

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ С ПОМОЩЬЮ ОСЦИЛЛОГРАФА

Выполнил студент гр. \_\_\_\_\_

Ф.И.О. \_\_\_\_\_

Подпись преподавателя \_\_\_\_\_  
(обязательна после окончания эксперимента)

дата \_\_\_\_\_

**Цель работы:** получение затухающих электрических колебаний и определение параметров колебательного контура с помощью осциллографа.

## Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться со схемой установки.
2. Записать в таблицу 1 величины ёмкостей конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$ , резисторов  $R_1$  и  $R_2$ , индуктивности  $L$ , приведенных на установке.

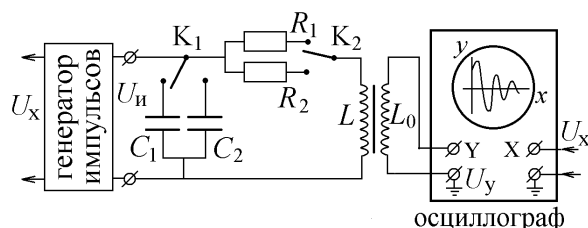
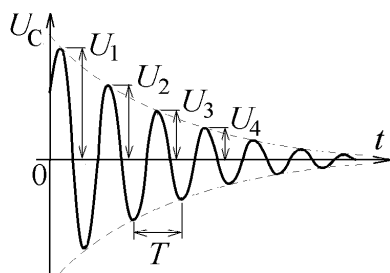


Таблица 1

$C$ , мкФ	$R$ , Ом	$L$ , Гн	$\beta_{\text{теор}}$ , $\text{с}^{-1}$	$T_{\text{теор}}$ , с	$\theta_{\text{теор}}$	$Q_{\text{теор}}$
$C_1 =$	$R_1 =$					
$C_2 =$	$R_2 =$					

3. Включить установку в сеть. Включить осциллограф. Подождать, пока. Подключить в контур конденсатор с ёмкостью  $C = C_1$  и резистор с сопротивлением  $R = R_1$ .



Добиться на экране осциллографа изображения затухающих колебаний падения напряжения на конденсаторе.

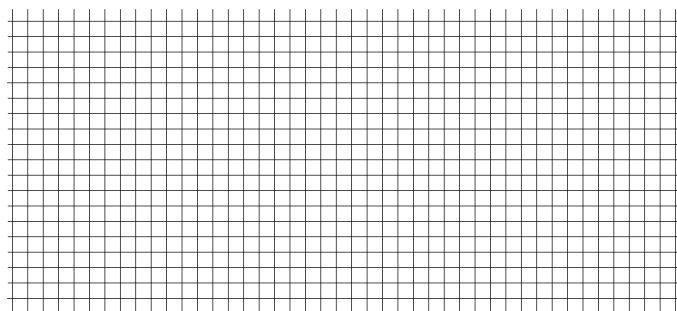
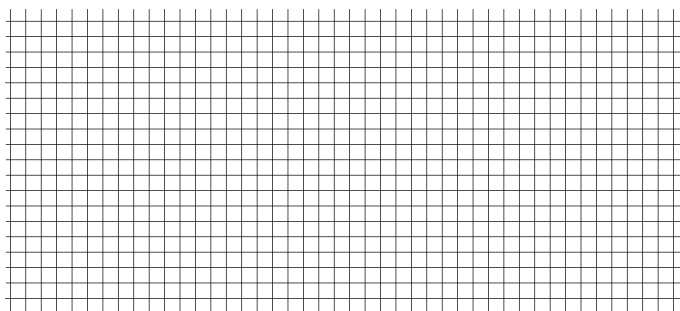
4. Измерить не менее трёх последовательных величин периода колебаний  $T$  в делениях, нанесенных на экране осциллографа вдоль горизонтальной оси (это расстояние или между соседними максимумами, или между соседними минимумами графика  $U_C = f(t)$ ).

На панели осциллографа найти регулятор горизонтальной (временной) развертки, указывающий цену одного деления в единицах времени (ms или  $\mu\text{s}$ ). Умножая величины  $T$  в делениях на цену одного деления, получить три экспериментально определенные величины периода  $T_{\text{эксп}}$ . Занести их в таблицу 2, вычислив среднюю величину  $\langle T_{\text{эксп}} \rangle$ .

Таблица 2.

$C$ , мкФ	$R$ , Ом	$L$ , Гн	$T_{\text{эксп}}$ , мкс	$\langle T_{\text{эксп}} \rangle$ , мкс	$U_1$ , мм	$U_n$ , мм	$\theta_{\text{эксп}}$	$\langle \theta_{\text{эксп}} \rangle$	$\beta_{\text{эксп}}$ , с <sup>-1</sup>	$Q_{\text{эксп}}$
$C_1$ =	$R_1$ =					$U_2$ =				
						$U_3$ =				
						$U_4$ =				
$C_2$ =	$R_2$ =					$U_2$ =				
					$U_3$ =					
					$U_4$ =					

5. Перерисовать кривую изображения затухающих колебаний с экрана осциллографа на лист миллиметровой бумаги в масштабе 1:1, тщательно соблюдая все размеры (или сфотографировать кривую на экране, распечатать полученную фотографию на компьютере и приложить к отчету).



6. Подключить в контур конденсатор с ёмкостью  $C = C_2$  и резистор с сопротивлением  $R = R_2$ . Добиться на экране осциллографа нового изображения затухающих колебаний.

7. Повторить выполнение пунктов 4 и 5, получая новый график и новое значение  $\langle T_{\text{эксп}} \rangle$ .

8. Выключить питание осциллографа и выключить установку.

9. По нарисованным или сфотографированным на двух графиках кривым измерить линейкой амплитудные значения  $U_1, U_2, U_3, U_4, \dots$  в миллиметрах (эти значения отсчитываются от горизонтальной оси, соответствующей значению  $U = 0$ , к которой будут сходиться колебания, и которую надо нанести на графике). Занести их в таблицу 2.

10. По формуле  $\theta = \frac{1}{n-1} \ln \left( \frac{U_1}{U_n} \right)$ , где  $n=2,3,4$  вычислить логарифмический декремент затухания  $\theta$  и рассчитать его среднее значение  $\langle \theta \rangle = \theta_{\text{эксп}}$  для каждого из двух графиков. Затем по формулам

$\beta_{\text{эксп}} = \langle \theta_{\text{эксп}} \rangle / T_{\text{эксп}}$  и  $Q_{\text{эксп}} = \pi / \langle \theta_{\text{эксп}} \rangle$  рассчитать экспериментальные значения коэффициента затухания  $\beta$  и добротности  $Q$  контура. Результаты вычислений занести в таблицу 2.

11. По формулам  $\beta_{\text{теор}} = \frac{R}{2L}$ ,  $T_{\text{теор}} = 2\pi \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$ ,  $\theta_{\text{теор}} = \beta_{\text{теор}} \cdot T_{\text{теор}}$ ,  $Q_{\text{теор}} = \frac{\pi}{\theta_{\text{теор}}}$

вычислить соответствующие теоретические характеристики контура. Результаты вычислений занести в таблицу 1 и сравнить с экспериментальными величинами из таблицы 2.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе № 29

1. Какая цепь называется электрическим колебательным контуром?
2. Запишите правило Кирхгофа для замкнутой цепи, содержащей конденсатор с ёмкостью  $C$ , катушку с индуктивностью  $L$  и резистор  $R$  и приведите его к дифференциальному уравнению собственных затухающих колебаний заряда на конденсаторе. Запишите его решение для зависимости колебаний заряда  $q$  на конденсаторе и падения напряжения  $U_C$  на его обкладках от времени.
3. Как частота и период собственных электрических колебаний зависят от параметров  $C$ ,  $L$  и  $R$ ?
4. Что происходит с величиной периода (частоты) собственных колебаний при увеличении сопротивления  $R$ ? при увеличении ёмкости  $C$ ?
5. Чему равно критическое сопротивление контура  $R_{\text{кр}}$ ? Что происходит с колебаниями при  $R \geq R_{\text{кр}}$ ?
6. Получите зависимость величины тока  $I$  в контуре от времени.
7. Как изменяются со временем амплитуды колебаний  $U_C$  и  $I$ ? Чему равен сдвиг фаз между ними?
8. Какая величина называется логарифмическим декрементом затухания колебаний  $\theta$ ? Выразите величину  $\theta$  через параметры  $C$ ,  $L$  и  $R$ .
9. В электрическом колебательном контуре сопротивление  $R$  и индуктивность  $L$  увеличили в два раза. Во сколько раз надо изменить ёмкость  $C$ , чтобы логарифмический декремент затухания колебаний не изменился?
10. Как вычислить добротность колебательного контура? Что характеризует величина добротности?
11. Как определяется величина ЭДС взаимной индукции и какова роль в данной работе? По электрической схеме объясните, как возникает картина затухающих колебаний на экране осциллографа.
12. Объясните, как определить величину логарифмического декремента затухания  $\theta$  по картине, наблюдаемой на экране?
13. Период собственных затухающих колебаний в электрическом колебательном контуре  $T = 2$  мс. За время  $\Delta t = 10$  мс амплитуда таких колебаний уменьшается в  $e = 2,71828$  раз. Чему равен логарифмический декремент затухания колебаний?
14. В контуре с заданными параметрами  $C$  и  $R$  изменяют индуктивность  $L$ . При каком значении  $L$  циклическая частота собственных колебаний имеет максимальную величину? Чему равна  $\omega_{\text{max}}$ ?

Изучаемый в работе материал можно найти в следующих учебных пособиях:

1. Савельев И.В. Курс физики в 3-х тт.: Т. 2: Электричество - М.: Наука, 1970.- §§ 59, 62, 99, 100.
2. Колмаков, Ю.Н. Кажарская С.Е. Физика. Электромагнетизм: руководство к проведению самостоятельной работы студентов. Изд-во ТулГУ, 2017, стр. 100-103..