

Лабораторная работа №4. Модель гармонических колебаний

Дисциплина: Математическое моделирование

Ганина Т. С.

28 марта 2025

Группа НФИбд-01-22

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Ганина Таисия Сергеевна
- Студентка 3го курса, группа НФИбд-01-22
- Фундаментальная информатика и информационные технологии
- Российский университет дружбы народов
- Ссылка на репозиторий гитхаба `tsganina`

Вводная часть

Построить математическую модель гармонического осциллятора.

Вариант № 20

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

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 0.8x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 0.8\dot{x} + 0.4x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + \dot{x} + 5x = \cos(5t)$

На интервале $t \in [0; 41]$ (шаг 0.05) с начальными условиями $x_0 = 0.4, y_0 = 0.3$

Рис. 1: Задание

Выполнение работы

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

```
using DifferentialEquations, Plots
function f1(u, p, t)
    x, y = u
    g, w = p
    dx = y
    dy = -g .* y - w^2 .* x
    return [dx, dy]
end
p1 = [0, 0.8]
tspan = (0, 41)
u1 = [0.4, 0.3]
problem1 = ODEProblem(f1, u1, tspan, p1)
sol1 = solve(problem1, Tsit5(), saveat = 0.05)
```


Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

Визуализация результатов

```
plot(sol1,  
      title = "Колебания гармонического осциллятора  
      \n без затуханий и без действий  
      \n внешней силы", label = ["x" "y"],  
      xaxis = "Время моделирования",  
      linewidth = 2, legend = :right)  
plot(sol1, idxs = (1,2),  
      title = "Фазовый портрет",  
      xaxis = "x", yaxis = "y",  
      label = "зависимость x от y")
```

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

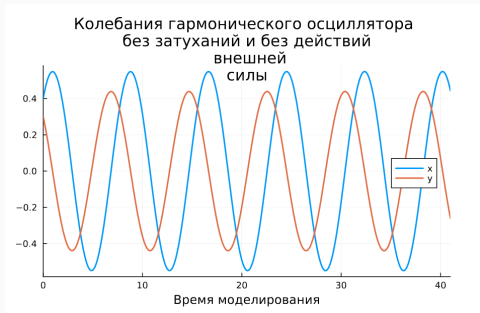


Рис. 2: Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

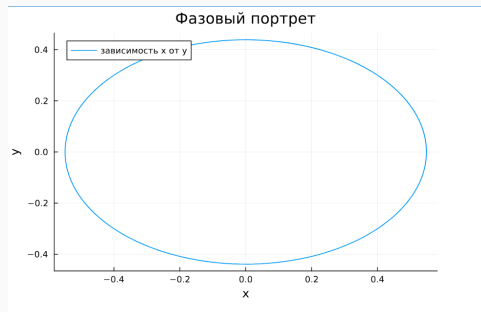


Рис. 3: Фазовый портрет для модели колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

```
model mathmod4_1
  parameter Real g = 0;
  parameter Real w = 0.8;
  parameter Real x0 = 0.4;
  parameter Real y0 = 0.3;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = y;
  der(y) = -g .*y - w^2 .*x;
end mathmod4_1;
```

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

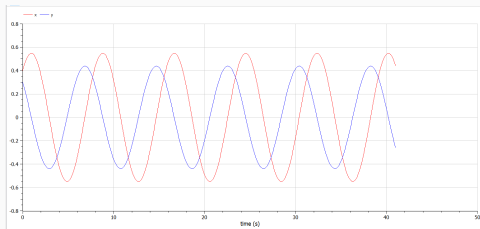


Рис. 4: Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы, OpenModelica

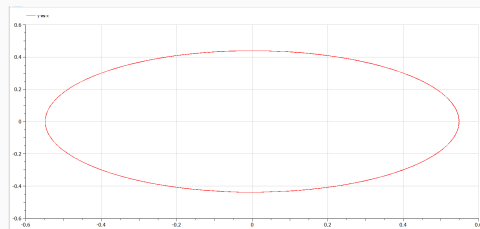


Рис. 5: Фазовый портрет для модели колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы, OpenModelica

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

```
function f2(u, p, t)
    x, y = u
    g, w = p
    dx = y
    dy = -g .*y - w^2 .*x
    return [dx, dy]
end
p2 = [0.8, 0.4]
tspan = (0, 41)
u2 = [0.4, 0.3]
problem2 = ODEProblem(f2, u2, tspan, p2)
sol2 = solve(problem2, Tsit5(), saveat = 0.05)
```

Визуализация результатов

```
plot(sol2,  
      title = "Колебания гармонического осциллятора  
      \n с затуханием и без действий  
      \n внешней силы", label = ["x" "y"],  
      xaxis = "Время моделирования",  
      linewidth = 2, legend = :right)  
plot(sol2, idxs = (1,2),  
      title = "Фазовый портрет",  
      xaxis = "x", yaxis = "y",  
      label = "зависимость x от y")
```

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

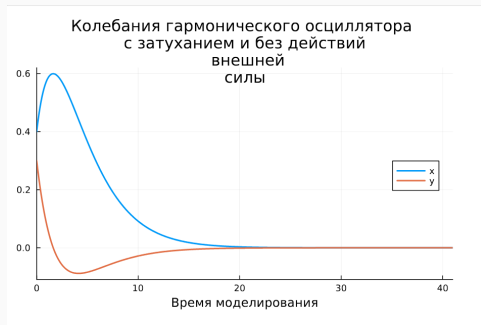


Рис. 6: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

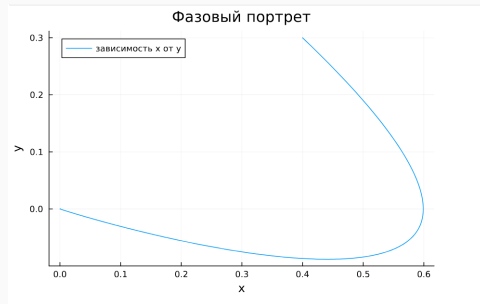


Рис. 7: Фазовый портрет для модели колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

```
model mathmod4_2
  parameter Real g = 0.8;
  parameter Real w = 0.4;
  parameter Real x0 = 0.4;
  parameter Real y0 = 0.3;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = y;
  der(y) = -g .* y - w^2 .* x;
end mathmod4_2;
```


Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

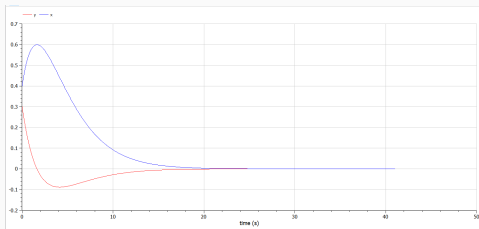


Рис. 8: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы, OpenModelica

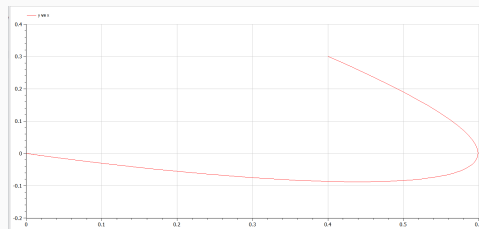


Рис. 9: Фазовый портрет для модели колебаний гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы, OpenModelica

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

```
f(t) = cos(5*t)
```

```
function f3(u, p, t)
```

```
    x, y = u
```

```
    g, w = p
```

```
    dx = y
```

```
    dy = -g .* y - w^2 .* x + f(t)
```

```
    return [dx, dy]
```

```
end
```

```
p3 = [1, 5]
```

```
tspan = (0, 41)
```

```
u3 = [0.4, 0.3]
```

```
problem3 = ODEProblem(f3, u3, tspan, p3)
```

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

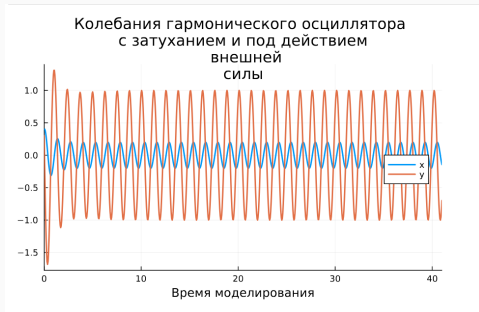


Рис. 10: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

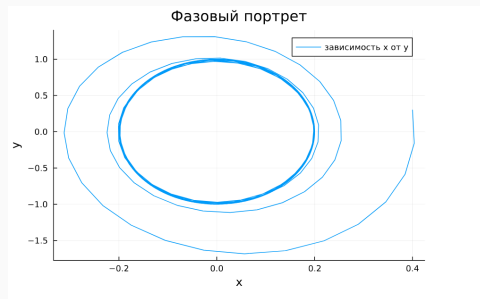


Рис. 11: Фазовый портрет для модели колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

```
model mathmod4_3
  parameter Real g = 1;
  parameter Real w = 5;
  parameter Real x0 = 0.4;
  parameter Real y0 = 0.3;
  Real x(start=x0);
  Real y(start=y0);
equation
  der(x) = y;
  der(y) = -g .* y - w^2 .* x + cos(5*time);
end mathmod4_3;
```

Модель колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

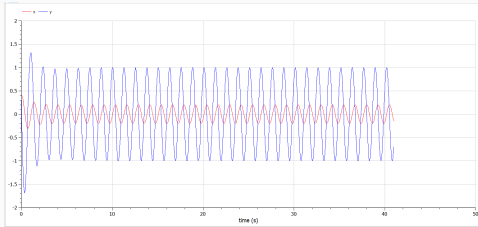


Рис. 12: Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы, OpenModelica

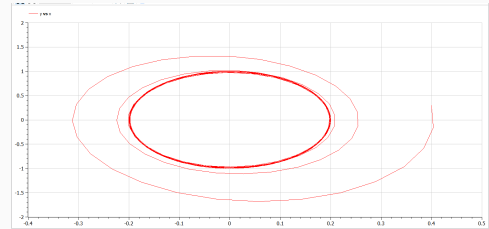


Рис. 13: Фазовый портрет для модели колебаний гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы, OpenModelica

Результаты

В процессе выполнения данной лабораторной работы я построила математическую модель гармонического осциллятора.