Лабораторная работа №4

Модель гармонических колебаний

Абу Сувейлим Мухаммед Мунивочи
2 марта 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

Докладчик

- Абу Сувейлим Мухаммед Мунифович
- студент, НКНбд-01-21
- Российский университет дружбы народов
- 103221315@pfur.ru

Вводная часть

Актуальность

- Механика: В механике линейный гармонический осциллятор используется для описания множества физических систем, включая колебания пружинок, маятников, атомов в кристаллической решетке и многих других.
- Электродинамика: В электродинамике линейный гармонический осциллятор используется для описания электромагнитных колебаний в резонансных цепях, а также для анализа движения заряженных частиц в электромагнитных полях.

Объект и предмет исследования

- Объектом и предметом исследования является гармонический осциллятор как модель системы в физике и в многих других науках.

Цели и задачи

- Вариант 36: Постройте фазовый портрет гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора для следующих случаев:

  1. Колебания гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы $\ddot{x} + 6x = 0$;
  2. Колебания гармонического осциллятора c затуханием и без действий внешней силы $\ddot{x} + 6\dot{x} + 6x = 0$;
  3. Колебания гармонического осциллятора c затуханием и под действием внешней силы $\ddot{x} + 6\dot{x} + 12x = \sin 6t$.

  На интервале $t \in [0, 60]$ (шаг 0.05) с начальными условиями $x_0 = 0.6$ и $y_0 = 1.6$

Цели и задачи

- Описать код программы на Julia и OpenModelica

Материалы и методы

- Медведев Д. А., Куперштох А. Л., Прууэл Э. Р., Сатонкина Н. П., Карпов Д. И. Моделирование физических процессов и явлений на ПК: Учеб. пособие / Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2010. — 101 с
- Julia 1.10 Documentation // Julia URL: https://docs.julialang.org/en/v1/ (дата обращения: 24.02.2024).

Теоретическая обоснование по решению задачи

- Дано линейное однородное дифференциальное уравнение второго порядка $\ddot{x} + 2\gamma\dot{x} + \omega_0^2 x = F(t)$, где γ - параметр, характеризующий потери энергии; ω_0 - собственная частота; $F(t)$ - внешняя сила, действующая на осциллятор колебаний
- Необходимо перейти к системе из двух дифференциальных уравнений первого порядка

$$\begin{cases} \dot{x} = y, \\ \dot{y} = f(t) - \omega_0^2 x - 2\gamma\dot{x}. \end{cases}$$

Реализация на Julia

```
sing Plots
   using DifferentialEquations
   #x'' + g * x' + w^2 * x = f(t)
   #для колебании гармонического осциллятора с затуханием и под действием
   #g - затухание
   #w - частота
   #f(t) - внешняя сила, действующая на осциллятор

   w = 12
   g = 6

   function caseThree(du, u, p, t)
      x, y = u
      du[1] = u[2]
      du[2] = sin(6*t) -g*u[2] - w*u[1]
   end
   x0 = 0.6
   y0 = 1.6
   u0 = [x0, y0]
   tspan = (0, 60) #интервал временни
```

Реализация на Julia

```
probThree = ODEProblem(caseThree, u0, tspan)
    solThree = solve(probThree, dtmax = 0.05)
    X = [u[1] for u in solThree.u]
    Y = [u[2] for u in solThree.u]
    Time = [t for t in solThree.t]
    plt = plot(layout = (1, 2), dpi = 300, legend = false)
    plot!(
        plt[1],
        Time,
        X,
        title = "Решение Уравнения",
        color=:red)
    plot!(
        plt[2],
        X,
        Y,
        title = "Фазовый Портрет",
        color=:blue)
```

Реализация в OpenModelica

```
model lab4_3

    Real x;
    Real y;
    Real w = 12;
    Real g = 6;
    Real t = time;

    initial equation

    x = 0.6;
    y = 1.6;

    equation

    der(x) = y;
    der(y) = sin(6*t) - g*y - w*x;

    end lab4_3;
```

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы 1

- Моделирование на Julia

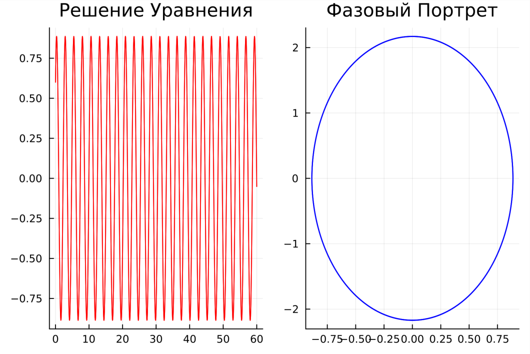

Figure 1: Case One Julia

Модель колебаний гармонического осциллятора без затуханий и без действий внешней силы 2

- Моделирование на OpenModelica

Вывод

- Движение грузика на пружинке, а также эволюция во времени многих систем можно описать одним и тем же дифференциальным уравнением, которое в теории колебаний выступает в качестве основной модели
- Можно построить моделт гармонического колебаний осциллятора без затуханий / с затуханием и без действий / под действием внешней силы