

# Лабораторная работа №4

## Гармонический осцилятор

---

Ван И

4 марта 2023

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

# Цели и задачи работы

---

## Цель лабораторной работы

Изучить уравнение гармонического осциллятора.

## Задание к лабораторной работе

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.

# **Процесс выполнения лабораторной работы**

---

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:

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

При отсутствии потерь в системе ( $\gamma = 0$ ) получаем уравнение консервативного осциллятора энергия колебания которого сохраняется во времени.

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

Для однозначной разрешимости уравнения второго порядка необходимо задать два начальных условия вида

$$\begin{cases} x(t_0) = x_0 \\ \dot{x}(t_0) = y_0 \end{cases}$$

Уравнение второго порядка можно представить в виде системы двух уравнений первого порядка:

$$\begin{cases} \dot{x} = y \\ \dot{y} = -\omega_0^2 x \end{cases}$$

Начальные условия для системы примут вид:

$$\begin{cases} x(t_0) = x_0 \\ y(t_0) = y_0 \end{cases}$$

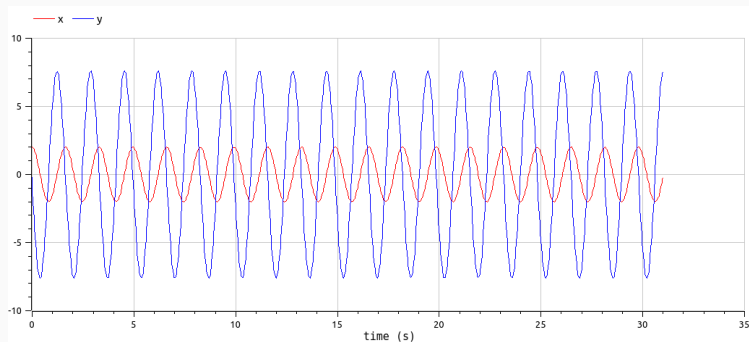


Постройте фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора для следующих случаев

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы  $\ddot{x} + 14.4x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы  $\ddot{x} + 17\dot{x} + x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы  $\ddot{x} + 15\dot{x} + x = 0.7 \sin 3t$

На интервале  $t \in [0; 31]$ , шаг 0.05,  $x_0 = 2$ ,  $y_0 = -0.2$

# Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы OpenModelica - решение уравнения



**Рис. 1:** График решения для первого случая

# Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы OpenModelica - фазовый портрет

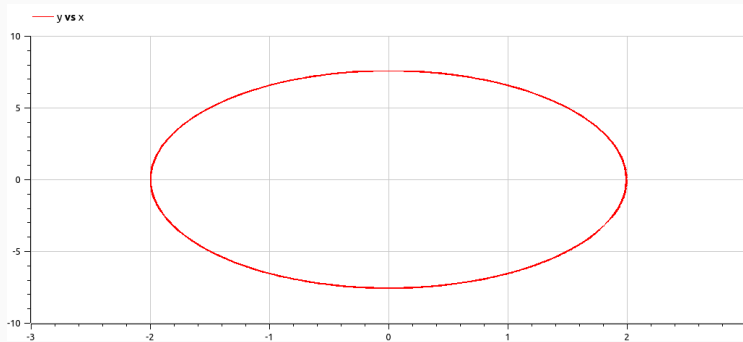


Рис. 2: Фазовый портрет для первого случая

# Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы Julia - решение уравнения и фазовый портрет

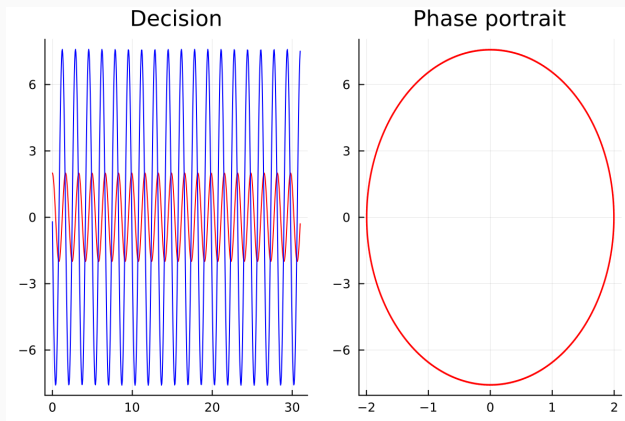


Рис. 3: Графики для первого случая

# Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы OpenModelica - решение уравнения

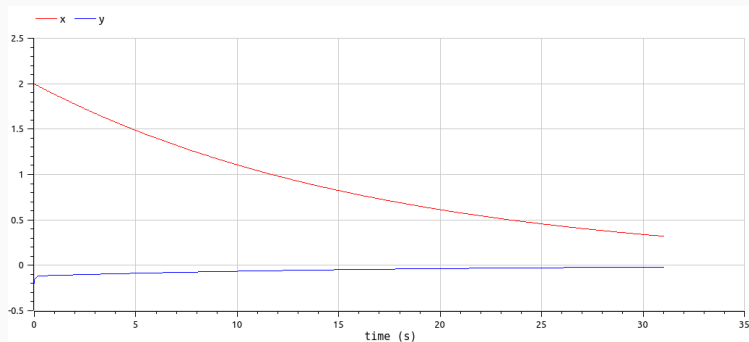


Рис. 4: График решения для второго случая

# Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы OpenModelica - фазовый портрет

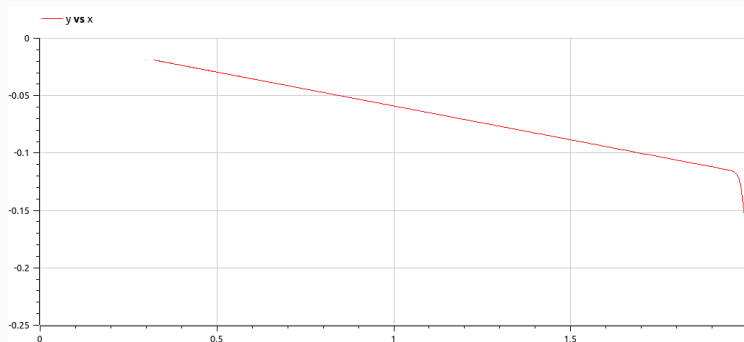
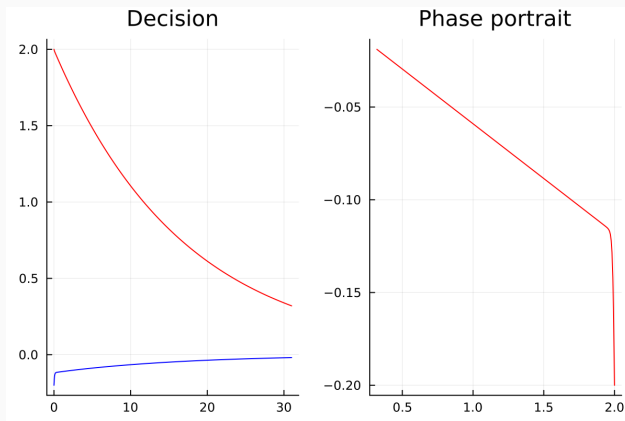


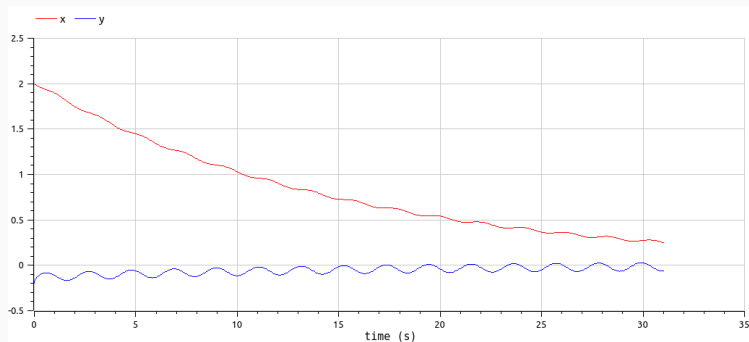
Рис. 5: Фазовый портрет для второго случая

# Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы Julia - решение уравнения и фазовый портрет



**Рис. 6:** Графики для второго случая

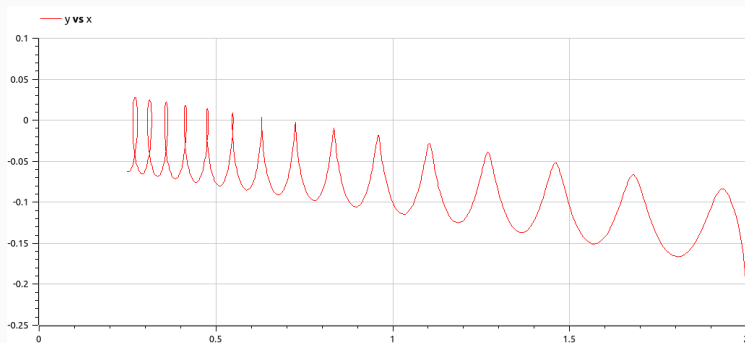
# Колебания гармонического осциллятора с затуханием при действии внешней силы OpenModelica - решение уравнения



**Рис. 7:** График решения для третьего случая



# Колебания гармонического осциллятора с затуханием при действии внешней силы OpenModelica - фазовый портрет



**Рис. 8:** Фазовый портрет для третьего случая

# Колебания гармонического осциллятора с затуханием при действии внешней силы Julia - решение уравнения и фазовый портрет

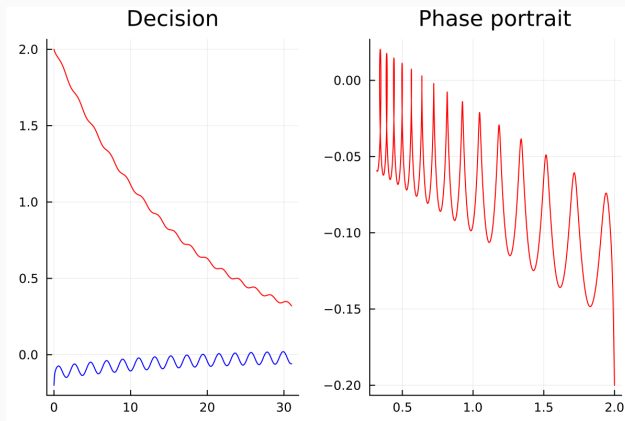


Рис. 9: Графики для третьего случая

## **Выводы по проделанной работе**

---

## Выводы по проделанной работе

В ходе выполнения лабораторной работы были построены решения уравнения гармонического осциллятора и фазовые портреты гармонических колебаний в трех случаях: без затухания, с затуханием и при действии внешней силы.