

Группа _____ Р3209

К работе допущен _____

Студент Кулагин Вячеслав, Саранча Павел

Работа выполнена _____

Преподаватель Хвастунов Н.Н.

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.10

Изучение свободных затухающих электромагнитных колебаний

1. Цель работы.

Изучение основных характеристик свободных затухающих колебаний.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Изучить период колебаний в контуре с разными сопротивлениями
2. Вычислить критическое сопротивление
3. Сравнить слабозатухающие и быстро затухающие колебания

3. Объект исследования.

Объектом исследования являются свободные затухающие колебания напряжения.

4. Метод экспериментального исследования.

Получение экспериментальных значений амплитуды выходного напряжения при разных значениях частоты генератора.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

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

$$\lambda = \frac{1}{n} \ln \left(\frac{U_i}{U_{i+n}} \right)$$

$$\lambda \approx \pi R \sqrt{\frac{C}{L}} \quad (\text{при } \beta \ll \omega_0)$$

$$R = R_m + R_0$$

$$R_0 = -R_m|_{\lambda=0}$$

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

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

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

$$R_{кр} = 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \text{ (при } \beta \ll \omega_0 \text{)}$$

$$S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\Delta_{\bar{x}} = t_{\alpha, n} S_{\bar{x}}$$

Исходные данные установки:

	Значение	Описание
L, мГн	$10 \pm 10\%$	индуктивность катушки
C ₁ , мкФ	$0.022 \pm 10\%$	емкость конденсатора 1
C ₂ , мкФ	$0.033 \pm 10\%$	емкость конденсатора 2
C ₃ , мкФ	$0.047 \pm 10\%$	емкость конденсатора 3
C ₄ , мкФ	$0.47 \pm 10\%$	емкость конденсатора 4

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Блок генератора напряжений ГН1	электронный	настраиваемый	-
2	Осциллограф ОЦЛ2	электронный	-	-
3	Стенд с объектом исследования СЗ-ЭМ01	электронный	-	-
4	Проводники Ш4/Ш2 (4 шт), Ш2/Ш2 (3 шт), 2Ш4/BNC (2 шт)	электронный	-	-

7. Экспериментальная установка.

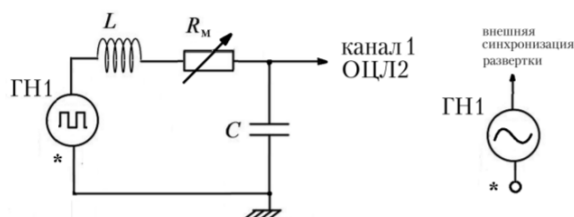


Схема установки

8. Результаты прямых измерений и их обработка.

R _m , Ом	T, мс	2U _i , дел	2U _{i+n} , дел	n	λ	Q	R, Ом	L, мГн
0	91.66667	6.24	2.24	3	0.34	12.70	64.52	7.75
10	92	6.16	2.02	3	0.37	11.98	74.52	8.73
20	92.5	5.98	2.58	2	0.42	11.05	84.52	8.78
30	92.5	5.76	2.26	2	0.47	10.34	94.52	8.86
40	92.5	5.54	2.06	2	0.49	10.00	104.52	9.69
50	92	5.42	2.92	1	0.62	8.85	114.52	7.44
60	92	5.2	2.88	1	0.59	9.06	124.52	9.64
70	92	5.08	2.6	1	0.67	8.51	134.52	8.76
80	93.5	4.9	2.38	1	0.72	8.22	144.52	8.70
90	93.5	4.72	2.22	1	0.75	8.07	154.52	9.11
100	93.5	4.64	2.18	1	0.76	8.06	164.52	10.30
200	94	3.38	1.06	1	1.16	6.97	264.52	11.30
300	97	2.39	0.45	1	1.67	6.51	364.52	10.35
400	95.5	1.72	0.22	1	2.06	6.39	464.52	11.08

C, Ф	T _{эксп} , мс	T _{теор} , мс	δT, %
0.022	0.0025	0.002778405	10.020326
0.033	0.0031	0.00340284	8.8996194
0.047	0.0041	0.004061008	0.9601621
0.47	0.0127	0.012842352	1.1084581

9. Расчет результатов косвенных измерения

Аппроксимирующая прямая (по МНК):

$$\lambda(R) = 0.0054R + 0.3484$$

Точка пересечения с осью абсцисс: R₀ = 64.52

$$\Delta L_{cp} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} = 0,24$$

$$L_{cp} = 8,89 \pm 0,24 \text{ мГн}$$

среднее значение индуктивности соответствует данным измерительного стенда

Экспериментальный R_{крит} = 1054,51 Ом

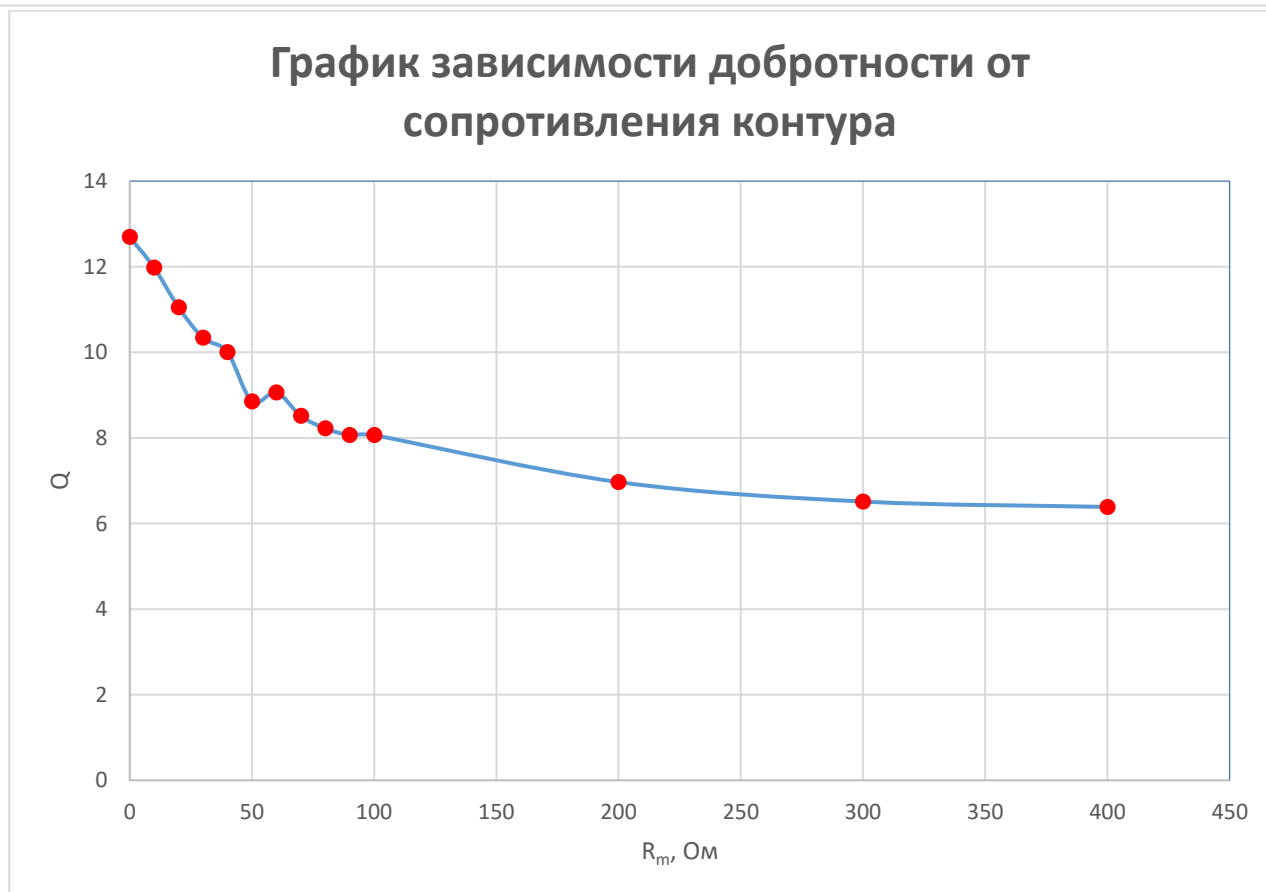
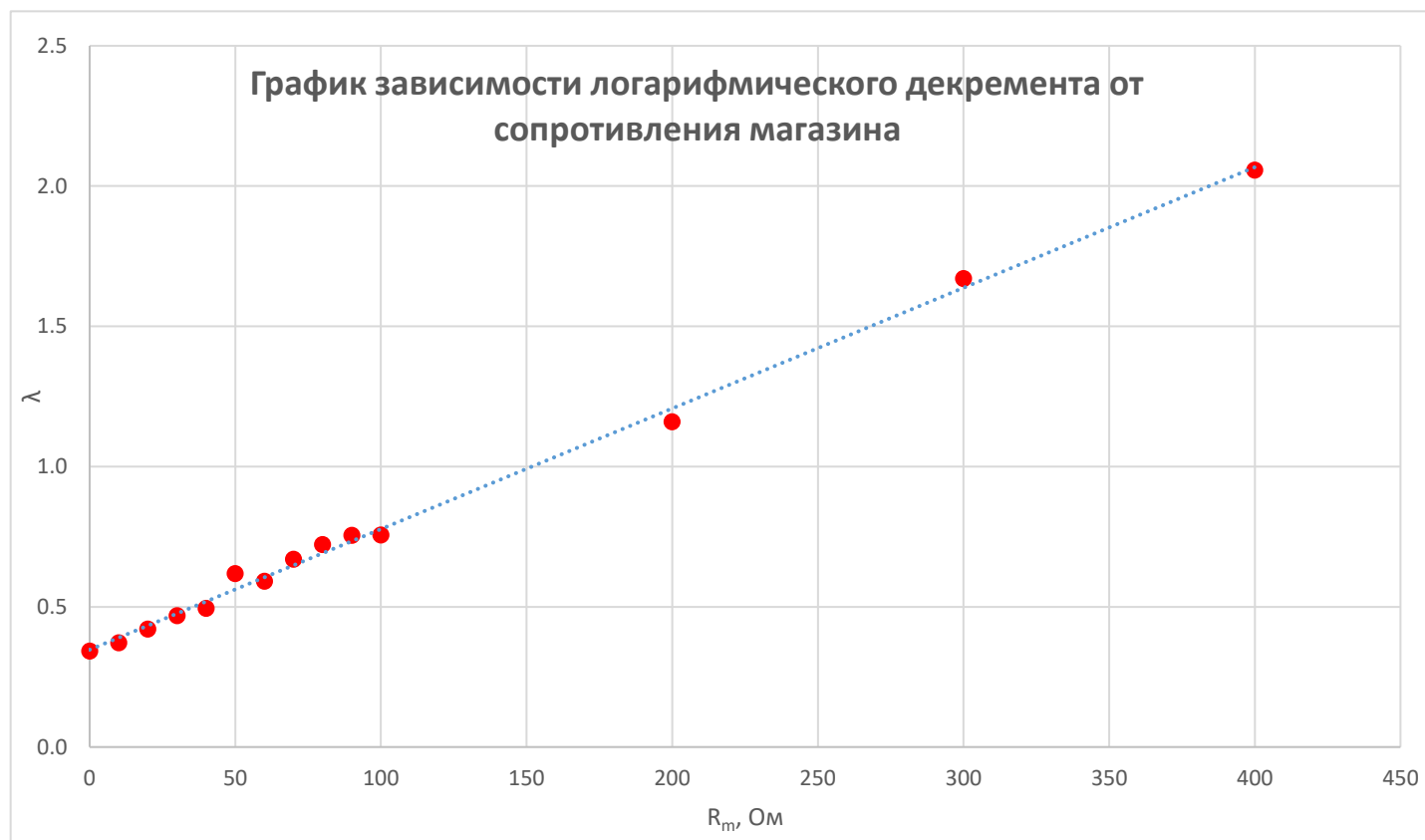
Полное сопротивление R_{крит} = 1271,23 Ом

Теоретическое значение R_{крит} = 1216 Ом

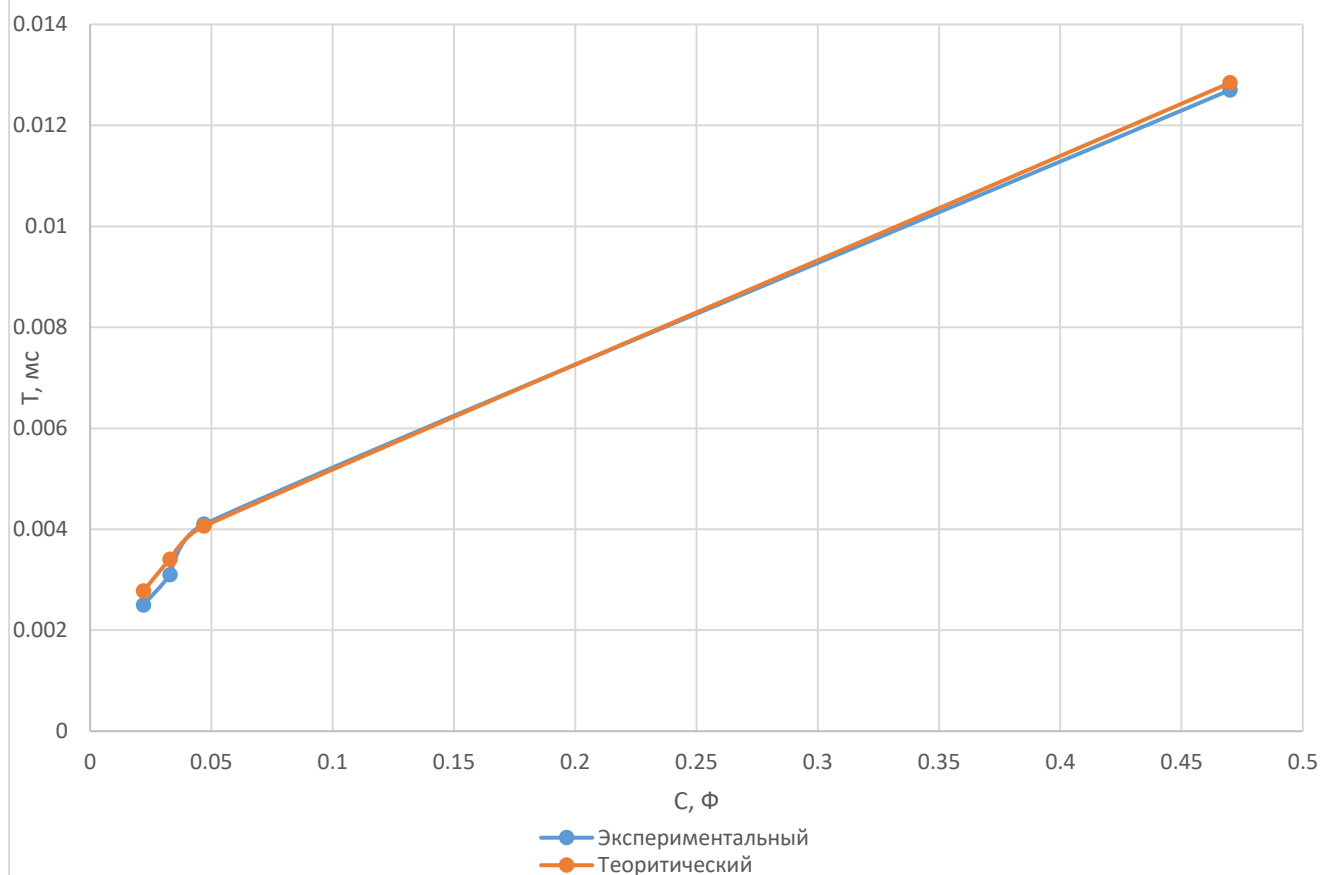
T по Томпсона (C ₁ – C ₄), мс
0.002778402
0.003402833
0.004060997
0.012841999

$$T_{\text{теор}}(C_1 - C_4) \approx T_{\text{Томс}}(C_1 - C_4), \beta = \frac{R_0}{2L_{cp}} = 286,72, \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_{cp}C_1}} = 22614 \text{ Гц}, \beta \ll \omega_0$$

10. Графики



Графики зависимости периодов $T_{\text{эксп}}$ и $T_{\text{теор}}$ от ёмкости конденсатора



11. Вывод

В ходе лабораторной работы установлено, что логарифмический декремент возрастает пропорционально сопротивлению в контуре, а добротность снижается, что указывает на их обратную зависимость. Исследования показали, что период колебаний увеличивается с ростом ёмкости конденсатора, что соответствует теории. Также экспериментально определено критическое сопротивление, при котором разряд становится аperiodическим. Это значение совпадает с теоретическими расчётами, подтверждая достоверность полученных данных.