

---

Московский Физико-Технический Институт  
(государственный университет)

Лабораторная работа по курсу общей физики № \*labnum\*

---

**\*name of your labwork\***

---

**Автор:**

\*your name\* \*groupname\*



Долгопрудный, 2021

# 1 Подготовка.

**В работе используются:** генератор импульсов, электронное реле, магазин сопротивлений, магазин емкостей, индуктивность, осциллограф, измеритель LCR.

**Цель работы:** исследование зависимости периода свободных колебаний контура от емкости, зависимость логарифмического декремента затухания от сопротивления, определить критическое сопротивление и добротность контура, наблюдать затухающие колебания на фазовой плоскости.

**Схема установки.**

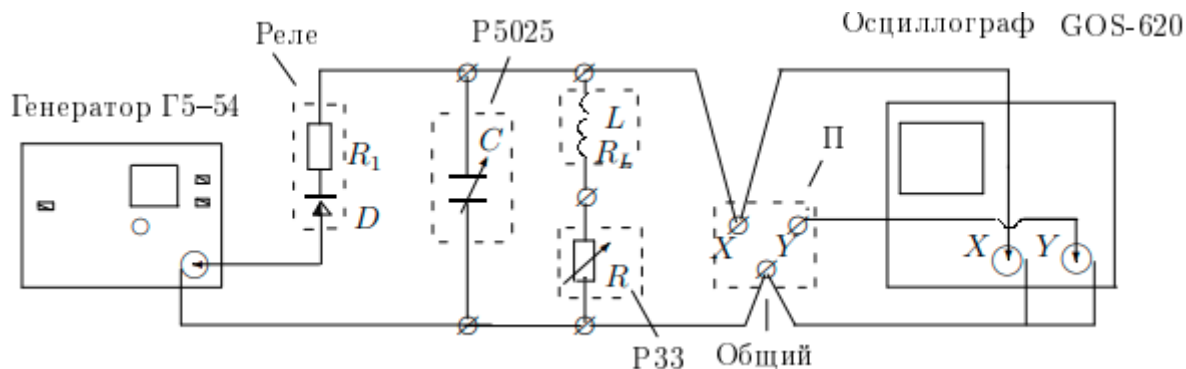


Рис. 1: Схема установки для исследования свободных колебаний

**Расчетные формулы.**

Период колебательного контура.

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (1)$$

Частота колебательного контура.

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2)$$

Критическое сопротивление.

$$R_{кр} = 2\sqrt{\frac{L}{C}} \quad (3)$$

Логарифмический декремент затухания.

$$\Theta = \frac{1}{n} \ln \frac{U_k}{U_{k+n}} \quad (4)$$

Добротность.

$$Q = 2\pi \frac{W}{\Delta W_T} = \frac{W}{\Delta W} = \frac{\pi}{\gamma T} = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{\omega_0 C R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \quad (5)$$

## 2 Обработка данных.

Экспериментальным путем измерили период колебаний, при  $R = 0$   $T = 340$  мкс; тогда частота колебаний составляет  $\nu \approx 2941.18 \text{ Hz} \approx 3 \text{ кГц}$ .

Используя формулу Томсона, вычислим индуктивность

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \Rightarrow L = \frac{1}{C} \left( \frac{T}{2\pi} \right)^2 = \frac{1}{2 \cdot 10^{-8}} \frac{3.4^2 \cdot 10^{-8}}{4\pi^2} \approx 146.55 \text{ мГн}$$

Измерим индуктивность при помощи прибора ТЕТРОН-RLC200. Полученное значение –  $L = 143.47 \text{ мГн}$ .

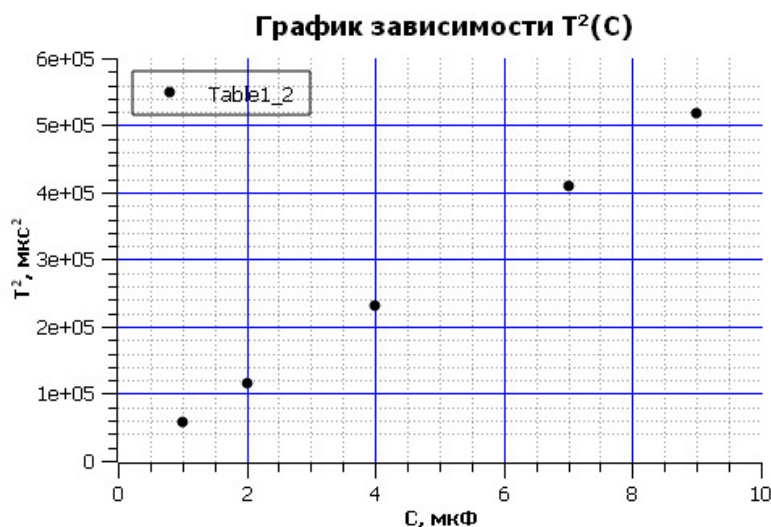
Примем расчетную погрешность 4%; погрешность вычисления индуктивности ( $\pm 5.74 \text{ мГн}$ ).

**Вывод:** Таким образом, приходим к выводу, что полученные значения совпадают в пределах погрешности.

Измерим зависимость  $T^2(C)$ ; построим график данной зависимости.

$C$ ( $10^{-2}$ мкФ)	1	2	4	7	9
$T^2$ ( $10^3$ мкс <sup>2</sup> )	57.6	115.6	230.4	409.6	518.4

По графику проверим справедливость формулы Томсона.



**Вывод:** график  $T^2(C)$  представляет собой линейную зависимость, таким образом, приходим к выводу о справедливости формулы Томсона.

Измерим зависимость логарифмического декремента затухания от сопротивления.

Вычислим теоретическое значение критического сопротивления.

$$R_{кр} = 2\sqrt{\frac{L}{C}} = 2\sqrt{\frac{143.47 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-8}}} \approx 5356.68 \text{ Ом}$$

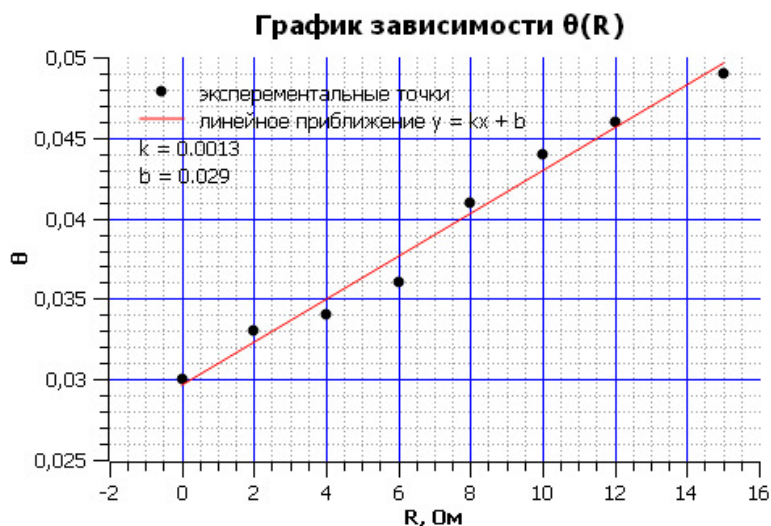
$$\theta = \gamma T = \frac{R}{2L} 2\pi\sqrt{LC} = R\pi\sqrt{\frac{C}{L}} = \frac{2\pi}{R_{кр}} R \quad (6)$$

$$R = R_{\text{внеш}} + R_{\text{внутр}} \quad (7)$$

$R_{\text{внеш}}, \text{Ом}$	$n$	$U_1/U_n$	$\theta$	$Q$
0	23	2	0.03	104.6
2	21	2	0.033	95.15
4	20	2	0.034	92.35
6	19	2	0.036	87.22
8	17	2	0.041	76.59
10	25	3	0.044	71.36
12	24	3	0.046	68.26
15	28	4	0.049	64.08

$$\theta = \frac{2\pi}{R_{\text{кр}}} R_{\text{внеш}} + \frac{2\pi}{R_{\text{кр}}} R_{\text{внутр}} \quad (8)$$

Построим график зависимости  $\theta(R)$  и выразим  $R_{\text{внеш}}$   $R_{\text{внутр}}$ .



$$\frac{2\pi}{R_{\text{кр}}} = 0.0013 \Rightarrow R_{\text{кр}} \approx 4830.77 \text{ Ом}$$

$$\frac{2\pi}{R_{\text{кр}}} R_{\text{внутр}} = 0.029 \Rightarrow R_{\text{внутр}} \approx 22.31 \text{ Ом}$$

**Вывод:** таким образом, с помощью графика зависимости  $\theta(R)$  мы нашли значения внутреннего и критического сопротивления.

Вычислим логарифмический декремент затухания по фазовой диаграмме.

Вычисления выполним по формуле:

$$\Theta = \frac{1}{n} \ln \frac{U_k}{U_{k+n}} \quad (9)$$

$$300 \text{ Ом: } \theta = \frac{1}{4} \ln \frac{14}{3} \approx 0.39$$

$$1 \text{ кОм: } \theta = \ln \frac{6}{2} \approx 1.09$$



Рис. 2: Колебания на фазовой диаграмме  $R = 300 \text{ Ом}$

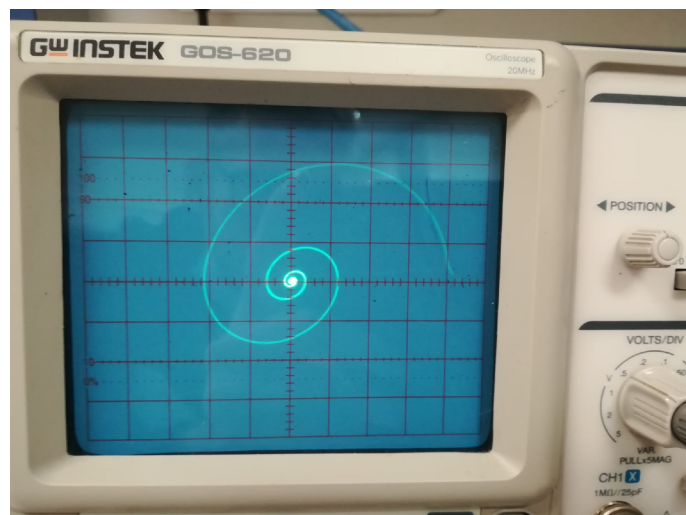


Рис. 3: Колебания на фазовой диаграмме  $R = 1 \text{ кОм}$