



ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

## ОТЧЕТ

по лабораторной работе

### **Исследование переходных процессов в электрических цепях**

Группа *P3332*

Вариант *073*

Выполнил(а): *Ястребов-Амирханов Алекси*

Дата сдачи отчета: **05.11.2025**

Дата защиты:

Контрольный защиты: **10.11.2025**

Количество баллов:

**Цель работы:** исследование переходных процессов в электрических цепях первого и второго порядков с источником постоянного напряжения.

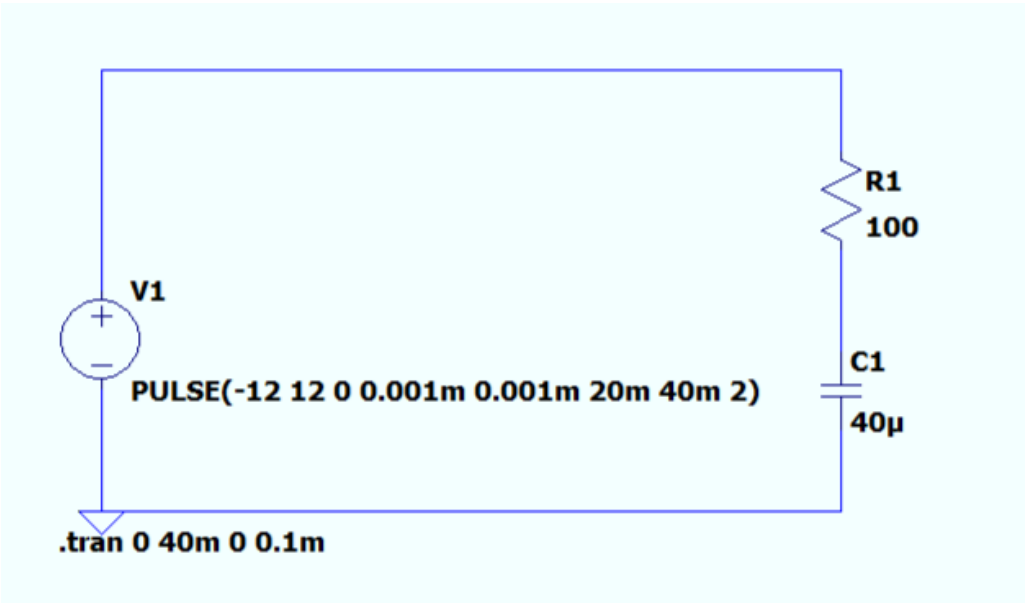
**Исходные данные** для выполнения лабораторной работы:

Вар.	$U_m$ , В	Опыт 1	Опыт 2.1	Опыт 2.2	$L$ , Гн	$C$ , мкФ
		$R$ , Ом				
073	12	100	400	50	0,4	40

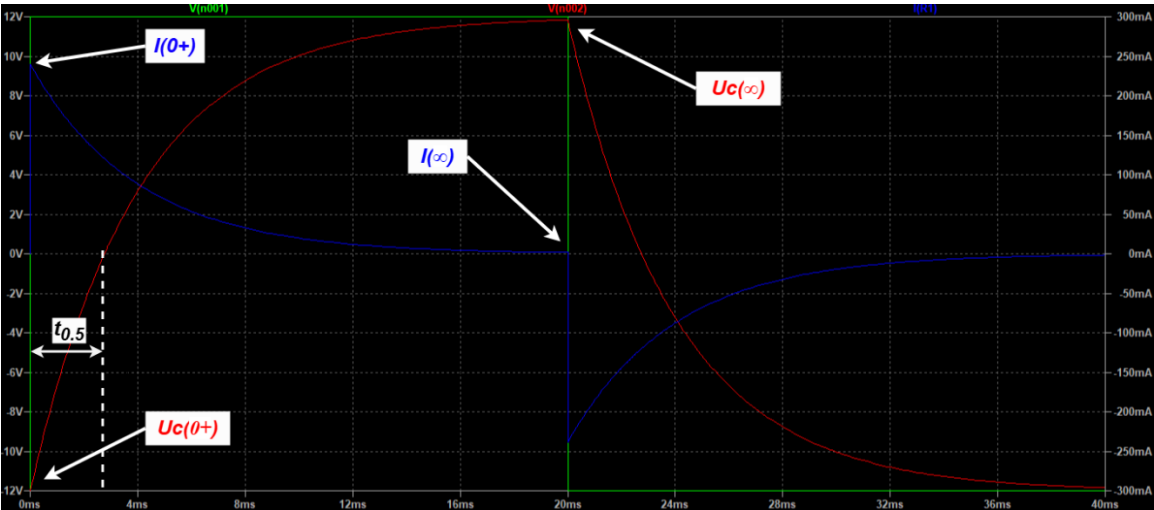
**Часть I. Исследование переходных процессов в электрических цепях первого порядка с источником постоянного напряжения**

**I.1 Исследование переходного процесса в RC-цепи**

Схема исследуемой RC-цепи



Графики переходных процессов и измерения по графикам



$$I(0+) = 240 \text{ [мА]}$$

$$I(\infty) = 0 \text{ [мА]}$$

$$U_c(0+) = -12 \text{ [В]}$$

$$U_c(\infty) = 12 \text{ [В]}$$

$$t_{0,5} = 2,7738212 \text{ [мс]}$$

$$\tau = \frac{t_{0,5}}{\ln(2)} \approx 4002,0505 \text{ [мкс]}$$

Расчетные формулы и расчеты

$$I(0+) = \frac{(E(0+) - U_c(0+))}{R} = \frac{12 - (-12)}{100} = 0,24 \text{ [А]} = 240 \text{ [мА]}$$

$$I(\infty) = I(0-) = 0 \text{ [А]} = 0 \text{ [мА]}$$

$$U_c(0+) = U_c(0-) = E(0-) = -12 \text{ [В]}$$

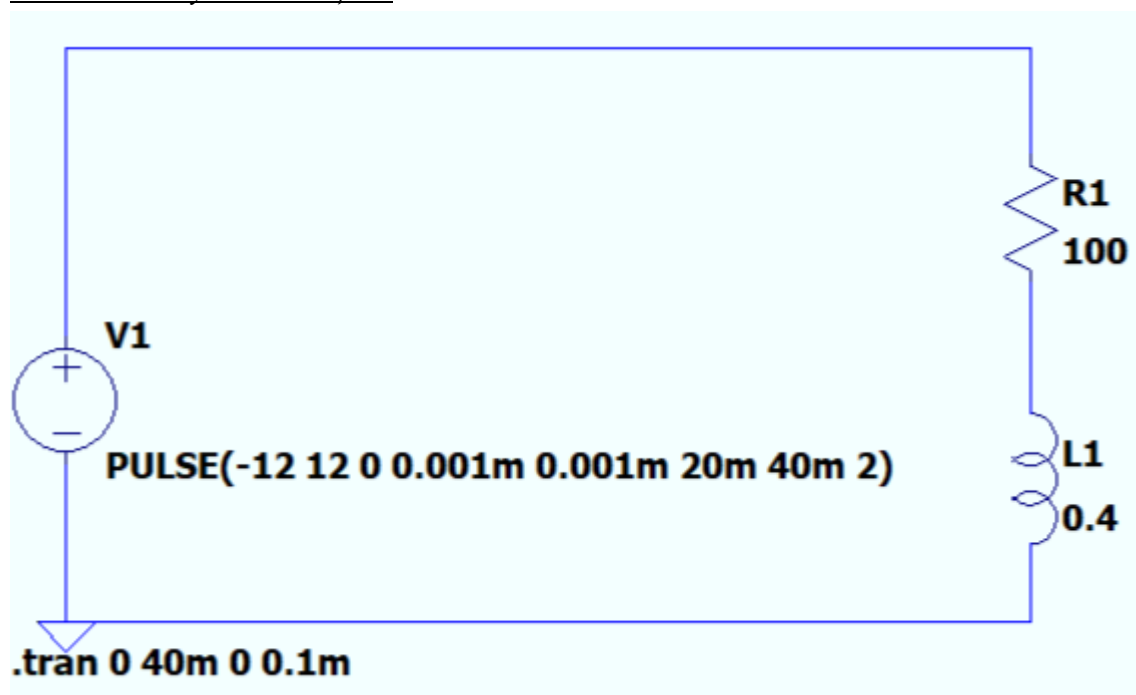
$$U_c(\infty) = E(0+) = 12 \text{ [В]}$$

$$\tau = R \cdot C = 100 * 40 = 4000 \text{ [мкс]}$$

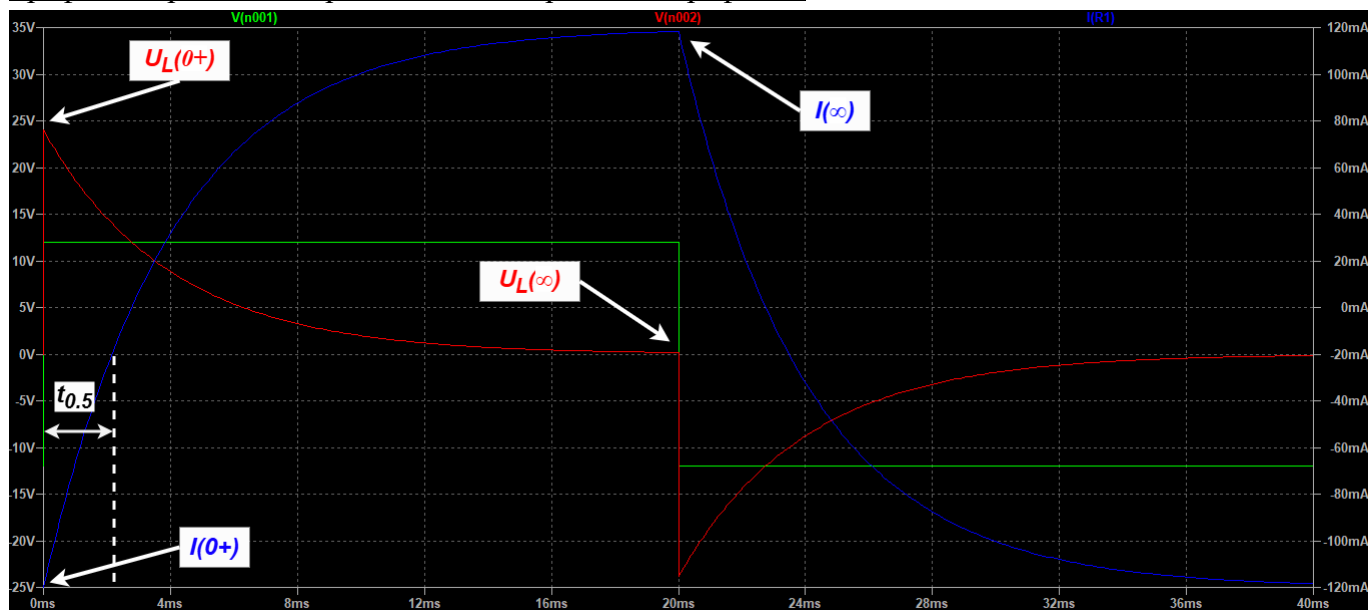
Таблица экспериментальных и расчетных данных							
$R$	$C$	Тип данных	$I(0+)$	$I(\infty)$	$U_c(0+)$	$U_c(\infty)$	$\tau$
Ом	мкФ		мА	мА	В	В	мкс
100	40	эксп	240	0	-12	12	4002,0505
		расч	240	0	-12	12	4000

## I.2 Исследование переходного процесса в $RL$ -цепи

Схема исследуемой  $RL$ -цепи



## Графики переходных процессов и измерения по графикам



$$I(0+) = -120 \text{ [mA]}$$

$$I(\infty) = 120 \text{ [mA]}$$

$$U_L(0+) = 24 \text{ [B]}$$

$$U_L(\infty) = 0 \text{ [B]}$$

$$t_{0.5} = 2,7737937 \text{ [мс]}$$

$$\tau = \frac{t_{0.5}}{\ln(2)} \approx 4002,0108 \text{ [мкс]}$$

### Расчетные формулы и расчеты

$$I(0+) = \frac{E(0-)}{R} = \frac{-12}{100} = -120 \text{ [mA]}$$

$$I(\infty) = \frac{E(0+)}{R} = \frac{12}{100} = 120 \text{ [mA]}$$

$$U_L(0+) = E(0+) - I(0+) * R = 12 - \left(\frac{-120}{1000} * 100\right) = 24 \text{ [B]}$$

$$U_L(\infty) = 0 \text{ [B]}$$

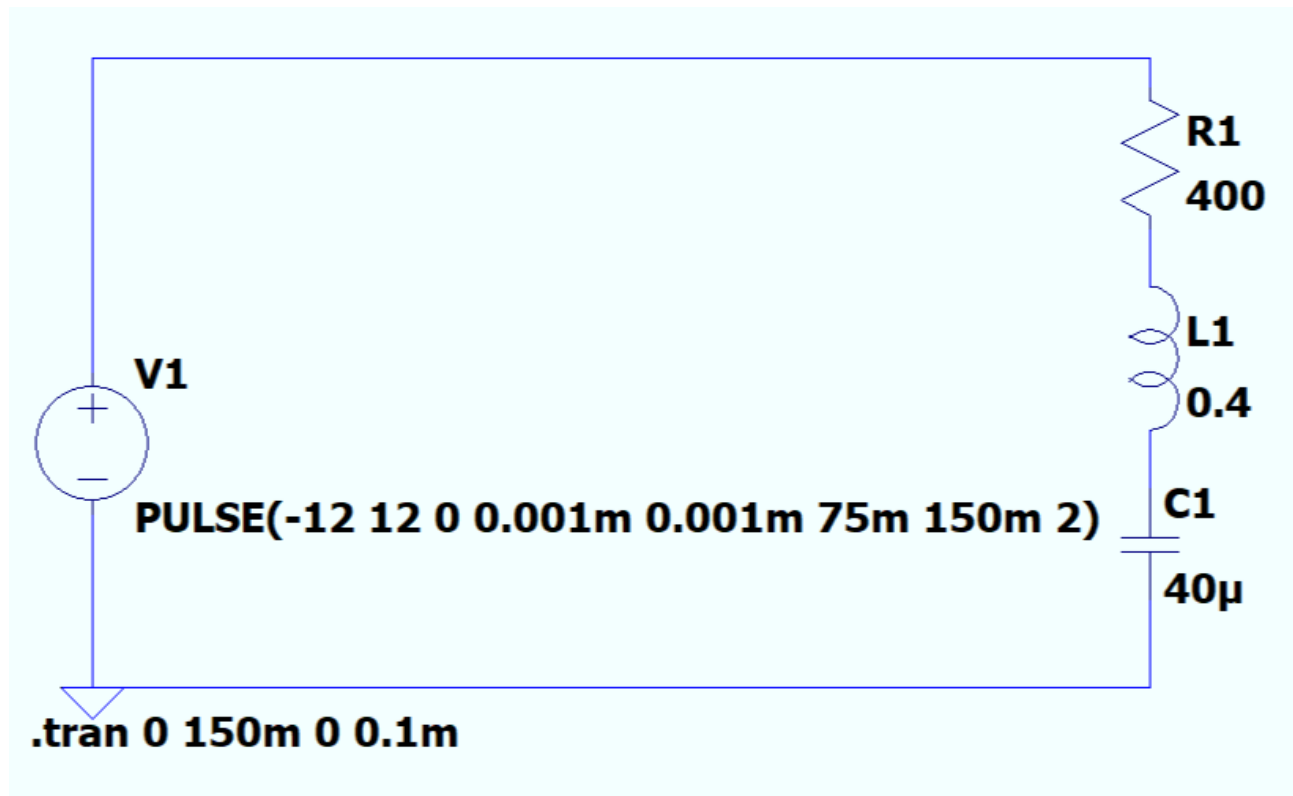
$$\tau = \frac{L}{R} = \frac{0,4 * 10^6}{100} = 4000 \text{ [мкс]}$$

Таблица экспериментальных и расчетных данных							
$R$	$L$	Тип данных	$I(0+)$	$I(\infty)$	$U_L(0+)$	$U_L(\infty)$	$\tau$
Ом	мГн		мА	мА	В	В	мкс
100	400	эксп	-120	120	24	0	4002,0108
		расч	-120	120	24	0	4000

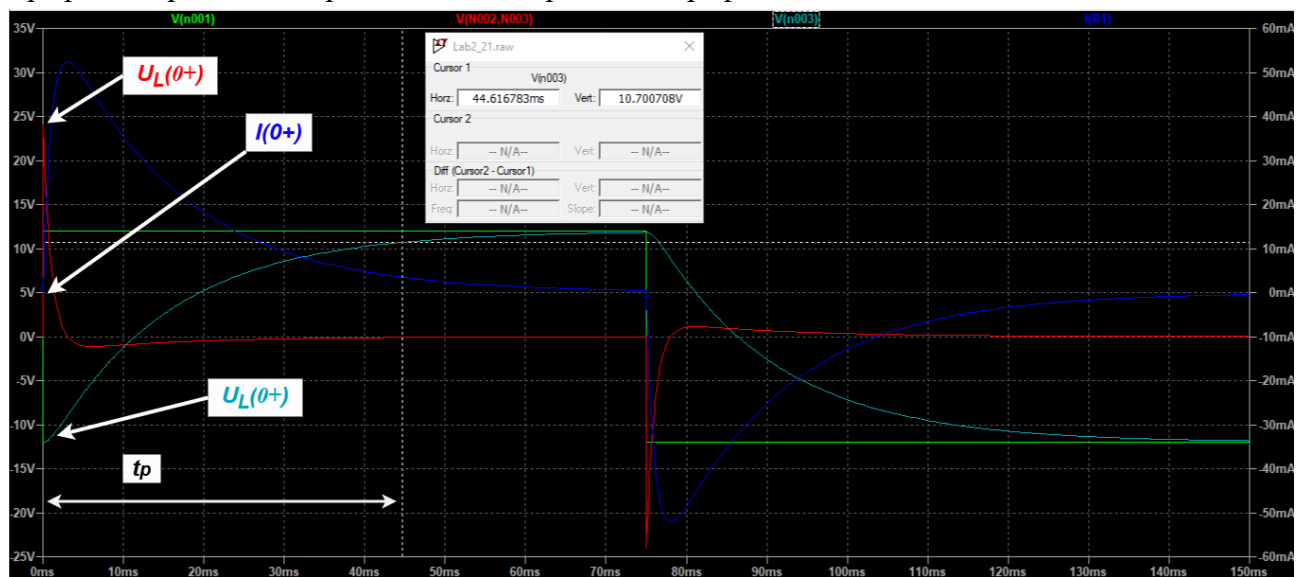
## Часть II. Исследование переходных процессов в электрических цепях второго порядка с источником постоянного напряжения

### II.1 Исследование аperiodического переходного процесса

Схема исследуемой *RLC*-цепи



Графики переходных процессов и измерения по графикам



$$U_L(0+) = 24 \text{ [B]}$$

$$U_C(0+) = -12 \text{ [B]}$$

$$I(0+) = 0 \text{ [mA]}$$

$$t_p = 44616,788 \text{ [мкс]}$$

### Расчетные формулы и расчеты

$$\delta = \frac{R}{2L} = \frac{400}{2 * 0,4} = 500 \text{ [1/c]}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{\sqrt{0,4 * 40 * 10^{-6}}} = 250 \text{ [1/c]}$$

$$s_1 = -\delta + \sqrt{(\delta^2 - \omega_0^2)} = -500 + \sqrt{(500^2 - 250^2)} \approx -66,987 \text{ [1/c]}$$

$$s_2 = -\delta - \sqrt{(\delta^2 - \omega_0^2)} = -500 - \sqrt{(500^2 - 250^2)} \approx -933,013 \text{ [1/c]}$$

$$i(t) = \frac{E_{\Sigma} \cdot (e^{s_1 t} - e^{s_2 t})}{L \cdot (s_1 - s_2)}$$

$$I(0+) = i(0) = \frac{E_{\Sigma} \cdot (e^{s_1 \cdot 0} - e^{s_2 \cdot 0})}{L \cdot (s_1 - s_2)} = \frac{24 * (e^{-66,987 \cdot 0} - e^{-933,013 \cdot 0})}{0,4 * (-66,987 - (-933,013))} = 0 \text{ [A]}$$

$$u_L(t) = \frac{E_{\Sigma} \cdot (s_1 \cdot e^{s_1 t} - s_2 \cdot e^{s_2 t})}{(s_1 - s_2)}$$

$$U_L(0+) = u_L(0) = \frac{24 * (-66,987 * e^{-66,987 \cdot 0} - (-933,013) * e^{-933,013 \cdot 0})}{(-66,987 - (-933,013))} = 24 \text{ [B]}$$

$$u_C(t) = E(0+) - \frac{E_{\Sigma} \cdot (s_1 \cdot e^{s_2 t} - s_2 \cdot e^{s_1 t})}{(s_1 - s_2)}$$

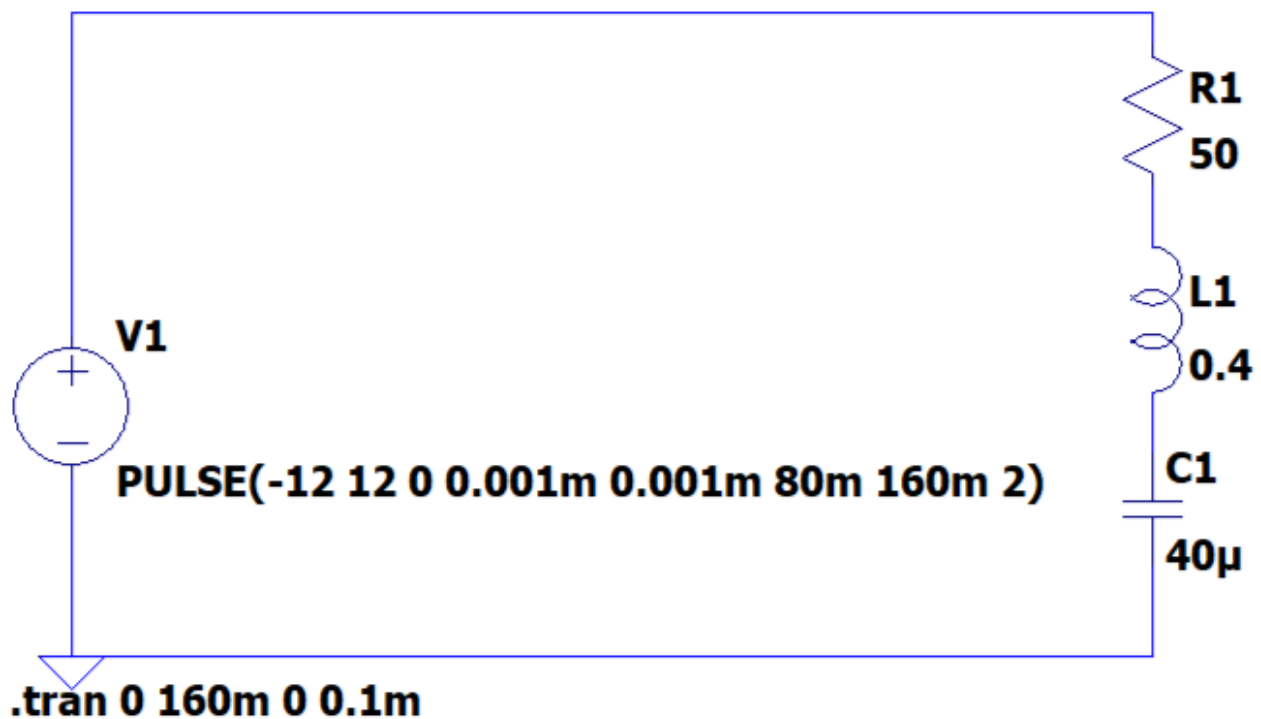
$$U_C(0+) = u_C(0) = 12 - \frac{24 * (-66,987 * e^{-933,013 \cdot 0} - (-933,013) * e^{-66,987 \cdot 0})}{(-66,987 - (-933,013))} = -12 \text{ [B]}$$

$$t_p = \frac{3}{|s_1|} = \frac{3}{|-66,987|} = 44785$$

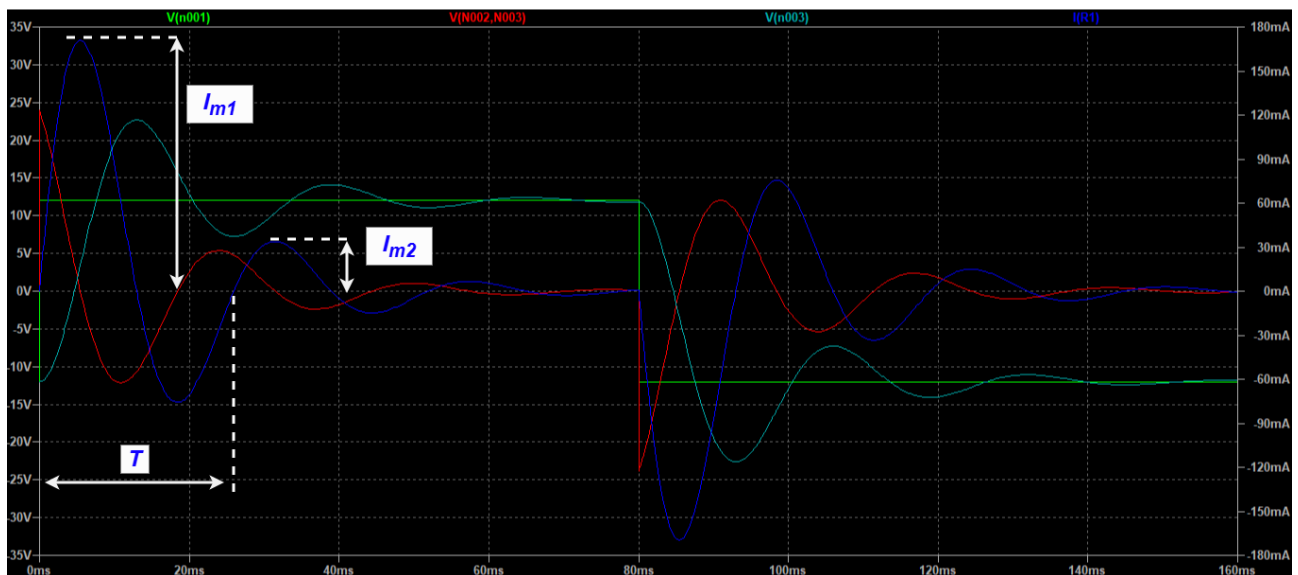
Таблица экспериментальных и расчетных данных							
R	L	C	Тип	$U_C(0+)$	$U_L(0+)$	$I(0+)$	$t_p$
Ом	мГн	мкФ	данных	В	В	А	мкс
400	400	40000	эксп	-12	24	0	44616.788
			расч	-12	24	0	44785

## II.2 Исследование колебательного переходного процесса

Схема исследуемой  $RLC$ -цепи



Графики переходных процессов и измерения по графикам



$$I_{m1} = 170,741 \text{ [mA]}$$

$$I_{m2} = 33,643 \text{ [mA]}$$

$$T = 25,959 \text{ [мс]}$$

$$\omega_c = \frac{2 \cdot \pi}{T} = \frac{2 \cdot \pi}{25,959} = 242,043 \text{ [1/c]}$$

$$\delta = \frac{\ln\left(\frac{I_{m1}}{I_{m2}}\right)}{T} = \frac{\ln\frac{170,741}{33,643}}{25,959} = 62,573 \text{ [1/c]}$$

#### Расчетные формулы и расчеты

$$\delta = \frac{R}{2L} = \frac{50}{2 \cdot 0,4} = 62,5 \text{ [1/c]}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \cdot C}} = \frac{1}{\sqrt{0,4 \cdot 40}} = 250 \text{ [1/c]}$$

$$\omega_c = \sqrt{(\omega_0^2 - \delta^2)} = \sqrt{(250^2 - 62,5^2)} = 242,061 \text{ [1/c]}$$

Таблица экспериментальных и расчетных данных					
$R$	$L$	$C$	Тип	$\delta$	$\omega_c$
Ом	мГн	мкФ	данных	1/с	1/с
50	400	40	эксп	62,573	242,043
			расч	62,5	242,061

#### **ВЫВОДЫ по работе**

В результате выполненной работы было экспериментально установлено соответствие теоретическим предпосылкам. Анализ переходных процессов показал, что в цепях первого порядка они носят строго экспоненциальный характер с постоянной времени  $\tau$ , в то время как в цепи второго порядка (RLC) их характер определяется параметрами элементов — в данном случае процесс имел апериодическую форму. Данное исследование наглядно демонстрирует критическую важность корректного выбора номиналов компонентов для формирования требуемых динамических характеристик электрических цепей.