

Группа М3211

К работе допущен _____

Студент Низамутдинов Сидякин

Работа выполнена _____

Преподаватель Тимофеева Э.О.

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.10

1. Цель работы:

Изучение основных характеристик свободных затухающих колебаний

2. Задачи, решаемые при выполнении работы:

1. Собрать схему, в качестве индуктивности использовать L , с ёмкостью $C1$.
2. Измерить период колебаний при разном сопротивлении магазина R_M
3. Измерить значения $2U_i$ и $2U_{i+n}$, удвоенные значения амплитуд колебания напряжения.
4. Построить график зависимости логарифмического декремента от R_M
5. Подобрать резонирующее сопротивление $R_{рез}$

3. Объект исследования:

Стенд с объектом исследования СЗ-ЭМ01, а именно свободные затухающие электромагнитные колебания

4. Метод экспериментального исследования.

Прямые и косвенные измерения

5. Рабочие формулы и исходные данные.

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

(1)

$$R = R_M + R_0.$$

(2)

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

(3)

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

(4)

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

(5)

$$R_{\text{кр}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{C}},$$

(6)

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

(7)

6. Измерительные приборы.

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование</i>	<i>Тип прибора</i>	<i>Погрешность прибора</i>
<i>1</i>	<i>Осциллограф</i>	<i>Измерительный</i>	<i>0,05 дел</i>

7. Схема установки (перечень схем, которые составляют Приложение 1).

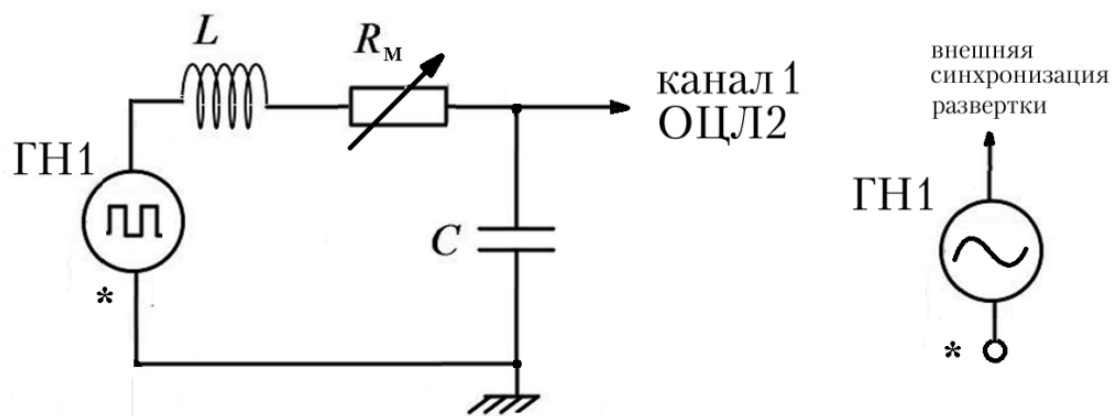


Рис 6. Рабочая схема для изучения затухающих колебаний напряжения на конденсаторе

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

9. Расчет результатов косвенных измерений (таблицы, примеры расчетов).

Таблица 1								
R_M , Ом	T, мс	$2U_i$, дел	$2U_{i+n}$, дел	n	λ	Q	R, Ом	L, мГн
0	0,09	5,3	1,9	3	0,34	12,68	55,2	5,66
10	0,09	5	1,6	3	0,38	11,81	65,2	6,40
20	0,09	4,7	1,3	3	0,43	10,92	75,2	6,69
30	0,09	4,4	1,2	3	0,43	10,84	85,2	8,40
40	0,09	4,2	0,9	3	0,51	9,79	95,2	7,46
50	0,09	4	0,8	3	0,54	9,55	105,2	8,35
60	0,09	3,7	0,7	3	0,56	9,37	115,2	9,35
70	0,09	3,5	0,6	3	0,59	9,09	125,2	9,85
80	0,09	3,3	0,8	2	0,71	8,29	135,2	7,91
90	0,09	3,1	1,5	1	0,73	8,20	145,2	8,69
100	0,09	2,9	1,3	1	0,80	7,86	155,2	8,12
200	0,09	1,6	0,5	1	1,16	6,96	255,2	10,45
300	0,09	1,3	0,3	1	1,47	6,64	355,2	12,74
400	0,09	0,7	0,1	1	1,95	6,41	455,2	11,88

Сначала нужно измерить период колебаний T на экране, а далее значения удвоенной амплитуды $2U_i$ и $2U_{i+n}$. Период колебаний у меня немножко поменялся при большом сопротивлении, но потом я понял, что период должен быть везде одинаков, поэтому немного скорректировал результаты измерений.

Логарифмический декремент для текущего сопротивления магазина

$$\lambda = \ln \left(\frac{U_i}{U_{i+n}} \right)^{\frac{1}{n}} = \frac{\ln \frac{5,3}{1,9}}{3} = \frac{1,025}{3} = 0,34$$

Значение добротности для текущего сопротивления магазина

$$Q = \frac{2\pi}{1 - e^{-2\lambda}} = \frac{2\pi}{1 - e^{-2 \cdot 0,34}} = \frac{2\pi}{1 - 0,51} = 12,68$$

$$Q_{\text{теор}} = \frac{1}{R} * \sqrt{\frac{10 * 10^3}{C}} = 12,21$$

Полное сопротивление для текущего сопротивления магазина

$$R = R_0 + R = 55,2 + 0 = 55,2$$

R_0 находится по графику при пересечении самого графика и оси абсцисс, общее сопротивление находится как сумма сопротивлений магазина и самого контура. $R_0 = 55,2$ Ом.

Значение индуктивности для текущего сопротивления магазина

$$L = \frac{\pi^2 * R^2 * C}{\lambda^2} = \frac{\pi^2 * 55,2^2 * 0,022}{0,34^2} = 5,66 \text{ мГн}$$

$$L_{\text{ср}} = 7,9 \text{ мГн}$$

Среднее значение индуктивности для всех $R_m \leq 100$ Ом

Таблица 2			
С, мкФ	$T_{\text{эксп}}$, мс	$T_{\text{теор}}$, мс	Сигма Т, %
0,022	0,09	0,08	8,1
0,033	0,11	0,10	7,8
0,047	0,13	0,12	6,7
0,47	0,45	0,39	14,4

$$T_{\text{теор}0} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{10^9}{5,66 * 0,022} - \frac{55,2^2 * 10^6}{4 * (5,66)^2}}} * 10^3 = 0,08 \text{ мс}$$

$$T_{\text{теор}200} = 0,1 \text{ мс}$$

$$T_{\text{теор}400} = 0,12 \text{ мс}$$

Теоретическое значение периода колебаний при соответствующих значениях сопротивления магазина 0, 200, 400 Ом.

У нас вышло экспериментально $R_{\text{рез}} = 1080 \text{ Ом}$, вычислим теоретическое значение:

$$R_{\text{рез теор}} = 2 * \sqrt{\frac{10 * 10^3}{0,022}} = 1348,4 \text{ Ом}$$

10. Расчет погрешностей измерений (для прямых и косвенных измерений).

Среднее квадратичное отклонение величины индукции L:

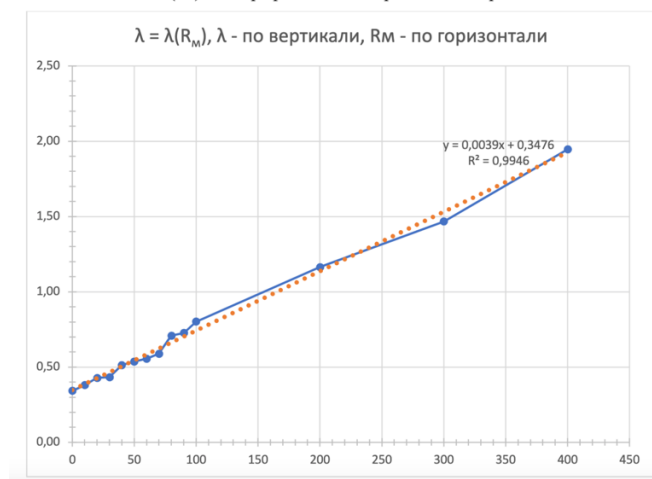
$$\sigma(L) = \sqrt{\frac{\sum(L_i - \bar{L})^2}{n(n-1)}} = 0,32 \text{ мГн}$$

Погрешность среднего значения индукции $L_{\text{ср}}$

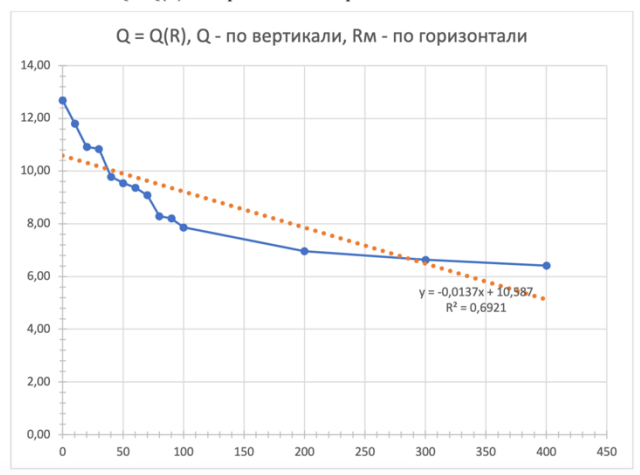
$$\Delta L_{\text{ср}} = t_{\alpha, n} * \sigma(L) = 0,72 \text{ мГн}$$

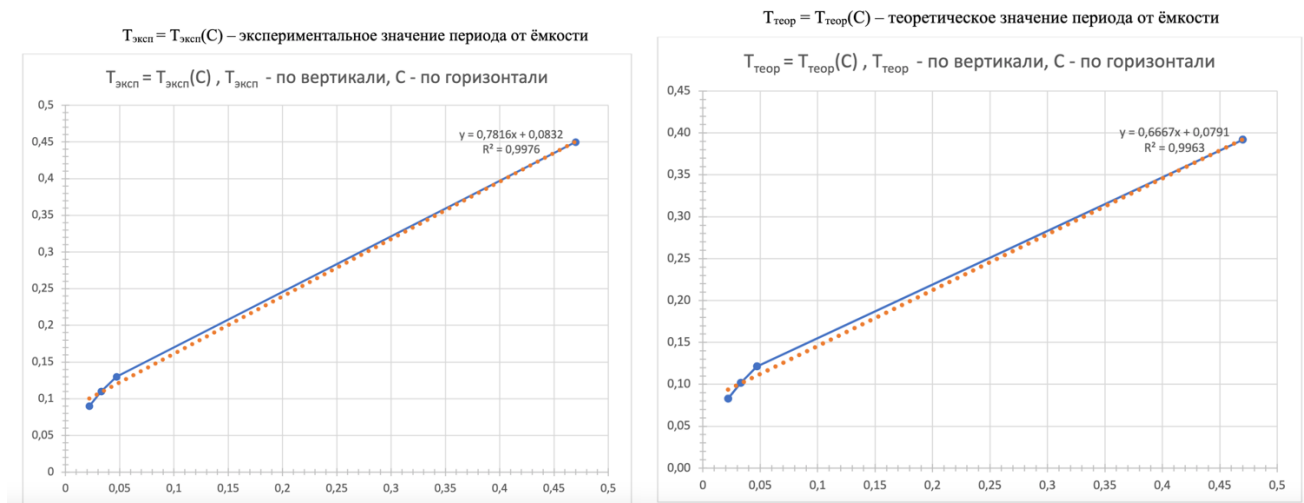
11. Графики (перечень графиков, которые составляют Приложение 2).

$\lambda = \lambda(R_m)$ – логарифмический декремент от сопротивления магазина



$Q = Q(R)$ – добротность от сопротивления цепи





12. Окончательные результаты.

$$L_{\text{ср}} = (7,9 \pm 0,72) \text{ мГн}, \quad \varepsilon = 9,1\%$$

$$R_0 = 55,2 \text{ Ом}$$

$$T_{\text{теор}0} = 0,08 \text{ мс}$$

$$T_{\text{теор}200} = 0,1 \text{ мс}$$

$$T_{\text{теор}400} = 0,12 \text{ мс}$$

$$T_{\text{эксп}0} = T_{\text{эксп}200} = T_{\text{эксп}400} = 0,09 \text{ мс}$$

$$Q_{\text{теор}} = 10,21, \quad Q_{\text{эксп}} = 12,68$$

$$R_{\text{теор}} = 1348,4 \text{ Ом} \quad R_{\text{эксп}} = 1080 \text{ Ом}$$

13. Выводы и анализ результатов работы.

- Графики зависимостей теоретического периода колебаний от емкости и экспериментального периода колебаний от емкости практически совпадают;
- Экспериментальная средняя индуктивность катушки меньше, чем теоретическая индуктивность стэнда, равная 10 мГн;
- Теоретические периоды колебаний при 0 Ом, 200 Ом и 400 Ом сопротивления магазина практически совпадают с экспериментальными;
- Теоретическое значение добротности при 0 Ом сопротивления магазина практически совпадает с экспериментальным;
- Теоретическое критическое значение сопротивления различается с экспериментальным меньше, чем на 20%;
- $\beta \ll \omega_0$, и мы можем использовать формулу Томпсона для расчетов: $T = 2\pi\sqrt{LC}$.