



---

Группа М3202 К работе допущен \_\_\_\_\_

Студент Фадеев А. В. Работа выполнена \_\_\_\_\_

Преподаватель Тимофеева Э. О. Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.10

---

### ИЗУЧЕНИЕ СВОБОДНЫХ ЗАТУХАЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ

---

#### 1. Цель работы.

- Изучение основных характеристик свободных затухающих электромагнитных колебаний.

#### 2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

- Вычисление значения логарифмического декремента  $\lambda$
- Вычисление значения полного сопротивления  $R$  и индуктивности  $L$
- Вычисление добротности контура  $Q$
- Построение графиков зависимостей

#### 3. Объект исследования.

- Свободные затухающие электромагнитные колебания

#### 4. Метод экспериментального исследования.

- Многократные измерения различных величин

#### 5. Рабочие формулы и исходные данные.

- $C_1 = 0.022 \text{ } \mu F$
- $C_2 = 0.033 \text{ } \mu F$
- $C_3 = 0.047 \text{ } \mu F$
- $C_4 = 0.47 \text{ } \mu F$
- $L = 10 \text{ } mH$

$$\bullet \lambda = \frac{1}{n} \cdot \ln \ln \frac{U_i}{U_{i+n}}$$

$$\bullet Q = \frac{2\pi}{1-e^{-2\lambda}}$$

$$\bullet R = R_m + R_0$$

$$\bullet R_0 = -R_m|_{\lambda=0}$$

$$\bullet \lambda \approx \pi R \cdot \sqrt{\frac{C}{L}}$$

$$\bullet R_{cr} = 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\bullet T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}}$$

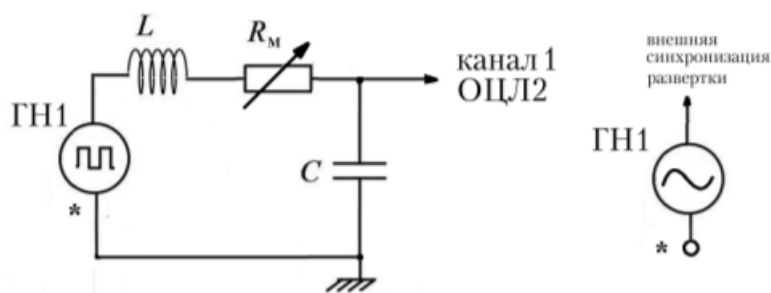
$$\bullet Q = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\bullet \delta T = \frac{T_{exp} - T_{th}}{T_{th}}$$

## 6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1.	Осциллограф			

## 7. Схема установки



## 8. Результаты измерений и их обработки (таблицы, примеры расчетов)

$R_m$ , Ohm	T, del	T, ms	$2U_i$ , del	$2U_{i+n}$ , del	n	$\lambda$	Q	R, Ohm	L, mH
0	27,6	0,092	37	5	6	0,334	12,906	67	8,759
10	27,6	0,092	37	4	6	0,371	11,999	77	9,365
20	27,6	0,092	36,3	3	6	0,416	11,132	87	9,518
30	23	0,092	35,9	3,5	5	0,466	10,370	97	9,424
40	23	0,092	35,8	2,8	5	0,510	9,830	107	9,570
50	18,4	0,092	35,3	4	4	0,544	9,472	117	10,029
60	18,4	0,092	35	3	4	0,614	8,884	127	9,284
70	13,8	0,092	34,8	4,7	3	0,667	8,528	137	9,151
80	13,8	0,092	34,2	4	3	0,715	8,258	147	9,170
90	9,2	0,092	33,9	7,4	2	0,761	8,038	157	9,243
100	9,2	0,092	33,5	6,7	2	0,805	7,854	167	9,351
200	4,6	0,092	30,8	8,6	1	1,276	6,814	267	9,511
300	4,6	0,092	28,4	4,8	1	1,778	6,468	367	9,253
400	4,6	0,092	26,2	2,4	1	2,390	6,336	467	8,288

- Конвертация  $T$ ,  $del$  в  $T$ ,  $ms$ :  $T_{ms} = \frac{T_d}{s_1 \cdot n} \cdot s_2 \cdot 10^3$ 
  - $s_1$ : число маленьких делений в одном большом,  $s_1 = 5$
  - $n$ : номер измеряемого периода
  - $s_2$ : число секунд в одном большом делении,  $s_2 = 100 \cdot 10^{-6} s$
  - $10^3$ : для приведения к  $ms$

C	Texp, del	Texp, ms	Tth, ms	δT, %	Thompson, ms	omega0, hz	betta
C <sub>1</sub>	4,8	0,096	0,090	6,52 <sub>3</sub>	0,0901	67419,986	3350
C <sub>2</sub>	5,8	0,116	0,110	5,09 <sub>6</sub>	0,1104	55048,188	
C <sub>3</sub>	6,8	0,136	0,132	3,24 <sub>6</sub>	0,1317	46126,560	
C <sub>4</sub>	22	0,44	0,417	5,63 <sub>0</sub>	0,4165	14586,499	

- Результаты различных величин, полученных в результате обработки данных:

$\lambda(Rm)$	
R0, Om	67

Calculations	
Lavg, mH	9,351
Rcr, Ohm graph	1267
Rcr, Ohm	1348,400
T ms, R = R0 + Rm(0 Om)	0,093
T ms, R = R0 + Rm(200 Om)	0,093
T ms, R = R0 + Rm(400 Om)	0,093
Q, R = R0 + Rm(0 Om)	9,418
Q, R = R0 + Rm(10 Om)	8,473

## 9. Расчет погрешностей

Среднее квадратичное отклонение  $\sigma = \sqrt{(\sum(L - L))} = 0.391$

Коэффициент Стьюдента  $t_\alpha = \Delta L \cdot \sqrt{N} / \sigma$ ,

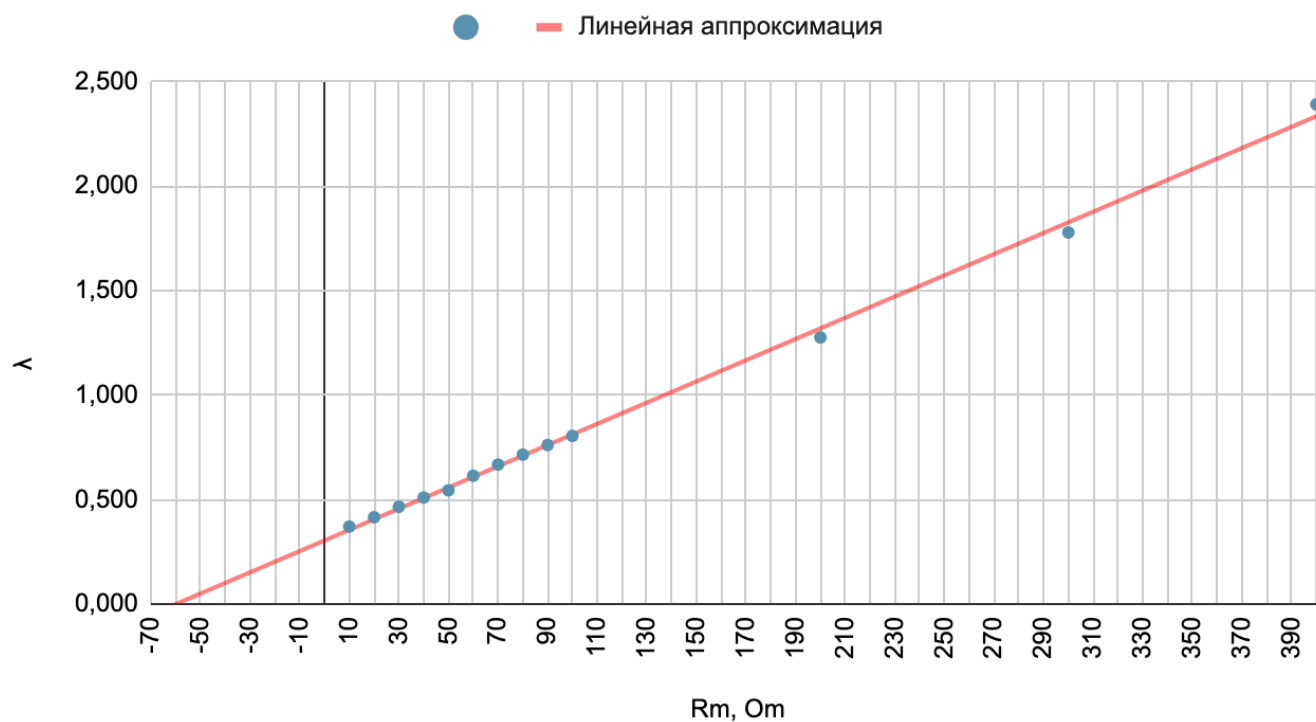
где  $\Delta L$  – средняя разность значений  $L$  и равна 0,2586.

Откуда  $t_\alpha = 0,2586 \cdot 3.60 / 0.391 = 2,47$ ,  $\alpha = 0.99$

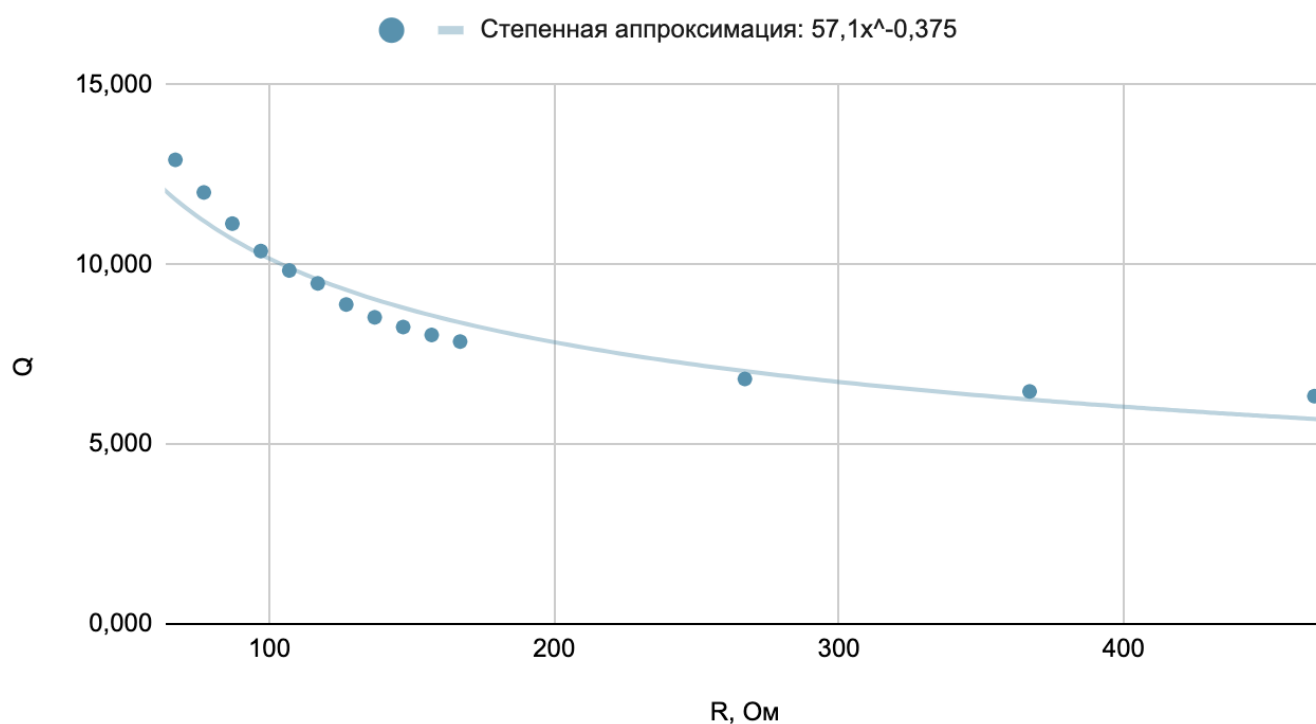
- 1)  $T_{exp} = 0.096$ ,  $T_{th} = 0.090$ ,  $\delta T = 6,53\%$
- 2)  $T_{exp} = 0.116$ ,  $T_{th} = 0.110$ ,  $\delta T = 5,096\%$
- 3)  $T_{exp} = 0.136$ ,  $T_{th} = 0.132$ ,  $\delta T = 3,246\%$
- 4)  $T_{exp} = 0.44$ ,  $T_{th} = 0.417$ ,  $\delta T = 5,63\%$

## 10. Полученные графики

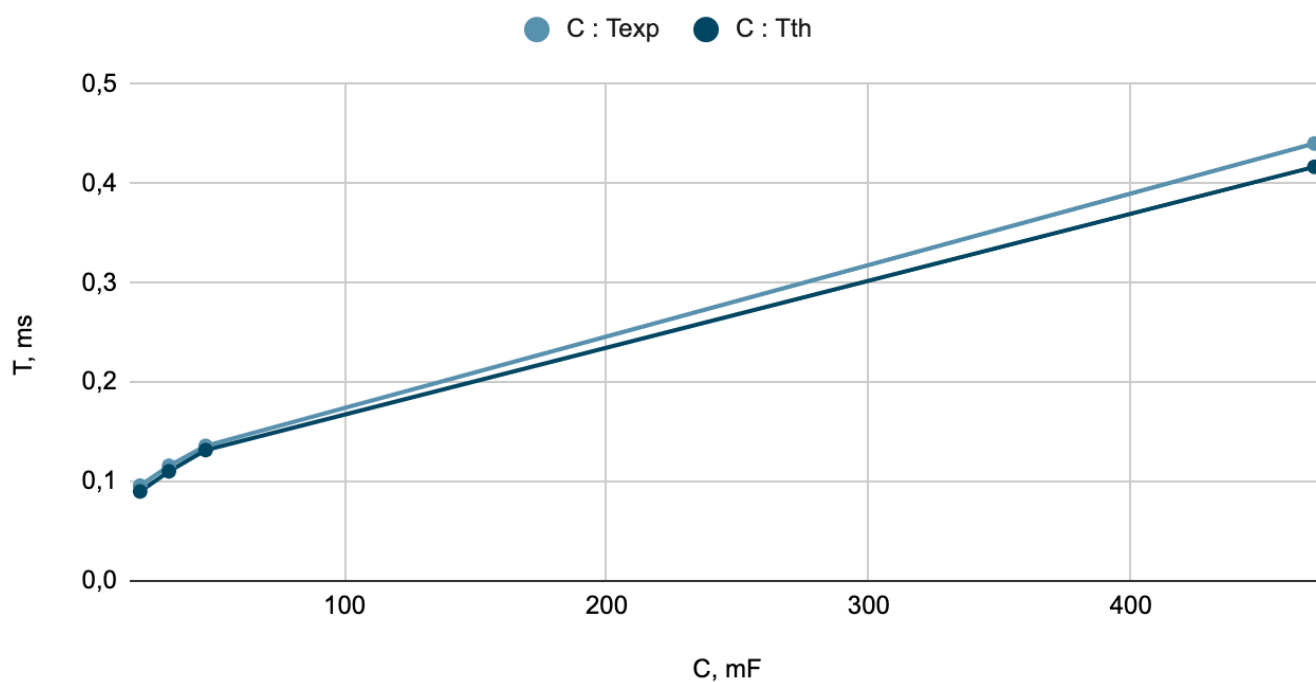
## Зависимость логарифмического декремента от сопротивления



## Зависимость добротности от сопротивления



## Зависимости теоретического и экспериментального периодов от ёмкости конденсатора



### 11. Выводы и анализ результатов работы.

Мы изучили основные характеристики свободных затухающих электромагнитных колебаний, такие как логарифмический декремент  $\lambda$ , добротность контура  $Q$ , критическое сопротивление контура  $R_{кр}$ , коэффициент затухания  $\beta$ , а также характер протекания колебаний в контуре. Построили и проанализировали графики их взаимных зависимостей, а также удостоверились в корректности формулы Томпсона. Ввиду двукратных измерений получили более точные значения, максимально приближенные к теоретическим.