

Презентация по лабораторной работе №4

Дисциплина: Математическое моделирование

Лобанова П.И.

31 марта 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Лобанова Полина Иннокентьевна
- Учащаяся на направлении “Фундаментальная информатика и информационные технологии”
- Студентка группы НФИбд-02-22
- polla-2004@mail.ru

Цель

Реализовать математическую модель гармонического осциллятора.

Задание

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

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 6x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 6\dot{x} + 6x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + 6\dot{x} + 12x = \sin(6t)$

На интервале $t \in [0; 60]$ (шаг 0.05) с начальными условиями $x_0 = 0.6, y_0 = 1.6$

Выполнение

```
# используемые библиотеки
using DifferentialEquations, Plots;

# задание системы дифференциальных уравнений, описывающих модель
function f1(u, p, t)
    x, y = u
    g, w = p
    dx = y
    dy = -g .* y - w^2 .* x
    return [dx, dy]
end

# начальные условия
u0 = [0.6, 1.6]
p1 = [0, 6]
tspan = (0, 60)

# постановка проблемы
problem1 = ODEProblem(f1, u0, tspan, p1)

# решение системы ДУ
sol1 = solve(problem1, Tsit5(), saveat=0.05)

# построение графика, который описывает изменение численности армий
plot(sol1, label=["x" "y"])
```

Рис. 1: Код на языке Julia

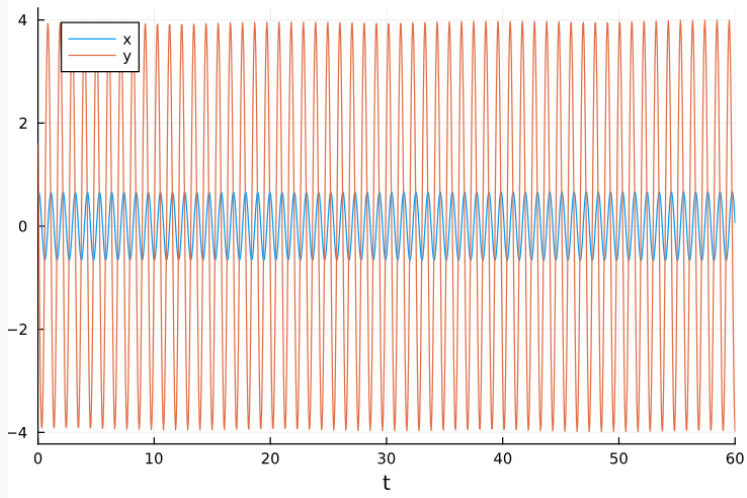


Рис. 2: Решение уравнения гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

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

[12]:

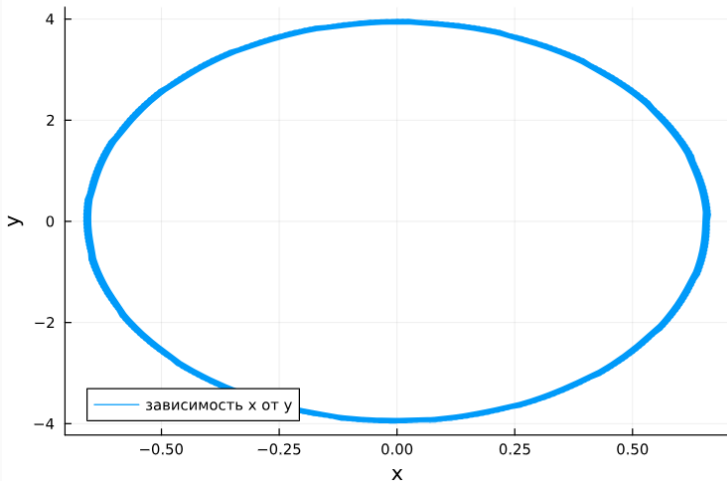


Рис. 3: Фазовый портрет гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

```

1  model mathmod4_1
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     equation
11
12         der(x) = y;
13         der(y) = -g .* y - w^2 .* x;
14     end mathmod4_1;

```

Рис. 4: Код на языке OpenModelica

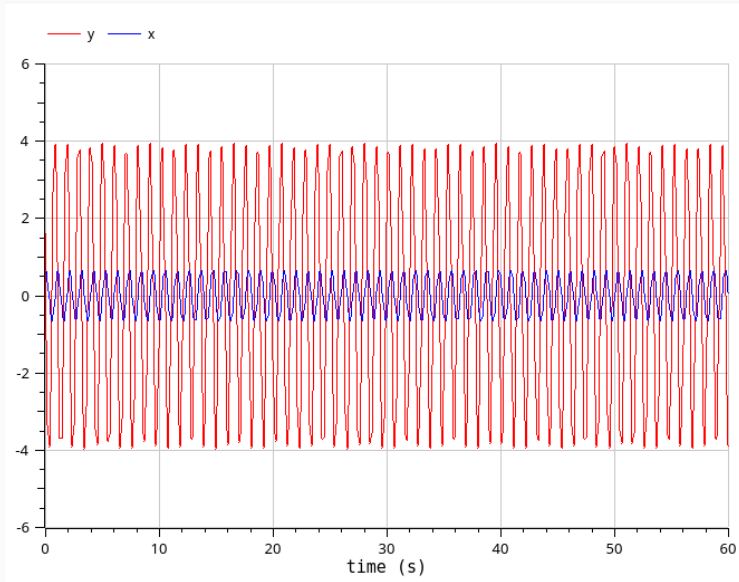


Рис. 5: Решение уравнения гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

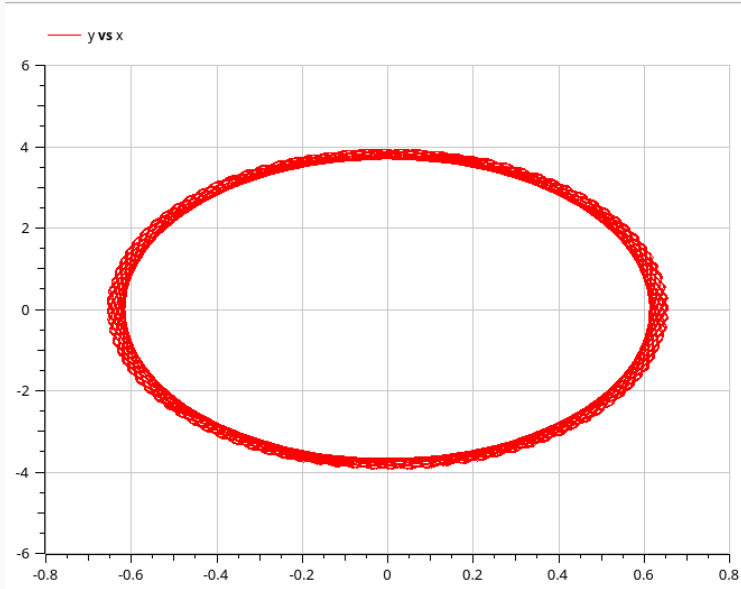


Рис. 6: Фазовый портрет гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

```
p2 = [6, 6]

# постановка проблемы
problem2 = ODEProblem(f1, u0, tspan, p2)

# решение системы ДУ
sol2 = solve(problem2, Tsit5(), saveat=0.05)

# построение графика, который описывает изменение численности армий
plot(sol2, label=["x" "y"])
```

Рис. 7: Код на языке Julia

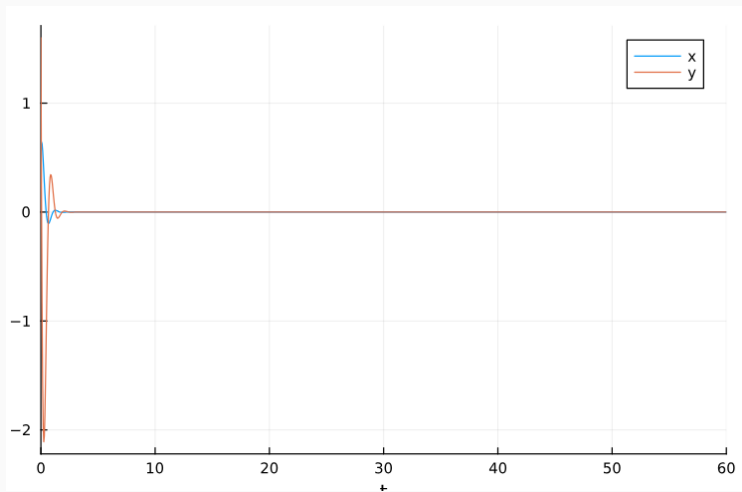


Рис. 8: Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы


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

[14]:

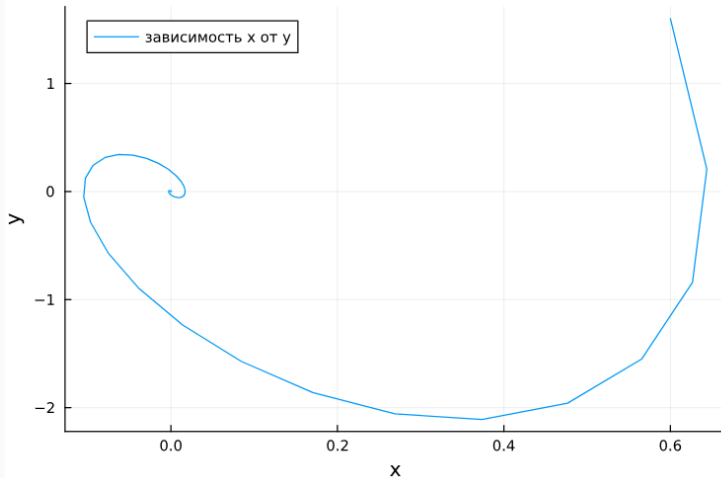


Рис. 9: Фазовый портрет гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

```
1  model mathmod4_2
2      parameter Real g = 6;
3      parameter Real w = 6;
4      parameter Real x_0 = 0.6;
5      parameter Real y_0 = 1.6;
6
7      Real x(start=x_0);
8      Real y(start=y_0);
9  equation
10     der(x) = y;
11     der(y) = -g .* y - w^2 .* x;
12 end mathmod4_2;
```

Рис. 10: Код на языке OpenModelica

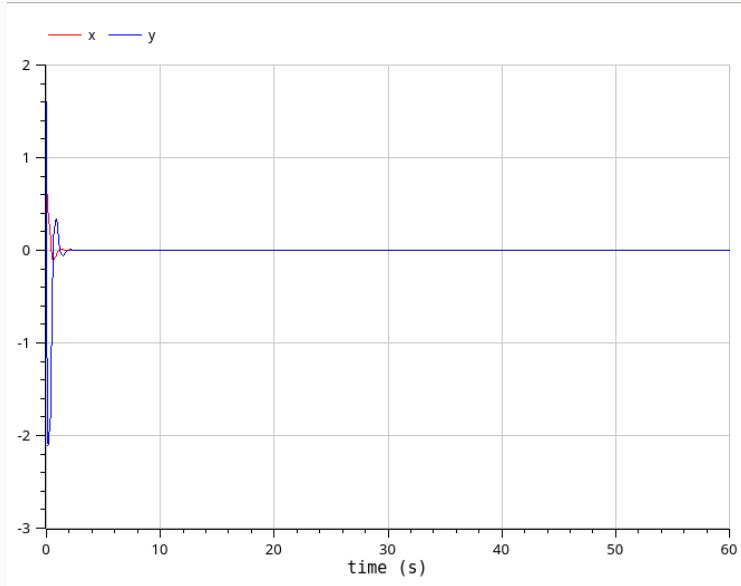


Рис. 11: Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

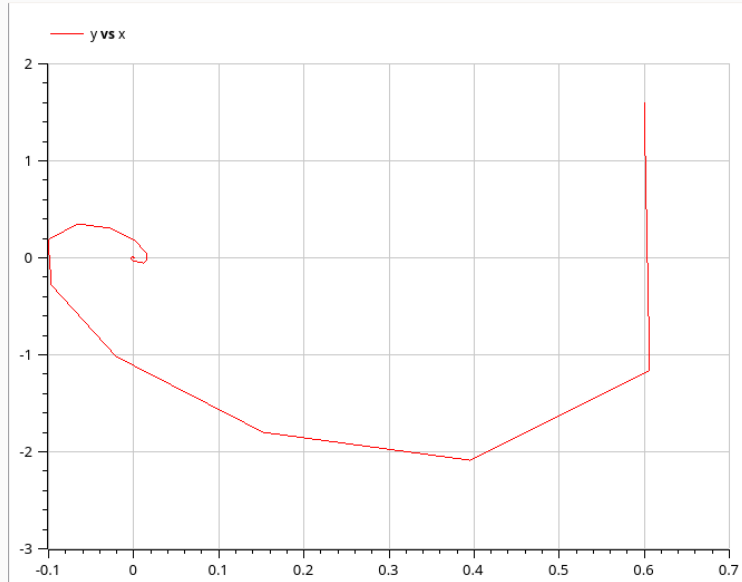


Рис. 12: Фазовый портрет гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

```

p3 = [6, 12]
f(t)=sin(6*t)
# задание системы дифференциальных уравнений, описывающих модель
function f1(u, p, t)
    x, y = u
    g, w = p
    dx = y
    dy = -g .*y - w^2 .*x + f(t)
    return [dx, dy]
end
# постановка проблемы
problem3 = ODEProblem(f1, u0, tspan, p3)

# решение системы ДУ
sol3 = solve(problem3, Tsit5(), saveat=0.05)

# построение графика, который описывает изменение численности армий
plot(sol3, label=["x" "y"])

```

Рис. 13: Код на языке Julia

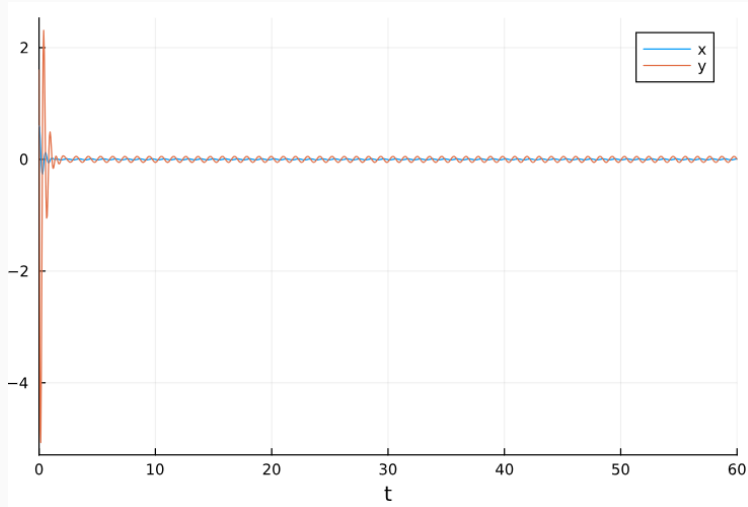


Рис. 14: Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

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

[16]:

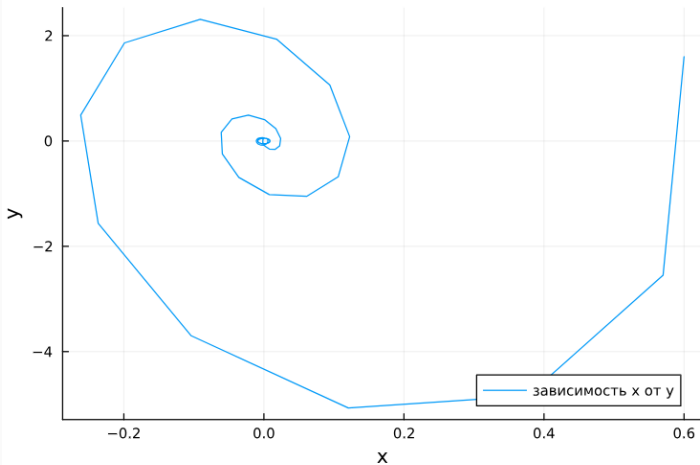


Рис. 15: Фазовый портрет гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

```
1  model mathmod4_3
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
16  end mathmod4_3;
```

Рис. 16: Код на языке OpenModelica

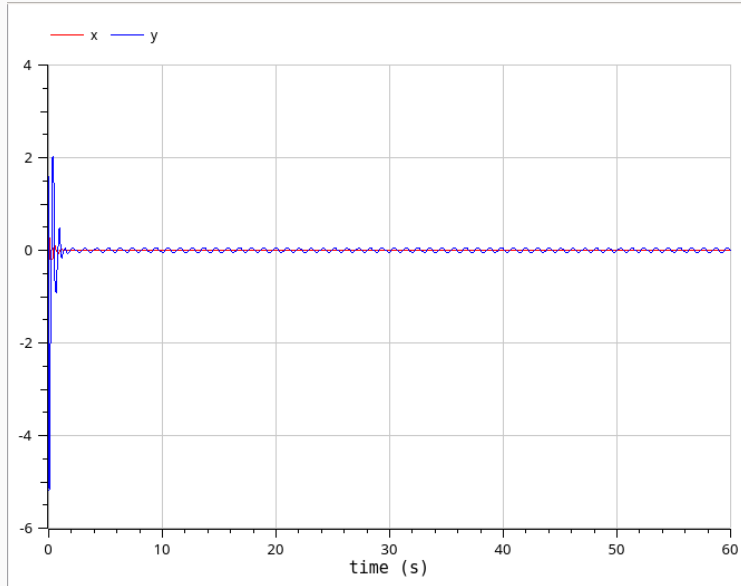


Рис. 17: Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы 21/23

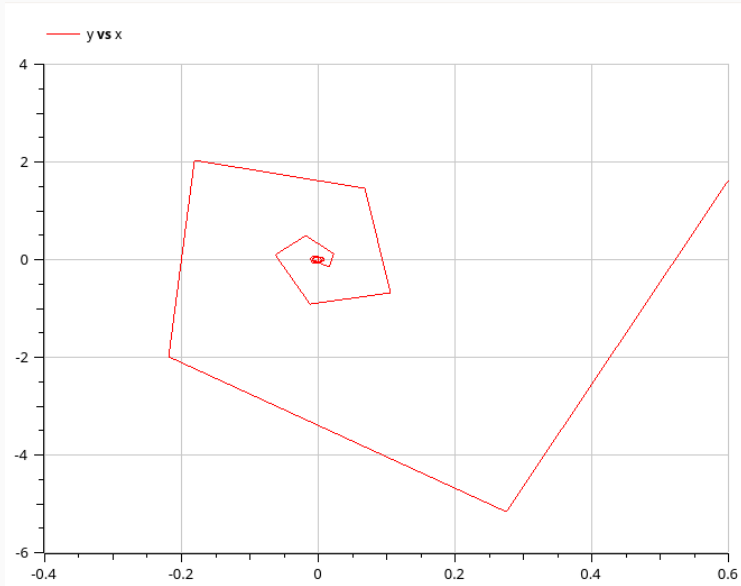


Рис. 18: Фазовый портрет гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы 22/23

Вывод

Я реализовала математическую модель гармонического осциллятора.