

Лабораторная работа №4

Презентация

Дзахмишев Камбулат Заурович

5 апреля 2025

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Дзахмишев Камбулат Заурович
- студент 3 курса
- Российский университет дружбы народов
- 1132221887@pfur.ru
- https://github.com/kzdzakhmishev/study_2024-2025_simmod

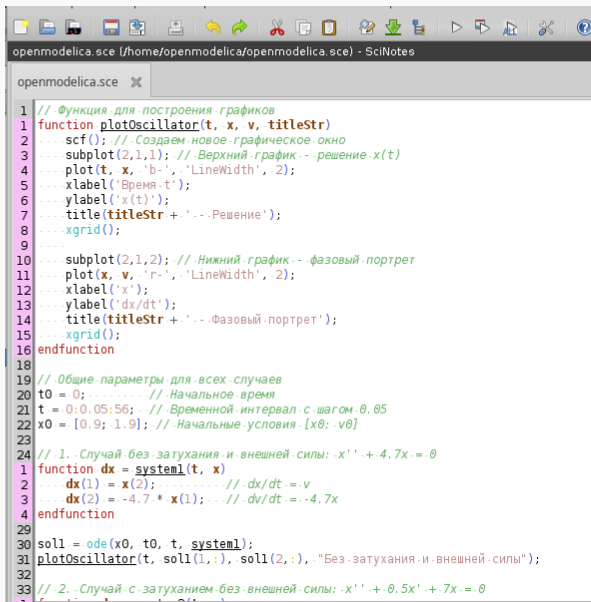
Вариант № 28

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) с начальными условиями $x_0 = 0.9, y_0 = 1.9$

Выполнение лабораторной работы

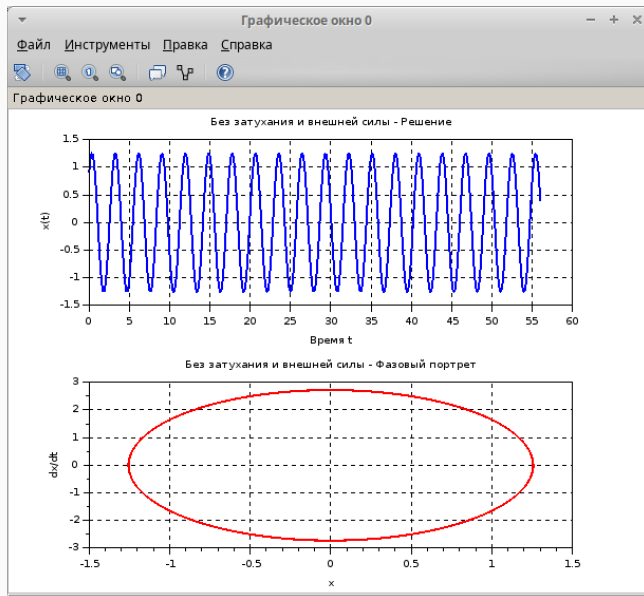


```
openmodelica.sce (/home/openmodelica/openmodelica.sce) - SciNotes
openmodelica.sce
1 // -Функция -для -построения -графиков
1 function plotOscillator(t, x, v, titleStr)
2 --- scf(); // -Создаем -новое -графическое -окно
3 --- subplot(2,1,1); // -Верхний -график -- решение -x(t)
4 plot(t, x, 'b-', 'LineWidth', 2);
5 --- xlabel('Время -t');
6 --- ylabel('x(t)');
7 --- title(titleStr + ' -- Решение');
8 --- xgrid();
9 ---
10 --- subplot(2,1,2); // -Нижний -график -- фазовый -портрет
11 plot(x, v, 'r-', 'LineWidth', 2);
12 --- xlabel('x');
13 --- ylabel('dx/dt');
14 --- title(titleStr + ' -- Фазовый -портрет');
15 --- xgrid();
16 endfunction
17
18 // -Общие -параметры -для -всех -случаев
19 t0 = 0; --- // -Начальное -время
20 t = 0:0.05:56; --- // -Временной -интервал -с -шагом -0.05
21 x0 = [0.9; 1.9]; // -Начальные -условия -[x0; -v0]
22
23
24 // -1. -Случай -без -затухания -и -внешней -силы: -x'' + 4.7x = 0
25 function dx = system1(t, x)
26 --- dx(1) = x(2); --- // -dx/dt = v
27 --- dx(2) = -4.7 * x(1); --- // -dv/dt = -4.7x
28 endfunction
29
30 soll = ode(x0, t0, t, system1);
31 plotOscillator(t, soll(1,:), soll(2,:), '- "Без -затухания -и -внешней -силы"');
32
33 // -2. -Случай -с -затуханием -без -внешней -силы: -x'' + 0.5x' + 7x = 0
```

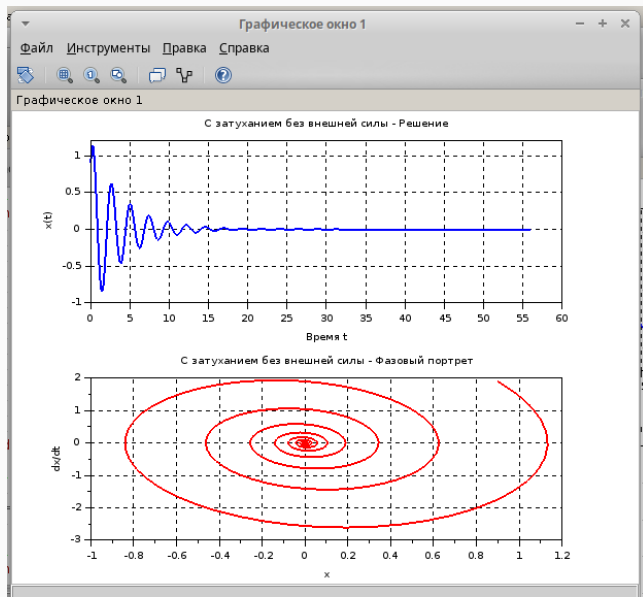
Выполнение лабораторной работы

```
openmodelica.sce X
18
19 // -Общие-параметры-для-всех-случаев
20 t0 = 0; ..... // -Начальное-время
21 t = 0:0.05:56; // -Временной-интервал-с-шагом-0.05
22 x0 = [0.9; 1.9]; // -Начальные-условия-[x0; -v0]
23
24 // -1.-Случай-без-затухания-и-внешней-силы: -x'' + 4.7x = -0
1 function dx = system1(t, x)
2   ....dx(1) = x(2); ..... // -dx/dt = -v
3   ....dx(2) = -4.7 * x(1); ..... // -dv/dt = -4.7x
4 endfunction
29
30 sol1 = ode(x0, t0, t, system1);
31 plot0scillator(t, sol1(1,:), sol1(2,:), "-Без-затухания-и-внешней-силы");
32
33 // -2.-Случай-с-затуханием-без-внешней-силы: -x'' + 0.5x' + 7x = -0
1 function dx = system2(t, x)
2   ....dx(1) = x(2); ..... // -dx/dt = -v
3   ....dx(2) = -0.5*x(2) - 7*x(1); ..... // -dv/dt = -0.5v - 7x
4 endfunction
38
39 sol2 = ode(x0, t0, t, system2);
40 plot0scillator(t, sol2(1,:), sol2(2,:), "-С-затуханием-без-внешней-силы");
41
42 // -3.-Случай-с-затуханием-и-внешней-силой: -x'' + 7x' + 0.5x = -0.5*sin(0.7t)
1 function dx = system3(t, x)
2   ....dx(1) = x(2); ..... // -dx/dt = -v
3   ....dx(2) = -7*x(2) - 0.5*x(1) + 0.5*sin(0.7*t); ..... // -dv/dt = -7v - 0.5x + 0.5sin(0.7t)
4 endfunction
47
48 sol3 = ode(x0, t0, t, system3);
49 plot0scillator(t, sol3(1,:), sol3(2,:), "-С-затуханием-и-внешней-силой");
50
```

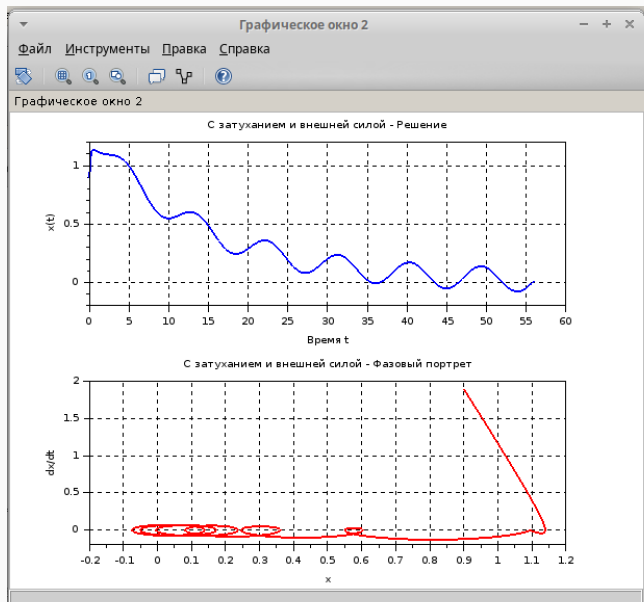
Выполнение лабораторной работы



Выполнение лабораторной работы



Выполнение лабораторной работы



Выполнение лабораторной работы

```
using DifferentialEquations ✓

using Plots ✓

# Функция для построения графиков

plot_oscillator (generic function with 1 method)
function plot_oscillator(sol, title)
    p1 = plot(sol, idxs=(0,1), xlabel="Время t", ylabel="x(t)",
              title="Решение: $title", legend=false, linewidth=2)

    p2 = plot(sol, idxs=(1,2), xlabel="x", ylabel="x'",
              title="Фазовый портрет: $title", legend=false, linewidth=2)

    plot(p1, p2, layout=(2,1), size=(800,600))
end

# Общие параметры

tspan = ▶ (0.0, 56.0)
tspan = (0.0, 56.0)

tstep = 0.05
tstep = 0.05

x0 = ▶ [0.9, 1.9]
x0 = [0.9, 1.9] # x(0)=0.9, x'(0)=1.9

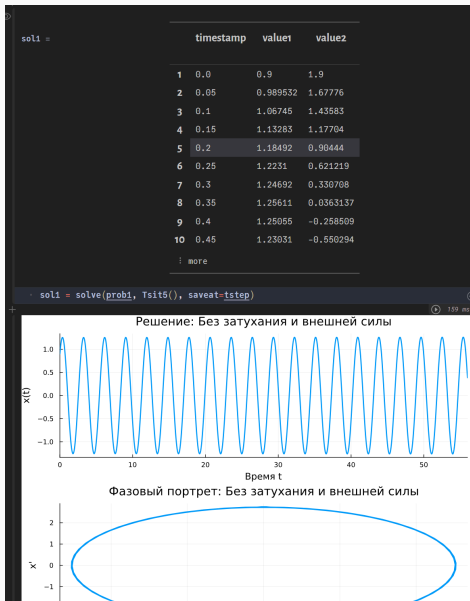
# 1. Случай без затухания и внешней силы:  $x'' + 4.7x = 0$ 

oscillator1! (generic function with 1 method)
function oscillator1!(du, u, p, t)
    x, v = u
    du[1] = v # dx/dt = v
    du[2] = -4.7 * x # dv/dt = -4.7x
end

probi = ODEProblem{Float64}(oscillator1!, x0, tspan)
Non-trivial mass matrix: false
timespan: (0.0, 56.0)
u0: 2-element Vector{Float64}:
 0.9
 1.9

probi = ODEProblem(oscillator1!, x0, tspan)
```

Выполнение лабораторной работы



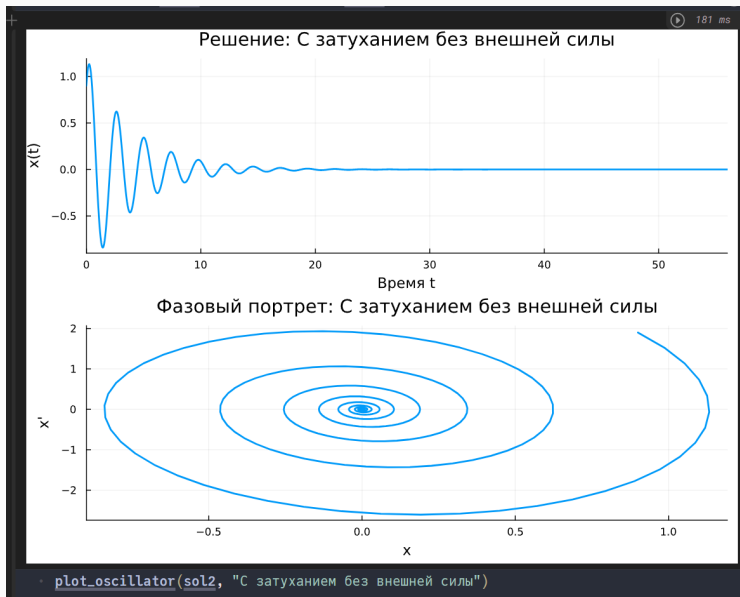
Выполнение лабораторной работы

```
plot_oscillator(sol1, "Без затухания и внешней силы")  
  
# 2. Случай с затуханием без внешней силы:  $x'' + 0.5x' + 7x = 0$   
  
oscillator2! (generic function with 1 method)  
function oscillator2!(du, u, p, t)  
    x, v = u  
    du[1] = v          #  $dx/dt = v$   
    du[2] = -0.5*v - 7*x #  $dv/dt = -0.5v - 7x$   
end  
  
prob2 = ODEProblem{uType Vector{Float64} and tType Float64, In-place: true,  
    Non-trivial mass matrix: false,  
    timespan: (0.0, 56.0),  
    u0: 2-element Vector{Float64}:  
    0.9  
    1.9  
    }  
prob2 = ODEProblem{oscillator2!, x0, tspan}  
  
sol2 =  


|    | timestamp | value1   | value2     |
|----|-----------|----------|------------|
| 1  | 0.0       | 0.9      | 1.9        |
| 2  | 0.05      | 0.985751 | 1.52657    |
| 3  | 0.1       | 1.05237  | 1.13602    |
| 4  | 0.15      | 1.09919  | 0.735508   |
| 5  | 0.2       | 1.12588  | 0.332187   |
| 6  | 0.25      | 1.13248  | -0.0669059 |
| 7  | 0.3       | 1.11937  | -0.454991  |
| 8  | 0.35      | 1.08727  | -0.825645  |
| 9  | 0.4       | 1.0372   | -1.17289   |
| 10 | 0.45      | 0.970458 | -1.49133   |
|    | ⋮ more    |          |            |

  
sol2 = solve(prob2, Tsit5(), saveat=tspan)
```

Выполнение лабораторной работы



Выполнение лабораторной работы

```
# 3. Случай с затуханием и внешней силой:  $x'' + 7x' + 0.5x = 0.5\sin(0.7t)$ 

oscillator3! (generic function with 1 method)

function oscillator3!(du, u, p, t)
    x, v = u
    du[1] = v                #  $dx/dt = v$ 
    du[2] = -7*v - 0.5*x + 0.5*sin(0.7*t) #  $dv/dt = -7v - 0.5x + 0.5\sin(0.7t)$ 
end

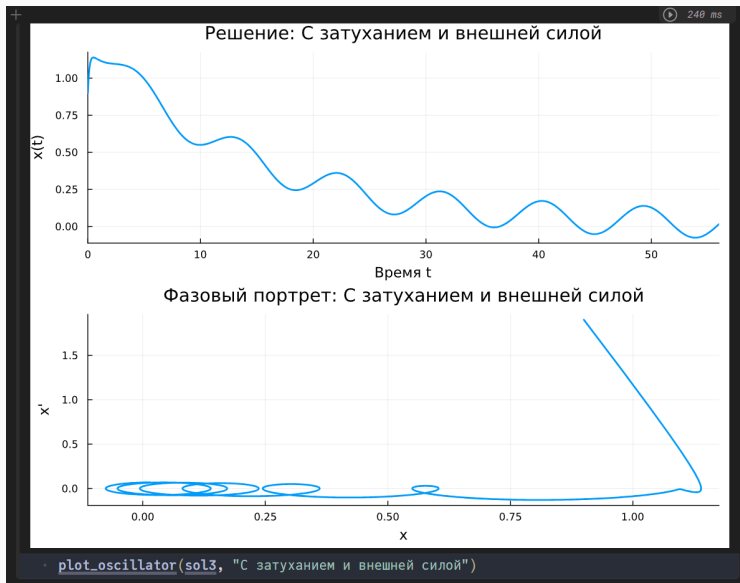
prob3 = ODEProblem{Float64, Vector{Float64}, Tuple{Float64, Float64}, Vector{Float64}}(oscillator3!, [0.9, 1.9], (0.0, 56.0))

prob3 = ODEProblem{Float64, Vector{Float64}, Tuple{Float64, Float64}, Vector{Float64}}(oscillator3!, [0.9, 1.9], (0.0, 56.0))

sol3 = solve(prob3, Tsit5(), saveat=0.05)
```

	timestamp	value1	value2
1	0.0	0.9	1.9
2	0.05	0.979644	1.31937
3	0.1	1.03477	0.909661
4	0.15	1.07261	0.620546
5	0.2	1.09825	0.416957
6	0.25	1.1153	0.273787
7	0.3	1.12633	0.173334
8	0.35	1.13314	0.103081
9	0.4	1.137	0.0541898
10	0.45	1.13881	0.0203801
	⋮ more		

Выполнение лабораторной работы



В ходе данной лабораторной работы построил модель гармонического осцилятора с разными параметрами в обеих средах программирования и вывел графики и фазовые портреты при соблюдении разных условий работы маятника.