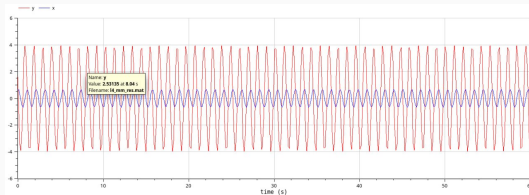


Рис. 5: Решение уравнения гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

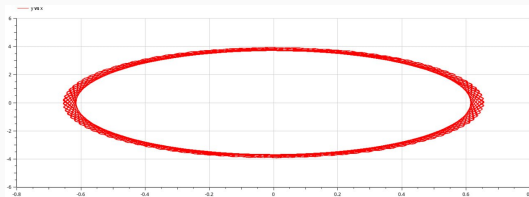


Рис. 6: Фазовый портрет гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

```
p2 = [6, 6]

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

sol2 = solve(problem2, Tsit5(), saveat=0.05)
plot(sol2, label=["x", "y"])
```

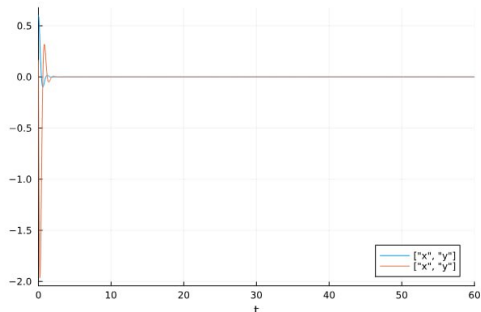


Рис. 7: код на языке Julia

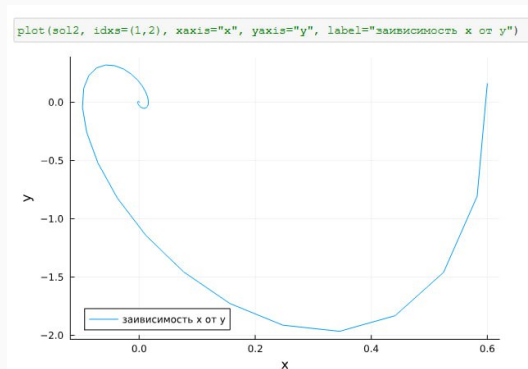


Рис. 8: Фазовый портрет гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

```
1  model l4_mm2
2
3      parameter Real g=6;
4      parameter Real w=6;
5      parameter Real x_0=0.6;
6      parameter Real y_0=1.6;
7
8      Real x(start=x_0);
9      Real y(start=y_0);
10
11  equation
12
13      der(x)=y;
14      der(y)= -g .*y - w^2 .*x;
15  end l4_mm2;
```

Рис. 9: код на языке OpenModelica

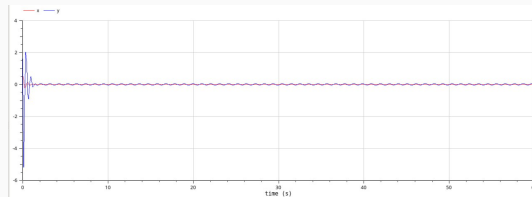


Рис. 10: Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

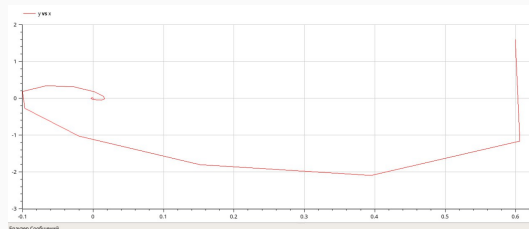


Рис. 11: Фазовый портрет гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

Содержание исследования

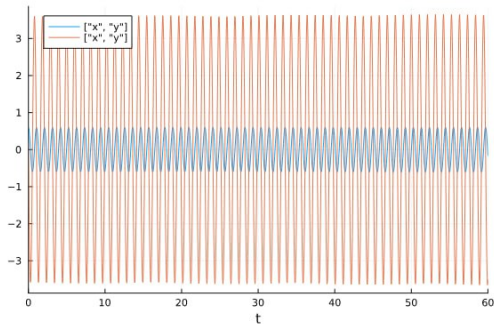
```
p3 = [6, 12]
f(t)=sin(6*t)

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

problem3 = ODEProblem(f1, u0, tspan, p3)

sol3 = solve(problem3, Tsit5(), saveat=0.05)

plot(sol1, label = ["x", "y"])
```



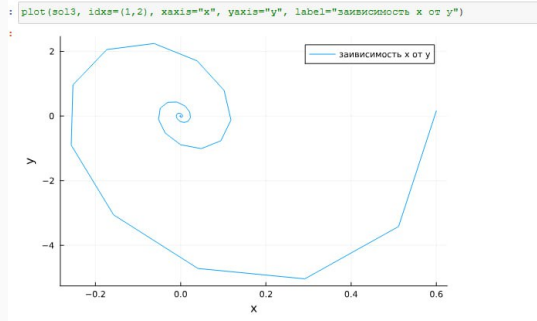


Рис. 13: Фазовый портрет гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

```
1 model l4_mm3
2
3   parameter Real g=6;
4   parameter Real w=12;
5   parameter Real x_0=0.6;
6   parameter Real y_0=1.6;
7
8   Real x(start=x_0);
9   Real y(start=y_0);
10
11 equation
12
13   der(x)=y;
14   der(y)= -g .*y - w^2 .*x+sin(6*time);
15 end l4_mm3;
```

Рис. 14: код на языке OpenModelica

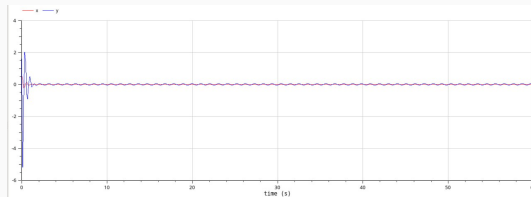


Рис. 15: Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

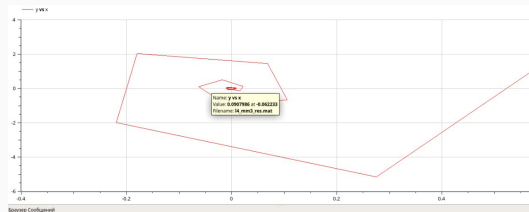


Рис. 16: Фазовый портрет гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

Выводы

Я реализовал математическую модель гармонического осциллятора