

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Факультет безопасности информационных технологий**

**Дисциплина:**  
«Электротехника»

**ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ №3**

Расчет переходных процессов в цепях первого порядка

Группа N3246

Таблица 2.4

Вариант 3.

**Работу выполнил:**

студент Суханкулиев М.,  
группа N3246, поток ЭЛТЕХ. N23 1.4.1

Дата сдачи:  
18.05.2025

Контрольный срок сдачи: 19.05.2025

Количество баллов:

Санкт-Петербург  
2025 г.

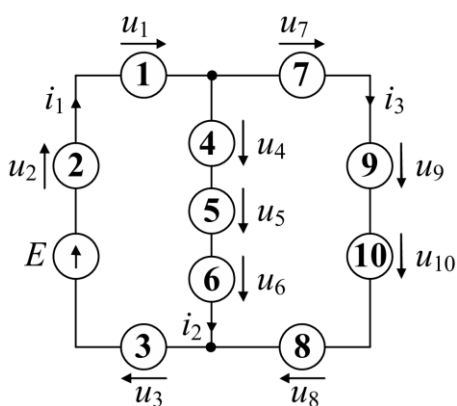
## СОДЕРЖАНИЕ

1	Расчет переходных процессов в цепях первого порядка .....	3
1.1	Постановка задачи .....	3
1.2	Решение .....	4
1.2.1	Классический (упрощенный) метод .....	4
1.2.2	Операторный метод .....	6
1.2.3	Графики .....	6
	Список использованных источников .....	9

# 1 РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЦЕПЯХ ПЕРВОГО ПОРЯДКА

Таблица 2.4

Вари- ант	Элементы $E$ [В], $R$ [Ом], $L$ [Гн], $C$ [Ф]	Искомые величины	Расположение ключа	Ключ при $t < 0$
3	$E = 250$ ; $R_1 = R_4 = R_{10} = 800$ ; $C_9 = 1 \cdot 10^{-5}$	$i_1(t), u_9(t)$	Параллельно $R_1$	3



Рисунок

## 1.1 Постановка задачи

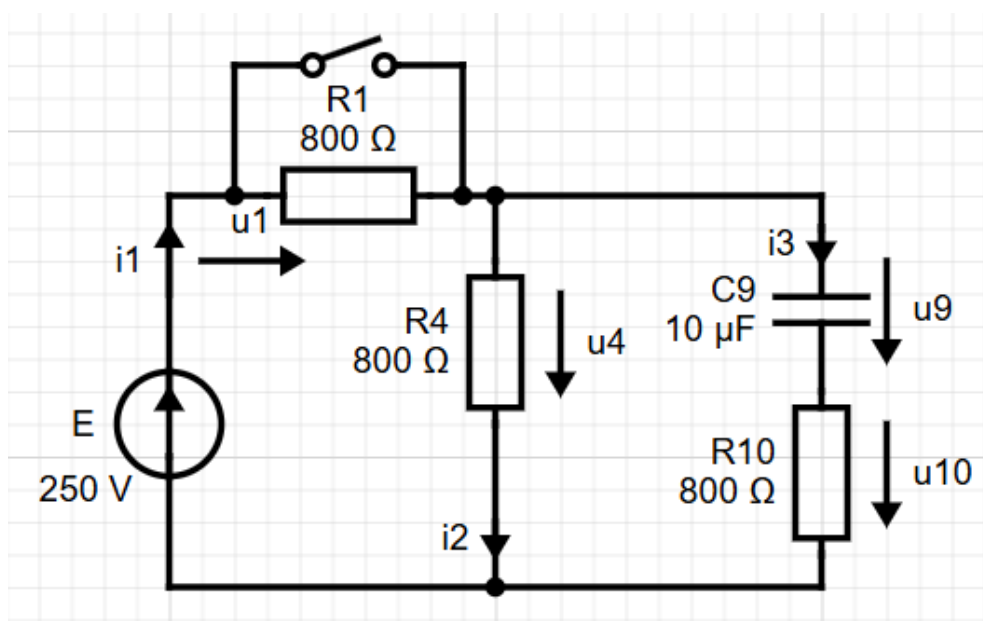


Рисунок 1 – Схема электрической цепи

**Дано:**

$$E = 250 \text{ [В];}$$

$$R_1 = R_4 = R_{10} = 800 \text{ [Ом];}$$

$$C_9 = 1 \cdot 10^{-5} \text{ [Ф]}$$

**Найти:**

$i_1(t), u_9(t)$  классическим (упрощенным) и операторным методами расчета;  
построить найденные величины на интервале времени  $[-\tau; 4\tau]$ .

## 1.2 Решение

### 1.2.1 Классический (упрощенный) метод

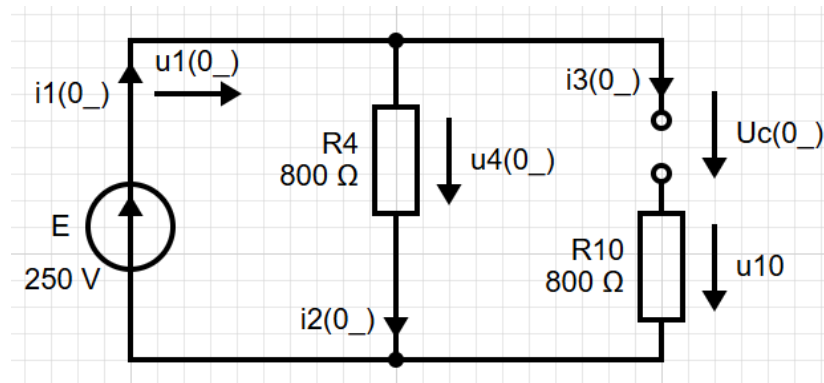


Рисунок 2 –  $t < 0$

$$i_1(0_-) = i_2(0_-) = i(0_-) = \frac{E}{R} = \frac{250}{800} = 0.3125 \text{ [A]}$$

$$u_c(0_-) = Ri(0_-) = E = 250 \text{ [В]} = u_c(0_+)$$

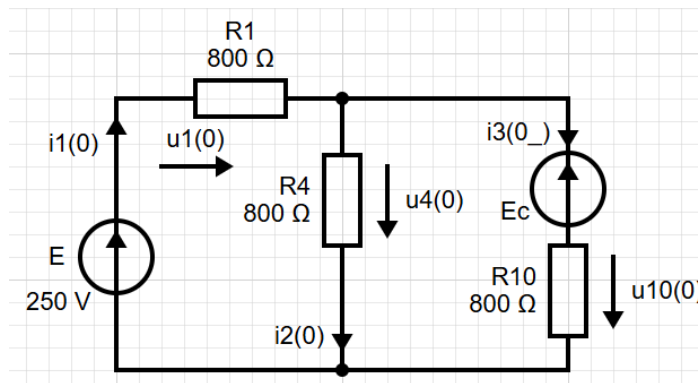


Рисунок 3 –  $t = 0$

$$\begin{cases} i_1(0) - i_2(0) - i_3(0) = 0 \\ i_1(0)R + i_3(0)R = E - E_c, & E_c = u_c(0_-) = E \\ i_2(0)R - i_3(0)R = E_c \end{cases}$$

$$i_1(0) = \frac{250}{3R} \approx 0.104167 \text{ [A]}$$

$$i_2(0) = \frac{500}{3R} \approx 0.20833 \text{ [A]}$$

$$i_3(0) = -\frac{250}{3R} \approx -0.104167 \text{ [A]}$$

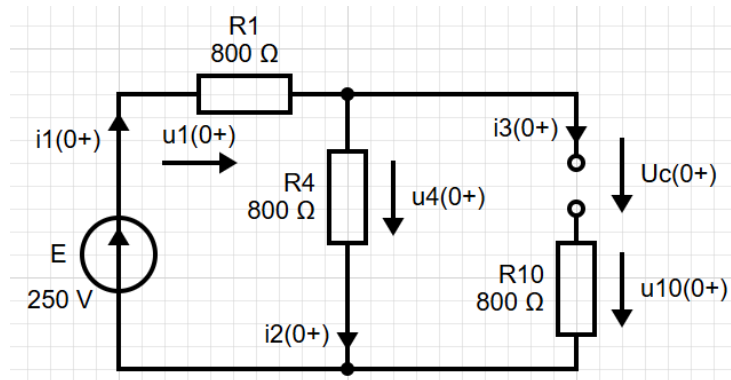


Рисунок 4 –  $t > 0$

$$i_{1,2}(\infty) = i(0_+) = \frac{E}{2R} = 0.15625 \text{ [A]}$$

$$u(\infty) = u(0_+) = Ri(0_+) = 125 \text{ [B]}$$

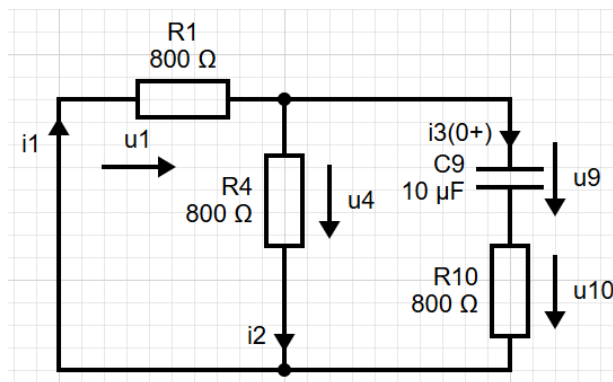


Рисунок 5 – Пассивная цепь

$$\tau = CR_{\text{общ}}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{R}{2} + R = \frac{3R}{2}$$

$$\tau = \frac{3RC}{2} = 0.012 \text{ [c]}$$

$$u(t) = u(\infty) + (u(0) - u(\infty))e^{-\frac{1}{\tau}t} = 125 + 125e^{-83.3333t} \text{ [B]}$$

$$\begin{aligned} i(t) &= i(\infty) + (i(0) - i(\infty))e^{-\frac{1}{\tau}t} = 0.1563 + (0.1042 - 0.1563)e^{-83.3333t} = \\ &= 0.1563 - 0.0521e^{-83.3333t} \text{ [A]} \end{aligned}$$

### 1.2.2 Операторный метод

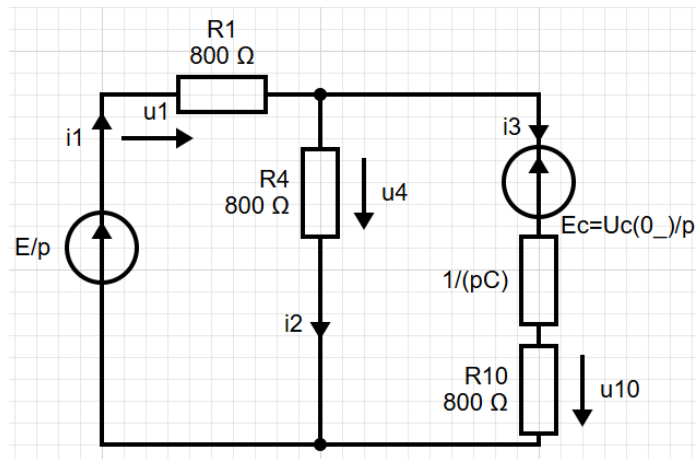


Рисунок 6 – Операторная схема замещения

$$\begin{aligned}
 u_c(0_-) &= 250 \text{ [В]} \\
 i_1 &= i_2 + i_3 \\
 \begin{cases} Ri_1 + \left(R + \frac{1}{pC}\right)i_3 = \frac{E - u_c(0_-)}{p} \\ Ri_2 - \left(R + \frac{1}{pC}\right)i_3 = \frac{u_c(0_-)}{p} \end{cases} \\
 i_1 &= \frac{E + 2ECpR - CpRu_c(0_-)}{3CP^2R^2 + 2PR} \\
 i_2 &= \frac{E + 2ECpR + CpRu_c(0_-)}{3CP^2R^2 + 2PR} \\
 i_3 &= \frac{EC - 2Cu_c(0_-)}{3CpR + 2} \\
 p_1 &= 0, \quad p_2 = -\frac{2}{3RC} = -83.333 \\
 I(P) &= \frac{E + 2ECpR - CpRu_c(0_-)}{3CP^2R^2 + 2PR} = \frac{250 + 2P}{19.2P^2 + 1600P} = \frac{A}{P} + \frac{B}{9.6P + 800} \\
 A &= 0.15625 \\
 B &= -0.5 \\
 i(t) &= \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{0.15625}{P}\right\} - \mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{0.052083}{P + 83.3333}\right\} = 0.15625 - 0.052083e^{-83.3333t} \text{ [A]} \\
 u(P) &= \frac{I(P)}{pC} = \frac{10416.7(P + 125)}{P^2(P + 83.3333)} = \\
 u(t) &= \frac{A}{P} + \frac{B}{P + 83.3333} \\
 A &= \frac{10416.7}{P + 83.3333} \Big|_{P=0} = 125 \\
 B &= -\frac{10416.7}{P} \Big|_{P=-83.3333} = 125 \\
 u(t) &= 125 + 125e^{-83.3333t} \text{ [В]}
 \end{aligned}$$

### 1.2.3 Графики

Интервал времени  $t \in [-0.012; 0.048]$  или  $\tau \in [-1, 4]$

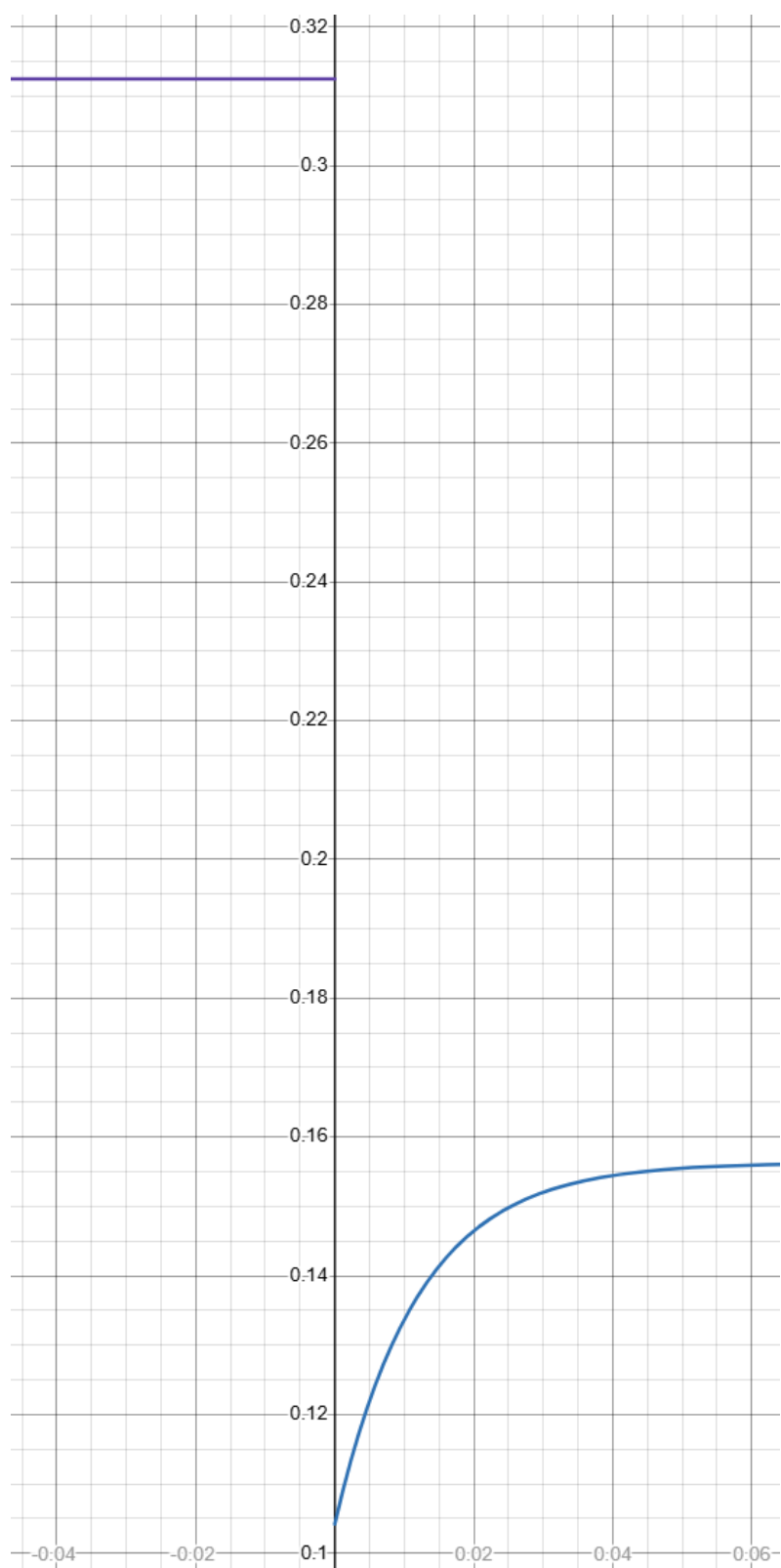
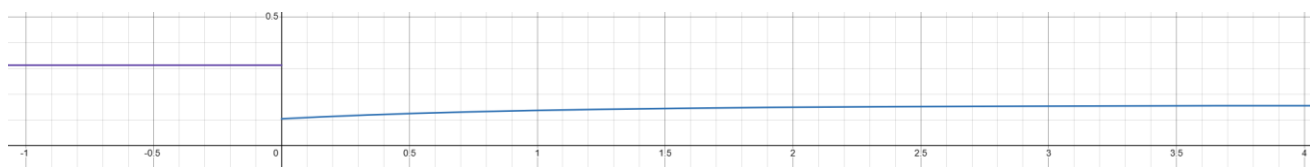


Рисунок 7 – Ток (от  $\tau$  и от  $t$ )

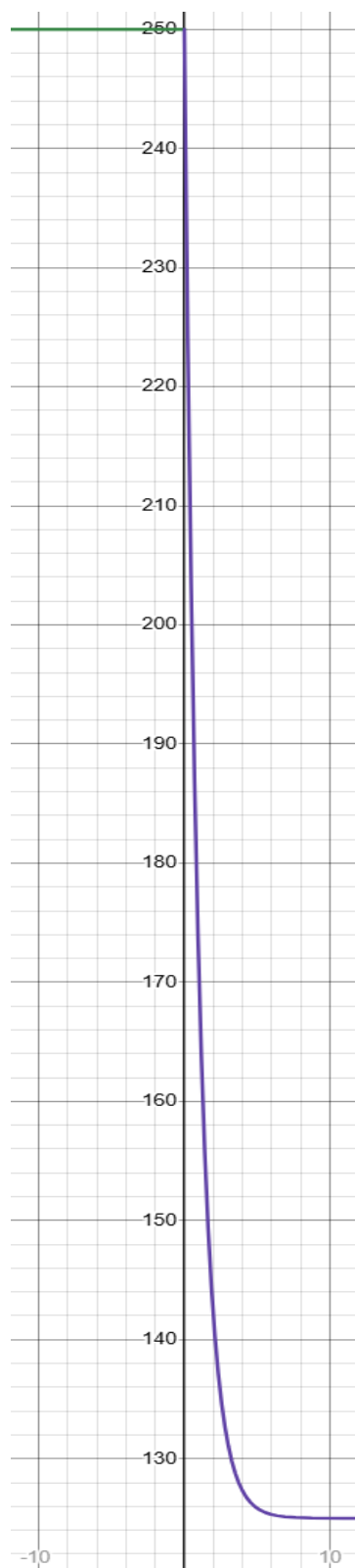


Рисунок 8 – Напряжение (от  $\tau$ )

**Ответ:**

$$\begin{cases} i_1 \approx 0.3125 \text{ [A]} \\ i_1(t) \approx 0.1563 - 0.0521e^{-83.3333t} \text{ [A]} \end{cases}, \quad \begin{cases} u_9 = 250 \text{ [B]} \\ u_9(t) \approx 125 + 125e^{-83.3333t} \text{ [B]} \end{cases}, \quad \begin{cases} t < 0 \\ t \geq 0 \end{cases}$$



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Усольцев А. А. Общая электротехника: Учебное пособие. СПб: НИУИТМО, 2013. – 305с. – URL : [ОБЩАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА Учебные издания НИУ ИТМО](#).
2. М. В. Никитина Электротехника: Варианты домашних заданий – СПб: Университет ИТМО – 60 с.