

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)



ИНСТИТУТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Лабораторная работа №1

по дисциплине: Системное моделирование

тема: «Поведение механических систем в статике»

Выполнил: ст. группы ПВ-223
Пахомов Владислав Андреевич

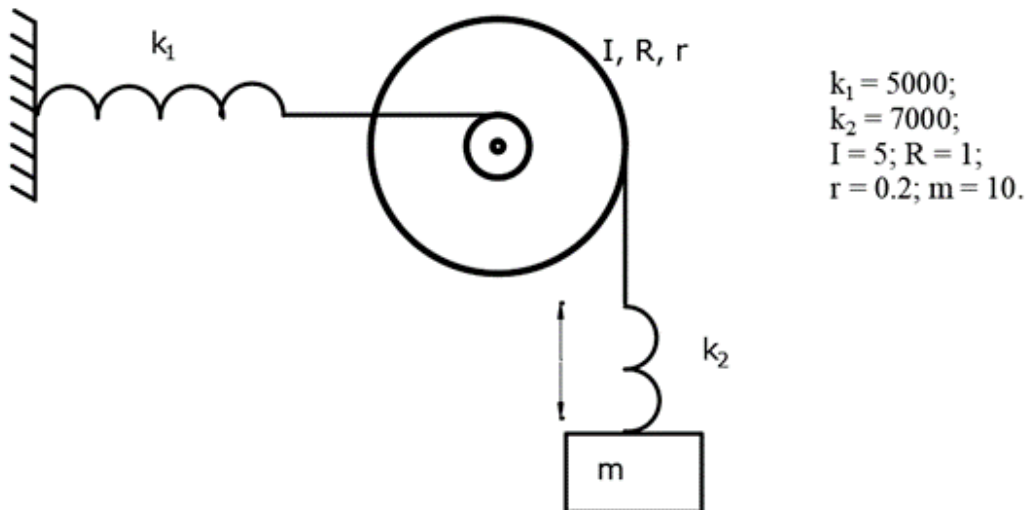
Проверил: Полунин Александр Иванович

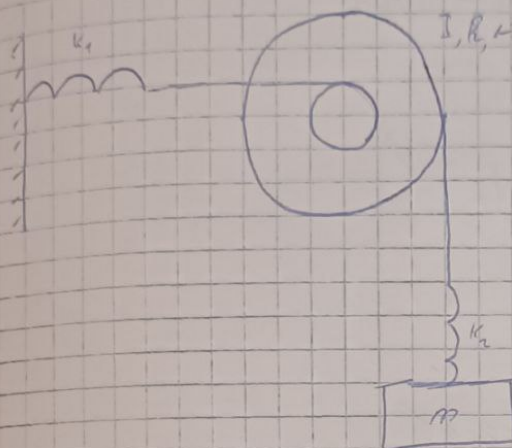
Белгород 2024 г.

Лабораторная работа №1
Поведение механических систем в статике
Вариант 10

Цель работы: научиться моделировать на примере моделирования поведения механической системы в статике.

1. Разработать математическую модель, описывающую поведение элементов механической системы в статике.





$$k_1 = 5000$$

$$k_2 = 2000$$

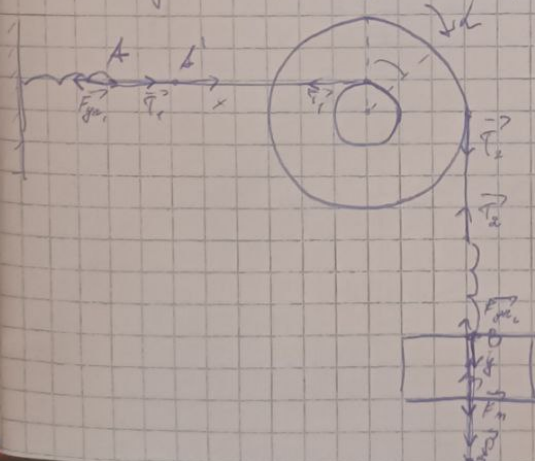
$$I = \frac{1}{2} I_0; R = 1;$$

$$r = 0.2, m = 10$$

1) Выделим 2 степени свободы:

y - положение массы m на вертикальной координате

α - угол вращения диска



2) Определим силы действующие на систему.

$$A: 0$$

$$A': \frac{2\pi R \cdot 100}{60} = \frac{2\pi R}{180}$$

$$B: 0$$

$$B': \frac{2\pi R}{180} + \frac{F_{y2}}{k_2}$$

$$F_{y_{n1}} = k_1 \Delta l_1, \quad \Delta l_1 = \frac{L \pi r}{180}$$

$$F_{y_{n1}} = \frac{k_1 L \pi r}{180}$$

$$F_{y_{n2}} = F_n + \vec{P} = m \vec{g} + \vec{P}$$

$$T_1 = F_{y_{n1}};$$

$$T_2 = F_{y_{n2}};$$

Суммы моментов

$$M_1 = T_1 r; \quad M_2 = -T_2 R$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{M_1 + M_2}{I}$$

$$\frac{dV}{dt} = \frac{F_n + \vec{P} - F_{y_{n2}}}{m}, \quad \frac{dd}{dt} = \omega, \quad \frac{dy}{dt} = V$$

$$\begin{cases} M_1 + M_2 = 0 \\ F_n + \vec{P} - F_{y_{n2}} = 0 \end{cases}$$

2. Разработать программу на основании математической модели и произвести расчёты.

```
#include <algorithm>
#include <iostream>
#include <iomanip>

#define PI 3.141592654
#define g 9.81
#define k1 5000.0
#define k2 7000.0
#define I 5.0
#define R 1.0
#define r 0.2
#define m 10.0
#define es 0.0000000001
```

```

struct result {
    double angle;
    double P;
};

result getAngle(double P) {
    double angle = (180.0 * R * (m * g + P)) / (PI * r * r);

    return (result) {angle, P };
}

double getY(double angle, double P) {
    return (angle * PI * R) / 180.0 + (m * g + P) / k2;
}

int main() {
    double P = 0;
    double stepP = 100.0;

    std::cout << std::setw(15) << "P" << "    " << std::setw(15) << "angle" << "    " << std::setw(15) << "Y" <<
    ↵ std::endl;
    while (stepP > es) {
        result res = getAngle(-P);

        std::cout << std::setw(15) << res.P << "    " << std::setw(15) << res.angle << "    " << std::setw(15) <<
        ↵ getY(res.angle, res.P) << std::endl;

        if (res.angle > 0)
            P += stepP;
        else {
            P -= stepP;
            stepP /= 2;
            P += stepP;
        }
    }
}

```

Результаты выполнения программы:

P	α	y
-0	140518	2452.51
-100	-2721.55	-47.5003
-50	68898.2	1202.51
-100	-2721.55	-47.5003
-75	33088.3	577.503
-100	-2721.55	-47.5003
-87.5	15183.4	265.002
-100	-2721.55	-47.5003
-93.75	6230.92	108.751

-100	-2721.55	-47.5003
-96.875	1754.68	30.6252
-100	-2721.55	-47.5003
-98.4375	-483.433	-8.43755
-97.6562	635.625	11.0938
-98.4375	-483.433	-8.43755
-98.0469	76.096	1.32813
-98.4375	-483.433	-8.43755
-98.2422	-203.669	-3.55471
-98.1445	-63.7863	-1.11329
-98.0957	6.15482	0.107422
-98.1445	-63.7863	-1.11329
-98.1201	-28.8157	-0.502933
-98.1079	-11.3305	-0.197755
-98.1018	-2.58782	-0.0451663
-98.0988	1.7835	0.0311281
-98.1018	-2.58782	-0.0451663
-98.1003	-0.402162	-0.00701908
-98.0995	0.690669	0.0120545
-98.1003	-0.402162	-0.00701908
-98.0999	0.144254	0.00251771
-98.1003	-0.402162	-0.00701908
-98.1001	-0.128954	-0.00225068
-98.1	0.00764981	0.000133515
-98.1001	-0.128954	-0.00225068
-98.1	-0.0606521	-0.00105858
-98.1	-0.0265011	-0.000462535
-98.1	-0.00942566	-0.00016451
-98.1	-0.000887925	-1.54973e-05
-98.1	0.00338094	5.90089e-05
-98.1	-0.000887925	-1.54973e-05
-98.1	0.00124651	2.17558e-05
-98.1	-0.000887925	-1.54973e-05
-98.1	0.000179292	3.12926e-06
-98.1	-0.000887925	-1.54973e-05
-98.1	-0.000354316	-6.18402e-06
-98.1	-8.75118e-05	-1.52738e-06
-98.1	4.58903e-05	8.00942e-07
-98.1	-8.75118e-05	-1.52738e-06
-98.1	-2.08107e-05	-3.63218e-07
-98.1	1.25398e-05	2.18862e-07
-98.1	-2.08107e-05	-3.63218e-07
-98.1	-4.13545e-06	-7.21777e-08
-98.1	4.20218e-06	7.33423e-08

-98.1	-4.13545e-06	-7.21777e-08
-98.1	3.33627e-08	5.82293e-10
-98.1	-4.13545e-06	-7.21777e-08
-98.1	-2.05105e-06	-3.57977e-08
-98.1	-1.00884e-06	-1.76077e-08
-98.1	-4.87739e-07	-8.51271e-09
-98.1	-2.27188e-07	-3.96521e-09

Вывод: в ходе лабораторной работы изучили основные шаги моделирования, промоделировали поведение механической системы в статике.