

Лабораторная работа №4

“Низамова Альфия Айдаровна. НФИбд-01-20”¹

4 марта, 2023, Москва, Россия

¹Российский Университет Дружбы Народов

Цели и задачи работы

Цель работы:

Целью данной лабораторной работы является ознакомление с моделью гармонических колебаний и построение их на языках программирования Julia и OpenModelica

Задачи:

Задачи:

1. Изучить условие задачи
2. Написать код на языке программирования Julia для трех случаев
3. Написать код на языке программирования OpenModelica для трех случаев
4. Изучить полученные графики

Ход работы лабораторной работы

Условие задачи:

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

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $x'' + 3x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $x'' + x' + 4x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $x'' + 2x' + x = \sin(2t)$

На интервале t от 0 до 40 (шаг 0.05) с начальными условиями $x_0 = 1, y_0 = 1$

1 случай

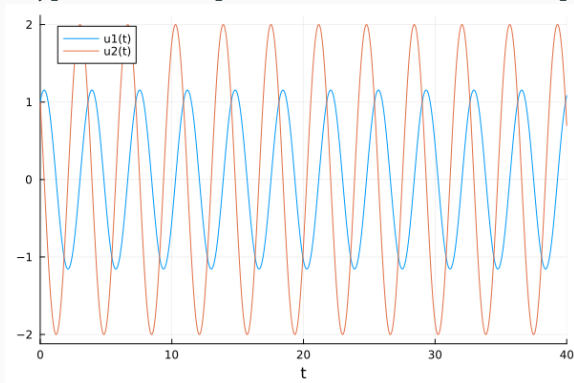
Написала код на языке Julia

```
lab4.jl
~/work/study/2022-2023/Математическое моделирование/math

1 #case 1
2 #  $x'' + 3x = 0$ 
3 using DifferentialEquations
4
5 function lorenz!(du, u, p, t)
6     a = p
7     du[1] = u[2]
8     du[2] = -a*u[1]
9 end
10
11 const x = 1
12 const y = 1
13 u0 = [x, y]
14
15 p = (3)
16 tspan = (0.0, 40.0)
17 prob = ODEProblem(lorenz!, u0, tspan, p)
18 sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
19
20 using Plots;
21
22 #решение системы уравнений
23 plot(sol)
24 savefig("lab4_jl_1.png")
25
26 # #фазовый портрет
```


1 случай

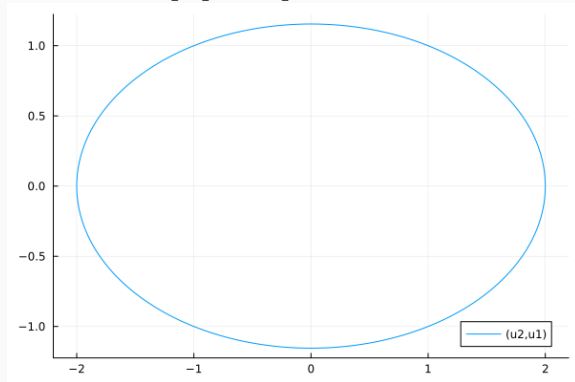
Решение уравнения гармонического осциллятора для 1



случая


1 случай

Фазовый портрет гармонического осциллятора



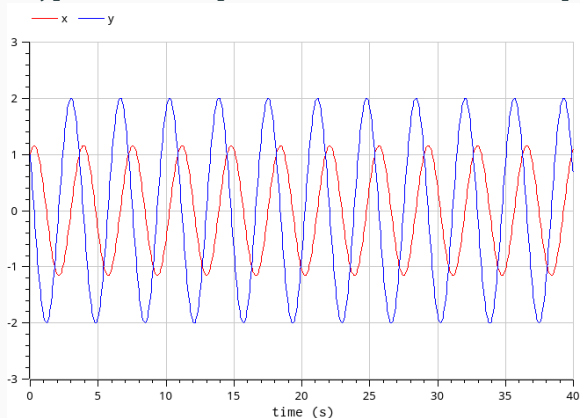
1 случай

Написала код на языке OpenModelica

```
Открыть ▼  *lab4_1.mo  
~/work/study/2022-2023/Математическое моделир  
1 model lab4_1  
2 //x''+ g*x' + w^2 *x = f(t)  
3  
4 parameter Real w = sqrt(3.00);  
5 parameter Real g = 0;  
6  
7 parameter Real x0 = 1;  
8 parameter Real y0 = 1;  
9  
10 Real x(start=x0);  
11 Real y(start=y0);  
12  
13 function f  
14 input Real t;  
15 output Real res;  
16 algorithm  
17 res := 0;  
18 end f;  
19  
20 equation  
21 der(x) = y;  
22 der(y) = - w*w*x - g*y + f(time);  
23
```

1 случай

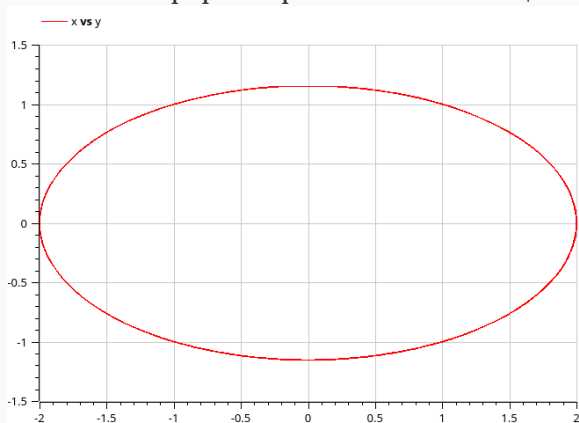
Решение уравнения гармонического осциллятора для 1



случая

1 случай

Фазовый портрет гармонического осциллятора



2 случай

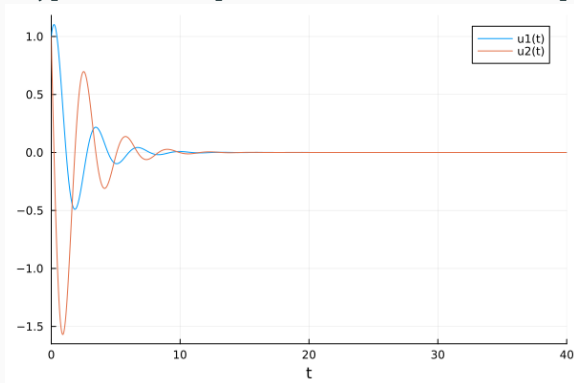
Написала код на языке Julia

```
Открыть  ▾  [icon]  *lab4.jl  ~/work/study/2022-2023/Математическое моделирование/math

1 #case 2
2 #  $x'' + x' + 4x = 0$ 
3 using DifferentialEquations
4
5 function lorenz!(du, u, p, t)
6     a, b = p
7     du[1] = u[2]
8     du[2] = -a*du[1] - b*u[1]
9 end
10
11 const x = 1
12 const y = 1
13 u0 = [x, y]
14
15 p = (sqrt(1), 4)
16 tspan = (0.0, 40.0)
17 prob = ODEProblem(lorenz!, u0, tspan, p)
18 sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
19
20 using Plots;
21
22 #решение системы уравнений
23 plot(sol)
24 savefig("lab4_jl_2.png")
25
26 # #фазовый портрет
```

2 случай

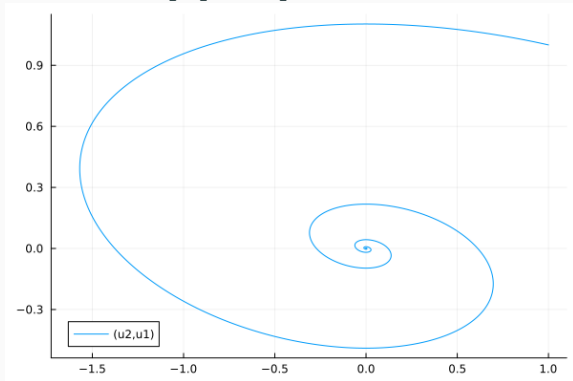
Решение уравнения гармонического осциллятора для 2



случая


2 случай

Фазовый портрет гармонического осциллятора



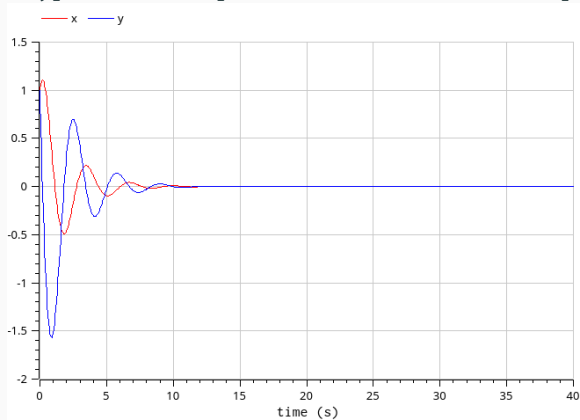
2 случай

Написала код на языке OpenModelica

```
Открыть ▼  *lab4_1.mo  
~/work/study/2022-2023/Математическое моделир  
1 model lab4_1  
2 //x''+ g*x' + w^2 *x = f(t)  
3  
4 parameter Real w = sqrt(4.00);  
5 parameter Real g = 1;  
6  
7 parameter Real x0 = 1;  
8 parameter Real y0 = 1;  
9  
10 Real x(start=x0);  
11 Real y(start=y0);  
12  
13 function f  
14 input Real t;  
15 output Real res;  
16 algorithm  
17 res := 0;  
18 end f;  
19  
20 equation  
21 der(x) = y;  
22 der(y) = - w*w*x - g*y + f(time);  
23
```

2 случай

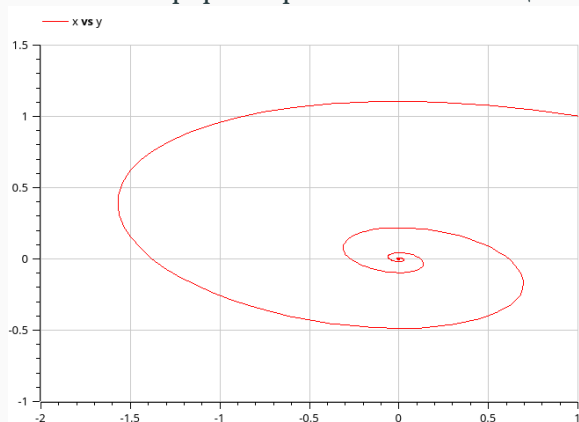
Решение уравнения гармонического осциллятора для 2



случая

2 случай

Фазовый портрет гармонического осциллятора



3 случай

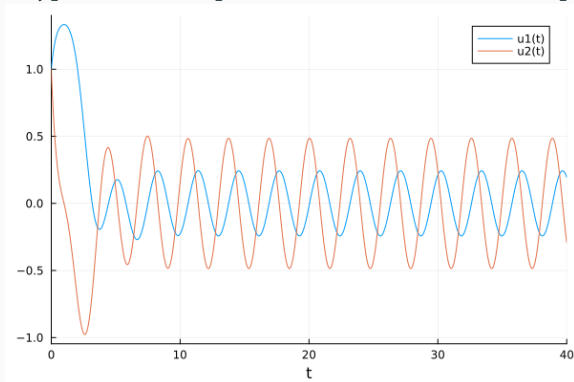
Написала код на языке Julia

```
lab4.jl
~/work/study/2022-2023/Математическое моделирование/math

1 #case 2
2 #  $x'' + 2x' + x = \sin(2t)$ 
3 using DifferentialEquations
4
5 function lorenz!(du, u, p, t)
6     a, b = p
7     du[1] = u[2]
8     du[2] = -a*du[1] - b*u[1] + sin(2*t)
9 end
10
11 const x = 1
12 const y = 1
13 u0 = [x, y]
14
15 p = (sqrt(2), 1)
16 tspan = (0.0, 40.0)
17 prob = ODEProblem(lorenz!, u0, tspan, p)
18 sol = solve(prob, dtmax = 0.05)
19
20 using Plots;
21
22 #решение системы уравнений
23 plot(sol)
24 savefig("lab4_jl_3.png")
25
26 # #фазовый портрет
```

3 случай

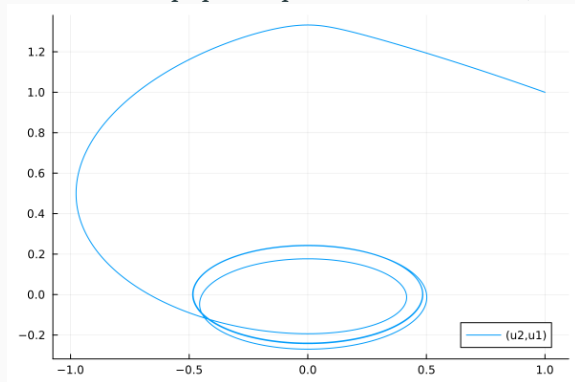
Решение уравнения гармонического осциллятора для 3



случая

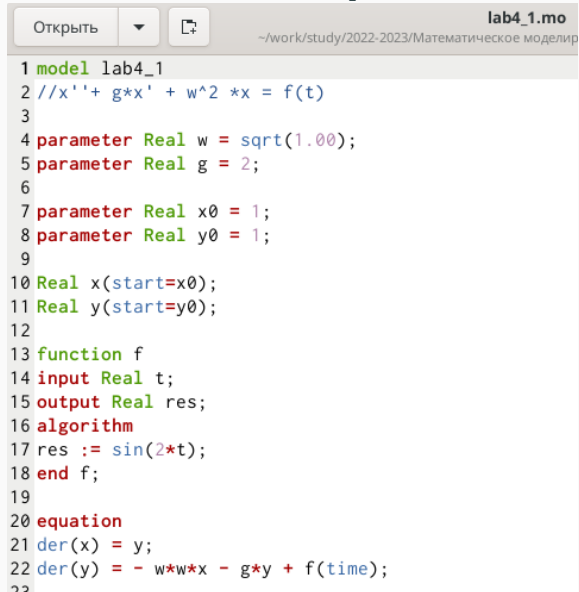
3 случай

Фазовый портрет гармонического осциллятора



3 случай

Написала код на языке OpenModelica

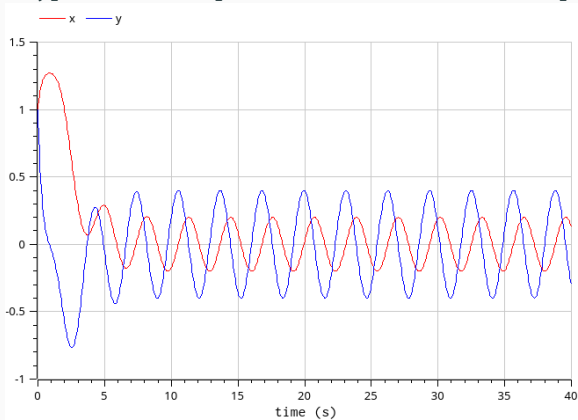


The screenshot shows a code editor window titled "lab4_1.mo" with a file path "~/work/study/2022-2023/Математическое моделир". The code defines a model "lab4_1" with parameters w and g , initial conditions x_0 and y_0 , a function f , and a system of differential equations.

```
1 model lab4_1
2 //x'' + g*x' + w^2 *x = f(t)
3
4 parameter Real w = sqrt(1.00);
5 parameter Real g = 2;
6
7 parameter Real x0 = 1;
8 parameter Real y0 = 1;
9
10 Real x(start=x0);
11 Real y(start=y0);
12
13 function f
14 input Real t;
15 output Real res;
16 algorithm
17 res := sin(2*t);
18 end f;
19
20 equation
21 der(x) = y;
22 der(y) = - w*w*x - g*y + f(time);
23
```

3 случай

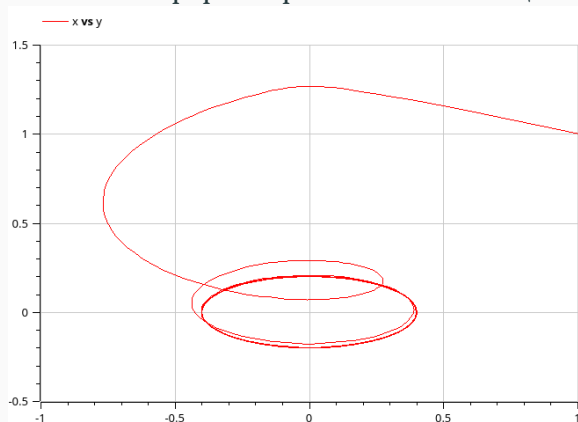
Решение уравнения гармонического осциллятора для 3



случая

3 случай

Фазовый портрет гармонического осциллятора



Выводы

В ходе лабораторной работы нам удалось ознакомиться с моделью гармонических колебаний и построить их на языках программирования Julia и OpenModelica