

Лабораторная работа № 4

Математическое моделирование

Королёв И.А.

Содержание

1	Цель работы	5
2	Задание	6
3	Выполнение лабораторной работы	7
3.1	Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы	7
3.2	Колебания гармонического осциллятора с затуханиями и без действий внешней силы	8
3.3	Колебания гармонического осциллятора с затуханиями и с действием внешней силы	10
3.4	Сравнение с реализацией OpenModelica	11
4	Вывод	13
	Список литературы	14

Список иллюстраций

3.1	Реализация модели	7
3.2	Результат	8
3.3	Реализация модели	9
3.4	Результат	9
3.5	Реализация модели	10
3.6	Результат	11
3.7	Реализация модели	12
3.8	Результат	12
3.9	Результат	12

Список таблиц

1 Цель работы

Необходимо построить фазовый портрет гармонического осциллятора и найти решения уравнения.

2 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

3 Выполнение лабораторной работы

3.1 Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

Реализация модели Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы (рис. 3.1).

```
[3]: # Используем библиотеку
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. 3.1: Реализация модели

Фазовый портрет (рис. 3.2).

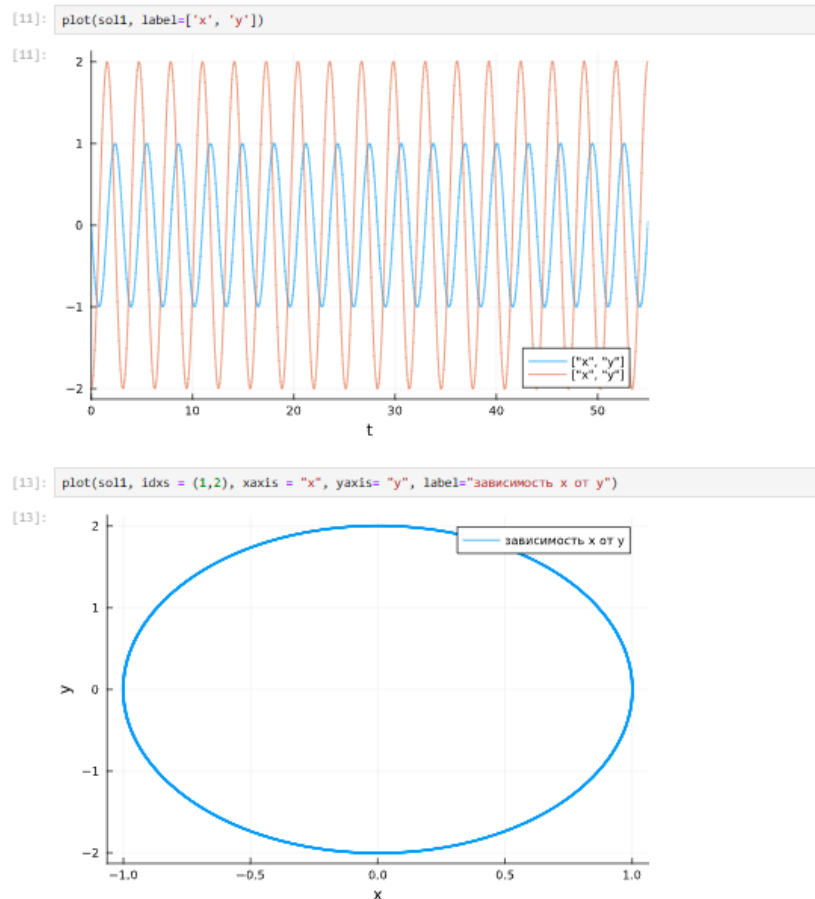


Рис. 3.2: Результат

3.2 Колебания гармонического осциллятора с затуханиями и без действий внешней силы

Реализация модели Колебания гармонического осциллятора с затуханиями и без действий внешней силы (рис. 3.3).


```
[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. 3.3: Реализация модели

Фазовый портрет (рис. 3.4).

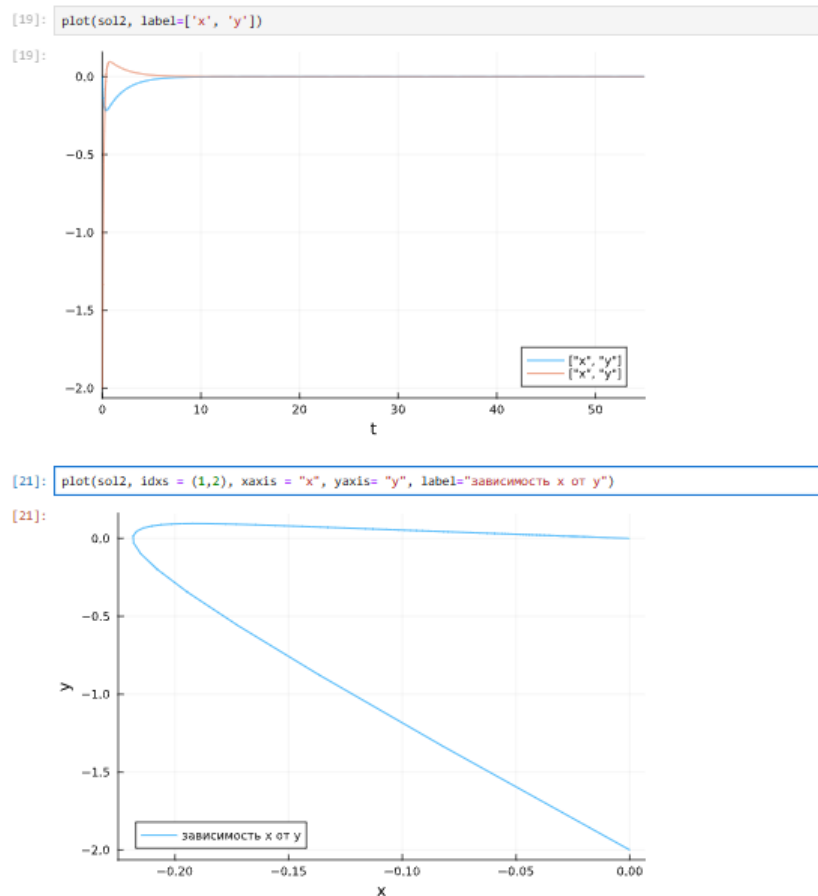


Рис. 3.4: Результат

3.3 Колебания гармонического осциллятора с затуханиями и с действием внешней силы

Реализация модели Колебания гармонического осциллятора с затуханиями и с действием внешней силы (рис. 3.5).

```
[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. 3.5: Реализация модели

Фазовый портрет (рис. 3.6).

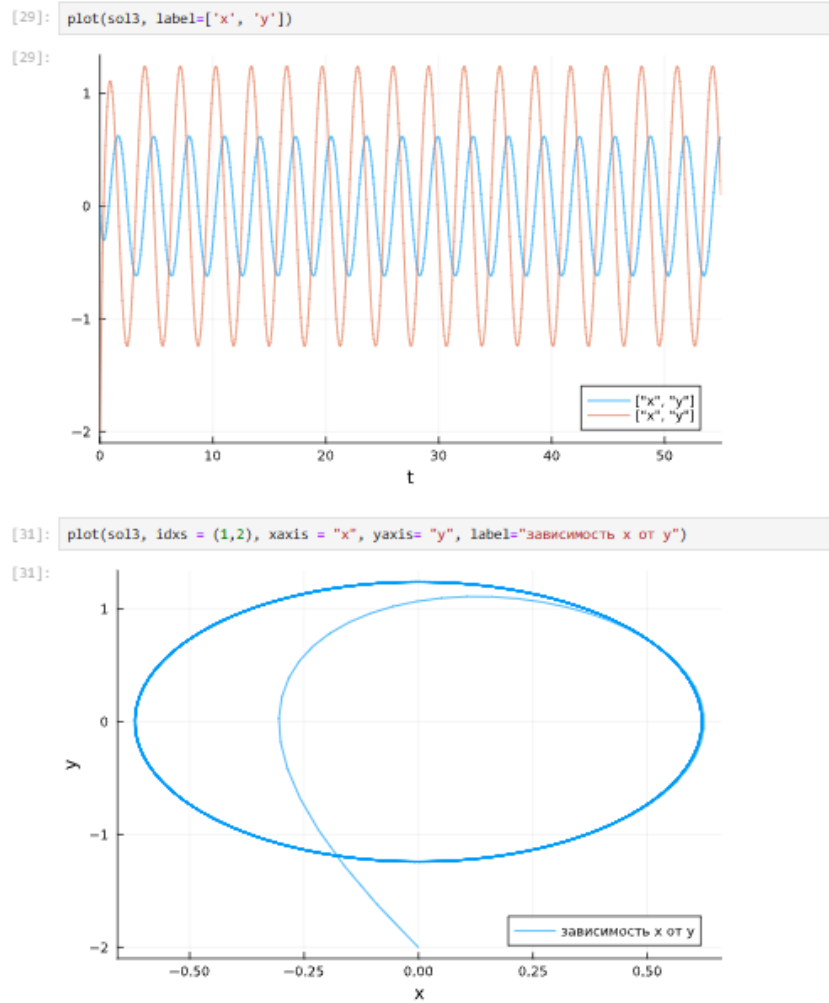


Рис. 3.6: Результат

3.4 Сравнение с реализацией OpenModelica

Реализация первого случая. (рис. 3.7).

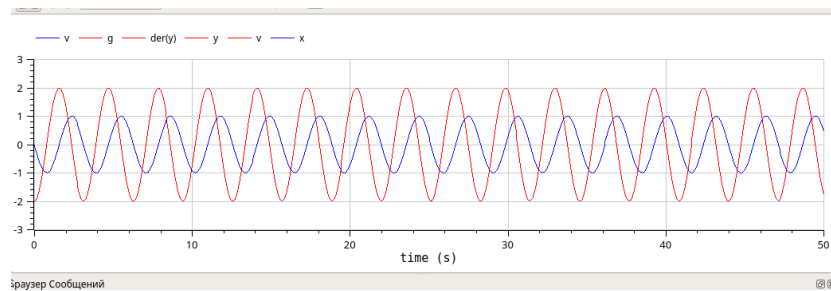


Рис. 3.7: Реализация модели

Фазовый портрет (рис. 3.8).(рис. 3.9)

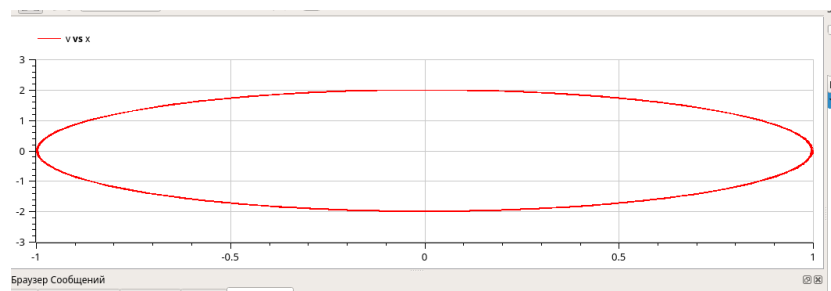


Рис. 3.8: Результат

```

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. 3.9: Результат

4 Вывод

Необходимо построить фазовый портрет гармонического осциллятора и найти решения уравнения.

Список литературы