МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ   
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»

(БГТУ им. В.Г. Шухова)

Кафедра программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем

Лабораторная работа 2

по дисциплине: Системное моделирование

тема: «Поведение механических систем в динамике»

Выполнил: ст. группы ПВ-223

Игнатьев Артур Олегович

Проверили:

Полунин Александр Иванович

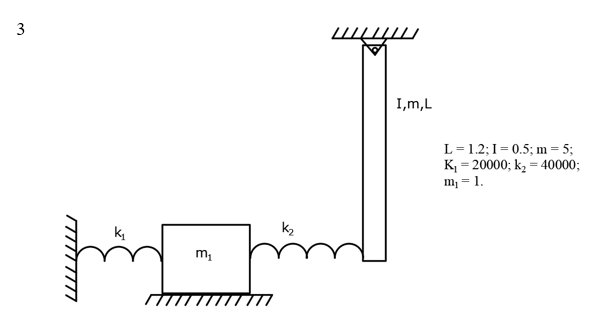
Белгород 2024 г.

Задание

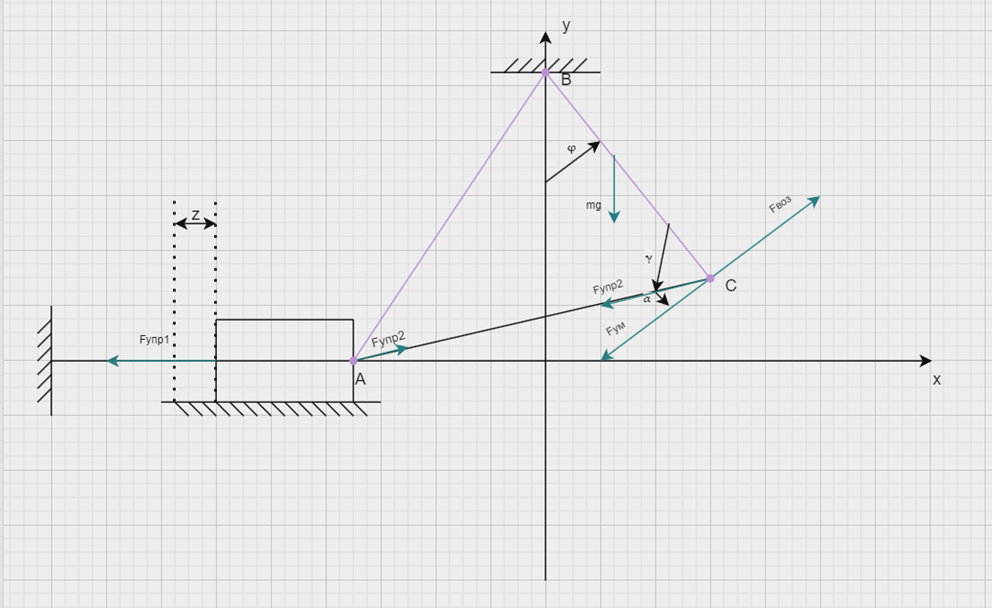
Вариант №3

Задачи:

1. Разработать математическую модель, описывающую поведение элементов механической системы (конкретный вариант табл. 1) и расчетный алгоритм.
2. Разработать программу на основании математической модели, отладить ее и произвести расчёты при разных параметрах системы.



1. Разработать математическую модель, описывающую поведение элементов механической системы в статике при действии возмущающей силы или момента (конкретный вариант табл. 1). Если в системе есть угловое движение, то возмущением является момент, приложенный к элементу с угловым движением, если нет, то сила, приложенная к элементу с линейным движением



Данная система имеет две степень свободы. Угловую координату, задающую отклонение балки от вертикали, обозначим через , положительное направление против часовой стрелки. Чтобы составить уравнение равновесия нужно знать моменты всех сил.

Значение найдем как разницу длины пружины в деформированном и недеформированном состояниях

Величину *СА* найдем как расстояние между точками *С* и *А*. Для этого введем систему координат *Oxy*.

Тогда координаты точек:

А длинна:

Компонента *F*ум силы *F*у, перпендикулярная балке, создает вращающий момент. Поэтому надо найти проекцию силы *Fу* на перпендикуляр к балке. Обозначим угол между *Fу* и перпендикуляром через α. Величину α можно найти, вычислив угол γ между вектором силы *F*у и балкой. Используем для этого теорему косинусов. Имеем:

Момент силы находим по формуле:

Компонент гравитационной силы, создающей вращающий момент, вычислим по зависимости

а момент этой силы

Система дифференциальных уравнений 2 порядка имеет вид:

Система дифференциальных уравнений 1 порядка:

Где – угловая скорость, а V – линейная скорость.

* + - 1. Разработать программу на основании математической модели, отладить ее и произвести расчёты при разных параметрах системы.

Код программы:

import math  
  
import numpy  
from scipy.integrate import odeint  
import numpy as np  
import matplotlib.pyplot as plt  
  
m = 5  
m1 = 1  
L = 1.2  
n = 0.5  
k1 = 20000  
k2 = 40000  
g = 9.80665  
I = 0.5  
P = 0 # сила воздействия  
  
  
def f(solve, time):  
 global m  
 global L  
 global m1  
 global n  
 global k1  
 global k1  
 global g  
 global I  
 global P  
  
 w\_dt, phi\_dt, V\_dt, x\_dt = solve  
  
 M\_voz = L \* P  
  
 Fmg = m \* g \* math.sin(phi\_dt)  
  
 Mg = -0.5 \* L \* Fmg  
  
 CA = math.sqrt(abs((L \* math.sin(phi\_dt) + n - x\_dt) \*\* 2 + ((L - (L \* math.cos(phi\_dt))) \*\* 2)))  
  
 delt\_l = CA - n  
  
 Fy1 = k1 \* x\_dt  
 Fy2 = k2 \* delt\_l  
  
 AB = math.sqrt(n \*\* 2 + L \*\* 2)  
  
 gama = np.arccos(np.clip((CA \*\* 2 + L \*\* 2 - AB \*\* 2) / (2 \* CA \* L), -1, 1))  
  
 alpha = abs(math.pi / 2 - gama)  
  
 Fym = Fy2 \* math.cos(alpha)  
  
 My2 = -Fym \* math.cos(alpha)  
  
 sum\_M = My2 + Mg + M\_voz  
 sum\_F = -Fy1 + Fy2  
  
 w\_dt\_ = sum\_M / I  
 phi\_dt\_ = w\_dt  
  
 V\_dt\_ = sum\_F / m1  
 x\_dt\_ = V\_dt  
  
 return [w\_dt\_, phi\_dt\_, V\_dt\_, x\_dt\_]  
  
  
if \_\_name\_\_ == '\_\_main\_\_':  
 time\_ = 0.09  
 t = np.linspace(0, time\_, 1000)  
 solve0 = [0, 0.1, 0, -0.1] # w1 alpha w2 beta  
 solve = odeint(f, solve0, t)  
 w = solve[:, 0]  
 phi = solve[:, 1]  
 V = solve[:, 2]  
 x = solve[:, 3]  
  
 fig, axes = plt.subplots(1,2)  
  
 f1 = axes[0]  
 f1.plot(t, phi, label = 'phi(time)')  
 f1.plot(t, x, label='x(time)')  
 f1.set\_xlabel('time')  
 f1.set\_title('График phi и x', fontsize=14)  
  
 f2 = axes[1]  
  
 f2.plot(t, w, label='w(time)')  
 f2.plot(t, V, label='V(time)')  
  
 f2.set\_xlabel('time')  
 f2.set\_ylabel('radians/sec')  
  
 f2.set\_title('График скоростей w и V', fontsize=14)  
 f2.legend()  
 f2.grid()  
  
 plt.show()

Результат работы программы:

