

# Front matter

title: "Лабораторная работа №4" subtitle: "Модель гармонических колебаний" author: "Коротун Илья Игоревич"

# Generic otions

lang: ru-RU toc-title: "Содержание"

# Bibliography

bibliography: bib/cite.bib csl: pandoc/csl/gost-r-7-0-5-2008-numeric.csl

# Pdf output format

toc: true # Table of contents toc-depth: 2 lof: true # List of figures lot: true # List of tables fontsize: 12pt linestretch: 1.5  
papersize: a4 documentclass: screprt

# I18n polyglossia

polyglossia-lang: name: russian options: - spelling=modern - babelshorthands=true polyglossia-otherlangs: name:  
english

# I18n babel

babel-lang: russian babel-otherlangs: english

# Fonts

mainfont: PT Serif romanfont: PT Serif sansfont: PT Sans monofont: PT Mono mainfontoptions: Ligatures=TeX  
romanfontoptions: Ligatures=TeX sansfontoptions: Ligatures=TeX,Scale=MatchLowercase monofontoptions:  
Scale=MatchLowercase,Scale=0.9

# Biblatex

biblatex: true biblio-style: "gost-numeric" biblatexoptions:

- parenttracker=true
- backend=biber
- hyperref=auto
- language=auto
- autolang=other\*
- citestyle=gost-numeric

# Pandoc-crossref LaTeX customization

figureTitle: "Рис." tableTitle: "Таблица" listingTitle: "Листинг" lofTitle: "Список иллюстраций" lotTitle: "Список  
таблиц" lolTitle: "Листинги"

# Misc options

indent: true header-includes:

- \usepackage{indentfirst}
- \usepackage{float} # keep figures where there are in the text
- \floatplacement{figure}{H} # keep figures where there are in the text

# Цель работы

Ознакомится с материалом и на основе полученных знаний выполнить Лабораторную работу №4(Построение фазового портрета гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора).

# Задание

Вариант № 29

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

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

Рисунок1 { #случай 1 }

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

Рисунок2 { #случай 2 }

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

Рисунок3 { #случай 3 }

На интервале  $t \in [0;38]$  (шаг 0.05) с начальными условиями  $x_0 = 0.9$ ,  $y_0 = -1.9$

# Теоретическое введение

Движение груза 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:

Рисунок4 { # уравнение }

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

# Выполнение лабораторной работы

Julia:

Для начала введем необходимые библиотеки

using DifferentialEquations using Plots

Зададим начальные данные

p1 = [0, 5.1] p2 = [0.9, 2.0] p3 = [0.9, 1.9]

tspan = (0,38) x0 = [-1.9, 0.9]

Также зададим значение внешних сил

$$f(t) = 3.3\cos(5t)$$

Затем введем 2 функции. Первая для колебания без действия внешних сил, а вторая с этим действием.

```
function funk(dx,x,p,t) gamma, w = p dx[1] = x[2] dx[2] = -w .* x[1] - gamma .* x[2] end
```

```
function funk2(dx,x,p,t) gamma, w = p dx[1] = x[2] dx[2] = -w .* x[1] - gamma .* x[2] .+ f(t) end
```

Затем распишем решение и вывод графиков для трех случаев

```
problem1 = ODEProblem(funk, x0, tspan, p1) solution = solve(problem1, dtmax = 0.05)
```

```
problem2 = ODEProblem(funk, x0, tspan, p2) solution2 = solve(problem2, dtmax = 0.05)
```

```
problem3 = ODEProblem(funk2, x0, tspan, p3) solution3 = solve(problem3, dtmax = 0.05)
```

```
plot(solution)
```

Рисунок5{ # Колебания гармонического осциллятора случай 1 }

```
plot(solution, vars = (2,1))
```

Рисунок6{ # Фазовый портрет случай 1 }

```
plot(solution2)
```

Рисунок7{ # Колебания гармонического осциллятора случай 2 }

```
plot(solution2, vars = (2,1))
```

Рисунок8{ # Фазовый портрет случай 2 }

```
plot(solution3)
```

Рисунок9{ # Колебания гармонического осциллятора случай 3 }

```
plot(solution3, vars = (2,1))
```

Рисунок10{ # Фазовый портрет случай 3 }

## Теперь построим такой же график в OpenModelica

Рисунок11{ # Случай 1 }

### Результат

Рисунок12{ # Колебания гармонического осциллятора случай 1 }

Рисунок17{ # Фазовый портрет случай 1 }

Рисунок13{ # Случай 2 }

### Результат

Рисунок14{ # Колебания гармонического осциллятора случай 2 }

Рисунок18{ # Фазовый портрет случай 2 }

Рисунок15{ # Случай 3 }

## Результат

Рисунок16{ # Колебания гармонического осциллятора случай 3 }

Рисунок19{ # Фазовый портрет случай 3 }

## Выводы

Я ознакомился с материалом и на основе полученных знаний выполнил Лабораторную работу №4 (Построение фазового портрета гармонического осциллятора и решение уравнения гармонического осциллятора).

## Список литературы{.unnumbered}

::: {#refs} :::