

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего  
профессионального образования**

**Московский Авиационный Институт (Национальный  
Исследовательский Университет)**

**Факультет №8**

**«Информационные технологии и прикладная математика»**

**Кафедра 802**

**«Мехатроника и теоретическая механика»**

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

**по курсу «Теоретическая механика»**

**IV семестр**

Выполнил студент

2-го курса, 205-ой  
группы

Махмудов О. С.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Преподаватель

Беличенко М. В.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

Работа защищена

«\_\_»\_\_\_\_\_ 2019

Оценка\_\_\_\_\_

Москва, 2020

## Задание

12. Задавая численные значения параметров и начальные условия:  $m = 0,1$  кг,  $\ell_1 = \ell_2 = 0,5$  м,  $c = 5$  Н/м,  $t_0 = 0$ ,  $\varphi_0 = \pi/10$ ,  $\psi_0 = \pi/10$ ,  $\dot{\varphi}_0 = \dot{\psi}_0 = 0$ , составить программу решения системы дифференциальных уравнений и на ЭВМ построить зависимости  $\varphi(t)$ ,  $\psi(t)$ ,  $N(t)$ .

### Исходный код

Функция, где производятся вычисления дифференциальных уравнений:

```
function yt=sys(t,y)
global m l0 l1 l2 c g
yt(1)=y(3); % Первая пара из четырёх уравнений полученной системы
yt(2)=y(4);

a11=2*l1;
a12=l2*cos(y(2)-y(1)); % коэффициенты выписанной системы
a21=l1*cos(y(2)-y(1));
a22=l2;

b1=y(4)^2*l2*sin(y(2)-y(1)) - (2*g + (c*l1/m)*cos(y(1)))*sin(y(1));
b2=-1*y(3)^2*l1*sin(y(2)-y(1)) - g*sin(y(2));
det=a11*a22-a12*a21;

yt(3)=(b1*a22-b2*a12)/det; % вторая пара уравнений из полученной системы
yt(4)=-(b1*a21-b2*a11)/det;
yt=yt.'; % транспонируем результат, чтобы выдать его в виде строки
end
```

Функция где происходит анимация системы:

```
global m l0 l1 l2 c g % Параметры системы бъявим глобальными переменными
g = 9.8; % Ускорение свободного падения
m = 0.1; % Масса точки M1 и M2
l0 = 1; % Длина пружины
l1 = 0.5; % Длина стержня 1
l2 = 0.5; % Длина стержня 2
c = 5; % Жёсткость пружины

y0 = [3.14/10, 3.14/10, 0, 0]; % Начальные условия фи, кси, дфи, дкси
t0 = 0; % Начальное время интегрирования (сек)
grstep = 0.01; % Шаг выдачи результатов интегрирования (сек)
tfin = 20; % Конечное время интегрирования
tout=[t0:grstep:tfin]; % создадим массив моментов времени
```

```

[t,y]=ode45(@sys,tout,y0);

phi=y(:,1); % для удобства введём величины фи и кси
psi=y(:,2);

axis equal
xlim([-2 2])
ylim([-2 2])
xlim manual
ylim manual
hold on

plot([0 20],[0 0]);
plot([0 0],[0 -20]);

O = plot(0,0,'blacko','markerfacecolor','black');
A = plot(11*sin(phi(1)),-1*11*cos(phi(1)),'go','markerfacecolor','green');
B = plot(11*sin(phi(1)) + 12*sin(psi(1)), -1*11*cos(phi(1)) -
1*12*cos(psi(1)),'bo','markerfacecolor','blue');
D = plot(-10, -1*11*cos(phi(1)),'go');
OA = plot([0 11*sin(phi(1))],[0 -1*11*cos(phi(1))],'yellow');
DA = plot([-10 11*sin(phi(1))],[-1*11*cos(phi(1)) -1*11*cos(phi(1))],'green');
AB = plot([11*sin(phi(1)) 11*sin(phi(1)) + 12*sin(psi(1))],[-1*11*cos(phi(1)) -1*11*cos(phi(1)) -
1*12*cos(psi(1))],'black');

figure;
plot(t,y);
legend('Фи', 'Кси', 'Фи*', 'Кси*');
title('Решения диф. уравнения');
grid on;
xlabel('t');
ylabel('y');

for i=1:length(t)
    res = sys(t(i),y(1,:));
    phit = res(1);
    psit = res(2);
    phitt = res(3);
    psitt = res(4);
end

N = m.*(g.*cos(psi)- 11.*(phitt.*sin(psi-phi)- phit.*phit.*cos(psi-phi)) + 12.*psit.*psit);

figure;
plot(t,N);
title('Реация N');
grid on;
xlabel('t');
ylabel('N');

for i=1:length(t)
    set(A,'XData',11*sin(phi(i)),'YData',-1*11*cos(phi(i)));

```

```

set(B,'XData',11*sin(phi(i)) + 12*sin(psi(i)),'YData',-1*11*cos(phi(i)) - 1*12*cos(psi(i)));
set(D,'YData',-1*11*cos(phi(i)),'markerfacecolor',[0.91076*(sin(t(i)))^2 0.1364
0.756543*(cos(t(i)))^2]);
set(OA,'XData',[0 11*sin(phi(i))],'YData',[0 -1*11*cos(phi(i))]);
set(DA,'XData',[-10 11*sin(phi(i))],'YData',[-1*11*cos(phi(i)) -1*11*cos(phi(i))]);
set(AB,'XData',[11*sin(phi(i)) 11*sin(phi(i)) + 12*sin(psi(i))],'YData',[-1*11*cos(phi(i)) -
1*11*cos(phi(i)) - 1*12*cos(psi(i))]);
pause(0.01);
end

```

## Скриншоты работы программы

