



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

---

## Лабораторная работа № 2

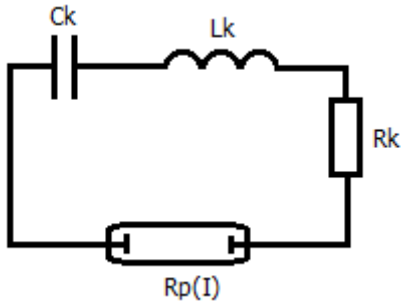
Дисциплина            Моделирование.  
Тема                    ОДУ. Задача Коши.

Студент                Сиденко А.Г.  
Группа                  ИУ7-63Б

Оценка (баллы)  
Преподаватель       Градов В.М.

Москва, 2020 г.

1. Дан разрядный контур.



2. Получена система дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} L_{\kappa} \frac{dI}{dt} + (R_{\kappa} + R_p)I - U_c = 0 \\ C_{\kappa} \frac{dU_c}{dt} = -I \end{cases}$$

Необходимо решить систему и построить графики  $I(t)$ ,  $U_c(t)$ ,  $I \cdot R_p(t)$ ,  $R_p(t)$ ,  $T_0(t)$ .

3. Сопротивление газоразрядной трубки, находится в зависимости от силы тока:

$$R_p(I) = \frac{l_{\text{э}}}{2\pi R^2 \int_0^1 \sigma(T(z)) z dz}$$

4. Даны 2 таблицы, для нахождения  $T_0, m, \sigma$
5. Система уравнений решается методом Рунге-Кутты 4 порядка для системы ОДУ.

$$y_{n+1} = y_n + \frac{k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4}{6},$$

$$z_{n+1} = z_n + \frac{q_1 + 2q_2 + 2q_3 + q_4}{6}$$

, где

$$k_1 = h_n f(y_n, z_n), \quad q_1 = h_n \varphi(y_n)$$

$$k_2 = h_n f\left(y_n + \frac{k_1}{2}, z_n + \frac{q_1}{2}\right), \quad q_2 = h_n \varphi\left(y_n + \frac{k_1}{2}\right)$$

$$k_3 = h_n f\left(y_n + \frac{k_2}{2}, z_n + \frac{q_2}{2}\right), \quad q_3 = h_n \varphi\left(y_n + \frac{k_2}{2}\right)$$

$$k_4 = h_n f(y_n + k_3, z_n + q_3, \quad q_4 = h_n \varphi(y_n + k_3)$$

### Листинг 1: Интерполяция

```

1 def interpolation(Y, tableY, table):
2     imax = 0
3     imin = 0
4     for i in range(len(tableY)):
5         if (Y > tableY[i]):
6             imax = i
7         else:
8             imax = i
9             break
10    if (0 == imax):
11        imax = 1
12    imin = imax - 1
13
14    return table[imin] + (table[imax] - table[imin])
15    / (tableY[imax] - tableY[imin]) * (Y - tableY[imin])

```

### Листинг 2: Интегрирование методом трапеций

```

1 def Fint(I, z):
2     t0 = interpolation(I, tableI, tableT0)
3     global gt0
4     gt0 = t0
5     m = interpolation(I, tableI, tableM)
6     t = t0 + (tw - t0) * (z ** m)
7     sigma = interpolation(I, tableI, tableSigma)
8
9     return sigma * t * z
10
11 def iint(I):
12     a = 0
13     b = 1
14     n = 40
15     h = (b - a) / n
16     s = (Fint(I, a) + Fint(I, b)) / 2
17     x = 0
18
19     for i in range(n - 1):
20         x = x + h
21         s = s + Fint(I, x)
22     s = s * h

```

```

23
24     return s

```

Листинг 3: Нахождение сопротивления газоразрядной трубки

```

1 def Rp(le , R, I):
2     return le / (2 * pi * R * R * iint(I))

```

Листинг 4: Решение системы уравнений методом Рунге-Кутты

```

1 def f(I, U, le , R, Lk, Rk):
2     global grp
3     grp = Rp(le , R, fabs(I))
4     return (U - (Rk + grp) * I) / Lk
5
6 def Inext(I, U, le , R, Lk, hn, Rk, Ck):
7     k1 = f(I, U, le , R, Lk, Rk)
8     q1 = g(I, Ck)
9     k2 = f(I + hn * k1 / 2, U + hn * q1 / 2, le , R, Lk, Rk)
10    q2 = g(I + hn * k1 / 2, Ck)
11    k3 = f(I + hn * k2 / 2, U + hn * q2 / 2, le , R, Lk, Rk)
12    q3 = g(I + hn * k2 / 2, Ck)
13    k4 = f(I + hn * k3, U + hn * q3, le , R, Lk, Rk)
14    q4 = g(I + hn * k3, Ck)
15    return I + hn * (k1 + 2 * k2 + 2 * k3 + k4) / 6
16
17 def g(I, Ck):
18     return -I / Ck
19
20 def Unext(I, U, le , R, Lk, hn, Rk, Ck):
21    k1 = f(I, U, le , R, Lk, Rk)
22    q1 = g(I, Ck)
23    k2 = f(I + hn * k1 / 2, U + hn * q1 / 2, le , R, Lk, Rk)
24    q2 = g(I + hn * k1 / 2, Ck)
25    k3 = f(I + hn * k2 / 2, U + hn * q2 / 2, le , R, Lk, Rk)
26    q3 = g(I + hn * k2 / 2, Ck)
27    k4 = f(I + hn * k3, U + hn * q3, le , R, Lk, Rk)
28    q4 = g(I + hn * k3, Ck)
29    return U + hn * (q1 + 2 * q2 + 2 * q3 + q4) / 6

```