

Министерство образования и науки РФ  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
Институт компьютерных наук и технологий  
Высшая школа программной инженерии

Отчёт по курсовой работе  
по дисциплине «Вычислительная математика»

**Вариант №15**

Выполнил

Руководитель

Воскобойников С.П.

## **Оглавление**

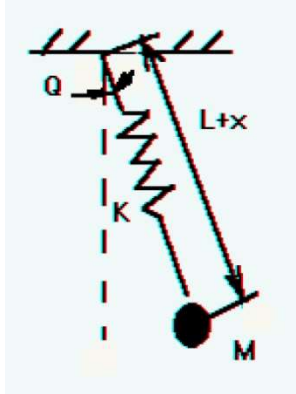
Оглавление .....	2
Описание работы .....	3
1. Постановка задачи: .....	3
2. Текст программы .....	3
3. Результаты работы программы .....	3
4. Выводы по результатам .....	5

# Описание работы

## 1. Постановка задачи:

Маятник массой  $M$ , роль стержня которого выполняет пружина с жесткостью  $K$ , совершает сложные колебания относительно положения равновесия.

$L$  - начальная длина пружины,  $K$  - жесткость пружины,  $x$  - удлинение пружины относительно положения равновесия,  $\theta$  - угол.



Дифференциальное уравнение движения имеет вид:

$$\ddot{x} + \frac{K}{M}x + g(1 - \cos\theta) - (L + x)(\dot{\theta})^2 = 0;$$

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{L + x} \sin\theta + \frac{2}{L + x} \dot{x}\dot{\theta} = 0;$$

$$g = 9.81; M = 1.$$

Начальные значения:  $x(0) = \dot{x}(0) = \theta(0) = 0$ ;  $\dot{\theta}(0) = 4$ .

Значение  $L$  задается преподавателем.

Известно, что величина  $K$  принимает значение из промежутка  $[36, 46]$ .

Оценить значение  $K$  по результатам наблюдения за изменением координаты  $x$ .

Таблица наблюдений прилагается.

t	x
0	0
0.4	0.303
0.8	-0.465
1.2	0.592
1.6	-0.409
2.0	0.164
2.4	0.180

Вариант №15С.

$$L = 0.6836896 \times \int_0^1 e^{x^2} dx$$

## 2. Текст программы

```
#include <iostream>
#include <math.h>
#include <stdio.h>
```

```

#include <stdlib.h>
#include "Forsythe.h"

const Float g = 9.81;
const Float M = 1;
Float ptout[50], px0[50], px[50];
Float Kglob, L = 0;
# define n 4

Float funcL(Float x)
{
    Float temp;
    if (x == 0.0) temp = 1.0;
    if (x != 0.0) temp = exp(x * x);

    return temp;
}

void diffs(Float t, Float* y, Float* dy)
{
    dy[0] = y[1];
    dy[1] = -Kglob * y[0] / M - g * (1 - cos(y[2])) + (L + y[0]) * y[3] * y[3];
    dy[2] = y[3];
    dy[3] = -g * sin(y[2]) / (L + y[0]) - 2 * y[1] * y[3] / (L + y[0]);
}

Float quadkrit(Float K)
{
    Kglob = K;
    Float x0[] = { 0.0, 0.0, 0.0, 4.0 };
    Float x[] = { 0, 0.303, -0.465, 0.592, -0.409, 0.164, 0.180 };
    Float krit = 0;
    unsigned char work[6 * (4 * sizeof(Float)) + sizeof(rkf_inside)];

    rkf rkfinit;
    rkfinit.f = diffs, rkfinit.Y = x0, rkfinit.t = 0, rkfinit.tout = 0;
    rkfinit.ae = 1e-9, rkfinit.re = 1e-9, rkfinit.neqn = n, rkfinit.flag = 1, rkfinit.work
= work;
    rkf_inside* iwork = (rkf_inside*)rkfinit.work;

    for (int i = 0; rkfinit.tout <= 2.4; i++)
    {
        rkf45(&rkfinit);
        ptout[i] = rkfinit.tout;
        px0[i] = x0[0];
        px[i] = x[i];
        rkfinit.tout += 0.4;
        krit += ((x0[0] - x[i]) * (x0[0] - x[i]));
    }
    return krit;
}

void quadkritPrint()
{
    printf("-----\n");
    printf("|          tout          |          x(0)          |          x\n");
    printf("-----\n");
    Float k = 0;
    for (int i = 0; k <= 2.4; i++)
    {
        printf("| %16.6f          | %16.6f          | %15.3f          |\n", ptout[i], px0[i],
px[i]);
    }
}

```

```

        k += 0.4;
    }
    printf("-----\n\n");
}

int main()
{
    Float abserr = 1e-14, relerr = 1e-14, errest, flag;
    int nfe;
    Float result = Quanc8(funcL, 0.0, 1.0, abserr, relerr, &errest, &nfe, &flag);
    L = result * 0.6836896;

    std::cout << "Coursework, #15\n\n";
    std::cout << "Parameter L (the length of spring) = " << L << "\n\n";
    std::cout << "Starting FMin...\n";
    Float K = FMin(quadkrit, 36, 46, 1e-3);
    std::cout << "Parameter K (the stiffness of spring) = " << K << "\n\n";
    quadkritPrint();

    return 0;
}

```

### 3. Результаты работы программы

```
Coursework, #15
Parameter L (the length of spring) = 1
Starting FMin...
Parameter K (the stiffness of spring) = 39.2561
```

tout	x(0)	x
0.000000	0.000000	0.000
0.400000	0.303224	0.303
0.800000	-0.464713	-0.465
1.200000	0.591963	0.592
1.600000	-0.409252	-0.409
2.000000	0.163827	0.164
2.400000	0.180256	0.180

### 4. Выводы по результатам

По результатам, полученным в ходе работы программы, мы видим, что величины длины пружины  $L$  составляет 1 (получили с применением программы QUANC8), и жёсткости  $K$  – 39.2561 (выявили, используя RKF45).