

Лабораторная работа №4

Модель гармонических колебаний

Ильин А.В.

25 февраля 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Ильин Андрей Владимирович
- НФИбд-01-20
- 1032201656
- Российский Университет Дружбы Народов
- 1032201656@pfur.ru
- <https://github.com/av-ilin>



Вводная часть

- Приобрести необходимые в современном научном сообществе навыки моделирования задач.
- Освоить средства моделирования, такие как Julia и OpenModelica

- Язык программирования Julia
- OpenModelica
- Гармонические колебания

- Рассмотреть уравнение гармонических колебаний.
- Смоделировать уравнение гармонических колебаний средствами OpenModelica и Julia.

Задачи

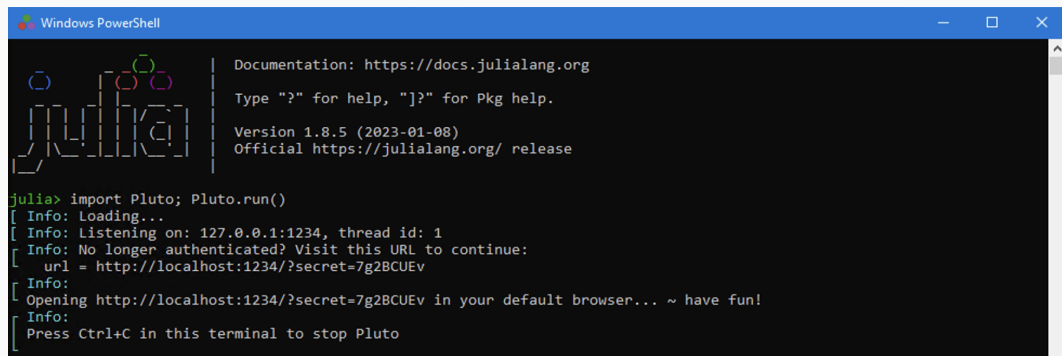
Построить фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора для следующих случаев

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\dot{x} + 3.3x = 0$.
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 3\dot{x} + 0.3x = 0$.
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + 3.3\dot{x} + 0.3x = 3.3 \sin(3t)$.

На интервале $t \in [0; 33]$ (шаг 0.05) с начальными условиями $x_0 = 1.3$, $y_0 = 0.3$.

- Язык программирования Julia
- OpenModelica

Выполнение работы



```
Windows PowerShell

julia> Documentation: https://docs.julialang.org
Type "?" for help, "]?" for Pkg help.

Version 1.8.5 (2023-01-08)
Official https://julialang.org/ release

julia> import Pluto; Pluto.run()
[ Info: Loading...
[ Info: Listening on: 127.0.0.1:1234, thread id: 1
[ Info: No longer authenticated? Visit this URL to continue:
url = http://localhost:1234/?secret=7g2BCUEv
[ Info:
[ Info: Opening http://localhost:1234/?secret=7g2BCUEv in your default browser... ~ have fun!
[ Info:
[ Info: Press Ctrl+C in this terminal to stop Pluto
```

Рис. 1: Julia. Запуск Pluto



The screenshot shows the Pluto.jl web interface with a dark theme. The top bar displays the Pluto.jl logo and the file path `}_mathmod\labs\lab04\src\lab04.jl`. The main area contains a Julia script with the following code:

```
using Plots ✓  
  
using DifferentialEquations ✓  
  
0.3  
begin  
    const startT = 0  
    const endT = 33  
    const stepT = 0.05  
    const x0 = 1.3  
    const y0 = 0.3  
end  
  
► (0, 33)  
begin  
    u0 = [x0, y0]  
    spanT = (startT, endT)  
end
```

Рис. 2: Julia. Начало написания скрипта для моделирование колебания гармонического осциллятора

```
begin
    w = 3
    g = 3.3
    f(t) = 3.3 * sin.(3 * t)

    function Fluctuations!(df, u, p, t)
        df[1] = u[2]
        df[2] = -w * u[1] - g * u[2] - f(t)
    end

    prob = ODEProblem(Fluctuations!, u0, spanT)
    sol = solve(prob, dtmax=stepT)

    X = [u[1] for u in sol.u]
    Y = [u[2] for u in sol.u]

    plt01 = plot(sol,
        dpi=500,
        xlabel="Время (s)",
        ylabel="x, y",
        legend=false)
    savefig(plt01, "artifacts/JL.lab04-030.png")

    plt02 = plot(X, Y,
        dpi=500,
        xlabel="x",
        ylabel="y",
        legend=false)
    savefig(plt02, "artifacts/JL.lab04-031.png")

    println("Success!")
end
```

Success!

Рис. 3: Julia. Скрипт. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

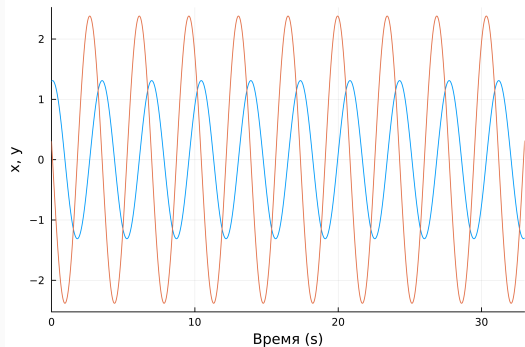


Рис. 4: Julia. Модель. Решение уравнения гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

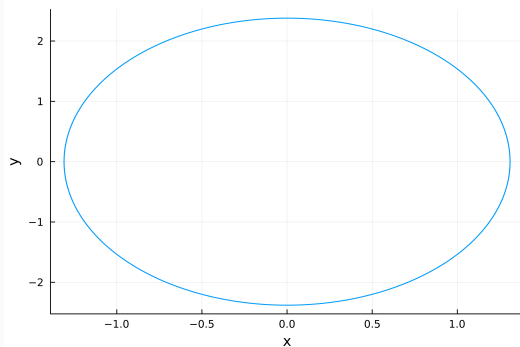


Рис. 5: Julia. Модель. Фазовый портрет осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

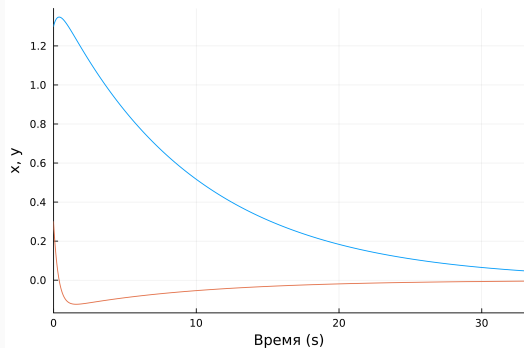


Рис. 6: Julia. Модель. Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

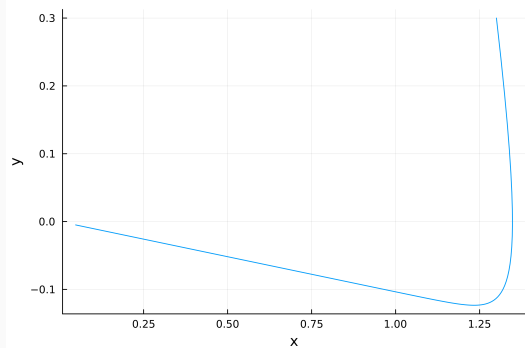


Рис. 7: Julia. Модель. Фазовый портрет осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

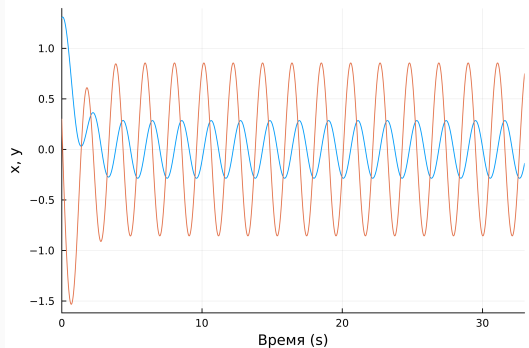


Рис. 8: Julia. Модель. Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

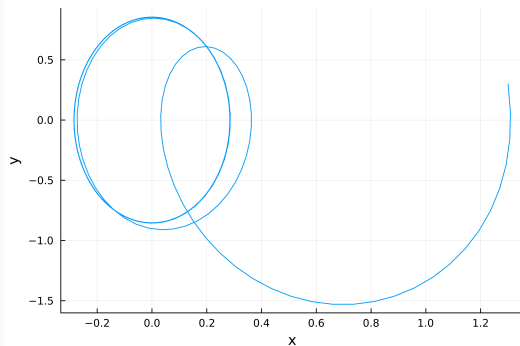


Рис. 9: Julia. Модель. Фазовый портрет осциллятора с затуханием и под действием внешней силы


```
1 model lab04_03
2   constant Real w = 3;
3   constant Real g = 3.3;
4   Real x;
5   Real y;
6   Real t = time;
7   initial equation
8     x = 1.3;
9     y = 0.3;
10  equation
11    der(x) = y;
12    der(y) = -w * x - g * y - 3.3 * sin(3 * t);
13    annotation(experiment(StartTime = 0, StopTime = 33, Interval = 0.05));
14  end lab04_03;
15
```

Рис. 10: Modelica. Скрипт. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

Modelica. Модель (1)

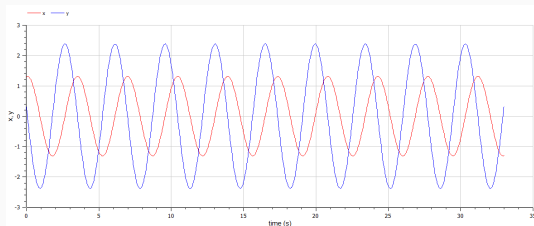


Рис. 11: Modelica. Модель. Решение уравнения гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

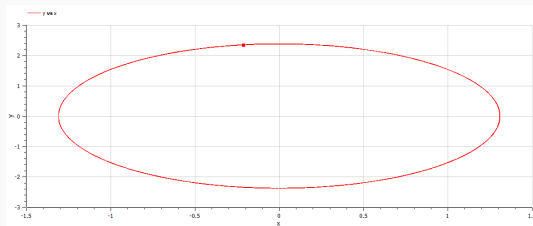


Рис. 12: Modelica. Модель. Фазовый портрет осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

Modelica. Модель (2)

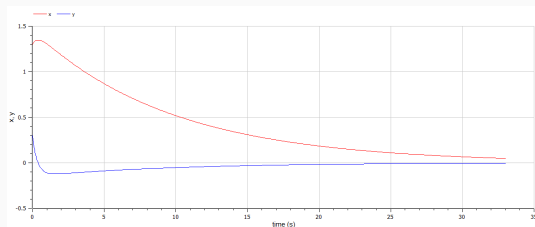


Рис. 13: Modelica. Модель. Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

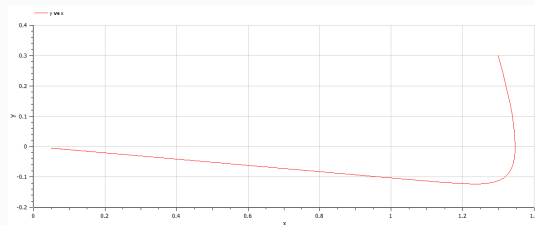


Рис. 14: Modelica. Модель. Фазовый портрет осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

Modelica. Модель (3)

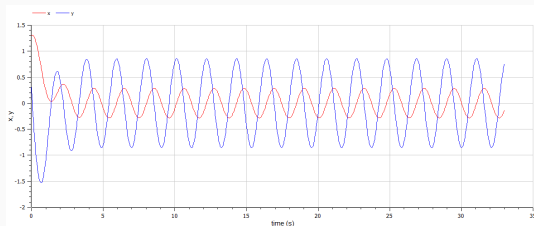


Рис. 15: Modelica. Модель. Решение уравнения гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

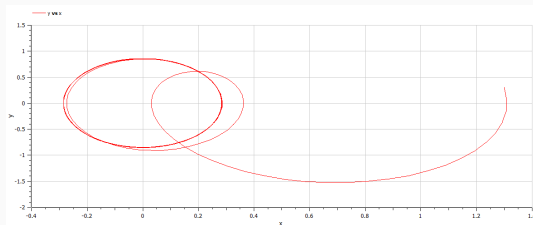


Рис. 16: Modelica. Модель. Фазовый портрет осциллятора с затуханием и без под действием внешней силы

Результаты

Мы улучшили практические навыки в области дифференциальных уравнений, улучшили навыки моделирования на Julia, также приобрели навыки моделирования на OpenModelica. Изучили модель колебания гармонического осциллятора. Научились строить фазовые портреты.

Спасибо за внимание!