

Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
Институт № 8 «Информационные технологии и прикладная математика»

Лабораторная работа №3
по курсу «Теоретическая механика»
Динамика системы

Выполнила студентка группы М8О-205Б-19

Данилова Татьяна Михайловна

Преподаватель: Беличенко Михаил Валериевич

Оценка: _____

Дата: 20 июня 2021 г.

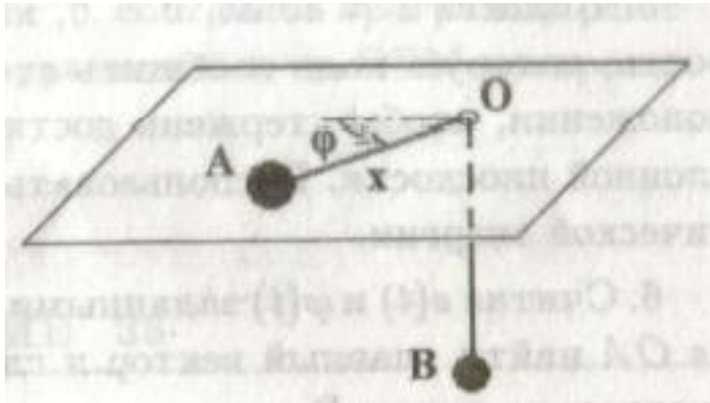
Москва, 2021

Вариант № 36

Задание:

Численно решить дифференциальные уравнения движения механической системы в среде Octave (или Matlab), сделать задание №12 курсовой и построить анимацию движения системы.

Механическая система:



Текст программы:

Основная (lab2.m):

```
global m1 m2 k g % Параметры наших
% уравнений динамики делаем глобальными,
% чтобы передать их в Функцию уравнений.
m1 = 4; % Задаём значения параметров
m2 = 1; % всякие массы, длины,
k = 0;
g = 9.81;

tstep = 0.01; % Задаём сетку по времени
tfin = 15; % В эти моменты времени нам
tout = 0:tstep:tfin; % выдадут результат
% интегрирования

y0 = [0.5 0 2 0.2]; % Задаём начальные
% условия для наших переменных
% y1_0, y2_0, y3_0, y4_0
% x, phi, x', phi'

[t,y] = ode45(@f,tout,y0); % вызываем
% решатель уравнений. Его аргументы:
% f - f(t,y) - функция с уравнениями,
% по t и y выдаёт y';
% tout - сетка по времени - моменты
% времени, в которые нам выдадут
% значения y;
% y0 - вектор начальных значений.
% Результат: t = tout,
% y - матрица. Первый столбец
% y(:,1) - s
% y(:,2) - phi
% y(:,3) - s'
% y(:,4) - phi'
```

```

X = y(:,1);      % Запишем результат
Phi = y(:,2);    % интегрирования в
Xt = y(:,3);     % удобные понятные
Phit = y(:,4);   % переменные

for i=1:length(t) % Для вычисления нужных
    Res = f(t(i),y(i,:)); % реакций требуются
    Xt(i,1) = Res(3);     % ещё x"
end

N = m1*(X.*(Phit.^2)-Xt)-k.*Xt;

figure          % Построим графики зависимостей
subplot(4,1,1) % координат и реакции от времени.
plot(t,X)       % Команда сабплот рисует несколько
title('X(t) при k=0'); % отдельных графиков в одном окне.
subplot(4,1,2) % subplot(m,n,k): окно разбито на
plot(t,Phi)     % m "строк", n "столбцов",
title('Phi(t) при k=0'); % k - номер активного окна, куда
subplot(4,1,3) % сейчас будем рисовать
plot(t,N)
title('N(t) при k=0');

%ЗАВИСИМОСТИ
x = X;
phi = Phi;

%СТОЛ
figure
TableX = [5,5,5,5,5];
TableY = [5,5,5,5,5];
TableZ = [0,0,0,0,0];
plot3(TableX,TableY,TableZ);

% Косметика окна
hold on
axis equal
xlim([-1 3])
ylim([-1 3])
zlim([-1 0])
xlim manual
ylim manual
zlim manual

%ТОЧКИ
x0 = 1;
y0 = 1;
z0 = 0;
plot3(x0,y0,z0,'k.','markersize',20);
xA = x0-x.*cos(phi);
yA = y0-x.*sin(phi);
zA = 0;
A = plot3(xA(1),yA(1),zA,'k.','markersize',50)
xB = 1;
yB = 1;
zB = -1+(x);
B = plot3(xB,yB,zB(1),'k.','markersize',50)

%НИТИ
OA = plot3([x0 xA(1)], [y0 yA(1)], [z0 zA]);
OB = plot3([x0 xB], [y0 yB], [z0 zB(1)]);

```

```

for i=1:length(t)
    set(A, 'XData', xA(i), 'YData', yA(i), 'ZData', zA);
    set(B, 'XData', xB, 'YData', yB, 'ZData', zB(i));
    set(OA, 'XData', [xO xA(i)], 'YData', [yO yA(i)], 'ZData', [zO zA]);
    set(OB, 'XData', [xO xB], 'YData', [yO yB], 'ZData', [zO zB(i)]);
    pause(0.05);
end

```

Функция (f.m):

```

function yt = f(t,y)
% представим систему уравнений движения в виде
% линейной относительно вторых производных
% системы  $A \cdot q'' = B$ , где
%  $q = (x; \phi)$ ,  $A = A(x, \phi)$ ,
%  $B = B(x, \phi, x', \phi')$ :
%
%  $a_{11} \cdot x'' + a_{12} \cdot \phi'' = b_1$ 
%  $a_{21} \cdot x'' + a_{22} \cdot \phi'' = b_2$ 

global m1 m2 g k; % требуемые параметры

yt(1)=y(3); % тривиальные
yt(2)=y(4); % уравнения

a12=0; % коэффициенты уравнений движения
a11=m1+m2;
b1=m1*y(1)*(y(4))^2-k*y(3)-m2*g;

a21=0;
a22=m1*y(1);
b2=-2*y(3)*y(4)*m1-k*y(1)*y(4);

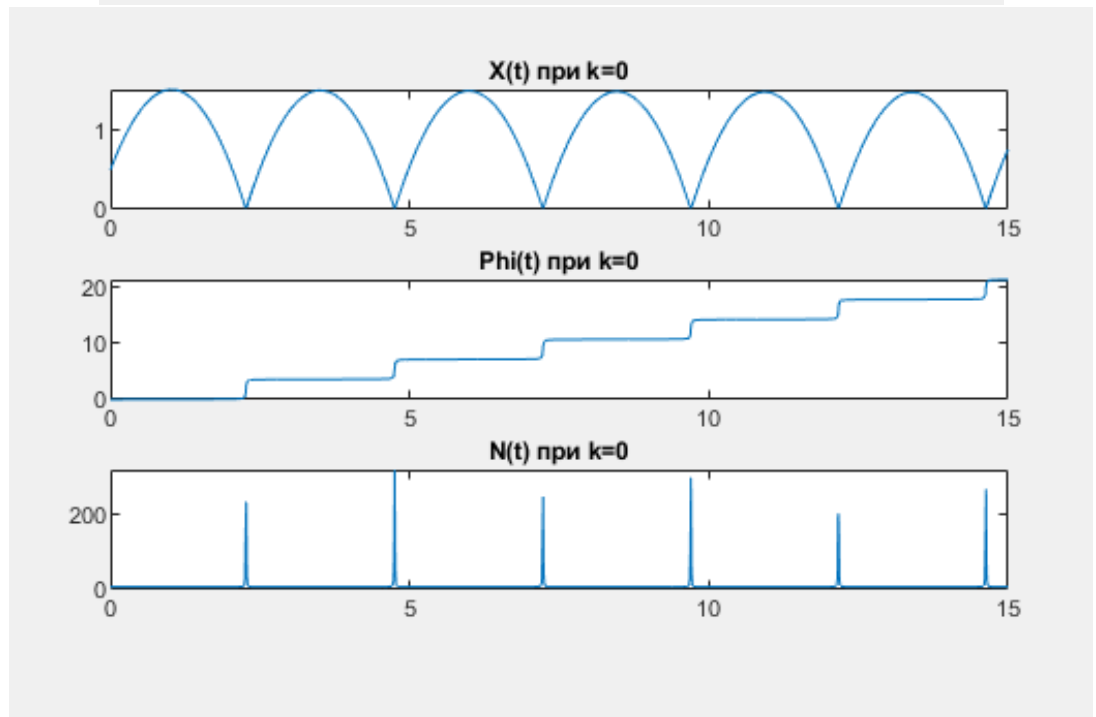
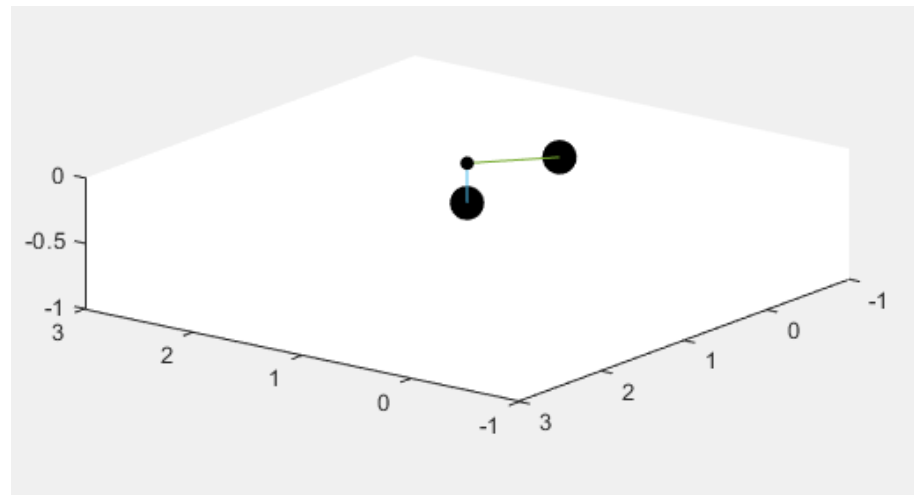
A=[a11 a12;a21 a22]; % решим систему
A1=[b1 a12;b2 a22]; % линейных уравнений
A2=[a11 b1;a21 b2]; % методом Крамера

yt(3)=det(A1)/det(A);
yt(4)=det(A2)/det(A);
yt=yt'; % в ответ выдаём строку

```

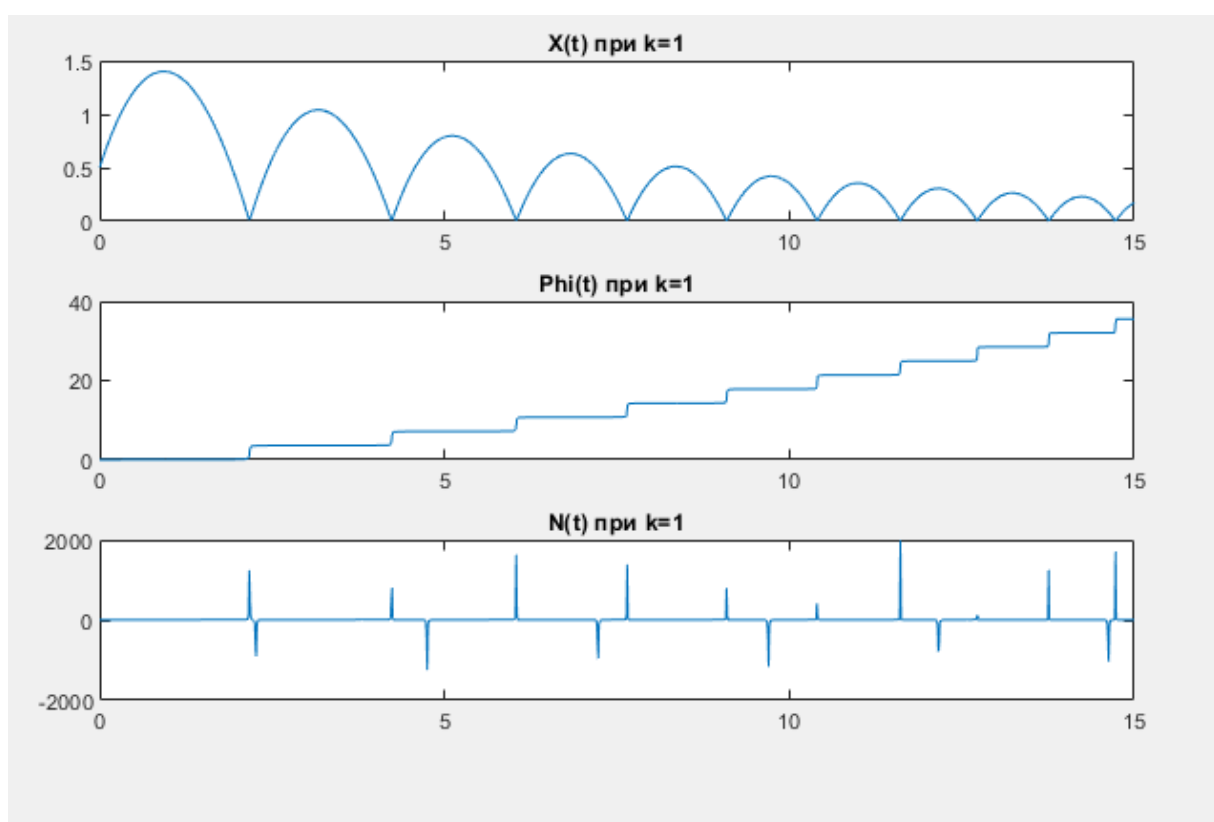
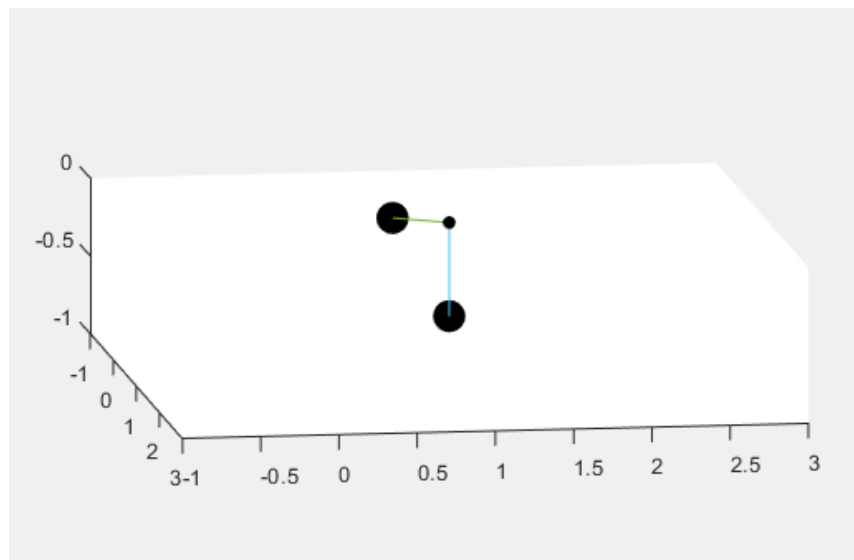
Результат работы:

- 1) $m_1 = 4$; $m_2 = 1$; $k = 0$; $g = 9.81$;
 $y_0 = [0.5 \ 0 \ 2 \ 0.2]$;



Результат: При $k=0$ система будет двигаться бесконечно (т.к. колебания не затухают).

- 2) $m_1 = 4$; $m_2 = 1$; $k = 1$; $g = 9.81$;
 $y_0 = [0.5 \ 0 \ 2 \ 0.2]$;



Результат: При $k=1$ колебания будут затухать и с течением времени система придет в состояние покоя.