

Лабораторная работа №4

Nikita A. Toponen

RUDN University, 1 March 2022 Moscow, Russia

Модель гармонических колебаний

Прагматика выполнения работы

- Знакомство с моделями гармонических колебаний с затуханием и без, а также под действием внешних сил и без.
- Визуализация результатов моделирования путем построения фазовых портретов.

Цель выполнения работы

- Научиться строить модели гармонических колебаний с затуханием и без, а также под действием внешних сил и без.
- Научиться решать систему дифференциальных уравнений и фазовые портреты в системе моделирование OpenModelica.

Постановка задачи лабораторной работы

Вариант 41

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

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 3.5x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 7\dot{x} + 3x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + 5\dot{x} + 2x = 2\sin(6t)$

На интервале $t \in [0; 37]$ (шаг 0.05) с начальными условиями $x_0 = 1, y_0 = 1.2$

Выполнение работы

Переход от уравнения к системе

1. Уравнение $\ddot{x} + 3.5x = 0$ приводится к системе вида:
$$\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = -3.5x \end{cases}$$

2. Уравнение $\ddot{x} + 7\dot{x} + 3x = 0$ приводится к системе вида:
$$\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = -7y - 3x \end{cases}$$

3. Уравнение $\ddot{x} + 5\dot{x} + 2x = 2\sin(6t)$ приводится к системе вида:
$$\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = -5y - 2x + 2\sin(6t) \end{cases}$$

Код для первого случая

```
model lab04

  constant Real w=sqrt(3.5)"значение параметра w";

  Real x"переменная со значением x";
  Real y"переменная со значением y";

  initial equation
    x=1"начальное значение x=x0";
    y=1.2"начальное значение y=y0";

  equation
    der(x)=y"первое уравнение системы";
    der(y)=-w*w*x"второе уравнение системы";

end lab04;
```


Результаты первой модели

Гармонические колебания без затухания и без действия внешних сил:

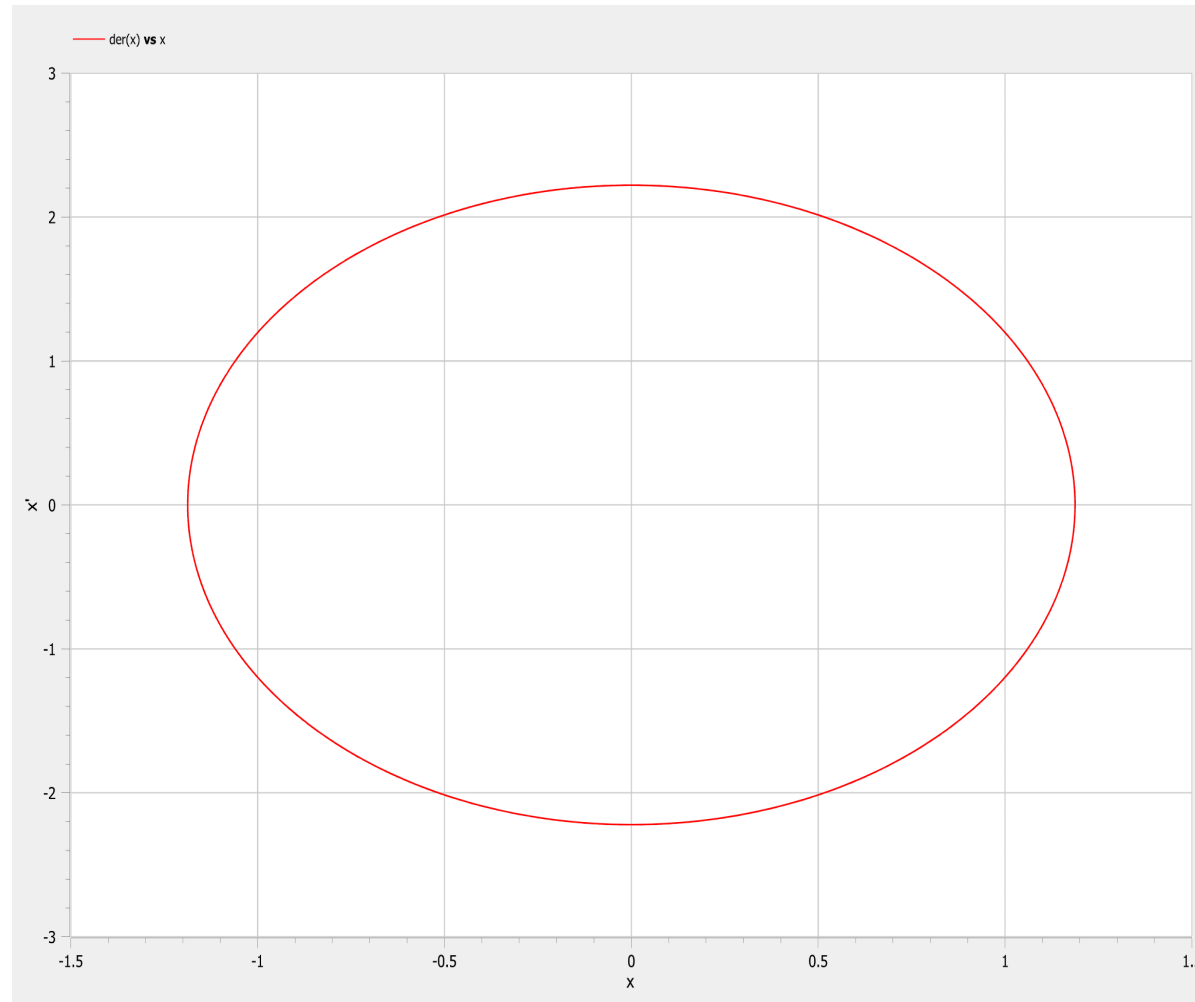


Рис.1 Фазовый портрет первой модели

Код для второго случая

```
model lab04_2

  constant Real w=sqrt(3)"значение параметра омега";
  constant Real g=3.5"значение параметра гамма";

  Real x"переменная со значением x";
  Real y"переменная со значением y";

initial equation
  x=1"начальное значение x=x0";
  y=1.2"начальное значение y=y0";

equation
  der(x)=y"первое уравнение системы";
  der(y)=-2*g*y-w*w*x"второе уравнение системы";

end lab04_2;
```

Результаты второй модели

Гармонические колебания с затуханием и без действия внешних сил:

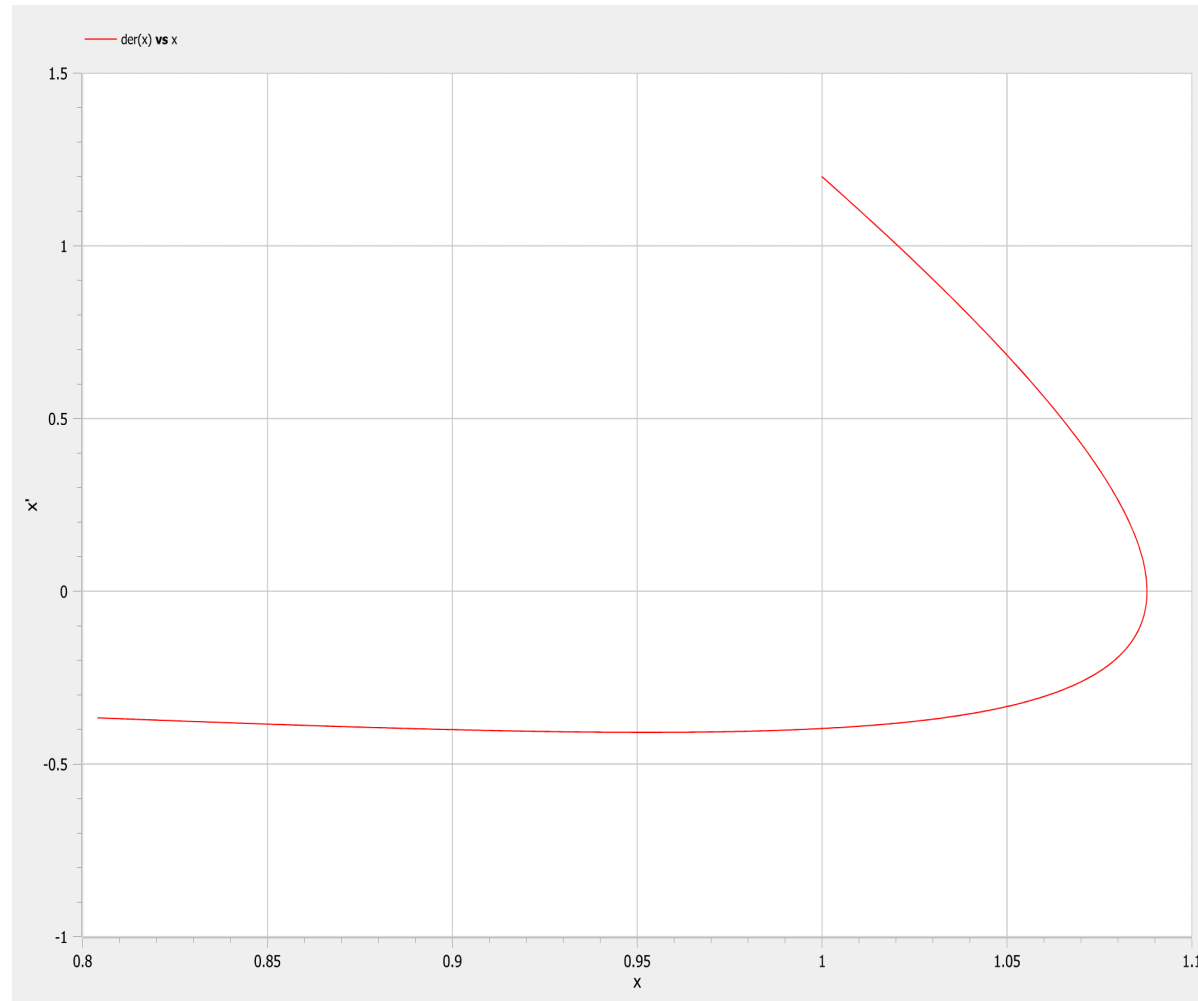


Рис.2 Фазовый портрет второй модели

Код для третьего случая

```
model lab04_3

  constant Real w=sqrt(2)"значение параметра омега";
  constant Real g=2.5"значение параметра гамма";

  Real x"переменная со значением x";
  Real y"переменная со значением y";
  Real f"переменная со значением f - действием внешних сил";

  initial equation
    x=1"начальное значение x=x0";
    y=1.2"начальное значение y=y0";
    f=0"начальное значение f";

  equation
    f=2*sin(6*time)"уравнение изменения действий сил в зависимости от времени";
    der(x)=y"первое уравнение системы";
    der(y)=-2*g*y-w*w*x+f"второе уравнение системы";

end lab04_3;
```

Результаты третьей модели

Гармонические колебания с затуханием и под действием внешних сил:

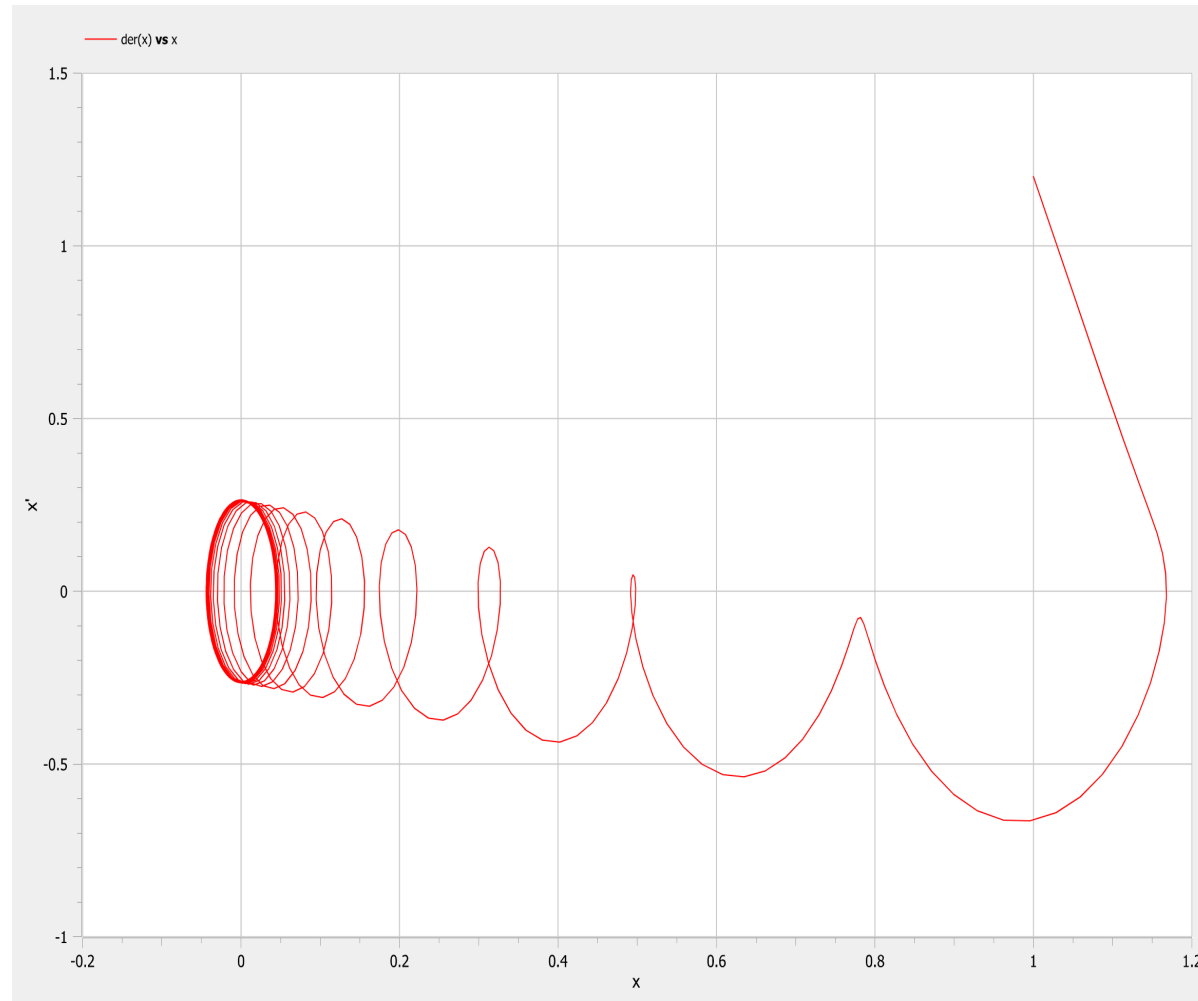


Рис.2 Фазовый портрет третьей модели

Спасибо за внимание!