

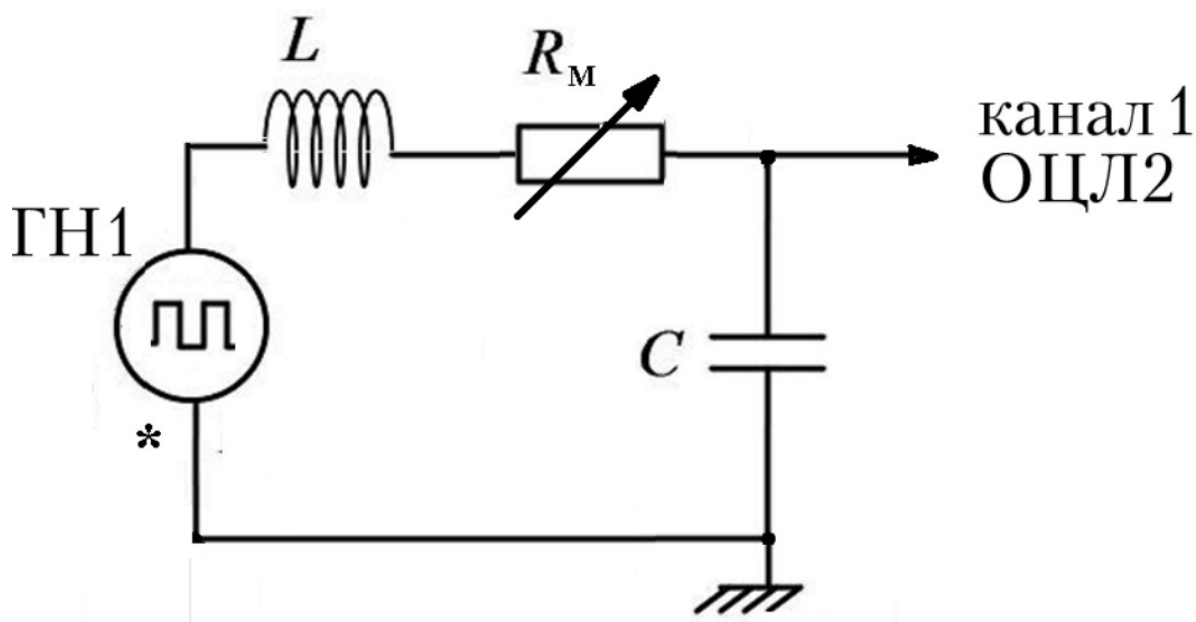
Группа	P32111	К работе допущен
Студент	Соколов Иван Денисович	Работа выполнена
Преподаватель	Крылов Василий Александрович	Отчёт принят

Рабочий протокол и отчёт по лабораторной работе №3.10 “Изучение свободных затухающих электромагнитных колебаний”

Цель работы

Изучение основных характеристик свободных затухающих колебаний

Схема установки



Исходные данные

Индуктивность $L = 10 \text{ мГн} \pm 10\%$

Ёмкости $C_1 = 0.022 \text{ мкФ} \pm 10\%$

$C_2 = 0.033 \text{ мкФ} \pm 10\%$

$C_3 = 0.047 \text{ мкФ} \pm 10\%$

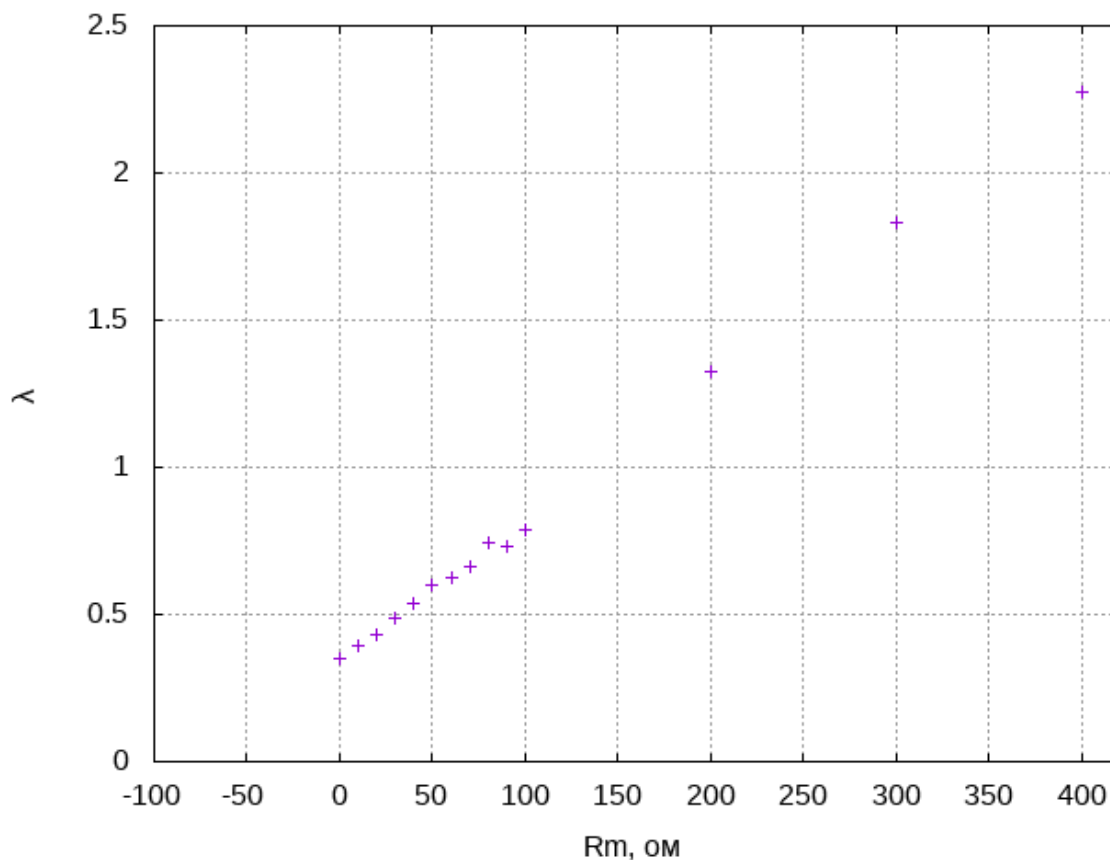
$C_4 = 0.470 \text{ мкФ} \pm 10\%$

Таблица 1

$R_m, \text{ Ом}$	$T, \text{ мкс}$	$2U_i, \text{ В}$	$2U_{i+n}, \text{ В}$	n	λ	Q	$R, \text{ Ом}$	$L, \text{ мГн}$
0	91	6.160	3.040	2	0.353	12.405	75	9.795
10	91	6.000	2.720	2	0.396	11.494	85	10.026
20	91	5.680	2.400	2	0.431	10.881	95	10.562
30	91	5.520	2.080	2	0.488	10.082	105	10.052
40	91	5.360	1.840	2	0.535	9.568	115	10.048
50	91	5.280	1.600	2	0.597	9.015	125	9.520
60	91	5.040	1.440	2	0.626	8.796	135	10.086
70	91	4.800	1.280	2	0.661	8.568	145	10.452
80	91	4.720	2.240	1	0.745	8.110	155	9.390
90	91	4.480	2.160	1	0.730	8.186	165	11.108
100	91	4.400	2.000	1	0.788	7.919	175	10.697
200	91	3.160	0.840	1	1.325	6.761	275	
300	91	2.240	0.360	1	1.828	6.450	375	
400	91	1.560	0.160	1	2.277	6.350	475	

Значения T получены с помощью курсора осциллографа и будут уточнены далее.

График зависимости $\lambda = \lambda(R_m)$



Линейная экстраполяция даёт $R_0 \approx 75$ Ом. Это отражено в столбце R Таблицы 1.

В столбце L также вычислена индуктивность катушки по формуле:

$$\lambda \approx \pi R \cdot \sqrt{\frac{C}{L}} \Rightarrow L \approx C_1 (\pi R / \lambda)^2$$

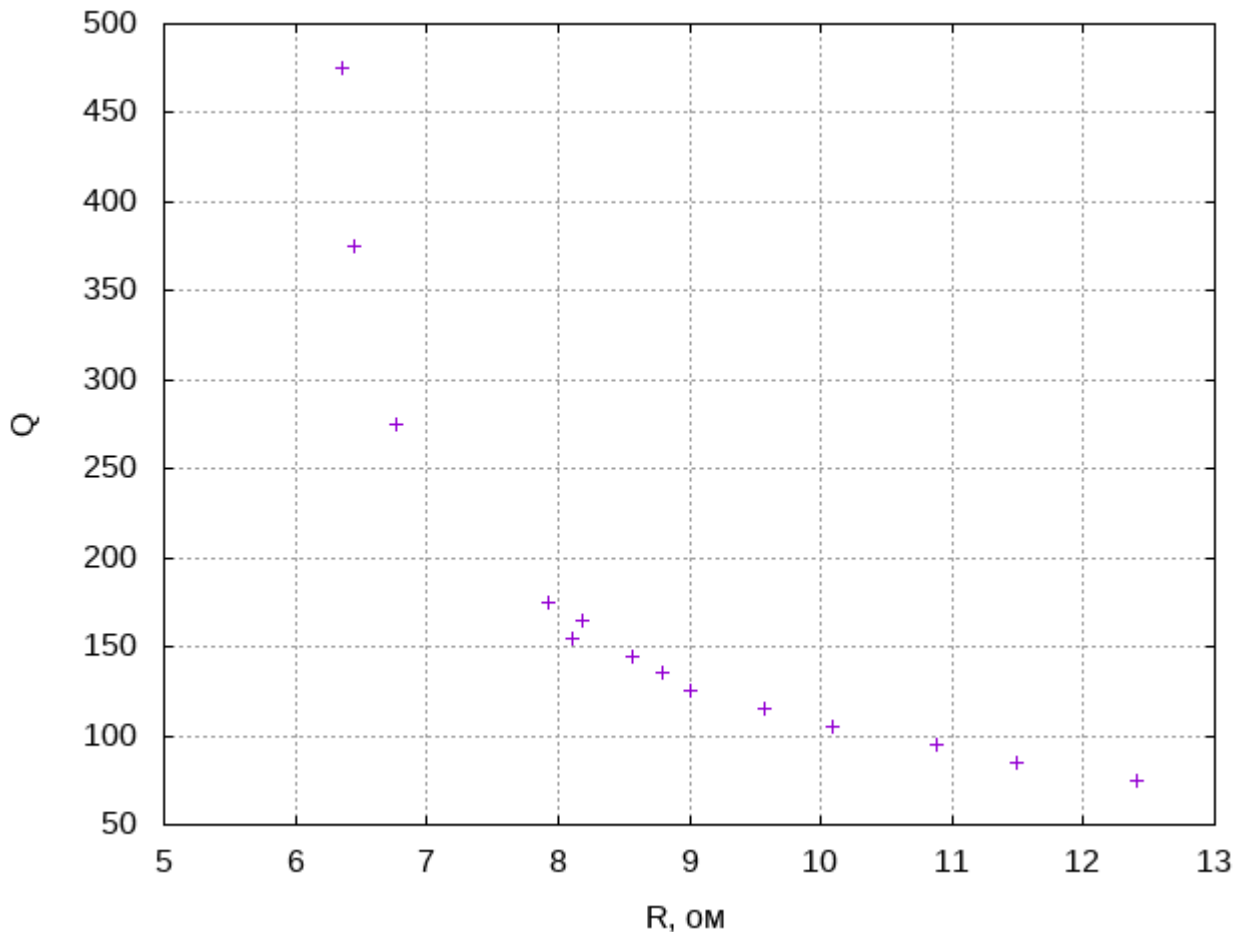
Среднее значение вычисленного значения индуктивности $\langle L \rangle = 10.158$. Относительная погрешность этого значения равна как минимум 10% из-за относительной погрешности C_1 , поэтому заявленное значение попадает в диапазон.

Период колебаний в контуре при сопротивлении 0 Ом, 200 Ом, 400 Ом:

R , Ом	T , мкс
0	93.19
200	94.24
400	97.59

Относительная погрешность этих значений также не меньше 10%, поэтому они достаточно близки к измеренным с помощью курсора периодам.

График зависимости добротности от сопротивления $Q = Q(R)$



Вычислим добротность для сопротивления $R = 30$ Ом по формуле

$$Q = \frac{1}{R} \cdot \sqrt{\frac{L}{C}}: \quad Q = 7.11$$

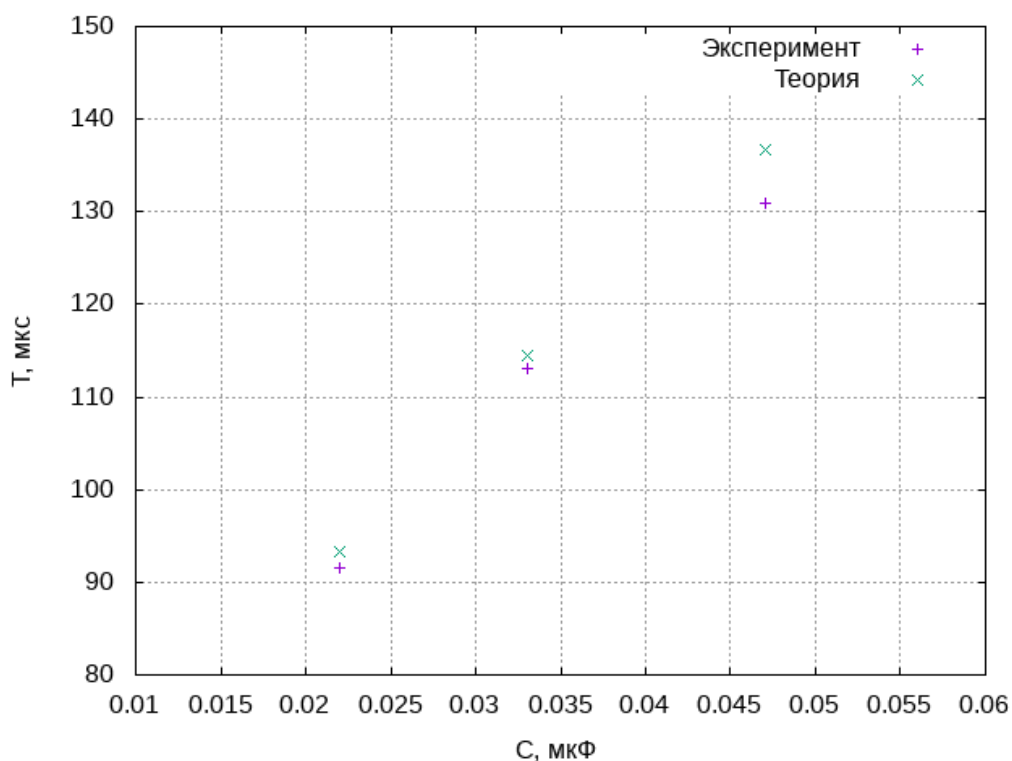
Добротность сильно отличается от той, что представлена в таблице. Это может быть связано с высокой накопленной погрешностью при вычислении табличного значения, т.к. оно зависит от функции с экспоненциальным поведением.

Сравним экспериментальные значения периода колебаний при $R_m = 0$ и $C = C_{1-4}$ с теоретическими, вычисленными по формуле

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}} \quad (14)$$

C , мкФ	$T_{\text{эксп}}$, мкс	$T_{\text{теор}}$, мкс	δT , %
0.022	91.5	93.34	1.97
0.033	113	114.41	1.23
0.047	131	136.67	4.15
0.470	432	445.74	3.08

Значения совпадают с хорошей точностью.



Заметим, что формула Томсона $T = 2\pi\sqrt{LC}$ - случай формулы (14) для случая, когда $R = 0$. Значит, ей можно пользоваться, если активное сопротивление контура пренебрежимо мало. В данном случае, так как сопротивление магазина выключено, основной вклад в подкоренное выражение действительно вносит первое слагаемое, т.е. $\beta \ll \omega_0$.