

Лабораторная работа 4

Тагиев Б. А.

09 февраля 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Цель работы

Цель работы

1. Построить решение уравнения гармонического осциллятора без затухания
2. Записать уравнение свободных колебаний гармонического осциллятора с затуханием, построить его решение. Построить фазовый портрет гармонических колебаний с затуханием.
3. Записать уравнение колебаний гармонического осциллятора, если на систему действует внешняя сила, построить его решение. Построить фазовый портрет колебаний с действием внешней силы.

Задание

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

$$\ddot{x} + 4.3x = 0$$

2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

$$\ddot{x} + 6\dot{x} + 5x = 0$$

3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

$$\ddot{x} + 10\dot{x} + 9x = 8\sin(7t)$$

На интервал $t \in [0; 80]$ (шаг 0.05) с начальными условиями

$$x_0 = 0.8, \dot{x}_0 = -1.2$$

Выполнение лабораторной работы

Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

1. Зададим изначальные значения для решения варианта.

$$w = 4.3$$

$$g = 0.0$$

$$x_0 = 0.8$$

$$y_0 = -1.2$$

$$tspan = (0.0, 80.0)$$

2. Зададим наше уравнение для нахождения фазового портрета и решения уравнения на языке Julia (Полный исходный код представлен в репозитории)

```
function ode_fn(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = u[2]
    du[2] = -w*u[1] - g*u[2]
end
```


3. Сохраним наш график в файл и посмотрим, что в нем хранится (рис. fig. 1).

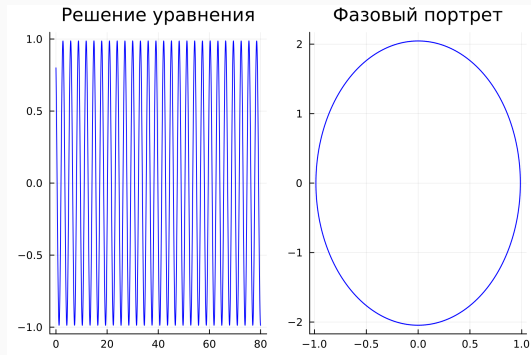


Figure 1: Решение уравнения и фазовый портрет колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

4. Рассмотрим решение на OpenModelica (Полный исходный код представлен в репозитории).

```
model lab41
Real x;
Real y;
Real w = 4.3;
Real g = 0.0;
Real t = time;
initial equation
x = 0.8;
y = -1.2;
equation
der(x) = y;
der(y) = -w*x - g*y;
end lab41;
```

5. Здесь мы получаем аналогичное решение (fig. 2) и аналогичный фазовый портрет (fig. 3).

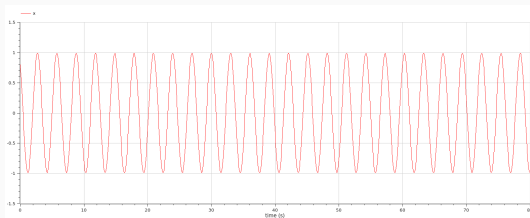


Figure 2: Решение уравнения колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

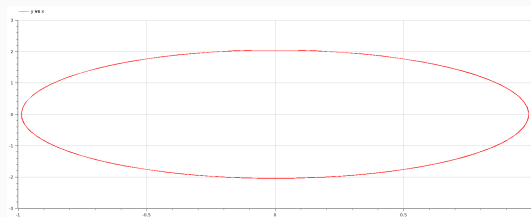


Figure 3: Фазовый портрет колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

1. Зададим изначальные значения для решения варианта.

$$w = 5.0$$

$$g = 6.0$$

$$x_0 = 0.8$$

$$y_0 = -1.2$$

$$tspan = (0.0, 80.0)$$

2. Зададим наше уравнение для нахождения фазового портрета и решения уравнения на языке Julia (Аналогичное тому, что было в коде из пункта ранее. Полный исходный код представлен в репозитории)

3. Сохраним наш график в файл и посмотрим, что в нем хранится (рис. fig. 4).

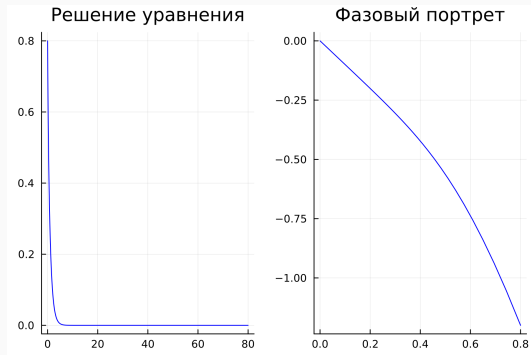


Figure 4: Решение уравнения и фазовый портрет колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

4. Рассмотрим решение на OpenModelica (Полный исходный код представлен в репозитории).

```
model lab42
Real x;
Real y;
Real w = 5.0;
Real g = 6.0;
Real t = time;
initial equation
x = 0.8;
y = -1.2;
equation
der(x) = y;
der(y) = -w*x - g*y;
end lab42;
```

5. Здесь мы получаем аналогичное решение (fig. 5) и аналогичный фазовый портрет (fig. 6).

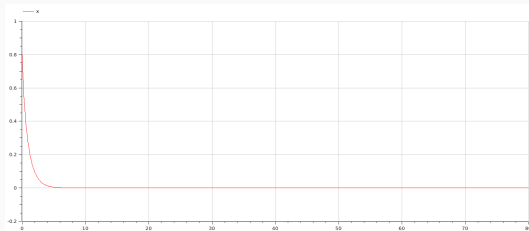


Figure 5: Решение уравнения колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

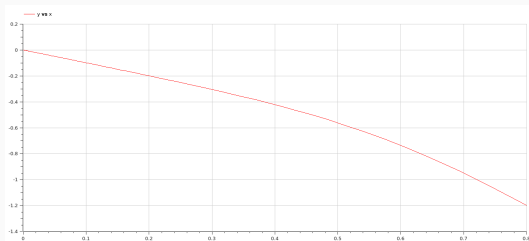


Figure 6: Фазовый портрет колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

1. Зададим изначальные значения для решения варианта.

$w = 9.0$

$g = 10.0$

$x_0 = 0.8$

$y_0 = -1.2$

$tspan = (0.0, 80.0)$

2. Зададим наше уравнение для нахождения фазового портрета и решения уравнения на языке Julia (Полный исходный код представлен в репозитории)

```
function ode_fn(du, u, p, t)
    x, y = u
    du[1] = u[2]
    du[2] = -w*u[1] - g*u[2] + 8*sin(7*t)
end
```

3. Сохраним наш график в файл и посмотрим, что в нем хранится (рис. fig. 7).

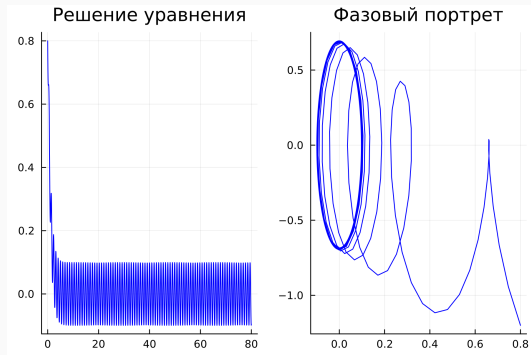


Figure 7: Решение уравнения и фазовый портрет колебания гармонического осциллятора с затуханий и без действий внешней силы

4. Рассмотрим решение на OpenModelica (Полный исходный код представлен в репозитории).


```
model lab43
Real x;
Real y;
Real w = 9.0;
Real g = 10.0;
Real t = time;
initial equation
x = 0.8;
y = -1.2;
equation
der(x) = y;
der(y) = -w*x - g*y + 8*sin(7*t);
end lab43;
```

5. Здесь мы получаем аналогичное решение (fig. 8) и аналогичный фазовый портрет (fig. 9).

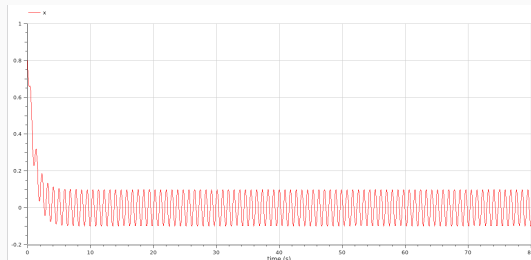


Figure 8: Решение уравнения колебания гармонического осциллятора с затуханием и с действием внешних сил

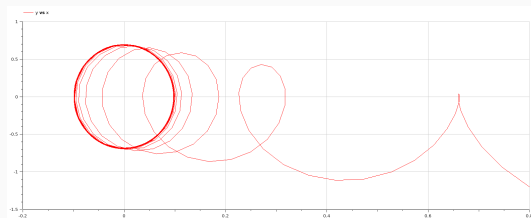


Figure 9: Фазовый портрет колебания гармонического осциллятора без затуханий и с действием внешних сил

Выводы

Результатом работы стали по три модели в Julia и OpenModelica: конструкция модели колебаний в OpenModelica содержит меньше строк, чем аналогичная конструкция в Julia.