## Отчет по Лабораторной Работе №4

### Модель Гармонических Колебаний

#### Озьяс Стев Икнэль Дани

## Цель работы

Построить фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора для следующих 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

## Задание

- 1. Изучать модель гармонических колебаний
- 2. Построить фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора

## Выполнение лабораторной работы

### Теоретические сведения

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:

$$x'' + 2 g x' + w^2 x = 0$$

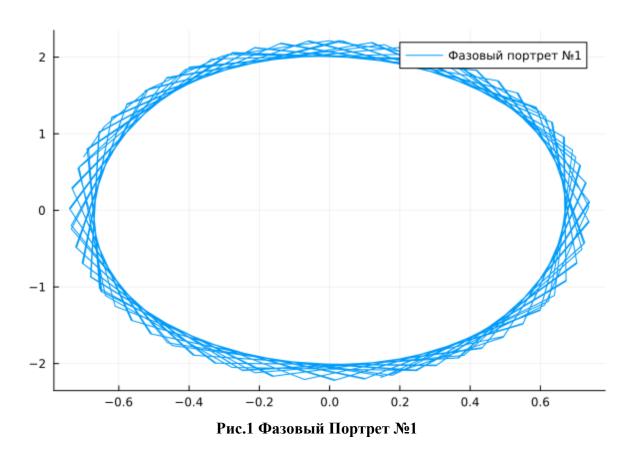
где x – переменная, описывающая состояние системы (смещение грузика, заряд конденсатора и т.д.), g – параметр, характеризующий потери энергии (трение в механической системе, сопротивление в контуре), w – собственная частота колебаний, t – время.

#### Решение

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

1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы

$$x'' + 9 x = 0$$



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

$$x'' + 5.5 x' + 4.4 x = 0$$

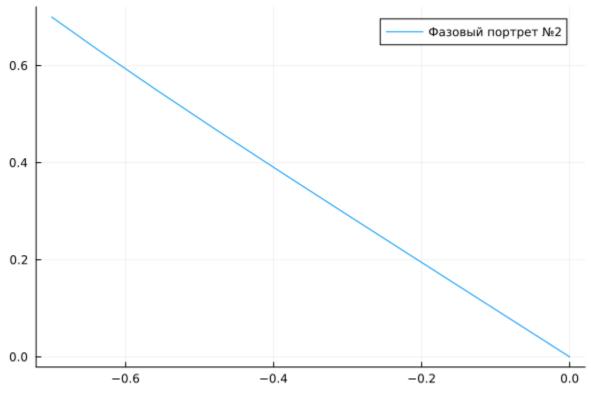


Рис.2 Фазовый Портрет №2

Колебания гармонического осциллятора с затуханием и под действием внешней силы

$$x'' + x' + 6x = 0$$

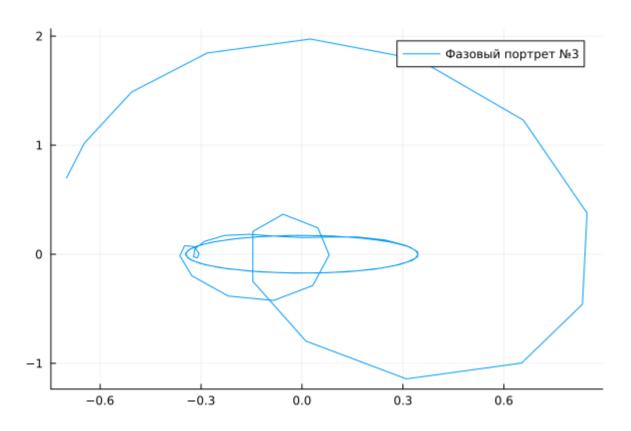


Рис.З Фазовый Портрет №3

# Код программы (Julia)

```
using Plots
using DifferentialEquations
```

#ПЕРВЫЙ СЛУЧАЙ

```
#Параметры осциллятора
#x" + g* x' + w^2* x = f(t)
#w - частота
#g - затухание

w = 3;
g = 0.00;

#Правая часть уравнения f(t)

function f(t)
    f = 0;
    return f;
end
```

```
#Вектор-функция f(t, x)
#для решения системы дифференциальных уравнений
\#x' = y(t, x)
#где х - искомый вектор
function F(du,u, p, t)
  du[1] = u[2];
  du[2] = -w.* w.* u[1] - g.* u[2] + f(t);
#Вектор начальных условий
\#x(t0) = x0
v0 = [-0.7; 0.7];
#Интервал на котором будет решаться задача
t = (0; 37);
#Решаем дифференциальные уравнения с начальным условием x(t0) = x0 на интервале t
#с правой частью, заданной у и записываем решение в матрицу х
prob = ODEProblem(F, v0, t);
sol = solve(prob);
#Переписываем отдельно х в у1, х' в у2
y1 = [];
y2 = [];
for values in sol.u
  push!(y1, values[1]);
  push!(y2, values[2]);
end
#Рисуем фазовый портрет: зависимость х(х')
display(plot(y1, y2, legend=:topright, label= "Фазовый портрет №1"));
savefig("image1.png")
#ВТОРОЙ СЛУЧАЙ
w = sqrt(4.4);
g = 5.5;
#Правая часть уравнения f(t)
```

```
function f(t)
  f = 0;
  return f;
end
#Вектор-функция f(t, x)
#для решения системы дифференциальных уравнений
\#x' = y(t, x)
#где х - искомый вектор
function F(du,u, p, t)
  du[1] = u[2];
  du[2] = -w.* w.* u[1] - g.* u[2] + f(t);
end
#Вектор начальных условий
\#x(t0) = x0
v0 = [-0.7; 0.7];
#Интервал на котором будет решаться задача
t = (0; 37);
#Решаем дифференциальные уравнения с начальным условием x(t0) = x0 на интервале t
#с правой частью, заданной у и записываем решение в матрицу х
prob = ODEProblem(F, v0, t);
sol = solve(prob);
#Переписываем отдельно х в у1, х' в у2
y1 = [];
y2 = [];
for values in sol.u
  push!(y1, values[1]);
  push!(y2, values[2]);
end
#Рисуем фазовый портрет: зависимость х(х')
display(plot(y1, y2, legend=:topright, label= "Фазовый портрет №2"));
savefig("image2.png")
#ТРЕТИЙ СЛУЧАЙ
```

```
w = sqrt(6);
q = 1;
#Правая часть уравнения f(t)
function f(t)
  f = 2*cos(0.5*t);
  return f;
end
#Вектор-функция f(t, x)
#для решения системы дифференциальных уравнений
\#x' = y(t, x)
#где х - искомый вектор
function F(du,u, p, t)
  du[1] = u[2];
  du[2] = -w.* w.* u[1] - g.* u[2] + f(t);
end
#Вектор начальных условий
\#x(t0) = x0
v0 = [-0.7; 0.7];
#Интервал на котором будет решаться задача
t = (0; 37);
#Решаем дифференциальные уравнения с начальным условием x(t0) = x0 на интервале t
#с правой частью, заданной у и записываем решение в матрицу х
prob = ODEProblem(F, v0, t);
sol = solve(prob);
#Переписываем отдельно х в у1, х' в у2
y1 = [];
y2 = [];
for values in sol.u
  push!(y1, values[1]);
  push!(y2, values[2]);
end
#Рисуем фазовый портрет: зависимость х(х')
display(plot(y1, y2, legend=:topright, label= "Фазовый портрет №3"));
```

savefig("image3.png")

## Выводы

В результате проделанной лабораторной работы мы познакомились с моделем гармонических колебаний. Проверили, как работает модель в различных ситуациях, построили фазовые портреты в рассматриваемых случаях..

# Список литературы

1. Гармонические\_колебания