

**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

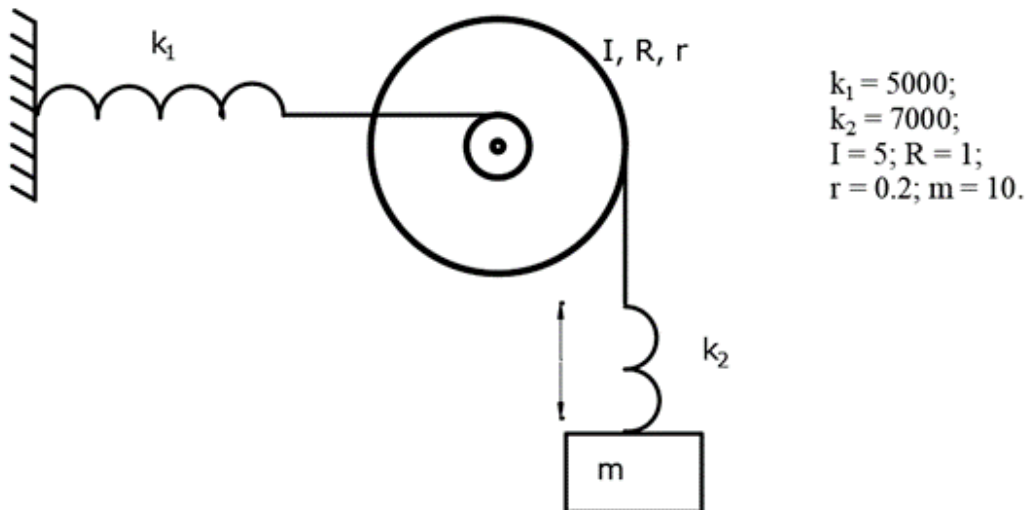
Проверил: Полунин Александр Иванович

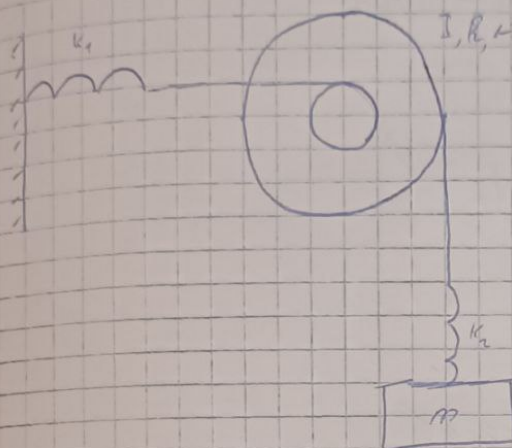
Белгород 2024 г.

**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.





$$k_1 = 5000$$

$$k_2 = 2000$$

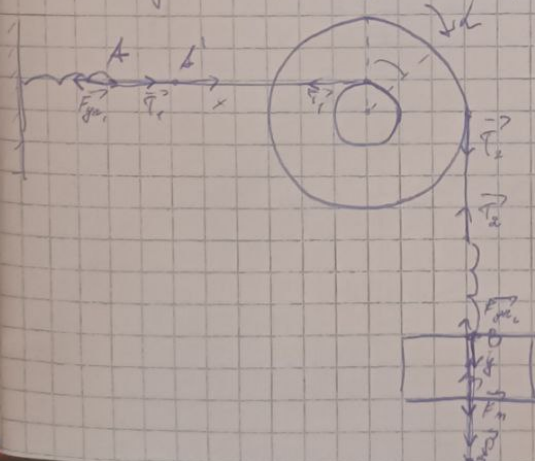
$$I = \frac{1}{2} R^2 m; \quad R = 1;$$

$$r = 0.2, \quad m = 10$$

1) Выделим 2 степени свободы:

$y$  - положение массы  $m$  на вертикальной координате

$\alpha$  - угол вращения диска



2) Определим силы действующие на шатун.

$$A = 0$$

$$A' = 2\pi r \cdot \frac{100 \cdot 1}{360} = \frac{2\pi r}{180}$$

$$B = 0$$

$$B' = \frac{2\pi R}{180} + \frac{F_{y2}}{K_2}$$

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

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

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

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

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

Суммы моментов

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

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

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

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

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 0.00001
```

```

struct result {
    double angle;
    double P;
};

result getAngle(double P) {
    double angle = (180.0 * R * (m * g + P)) / (PI * r * r * k1);

    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 << "\\hline\\n" << res.P << "&" << res.angle << "&" << getY(res.angle, res.P) << "\\\\n\\n";

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

```

Результаты выполнения программы:

$P$	$\alpha$	$y$
-0	28.1036	0.504514
-100	-0.54431	-0.00977143
-50	13.7796	0.247371
-100	-0.54431	-0.00977143
-75	6.61766	0.1188
-100	-0.54431	-0.00977143
-87.5	3.03668	0.0545143
-100	-0.54431	-0.00977143
-93.75	1.24618	0.0223714
-100	-0.54431	-0.00977143

-96.875	0.350937	0.0063
-100	-0.54431	-0.00977143
-98.4375	-0.0966866	-0.00173571
-97.6562	0.127125	0.00228214
-98.4375	-0.0966866	-0.00173571
-98.0469	0.0152192	0.000273214
-98.4375	-0.0966866	-0.00173571
-98.2422	-0.0407337	-0.00073125
-98.1445	-0.0127573	-0.000229018
-98.0957	0.00123096	2.20982e-05
-98.1445	-0.0127573	-0.000229018
-98.1201	-0.00576315	-0.00010346
-98.1079	-0.00226609	-4.06808e-05
-98.1018	-0.000517564	-9.29129e-06
-98.0988	0.0003567	6.40346e-06
-98.1018	-0.000517564	-9.29129e-06
-98.1003	-8.04323e-05	-1.44392e-06
-98.0995	0.000138134	2.47977e-06
-98.1003	-8.04323e-05	-1.44392e-06
-98.0999	2.88507e-05	5.17927e-07
-98.1003	-8.04323e-05	-1.44392e-06
-98.1001	-2.57908e-05	-4.62995e-07
-98.1	1.52996e-06	2.74658e-08
-98.1001	-2.57908e-05	-4.62995e-07
-98.1	-1.21304e-05	-2.17765e-07
-98.1	-5.30023e-06	-9.51494e-08
-98.1	-1.88513e-06	-3.38418e-08

**Вывод:** в ходе лабораторной работы изучили основные шаги моделирования, про-моделировали поведение механической системы в статике.