

Лабораторная работа №4. Модель гармонических колебаний.

Евдокимов Иван Андреевич. НФИбд-01-20

1 марта, 2023, Москва, Россия

Российский Университет Дружбы Народов

Цели и задачи работы

Цель лабораторной работы

Изучить уравнение гармонического осциллятора без затухания. Записать данное уравнение и построить фазовый портрет гармонических и свободных колебаний.

Задание к лабораторной работе

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

Ход работы лабораторной:

Движение грузика на пружинке, маятника, заряда в электрическом контуре. Также эволюция во времени многих систем в физике, химии, биологии и других науках при определенных предположениях можно описать одним дифференциальным уравнением, которое в теории колебаний выступает в качестве основной модели. Такая модель называется линейным гармоническим осциллятором.

Уравнение же свободных колебаний гармонического осциллятора имеет вид: *

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

При отсутствии потерь в системе ($\gamma = 0$) мы получим уравнение консервативного осциллятора энергии колебания, которое сохранится во времени. *

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

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

$$\begin{cases} x(t_0) = x_0 \\ x(\dot{t}_0) = y_0 \end{cases}$$

Уравнение второго порядка представляем в виде системы двух уравнений первого порядка:

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

Начальные условия для системы примут вид:

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

Условие задачи

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

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 4.7x = 0$
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 0.5\dot{x} + 7x = 0$
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + 7\dot{x} + 0.5x = 0.5 \sin 0.7t$

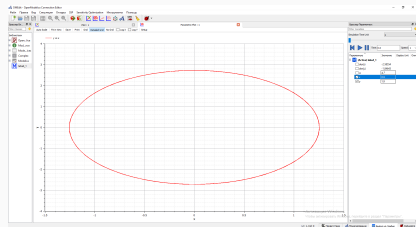
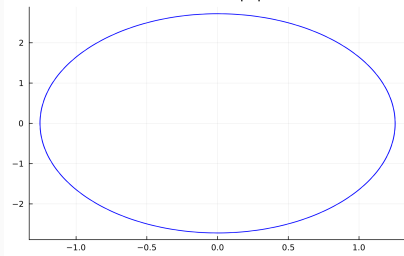
На интервале $t \in [0; 56]$, шаг 0.05, $x_0 = 0.9$, $y_0 = 1.9$

Случай 1.

Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

$$\ddot{x} + 4.7x = 0$$

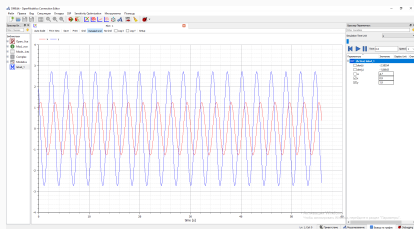
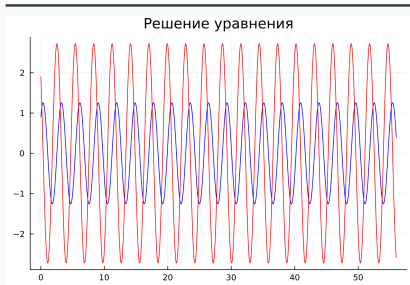
Фазовый портрет



Случай 1.

Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

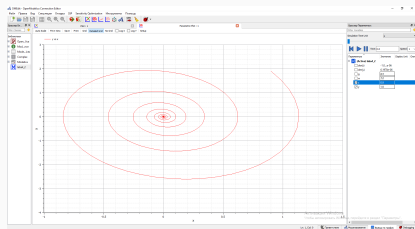
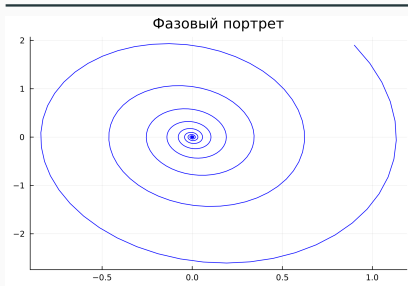
$$\ddot{x} + 4.7x = 0$$



Случай 2.

Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

$$\ddot{x} + 0.5\dot{x} + 7x = 0$$

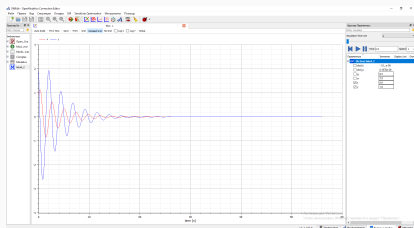
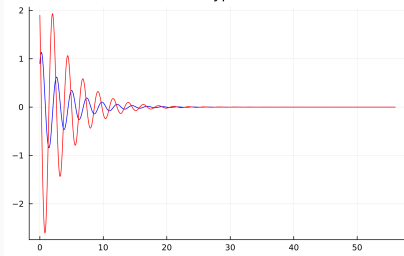


Случай 2.

Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы

$$\ddot{x} + 0.5\dot{x} + 7x = 0$$

Решение уравнения

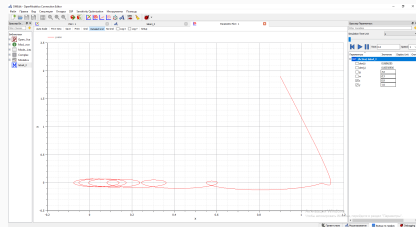
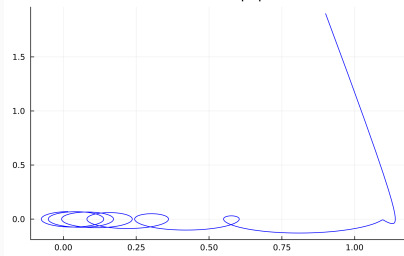


Случай 3.

Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

$$\ddot{x} + 7\dot{x} + 0.5x = 0.5 \sin 0.7t$$

Фазовый портрет

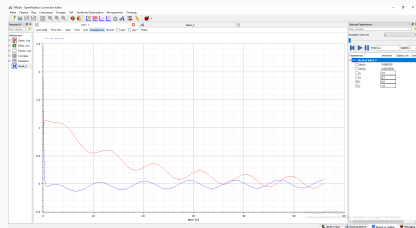
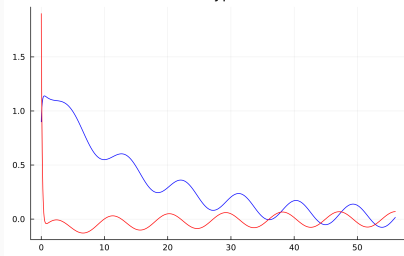


Случай 3.

Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

$$\ddot{x} + 7\dot{x} + 0.5x = 0.5 \sin 0.7t$$

Решение уравнения



Выводы по проделанной работе

В ходе выполнения лабораторной работы мы построили решения уравнений гармонического осциллятора, а также фазовые портреты для трех случаев:

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы
2. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и без действий внешней силы
3. Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы