

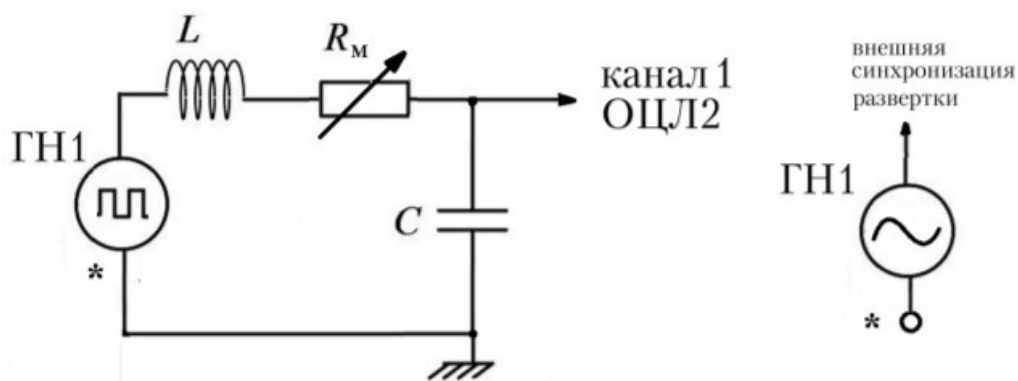


## Цель работы

1. Изучение основных характеристик свободных затухающих колебаний

## Схема установки

Принципиальная схема установки изображена на Рисунке 1. Буквой  $L$  обозначена катушка, используемая в качестве индуктивности; буквой  $C$  обозначен конденсатор, использующийся в качестве ёмкости;  $R_M$  – добавочное сопротивление, выставленное в магазине сопротивлений; ГН1 – генератор переменного напряжения; ОЦЛ2 – канал осциллографа, на который подается сигнал с конденсатора. На генераторе напряжения была установлена частота 40 Гц.



## Измерительные приборы

п/п	Наименование	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Осциллограф	Настраиваемый	Настраиваемый

## Исходные данные

Индуктивность

$$L = 10 \text{ мГн} \pm 10\%$$

Емкости конденсаторов

$$C_1 = 0,022 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

$$C_2 = 0,033 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

$$C_3 = 0,047 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

$$C_4 = 0,47 \text{ мкФ} \pm 10\%$$

## Результаты прямых измерений и их обработки

- Измерили период колебаний  $T$ , значения удвоенной амплитуды  $2U_i$  и  $2U_{i+n}$  колебаний для двух моментов времени, разделённых количеством периодов  $n$ , для каждого сопротивления магазина  $R_m$ . Затем рассчитали значение логарифмического декремента  $\lambda$ , добротности  $Q$ , полного сопротивления  $R$  и индуктивности  $L$  по формулам:

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

$$R = R_0 + R_m$$

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

$$L = \frac{\pi^2 R^2 C}{\lambda^2}$$

Результаты занесли в Таблицу 1:

Таблица 1								
$R_m$ , Ом	$T$ , мс	$U_i$ , дел	$2U_{i+n}$ , дел	$n$	$\lambda$	$Q$	$R$ , Ом	$L$ , мГн
0	0,09	4,8	2,4	2	0,35	12,57	55,6	5,59
10	0,09	4,4	2,2	2	0,35	12,57	65,6	7,78
20	0,09	6,4	2,8	2	0,41	11,17	75,6	7,26
30	0,09	6,2	2,4	2	0,47	10,25	85,6	7,07
40	0,09	6	2	2	0,55	9,42	95,6	6,58
50	0,09	5,9	3,2	1	0,61	8,90	105,6	6,47
60	0,09	11,2	2,8	2	0,69	8,38	115,6	6,04
70	0,09	11	2,6	2	0,72	8,23	125,6	6,59
80	0,09	10,8	2,4	2	0,75	8,08	135,6	7,06
90	0,09	10,4	2	2	0,82	7,78	145,6	6,77
100	0,09	10,2	4,2	1	0,89	7,57	155,6	6,68
200	0,09	8,4	2	1	1,44	6,66	255,6	6,89
300	0,09	7,2	0,9	1	2,08	6,38	355,6	6,35
400	0,09	4,9	0,4	1	2,51	6,33	455,6	7,18

2. Увеличивая сопротивление магазина, нашли  $R_{кр(эксп)}$  – сопротивление, при котором исчезает периодичность процесса разряда конденсатора:

$$R_{кр(эксп)} = 1250 \text{ Ом};$$

3. Установив нулевое сопротивление магазина, измерили  $T_{эксп}$  период колебаний в контуре при  $C_1, C_2, C_3, C_4$ . Также вычислили теоретические значения

периода  $T_{эксп}$  колебаний в контуре по формуле 
$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}}$$

Результаты занесли в **Таблицу 2**:

<b>Таблица 2</b>			
<b>C, мкФ</b>	<b>T<sub>эксп</sub>, мс</b>	<b>T<sub>теор</sub>, мс</b>	<b><math>\delta T = \frac{T_{эксп} - T_{теор}}{T_{теор}}, \%</math></b>
0,022	0,09	0,08	17,7
0,033	0,11	0,09	17,4
0,047	0,13	0,11	16,1
0,47	0,43	0,36	18,5

4. Построили график зависимости  $\lambda = \lambda(R_M)$ . По графику нашли  $R_0$ , как пересечение аппроксимации графика с осью абсцисс, после чего нашли общее сопротивление R для каждого  $R_M$ . Результаты занесли в **Таблицу 1**:

- $R_0 = 55,6 \text{ Ом};$

5. Вычислили значение индуктивности L для каждого  $R_M$ , после чего нашли  $L_{ср}$  для всех  $R_M \leq 100 \text{ Ом}$ :

- $L_{ср} = 6,72 \text{ мГн};$

6. Вычислили теоретическое значение периода колебаний T при значениях сопротивления магазина 0 Ом, 200 Ом и 400 Ом, используя формулу:

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

- $T_0 = 0,093 \text{ мс};$
- $T_{200} = 0,095 \text{ мс};$
- $T_{400} = 0,099 \text{ мс};$

7. Построили график зависимости  $Q = Q(R)$
8. Вычислили теоретическое значение добротности при  $R_m = 0$  Ом, используя формулу:

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

- $Q_0 = 12,13$ ;

9. Вычислили теоретическое и экспериментальное критическое значение сопротивления, при котором исчезает периодичность процесса разряда конденсатора, используя формулу:

$$R_{кр} = 2 * \sqrt{\frac{L}{C}}$$

- $R_{крит} = 1250$  Ом (эксп);
- $R_{крит} = 1348,4$  Ом (теор);

10. Построили зависимость  $T_{эксп} = T_{эксп}(C)$  и  $T_{теор} = T_{теор}(C)$

### Расчет погрешностей

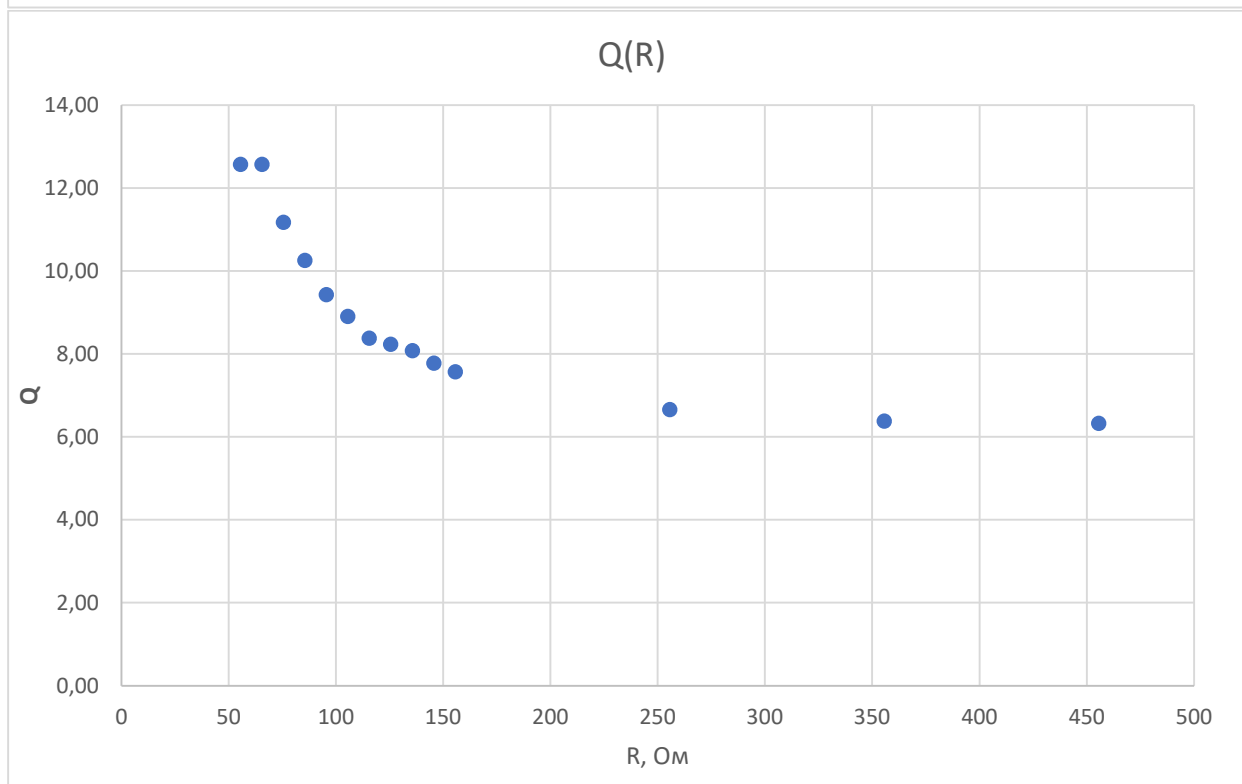
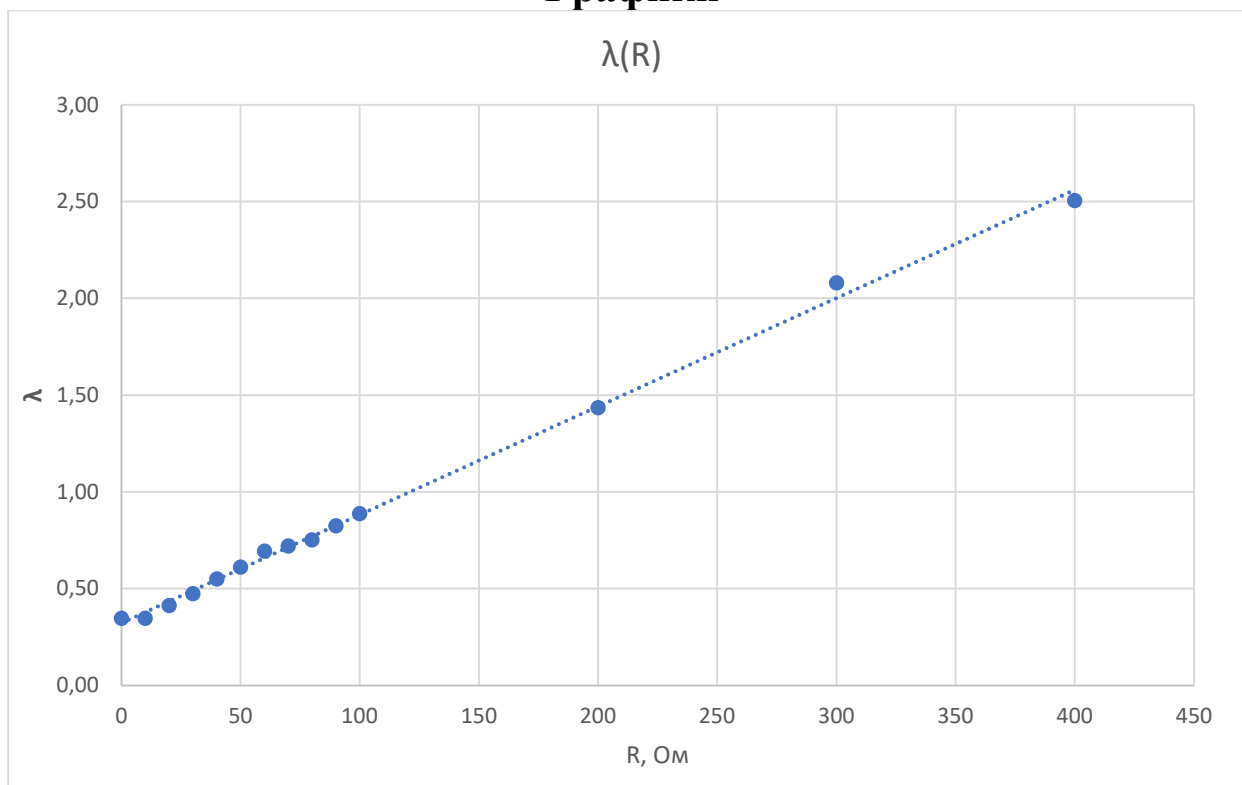
1. Рассчитали среднее квадратичное отклонение величины индукции L:

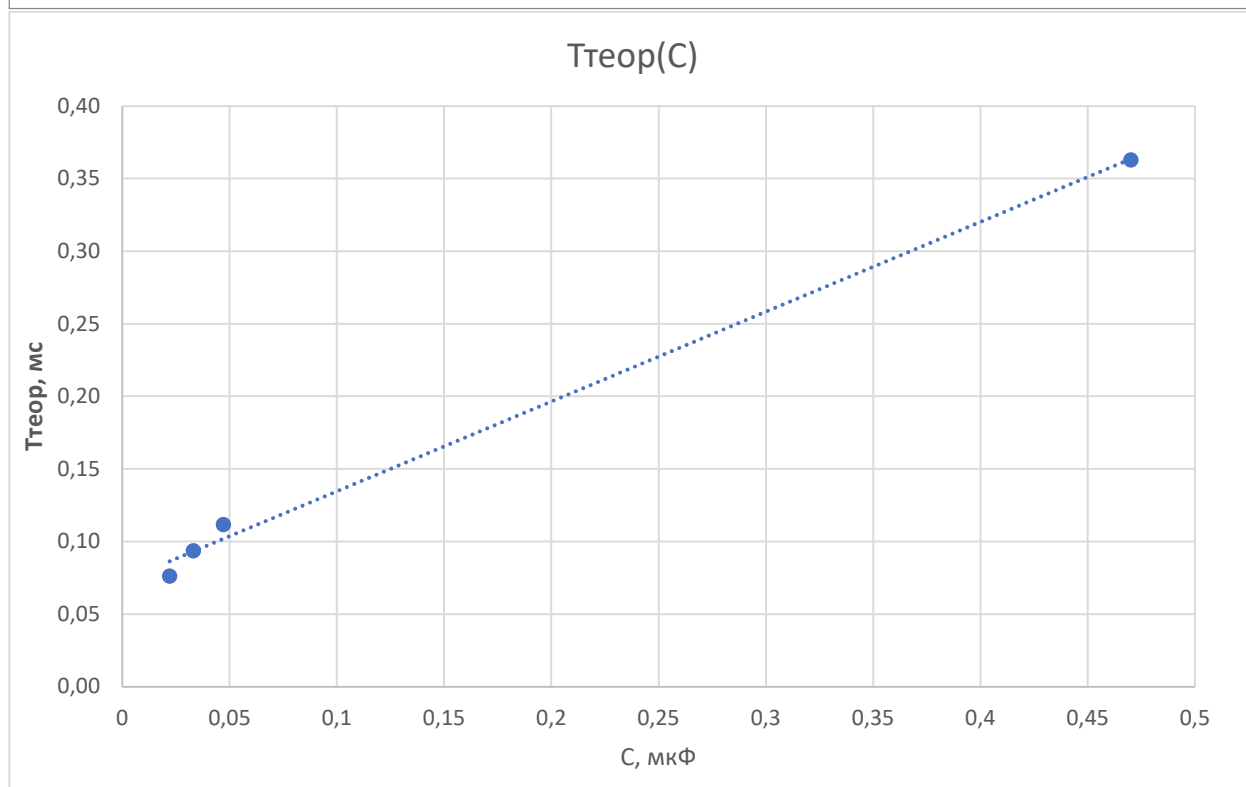
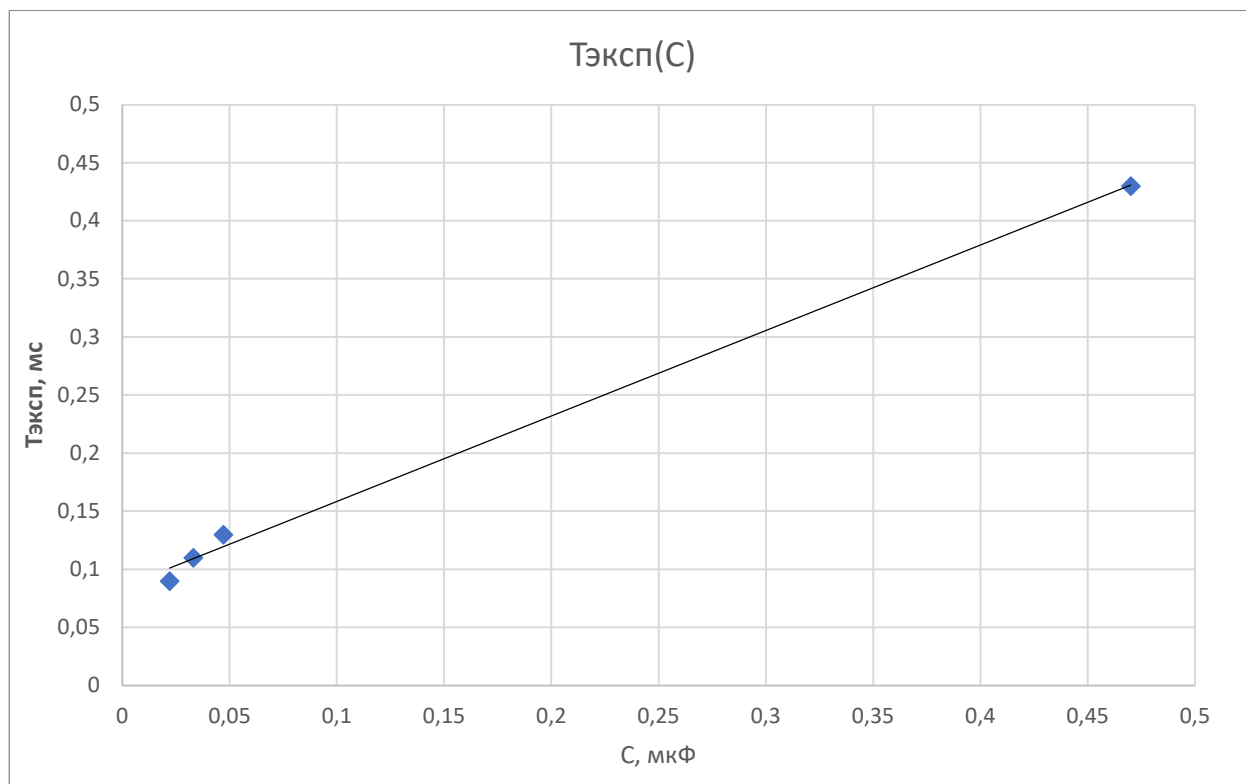
$$\sigma(L) = \sqrt{\frac{\sum(L_i - \bar{L})^2}{n(n-1)}} = 0,15 \text{ мГн}$$

2. Вычислили погрешность среднего значения индукции  $L_{ср}$ :

$$\Delta L_{ср} = t_{\alpha,n} * \sigma(L) = 0,34 \text{ мГн}$$

## Графики





## Окончательные результаты

В ходе выполнения лабораторной работы были получены следующие значения:

$$R_{\text{кр(эксп)}} = 1250 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{крит(теор)}} = 1348,4 \text{ Ом}$$

Теоретическое и экспериментальное критическое значение сопротивления, при котором исчезает периодичность процесса разряда конденсатора

$R_0 = 55,6 \text{ Ом}$  – собственное сопротивление контура

$L_{\text{ср}} = (6,72 \pm 0,34) \text{ мГн}$  - среднее значение индуктивности для всех  $R_{\text{м}} \leq 100 \text{ Ом}$

$T_0 = 0,093 \text{ мс}$  - теоретическое значение периода колебаний  $T$  при значениях сопротивления магазина  $0 \text{ Ом}$ ,  $200 \text{ Ом}$  и  $400 \text{ Ом}$

$$T_{200} = 0,095 \text{ мс};$$

$$T_{400} = 0,099 \text{ мс};$$

$Q_0 = 12,13$  – теоретическое значение добротности при  $R_{\text{м}} = 0 \text{ Ом}$

## Выводы

1. Графики зависимостей теоретического периода колебаний от емкости и экспериментального периода колебаний от емкости практически совпадают;
2. Экспериментальная средняя индуктивность катушки меньше, чем теоретическая индуктивность стэнда, равная  $10 \text{ мГн}$ ;
3. Теоретические периоды колебаний при  $0 \text{ Ом}$ ,  $200 \text{ Ом}$  и  $400 \text{ Ом}$  сопротивления магазина практически совпадают с экспериментальными;
4. Теоретическое значение добротности при  $0 \text{ Ом}$  сопротивления магазина практически совпадает с экспериментальным;
5. Теоретическое критическое значение сопротивления различается с экспериментальным меньше, чем на  $100 \text{ Ом}$ ;
6. Так как  $\beta \ll \omega_0$ , то мы можем использовать формулу Томпсона для расчетов:

$$T = 2\pi\sqrt{LC}.$$