

МОСКОВСКИЙ  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.2.4

---

Свободные колебания в электрическом  
контуре

---

*Студент:*

Павел СЕВЕРИЛОВ

671 группа



25 октября 2017 г.

# 1 Цель работы

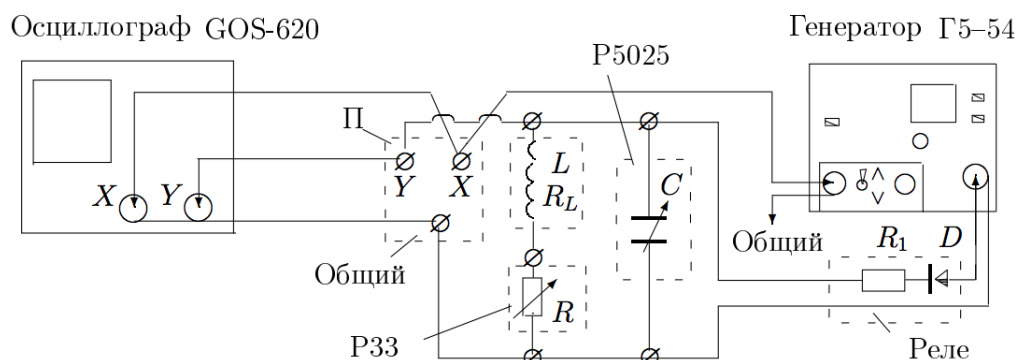
Исследование свободных колебаний в колебательном контуре.

**В работе используются:** генератор импульсов, электронное реле, магазин сопротивлений, магазин емкостей, индуктивность, электронный осциллограф, универсальный мост.

## 2 Теоретическая часть

Импульсы от генератора поступают на колебательный контур через реле (диодный тиристор D и ограничительный резистор  $R_1$ ). Импульсы заряжают конденсатор C. После каждого импульса генератор отключается от колебательного контура, и в контуре возникают свободные затухающие колебания, которые можно наблюдать на осциллографе.

Схема экспериментальной установки:



Здесь:  $L$  – постоянная индуктивность,  $C$  и  $R$  – переменные ёмкость и сопротивление соответственно.

## 3 Работа и измерения

1. Прокалибруем горизонтальную ось осциллографа по известному периоду повторения импульсов:

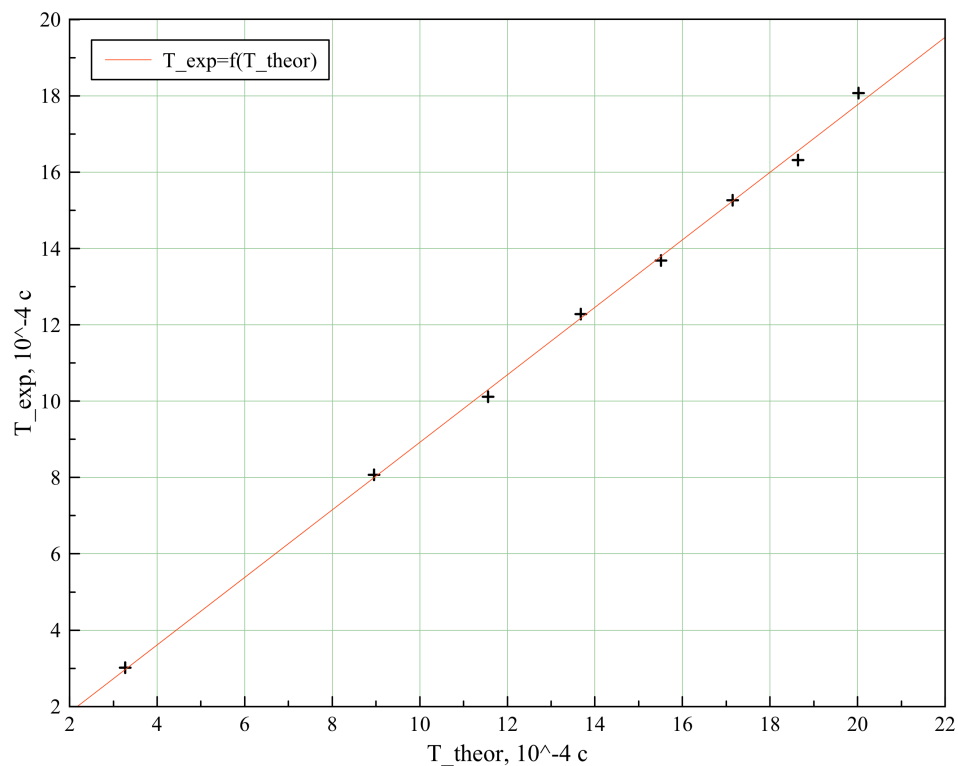
- подберем частоту развертки осциллографа, при которой расстояние  $x_0$  между импульсами, поступающими с генератора ( $T_0 = 0,01\text{с}$ ), занимает почти весь экран.
- измерим на экране расстояние  $x$ , которое занимают несколько полных периодов  $n$ .
- период колебаний контура  $T = T_0 \frac{x}{nx_0}$  – эксперимент
- $T$  теоретический:  $T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$ ,  $L \simeq 135,4\text{мГн}$

Результаты вносим в Таблицу 1.

$C, \text{ мкФ}$	$x_0$	$x$	$n$	$T_{exp}, 10^{-4} \text{ с}$	$T_{theor}, 10^{-4} \text{ с}$
0,02	5,7	8,6	5	3,270	3,018
0,15	5,7	9,2	2	8,954	8,070
0,25	5,8	8,8	1,5	11,560	10,115
0,35	5,7	7	1	13,678	12,281
0,45	5,7	7,8	1	15,509	13,684
0,55	5,7	8,7	1	17,146	15,263
0,65	5,7	9,3	1	18,640	16,316
0,75	5,7	10,3	1	20,023	18,070

Таблица 1:  $T_{exp}$  и  $T_{theor}$

Построим график  $T_{exp} = f(T_{theor})$ :



2. Приняв  $L = 200 \text{ мГн}$ , рассчитаем емкость  $C$ , при которой собственная частота колебаний контура  $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  равна  $5 \text{ кГц}$ :  $C = \frac{1}{L(2\pi\nu_0)^2} = 5.07 \text{ нФ}$  Также рассчитаем

критическое сопротивление контура для выбранных  $L$  и  $C$ :  $R_{кр}^{theor} = 2\sqrt{\frac{L}{C}} = 12561,5 \text{ Ом}$

3. Экспериментально найдем критическое сопротивление  $R_{кр} = 9200 \text{ Ом}$ ;  $R_{конт} = R + R_L$ , где  $R_L = (14 \pm 1) \text{ Ом}$ . Снимем зависимость логарифмического декремента затухания от сопротивления:

$$\Theta = \frac{1}{n} \ln \frac{U_k}{U_{k+n}}$$

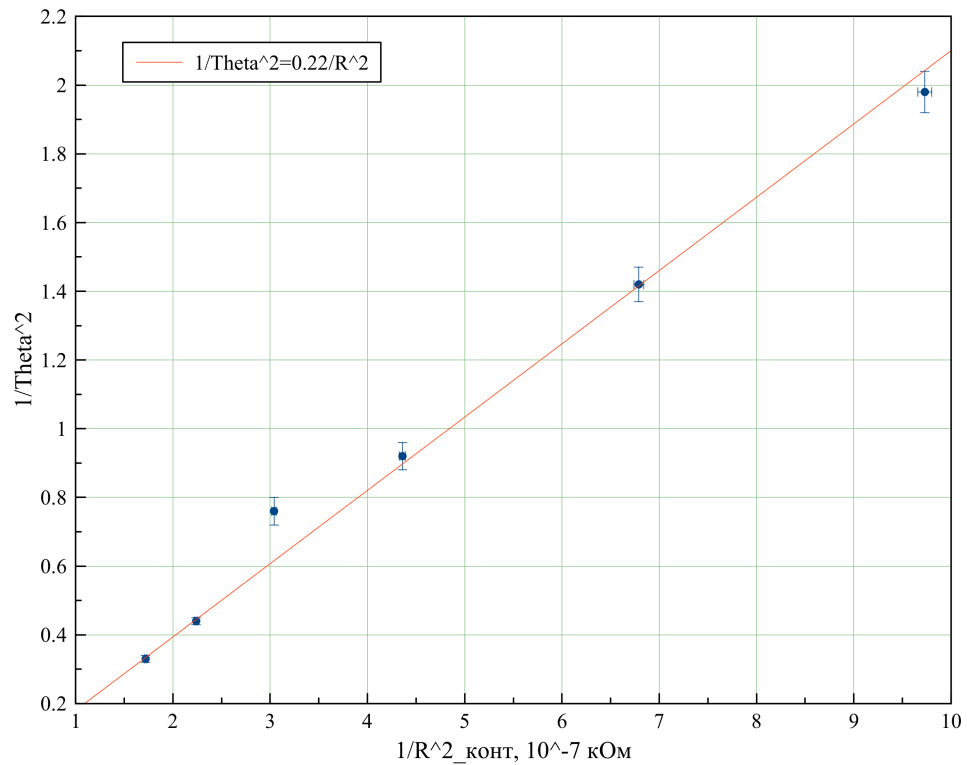
. Результаты заносим в Таблицу 2.

$R, \text{ Ом}$	$R_{\text{конт}}, \text{ Ом}$	$U_k$	$U_{k+n}$	$n$	$\Theta$	$1/R_{\text{конт}}^2, 10^{-7} \text{ Ом}^{-2}$	$1/\Theta^2$
1000	1135	3.4	0.2	4	0.71	9,73	1,98
1200	1335	2.9	0.1	4	0.84	6,79	1,42
1500	1635	2.25	0.1	3	1.04	4,36	0,92
1800	1935	2.0	0.2	2	1.15	3,04	0,76
2100	2235	4.1	0.2	2	1.51	2,24	0,44
2400	2535	3.2	0.1	2	1.73	1,72	0,33

Таблица 2:  $1/R_{\text{конт}}^2$  и  $1/\Theta^2$

Ошибки измерений:  $\sigma_{1/R^2} = \frac{1}{R_{\text{конт}}^2} \frac{1}{14}$ ;  $\sigma_{1/\Theta^2} = \frac{1}{\Theta^2} \sqrt{\left(\frac{\sigma_{U_k}}{U_k}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_{U_{k+n}}}{U_{k+n}}\right)^2}$

Построим график  $\frac{1}{\Theta^2} = f\left(\frac{1}{R_{\text{конт}}}\right)$



Определим угол наклона графика:

Приняв  $Y = \frac{1}{\Theta^2}$ ;  $X = \frac{1}{R_{\text{конт}}^2}$ , получим  $R_{\text{крит}} = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta Y}{\Delta X}}$ . В итоге получаем:

$$R_{\text{крит}}^{\text{graph}} = 9.32 \text{ кОм}$$

4. Рассчитаем добротность контура для максимального и минимального значений  $\Theta$ :

$$Q = \frac{\pi}{\Theta} \text{ и сравним с расчетом } Q \text{ через параметры контура } R, L, C: Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$\bullet \Theta_1 = 0.71, Q_{\Theta_1} = \frac{\pi}{\Theta_1} = 4.42, Q_{RLC_1} = \frac{1}{R_1} \sqrt{\frac{L}{C}} = 5.2$$

$$\bullet \Theta_2 = 1.73, Q_{\Theta_2} = \frac{\pi}{\Theta_2} = 1.82, Q_{RLC_2} = \frac{1}{R_2} \sqrt{\frac{L}{C}} = 2.15$$

5. Рассчитаем  $\Theta$  по спирали

$R, \text{ Ом}$	$r_{k+n}$	$r_k$	$n$	$\Theta$
900	0.2	2.7	4	0.65
1000	0.1	2.2	4	0.77
1500	0.2	4	3	1
2100	0.2	3.5	2	1.43
2300	0.2	3.6	2	1.45

Таблица 3: расчет по спирали

## 4 Вывод

В данной работе исследовали зависимость периода свободных колебаний контура от емкости, зависимость логарифмического декремента от сопротивления, а также определили критическое сопротивление разными способами и добротность контура. Все три значения критического сопротивления достаточно близки по значению за исключением рассчитанного теоретически. Данное значение достаточно сильно отклонилось от двух других вследствие того, что мы принимали  $L$  примерным, не рассчитывали его точно. В двух других измерениях: экспериментальном и по графику – никаких значений наугад не брали. Также расчет добротности и логарифмического декремента (расчеты прямые и по спирали) разными способами дали примерно одни и те же значения.