

# Лабораторная работа 3.2.5. Вынужденные колебания

Норкин Дмитрий

11/08/17

## Теория

Резонансная частота контура  $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Пусть  $\Delta\nu$  - ширина резонансной кривой на высоте  $\frac{U}{U_0} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ . Тогда нетрудно показать, что добротность контура  $Q = \frac{\nu_0}{\Delta\nu}$

При нарастании колебаний  $\ln \frac{U_0 - U_k}{U_0 - U_{k+n}} = n\Theta$ ; при затухании  $-\ln \frac{U_k}{U_{k+n}} = n\Theta$

Добротность при этом  $Q = \frac{\pi}{\Theta}$

Добротность, выраженная через параметры цепи  $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

## Измерения

### Резонансная кривая

$L = 100$  мГн;  $C = 0.1$  мкФ  $\Rightarrow \nu_0^{th} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 1.590$  кГц

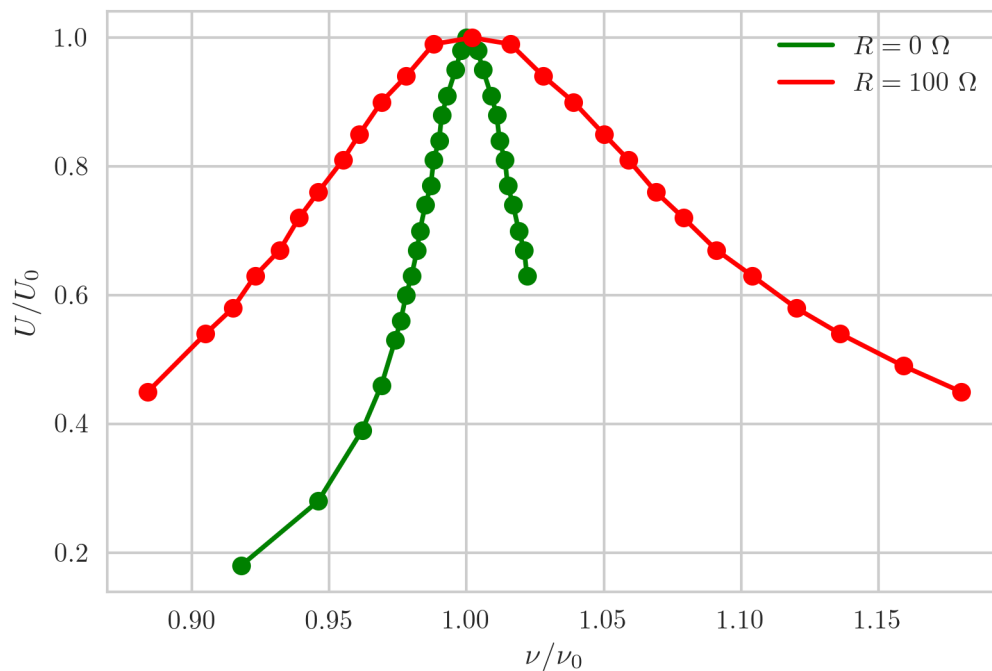


Рис. 1: Резонансные кривые

$U$ , дел	$\nu$ , кГц	$U/U_0$	$\nu/\nu_0$
1.0	1.431	0.18	0.918
1.6	1.475	0.28	0.946
2.2	1.5	0.39	0.962
2.6	1.51	0.46	0.969
3.0	1.518	0.53	0.974
3.2	1.522	0.56	0.976
3.4	1.525	0.6	0.978
3.6	1.528	0.63	0.98
3.8	1.531	0.67	0.982
4.0	1.533	0.7	0.983
4.2	1.535	0.74	0.985
4.4	1.538	0.77	0.987
4.6	1.541	0.81	0.988
4.8	1.543	0.84	0.99
5.0	1.545	0.88	0.991
5.2	1.548	0.91	0.993
5.4	1.552	0.95	0.996
5.6	1.556	0.98	0.998
5.7	1.559	1.0	1.0
5.6	1.565	0.98	1.004
5.4	1.569	0.95	1.006
5.2	1.573	0.91	1.009
5.0	1.576	0.88	1.011
4.8	1.578	0.84	1.012
4.6	1.581	0.81	1.014
4.4	1.583	0.77	1.015
4.2	1.586	0.74	1.017
4.0	1.588	0.7	1.019
3.8	1.591	0.67	1.021
3.6	1.594	0.63	1.022

Таблица 1:  $R = 0 \Omega$

Рассчитаем добротность:

- 1)  $R = 100 \Omega \Rightarrow \frac{\Delta\nu}{\nu_0} = 0.143 \Rightarrow Q = 7$
- 2)  $R = 0 \Omega \Rightarrow \frac{\Delta\nu}{\nu_0} = 0.035 \Rightarrow Q = 30$

## Процессы установления и затухания колебаний

$n$	$U_{k+n}$ , дел	$\ln \frac{U_0 - U_k}{U_0 - U_{k+n}}$
0.0	1.6	0.0
4.0	2.3	0.58
10.0	2.8	1.39
15.0	3.0	2.08

Таблица 3:  $R = 0 \Omega$ ,  $U_0 = 3.2$  дел, нараст. колеб.

$U$ , дел	$\nu$ , кГц	$U/U_0$	$\nu/\nu_0$
2.0	1.382	0.45	0.884
2.4	1.415	0.54	0.905
2.6	1.431	0.58	0.915
2.8	1.444	0.63	0.923
3.0	1.457	0.67	0.932
3.2	1.469	0.72	0.939
3.4	1.48	0.76	0.946
3.6	1.493	0.81	0.955
3.8	1.503	0.85	0.961
4.0	1.515	0.9	0.969
4.2	1.53	0.94	0.978
4.4	1.545	0.99	0.988
4.45	1.567	1.0	1.002
4.4	1.589	0.99	1.016
4.2	1.608	0.94	1.028
4.0	1.625	0.9	1.039
3.8	1.642	0.85	1.05
3.6	1.657	0.81	1.059
3.4	1.672	0.76	1.069
3.2	1.688	0.72	1.079
3.0	1.707	0.67	1.091
2.8	1.726	0.63	1.104
2.6	1.751	0.58	1.12
2.4	1.776	0.54	1.136
2.2	1.812	0.49	1.159
2.0	1.845	0.45	1.18

Таблица 2:  $R = 100 \Omega$

$n$	$U_{k+n}$ , дел	$\ln \frac{U_0 - U_k}{U_0 - U_{k+n}}$
0.0	1.1	0.0
1.0	2.0	0.45
2.0	2.6	0.92
3.0	3.0	1.43
4.0	3.25	1.97

Таблица 4:  $R = 100 \Omega$ ,  $U_0 = 3.6$  дел, нараст. колеб.

$n$	$U_{k+n}$ , дел	$\ln \frac{U_k}{U_{k+n}}$
0.0	3.0	0.0
3.0	2.15	0.33
5.0	1.7	0.57
9.0	1.1	1.0

Таблица 5:  $R = 0 \Omega$ , затух. колеб.

$n$	$U_{k+n}$ , дел	$\ln \frac{U_k}{U_{k+n}}$
0.0	2.8	0.0
1.0	1.8	0.44
2.0	1.2	0.85
3.0	0.8	1.25
4.0	0.5	1.72

Таблица 6:  $R = 100 \Omega$ , затух. колеб.

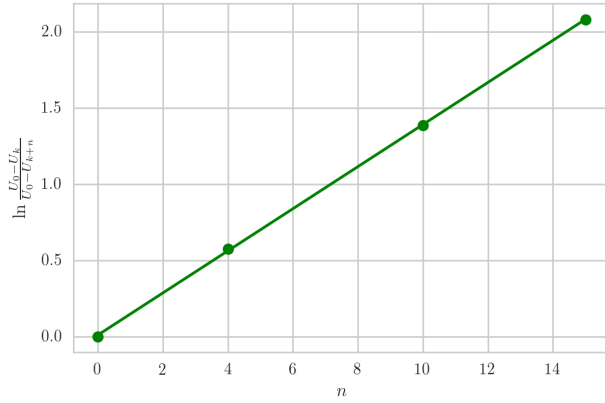


Рис. 2:  $R = 0 \Omega$ , нараст. колеб.

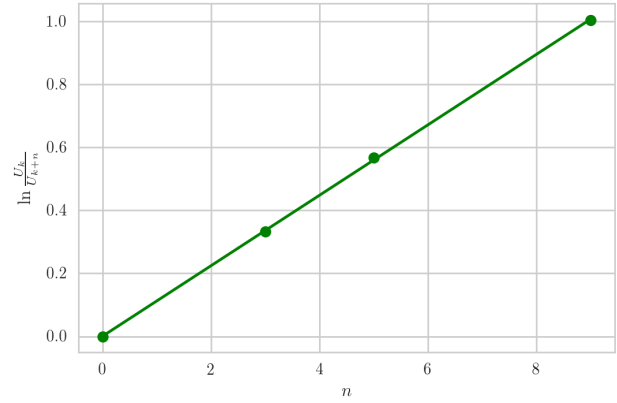


Рис. 4:  $R = 0 \Omega$ , затух. колеб.

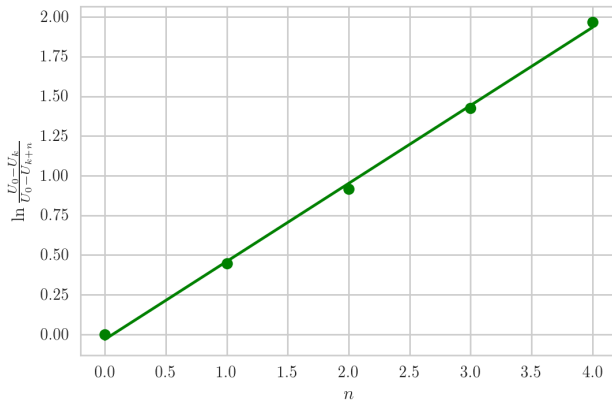


Рис. 3:  $R = 100 \Omega$ , нараст. колеб.

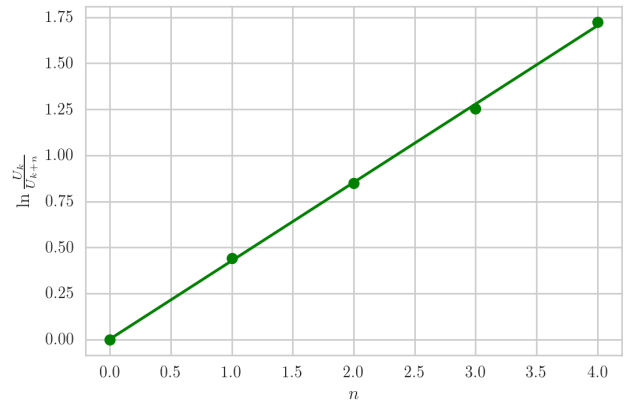


Рис. 5:  $R = 100 \Omega$ , затух. колеб.

	0 $\Omega$	100 $\Omega$
Нарастание	$0.138 \pm 0.001$	$0.49 \pm 0.01$
Затухание	$0.112 \pm 0.001$	$0.43 \pm 0.01$

Таблица 7: Логарифмический декремент  $\Theta$

	0 $\Omega$	100 $\Omega$
Нарастание	23	6
Затухание	28	7

Таблица 8: Добротность  $Q$

Измерим с помощью RLC-измерителя активное сопротивление и индуктивность катушки

$\nu$ , Гц	50	500	1500
$R_L$ , $\Omega$	27.69	28.02	29.49
$L$ , мГн	100.12	100.07	100.05

Таблица 9: Измерение параметров цепи

$R, \Omega$	$R_{\text{конт}}$	Резонанс	Нарастание	Затухание	Теория
0	29	30	23	28	
100	129	7	6	7	

Таблица 10: Добротность

## Биения

Разность фаз внешнего напряжения и собственных колебаний контура медленно меняется при достаточно близких значениях частот, вызывая биения. Так как собственные колебания затухают, то амплитуда в конце стремится к константе.

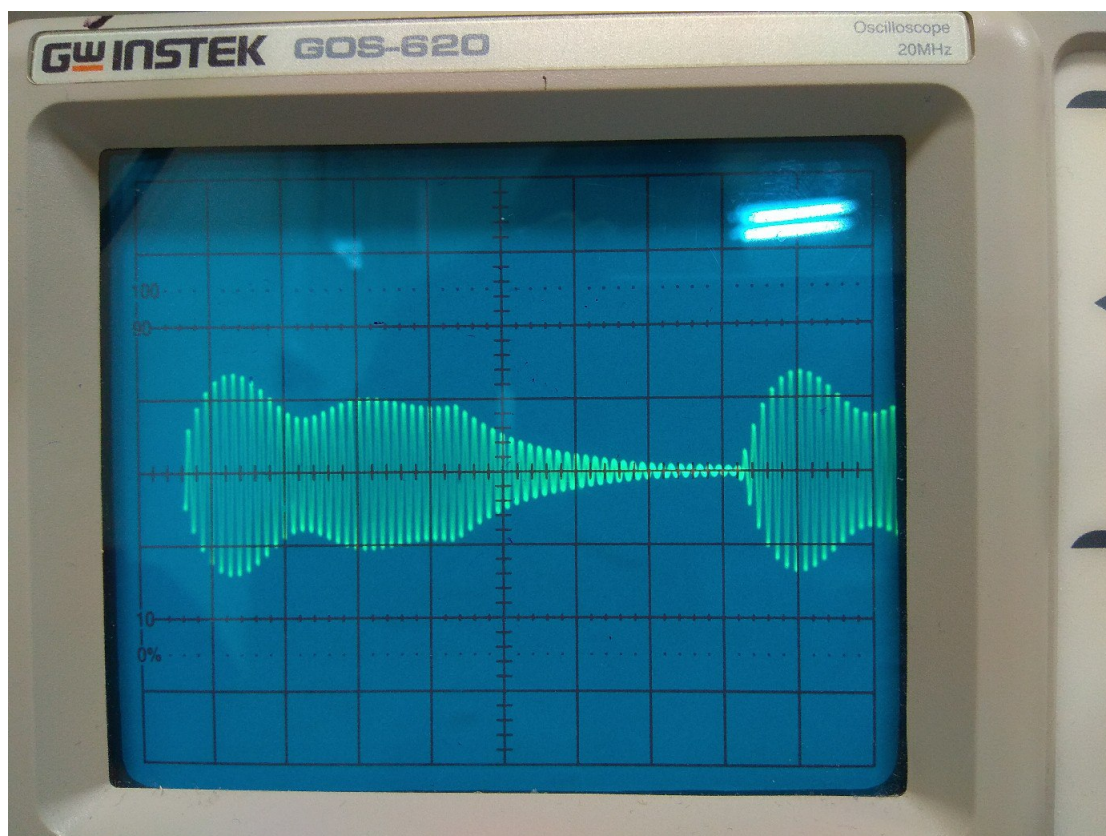


Рис. 6: Картина биений