

Лабораторная работа № 4

Математическое моделирование

Королёв И.А.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Королёв И.А.
- Студент
- Российский университет дружбы народов

Цель работы

Необходимо построить фазовый портрет гармонического осциллятора и найти решения уравнения.

Задание

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

Выполнение лабораторной работы

Колебания гармонического
осциллятора без затуханий и без
действий внешней силы

Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

```
[3]: # Используем библиотеки
using DifferentialEquations, Plots;

[5]: # Интервал времени и шаг
tspan = (0, 55)
dt = 0.05

# Начальные условия
u0 = [0.0, -2.0]

[5]: 2-element Vector{Float64}:
 0.0
-2.0

[7]: # 1. Колебания без затухания и без внешней силы:  $x'' + 4x = 0$ 
function f1(u, p, t)
    x, y = u
    dx = y
    dy = -4 * x
    return [dx, dy]
end

[7]: f1 (generic function with 1 method)

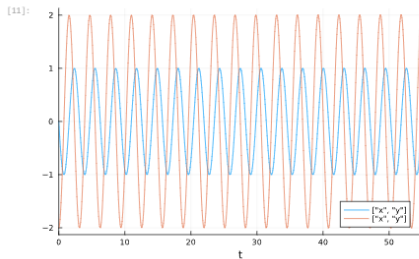
[9]: problem1 = ODEProblem(f1, u0, tspan)
sol1 = solve(problem1, Tsit5(), saveat=dt)
```

Рис. 1: Реализация модели

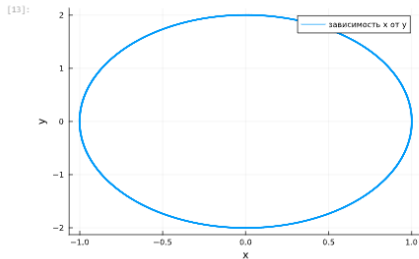
Колебания гармонического
осциллятора без затуханий и без
действий внешней силы

Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

```
[11]: plot(sol1, label=['x', 'y'])
```



```
[13]: plot(sol1, idxs = (1,2), xaxis = "x", yaxis= "y", label="зависимость x от y")
```



Колебания гармонического
осциллятора с затуханиями и без
действий внешней силы

```
[15]: # 2. Колебания с затуханием:  $x'' + 8x' + 4x = 0$   
function f2(u, p, t)  
    x, y = u  
    dx = y  
    dy = -8 * y - 4 * x  
    return [dx, dy]  
end
```

```
[15]: f2 (generic function with 1 method)
```

```
[17]: problem2 = ODEProblem(f2, u0, tspan)  
sol2 = solve(problem2, Tsit5(), saveat=dt)
```

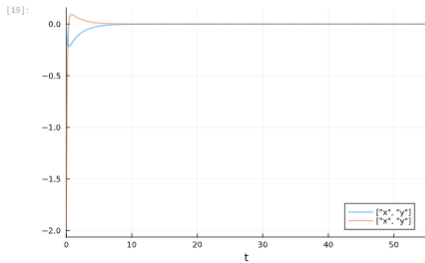
```
[17]: retcode: Success  
Interpolation: 1st order linear
```

Рис. 3: Реализация модели

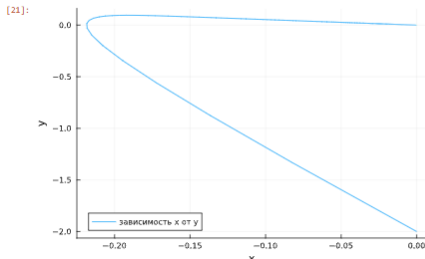
Колебания гармонического
осциллятора с затуханиями и без
действий внешней силы

Колебания гармонического осциллятора с затуханиями и без действий внешней силы

```
[19]: plot(sol2, label=['x', 'y'])
```



```
[21]: plot(sol2, idxs = (1,2), xaxis = "x", yaxis = "y", label="зависимость x от y")
```



Колебания гармонического
осциллятора с затуханиями и с
действием внешней силы

Колебания гармонического осциллятора с затуханиями и с действием внешней силы

```
[23]: # 3. Колебания с затуханием и внешней силой:  $x'' + 4x' + 3x = 5\sin(2t)$ 
function f3(u, p, t)
    x, y = u
    dx = y
    dy = -4 * y - 3 * x + 5 * sin(2 * t)
    return [dx, dy]
end

[23]: f3 (generic function with 1 method)

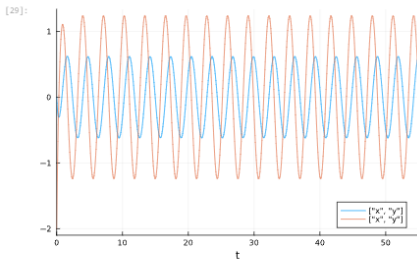
[25]: problem3 = ODEProblem(f3, u0, tspan)
      sol3 = solve(problem3, Tsit5(), saveat=dt)
```

Рис. 5: Реализация модели

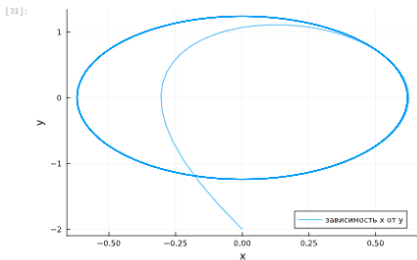
Колебания гармонического
осциллятора с затуханиями и с
действием внешней силы

Колебания гармонического осциллятора с затуханиями и с действием внешней силы

```
[29]: plot(sol3, label=['x', 'y'])
```



```
[31]: plot(sol3, idxs = (1,2), xaxis = "x", yaxis = "y", label="зависимость x от y")
```



Сравнение с реализацией OpenModelica

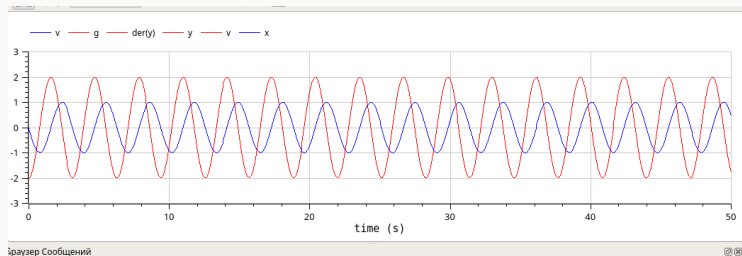


Рис. 7: Реализация модели

Сравнение с реализацией OpenModelica

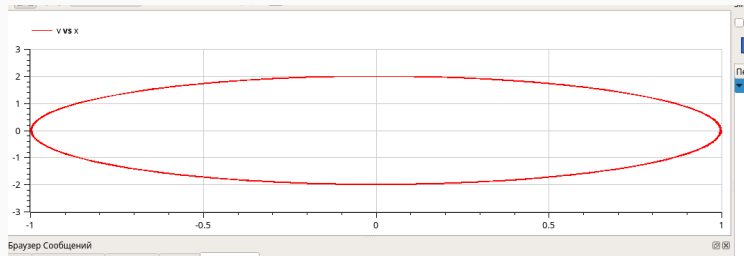


Рис. 8: Результат

Сравнение с реализацией OpenModelica

```
1 model lab444
2   parameter Real w1 = 2; // частота для первого случая
3   parameter Real gamma2 = 8; // затухание для второго случая
4   parameter Real w2 = 2; // частота для второго случая
5   parameter Real gamma3 = 4; // затухание для третьего случая
6   parameter Real w3 = 3; // частота для третьего случая
7   parameter Real F0 = 5; // амплитуда внешней силы
8   parameter Real omegaF = 2; // частота внешней силы
9
10  Real x(start = 0);
11  Real v(start = -2);
12
13  equation
14    // 1. Колебания без затухания и без внешней силы:  $x'' + 4x = 0$ 
15    der(v) = -w1^2 * x;
16    der(x) = v;
17  end lab444;
```

Рис. 9: Результат

Вывод

Построил фазовый портрет гармонического осциллятора и нашел решения уравнения.

Список литературы
