

# Лабораторная работа 4

Серенко Данил Сергеевич, НФИбд-03-19

## Содержание

Цель работы .....	1
Теоретическое введение .....	1
Условия задачи .....	2
Выполнение лабораторной работы .....	2
Выводы .....	5
Список литературы .....	6

РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей

ОТЧЕТ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ №4

дисциплина: Математическое моделирование

Преподаватель: Кулябов Дмитрий Сергеевич

Студент: Серенко Данил Сергеевич

Группа: НФИбд-03-19

МОСКВА

2022 г.

## Цель работы

Построение модели гармонических колебаний - фазового портрета гармонического осциллятора

## Теоретическое введение

Движение грузика на пружинке, маятника, заряда в электрическом контуре, а также эволюция во времени многих систем в физике, химии, биологии и других науках при определенных предположениях можно описать одним и тем же дифференциальным

уравнением, которое в теории колебаний выступает в качестве основной модели. Эта модель называется линейным гармоническим осциллятором.

Уравнение свободных колебаний гармонического осциллятора имеет следующий вид:

$$\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

*photo1. ур-е свободных колебаний гармонического осциллятора*

где  $x$  – переменная, описывающая состояние системы (смещение грузика, заряд конденсатора и т.д.),  $\gamma$  – параметр, характеризующий потери энергии (трение в механической системе, сопротивление в контуре),  $\omega_0$  – собственная частота колебаний,  $t$  – время.

Уравнение есть линейное однородное дифференциальное уравнение второго порядка и оно является примером линейной динамической системы.

## Условия задачи

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

## Выполнение лабораторной работы

### **1 Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы**

Уравнение гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы:

$$\ddot{x} + 0.8x = 0$$

*photo5. Уравнение гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы в варианте*

Чтобы построить фазовый портрет гармонического осциллятора, я написал следующий код:

```
lab_4
Доступный на запись Model Вид Текст lab_4_3 C:/Study/openmodelica/lab_4_3.mo
1 model lab_4_3
2 parameter Real w = sqrt(5);
3 parameter Real g = 1;
4 parameter Real x0 = 0.4;
5 parameter Real y0 = 0.3;
6 Real x(start=x0);
7 Real y(start=y0);
8 equation
9 der(x) = y;
10 der(y) = -w*w*x - g*y + cos(5*time);
11
12 end lab_4_3;
```

photo6. код для фазового портрета гармонического осциллятора в варианте и получил фазовый портрет:

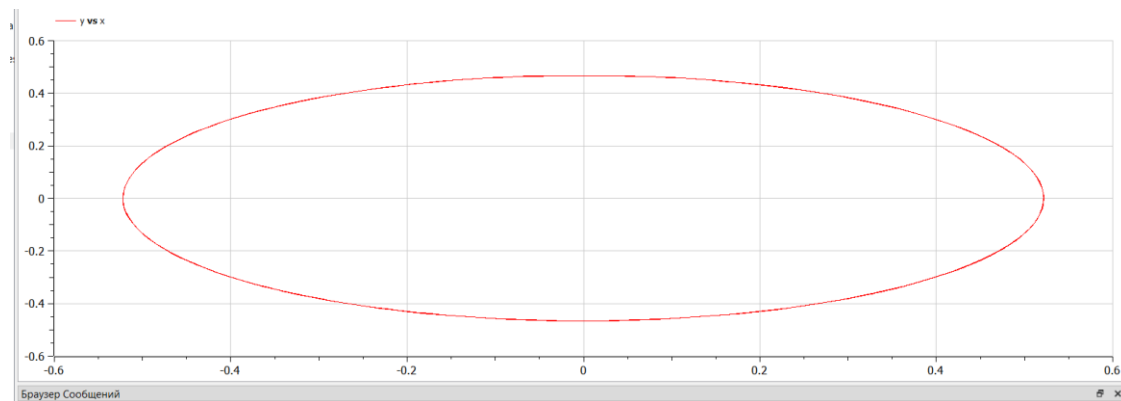


photo7. фазовый портрет гармонического осциллятора в варианте

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

Уравнение гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы:

$$\ddot{x} + 0.8\dot{x} + 0.4x = 0$$

photo8. Уравнение гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы в варианте

Чтобы построить фазовый портрет гармонического осциллятора, я написал следующий код:

```

1 model lab_4_2
2 parameter Real w = sqrt(0.4);
3 parameter Real g = 0.8;
4 parameter Real x0 = 0.4;
5 parameter Real y0 = 0.3;
6 Real x(start=x0);
7 Real y(start=y0);
8 equation
9 der(x) = y;
10 der(y) = -w*w*x - g*y;
11 end lab_4_2;

```

photo9. код для фазового портрета гармонического осциллятора в варианте и получил фазовый портрет:

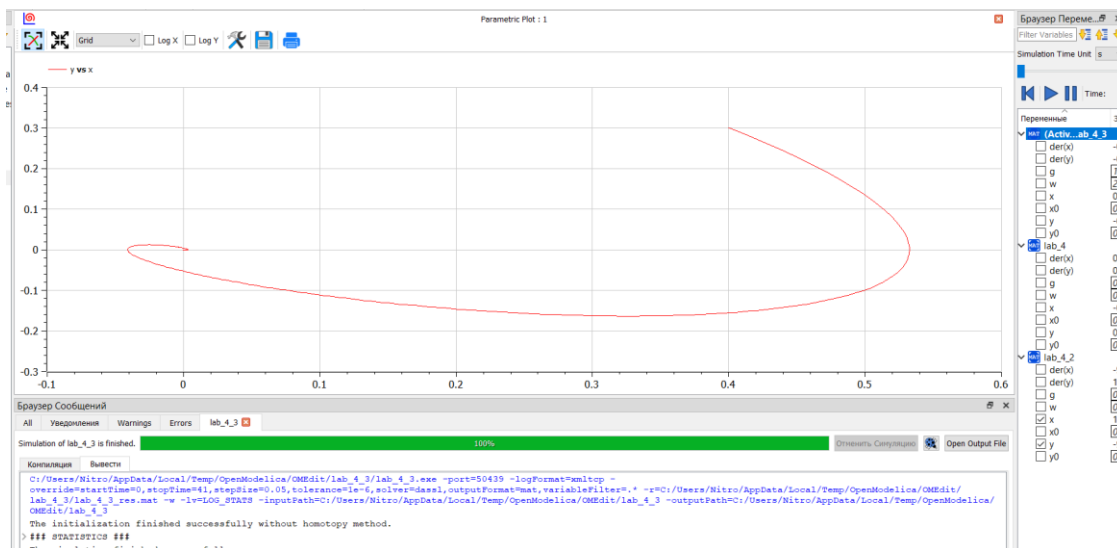


photo10. фазовый портрет гармонического осциллятора в варианте

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

Уравнение гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы:

$$\ddot{x} + \dot{x} + 5x = \cos(5t)$$

photo11. Уравнение гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы в варианте

Чтобы построить фазовый портрет гармонического осциллятора, я написал следующий код:

```

1 model lab_4_3
2 parameter Real w = sqrt(5);
3 parameter Real g = 1;
4 parameter Real x0 = 0.4;
5 parameter Real y0 = 0.3;
6 Real x(start=x0);
7 Real y(start=y0);
8 equation
9 der(x) = y;
10 der(y) = -w*w*x - g*y + cos(5*time);
11
12 end lab_4_3;

```

photo12. код для фазового портрета гармонического осциллятора в варианте и получил фазовый портрет:

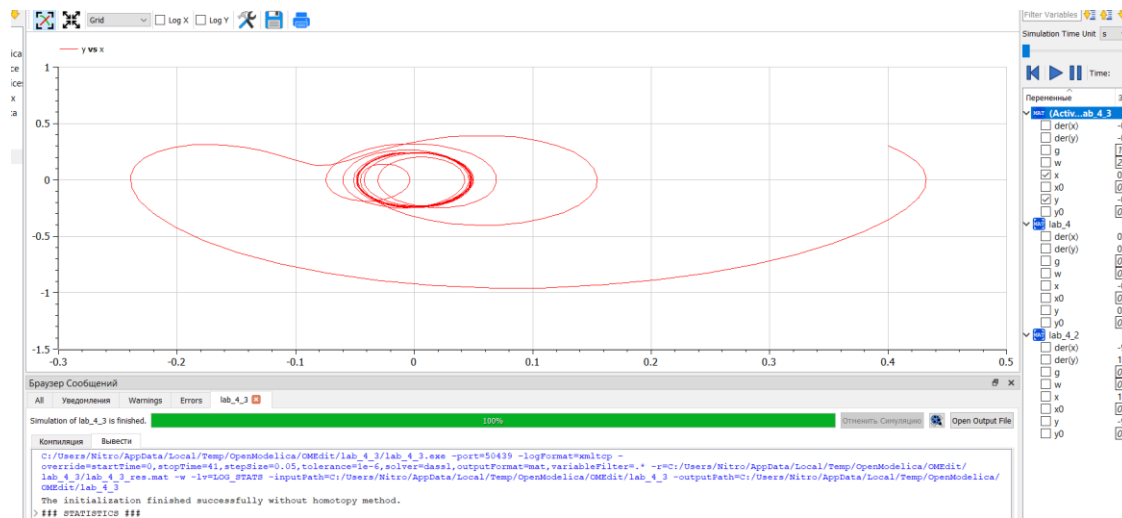


photo13. фазовый портрет гармонического осциллятора в варианте

## Выводы

После завершения данной лабораторной работы - я научился выполнять построение модели гармонических колебаний: фазового портрета гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы, фазового портрета гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы, фазового портрета гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы в OpenModelica.

## Список литературы

1. Кулябов, Д.С. - Модель гармонических колебаний  
[https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1343889/mod\\_resource/content/2/Лабораторная%20работа%20№%203.pdf](https://esystem.rudn.ru/pluginfile.php/1343889/mod_resource/content/2/Лабораторная%20работа%20№%203.pdf)