

# Лабораторная работа 3.2.5

## Вынужденные колебания в электрическом контуре

Работу выполнили:

Морозов Матвей

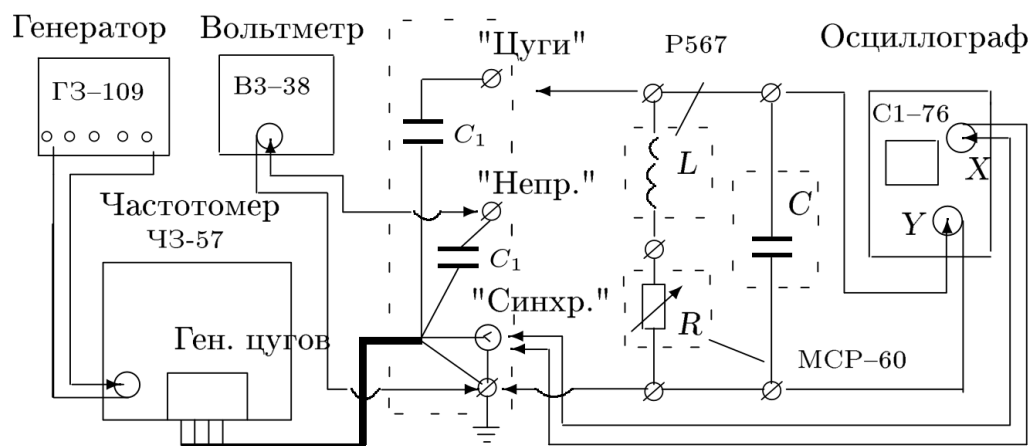
Бабушкина Татьяна

678 группа

**Цель работы:** исследование вынужденных колебаний и процессов их установления.

**В работе используются:** генератор звуковой частоты, осциллограф, вольтметр, ёмкость, индуктивность, магазин сопротивлений, универсальный мост.

### Схема установки



# Обработка результатов

1) Изменяя частоту генератора в обе стороны от резонансной, сняли зависимость показаний вольтметра  $U$  от показаний частотомера  $\nu$ . Результаты занесём в таблицу 1.

**Таблица 1.** Зависимость  $U$  от  $f$  при  $R = 0$  Ом.

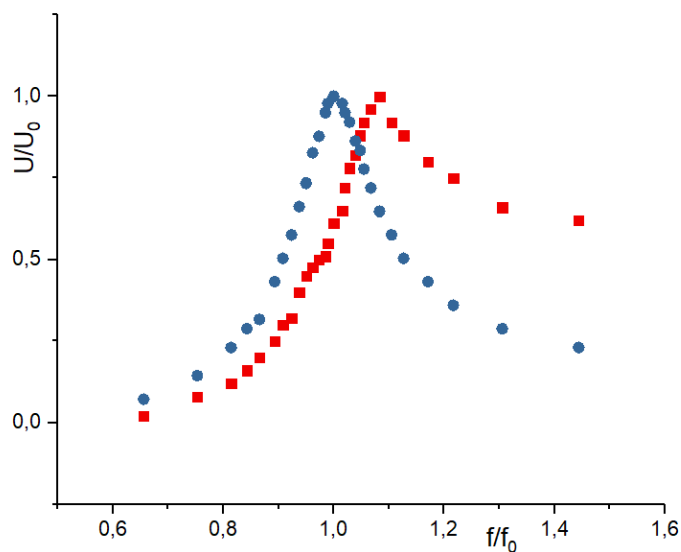
№	$U$ , мВ	$f$ , Гц	$U/U_0$	$f/f_0$	№	$U$ , мВ	$f$ , Гц	$U/U_0$	$f/f_0$
1	0,2	1278	0,02	0,8023	19	8,2	1583	0,82	0,9937
2	0,8	1396	0,08	0,8763	20	8,8	1585	0,88	0,9950
3	1,2	1449	0,12	0,9096	21	9,2	1589	0,92	0,9975
4	1,6	1482	0,16	0,9303	22	9,6	1590	0,96	0,9981
5	2,0	1506	0,20	0,9454	23	10,0	1593	1,00	1,0000
6	2,5	1520	0,25	0,9542	24	9,2	1607	0,92	1,0088
7	3,0	1530	0,30	0,9605	25	8,8	1609	0,88	1,0100
8	3,2	1543	0,32	0,9686	26	8,0	1615	0,80	1,0138
9	4,0	1551	0,40	0,9736	27	7,5	1617	0,75	1,0151
10	4,5	1556	0,45	0,9768	28	6,6	1623	0,66	1,0188
11	4,8	1558	0,48	0,9780	29	6,2	1625	0,62	1,0201
12	5,0	1561	0,50	0,9799	30	5,6	1631	0,56	1,0239
13	5,1	1563	0,51	0,9812	31	5,0	1636	0,50	1,0270
14	5,5	1566	0,55	0,9831	32	4,2	1642	0,42	1,0308
15	6,1	1570	0,61	0,9856	33	3,5	1659	0,35	1,0414
16	6,5	1573	0,65	0,9874	34	3,0	1670	0,30	1,0483
17	7,2	1576	0,72	0,9893	35	2,5	1680	0,25	1,0546
18	7,8	1579	0,78	0,9912	36	1,6	1736	0,16	1,0898

Построим на одном графике резонансные кривые в координатах  $U/U_0 = f(\nu/\nu_0)$ , где  $U_0$  – напряжение при резонансной частоте  $\nu_0$ .

Определим добротность по формуле  $Q = \frac{\omega_0}{2\Delta\omega}$

**График 1**

Зависимости  $U/U_0 = f(\nu/\nu_0)$  при  $R = 0$  Ом и  $R = 100$  Ом.



Получим:  $Q_{R=0} = 36,364; \quad Q_{R=100} = 7,407$

**Таблица 2.** Зависимость  $U$  от  $f$  при  $R = 100$  Ом.

№	$U, \text{мВ}$	$f, \text{Гц}$	$U/U_0$	$f/f_0$
1	0,5	1050	0,07	0,6563
2	1,0	1205	0,14	0,7531
3	1,6	1303	0,23	0,8144
4	2,0	1349	0,29	0,8431
5	2,2	1385	0,32	0,8656
6	3,0	1429	0,43	0,8931
7	3,5	1453	0,50	0,9081
8	4,0	1478	0,58	0,9238
9	4,6	1500	0,66	0,9375
10	5,1	1520	0,73	0,9500
11	5,75	1539	0,83	0,9619
12	6,1	1558	0,88	0,9738
13	6,6	1576	0,95	0,985
14	6,8	1583	0,98	0,9894
15	7,0	1600	1,00	1,0000
16	6,8	1625	0,98	1,0156
17	6,6	1633	0,95	1,0206
18	6,4	1646	0,92	1,0288
19	6,0	1663	0,86	1,0394
20	5,8	1677	0,83	1,0481
21	5,4	1688	0,78	1,055
22	5,0	1708	0,72	1,0675
23	4,5	1733	0,65	1,0831
24	4,0	1768	0,58	1,105
25	3,5	1803	0,5	1,1269
26	3,0	1873	0,43	1,1706
27	2,5	1947	0,36	1,2169
28	2,0	2089	0,29	1,3056
29	1,6	2310	0,23	1,4438

2) Устанавливаем в режиме цуг резонансную частоту генератора. Измеряем на экране осциллографа амплитуды двух колебаний  $U_k$  и  $U_{k+n}$  в режиме нарастания колебаний, разделённых целым числом  $n$  периодов, и амплитуду установившихся колебаний  $U_0$  при  $R = 0$  и  $R = 100$  Ом. Вычисляем добротность

$$Q = \frac{\pi n}{\ln \frac{U_0 - U_k}{U_0 - U_{k+n}}}, \quad \sigma_Q = \frac{Q^2}{\pi n} \sqrt{\frac{2\sigma_U^2}{(U_0 - U_k)^2} + \frac{2\sigma_U^2}{(U_0 - U_{k+n})^2}}$$

Результаты измерений и вычислений в таб. 3.

**Таблица 3.**

$R = 0$					$R = 100 \text{ Ом}$				
$U_k, \text{дел}$	$U_{k+n}, \text{дел}$	$n$	$U_0, \text{дел}$	$Q$	$U_k, \text{дел}$	$U_{k+n}, \text{дел}$	$n$	$U_0, \text{дел}$	$Q$
1,2	2,2	6	7,0	$27 \pm 5$	1,2	3,8	6	4,0	$7 \pm 4$
3,0	6,0	11		$25 \pm 5$	1,8	3,8	5		$7 \pm 4$
4,2	6,0	8		$24 \pm 7$	2,2	3,8	4		$6 \pm 4$
1,2	5,0	9		$26 \pm 4$	2,4	3,8	3		$5 \pm 3$

3) Измеряем на экране осциллографа амплитуды двух колебаний  $U_k$  и  $U_{k+n}$  в режиме затухания.

Вычисляем добротность

$$Q = \frac{\pi n}{\ln \frac{U_k}{U_{k+n}}}, \quad \sigma_Q = \frac{Q^2}{\pi n} \sqrt{\frac{\sigma_U^2}{U_k^2} + \frac{\sigma_U^2}{U_{k+n}^2}}$$

Результаты измерений и вычислений в таб. 4.

**Таблица 4.**

$R = 0$				$R = 100 \text{ Ом}$			
$U_k$ , дел	$U_{k+n}$ , дел	$n$	$Q$	$U_k$ , дел	$U_{k+n}$ , дел	$n$	$Q$
6	1	17	$30 \pm 4$	3,2	2	1	$7 \pm 2$
5,4	1	16	$30 \pm 4$	3,2	1,4	2	$7,6 \pm 1,4$
3,2	1	11	$30 \pm 5$	3,2	1	3	$8 \pm 2$
2,4	1	8	$29 \pm 7$	3,2	0,6	4	$8 \pm 2$

4) Вычисляем теоретическое значение добротности контура

$$Q = \frac{1}{R + R_L} \sqrt{\frac{L}{C}}, \quad \sigma_Q = Q \sqrt{\frac{\sigma_R^2 + \sigma_{R_L}^2}{(R + R_L)^2} + \left(\frac{\sigma_L}{L}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_C}{C}\right)^2}$$

Сводим в таб. 5 все полученные значения добротности.

**Таблица 5.**

$R$ , Ом	$Q_{\text{рез}}$	$\langle Q \rangle_{\nearrow}$	$\langle Q \rangle_{\searrow}$	$Q_{\text{теор}}$
0	36,36	$26 \pm 3$	$30 \pm 3$	$32,7 \pm 0,3$
100	7,41	$6 \pm 2$	$7,7 \pm 1,0$	$7,65 \pm 0,07$