

Группа М3216

К работе допущен _____

Студент Квачук С.А. Орлов В.Д.

Работа выполнена _____

Преподаватель Тимофеева Э.О.

Отчет принят _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.11

Вынужденные электромагнитные колебания в последовательном колебательном контуре

1. Цель работы.

Изучение вынужденных колебаний явления резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы.

1. Построение резонансной кривой
2. Определение резонансной частоты
3. Определение активного сопротивления и добротности колебательного контура.

3. Объект исследования.

Цепь, состоящую из последовательно соединенных индуктивности, емкости и активного сопротивления, в которую включен источник внешней электродвижущей силы (ЭДС), изменяющейся со временем по гармоническому закону

4. Метод экспериментального исследования.

Прямые многократные измерения значений амплитуды выходного напряжения и измерение значений резонансных частот для разных емкостей.

5. Рабочие формулы и исходные данные.

1. Резонансная частота без учета активного сопротивления катушки:

$$f_{\text{расч}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

2. Связь добротности колебательного контура с шириной кривой:

$$Q = \frac{\Omega_0}{\Delta\Omega}$$

3. Соотношение связи формы резонансных кривых с добротностью контура:

$$\frac{U_{C_{res}}}{E_0} = \frac{\sqrt{LC}}{RC} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = Q$$

4. Зависимость квадрата резонансной частоты от обратной емкости:

$$\Omega_{res}^2 = \frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}$$

5. Алгоритм расчёта коэффициентов a и b в методе МНК:

1. Найти средние значения всех экспериментальных точек:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i; \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$$

2. Найти коэффициенты прямой по следующим формулам:

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

3. Рассчитать параметры D и d_i :

$$d_i = y_i - (a + bx_i)$$

$$D = \sum (x_i - \bar{x})^2$$

4. Определить СКО коэффициентов a и b :

$$S_b^2 = \frac{1}{D} \frac{\sum d_i^2}{n-2}$$

$$S_a^2 = \frac{1}{\sum x_i^2} \frac{\sum d_i^2}{n-1}$$

5. Рассчитать погрешность косвенных измерений:

$$\Delta_a = 2S_a$$

$$\Delta_b = 2S_b$$

6. Исходные данные:

- $L = 10 \text{ мГн} \pm 10\%$
- $C = 0.1 \text{ мкФ}$
- $R = 68 \text{ Ом} \pm 10\%$

6. Измерительные приборы.

№ п/п	Наименование	Тип прибора	Используемый диапазон	Погрешность прибора
1	Осциллограф	электронный	0-62 кГц; 0-80В	0.0001

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

Схема экспериментальной установки:

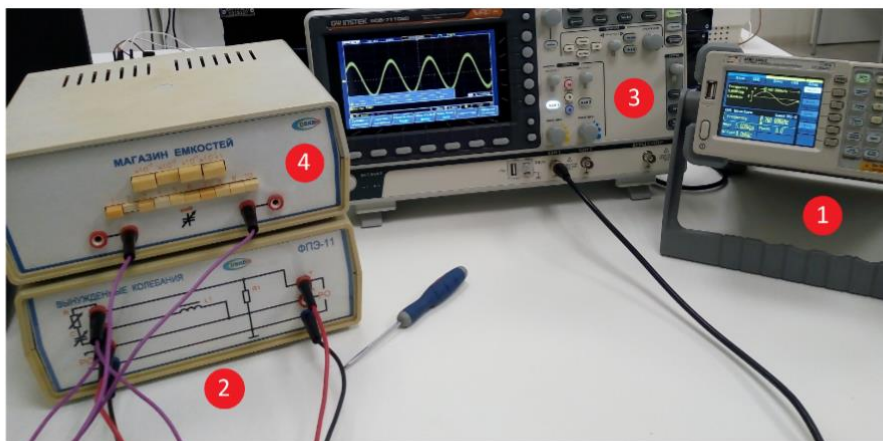
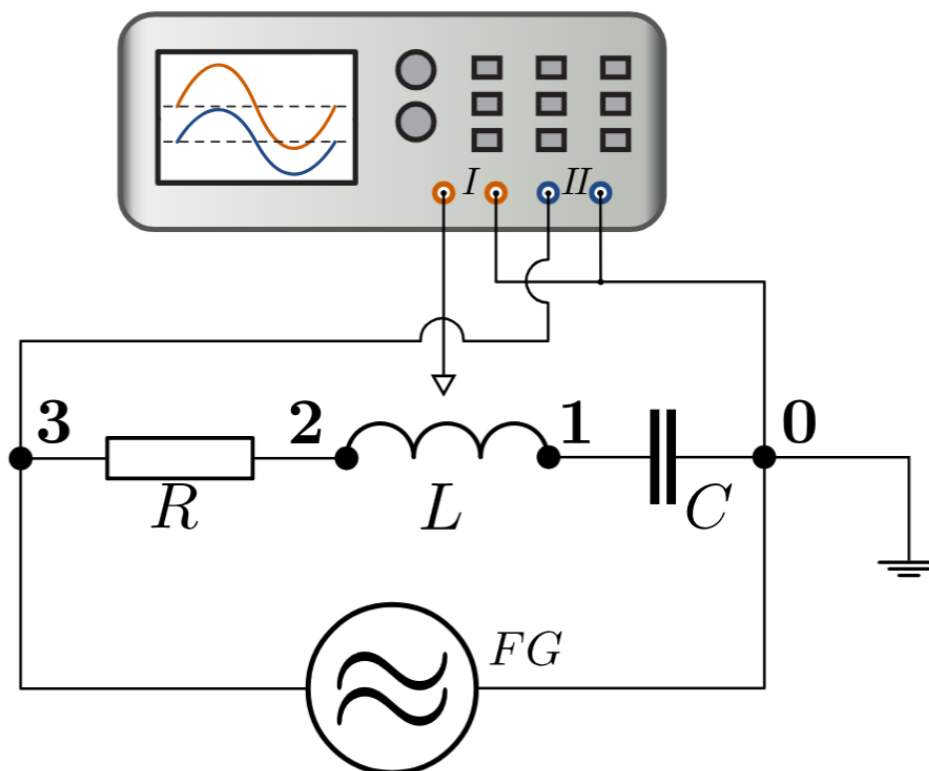


Рис. 6. Общий вид лабораторной установки

1. Синусоидальный сигнал с генератора (1) подается на блок ФПЭ-11 (2), содержащий катушку индуктивности.
2. Осциллограф (3) показывает выходное (измеряемое на конденсаторе) напряжение.
3. Блок "Магазин емкостей" (4) используется для выбора емкости конденсатора, включенного в колебательный контур.

Общая схема лабораторной установки:



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

1) Измерения амплитуды выходного напряжения:

f , кГц	U , В
3,50	6,6

3,6	7,4
3,70	7,4
3,8	7,8
3,90	7,8
4	8,2
4,10	8,2
4,2	9
4,30	9
4,4	9,4
4,50	9,4
4,6	9,4
4,70	9,4
4,8	9
4,90	9
5	8,2
5,10	8,2
5,2	7,8
5,30	7,4
5,4	7
5,50	6,6

- Расчет резонансной частоты:

$$f_{\text{расч}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \approx 5032.92121 \text{ Гц}$$

$$f_{\text{эксп}} = 4550 \text{ Гц}$$

2) Измерение резонансных частот при разных емкостях:

C, нФ	$f_{\text{рез}}$, кГц
1	62
3	29,5
10	15,3
30	9
100	4,5
300	2,5

- Расчет индуктивности по угловому коэффициенту:

$$\Omega_{\text{res}}^2 = \frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}$$

Коэффициент $\frac{1}{L} \approx 3.736262$, следовательно $L \approx 0.267647 \text{ Гн}$

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

1) Первая часть.

- а. Расчет добротности контура:

$$Q_{\text{эксп}} = \frac{\Omega_0}{\Delta\Omega} = \frac{4.55}{2} = 2.275$$

- б. Расчет добротности контура по соотношению 3:

$$Q_{\text{расч}} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = 4.65$$

2) Вторая часть.

а. Расчет активного сопротивления:

$$\frac{R^2}{4L^2} \approx 78971513.71$$

$$R = 177.73 \text{ Ом}$$

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

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

График 1.

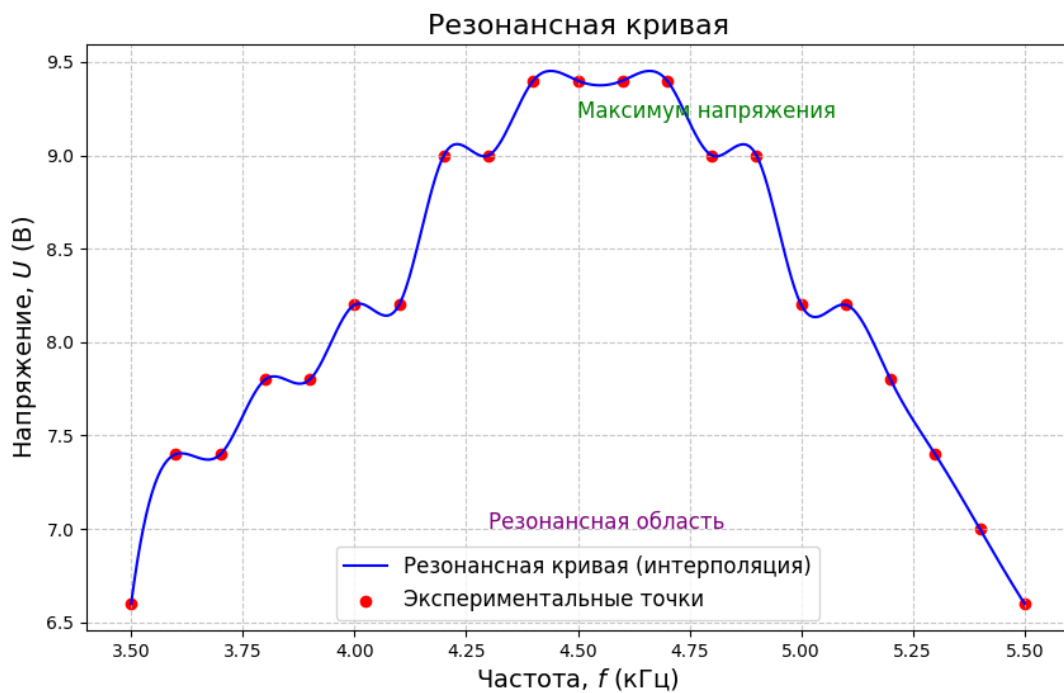
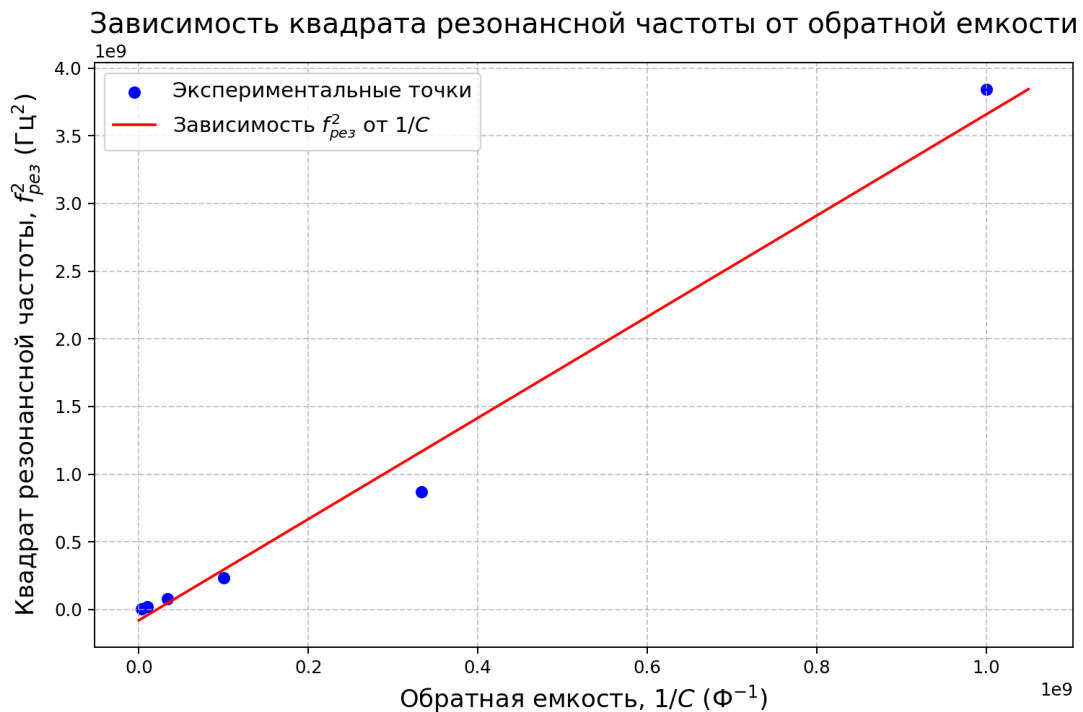


График 2.



12. Окончательные результаты.

$$f_{\text{эксп}} = 4550 \text{ Гц}; f_{\text{расч}} = 5032.92121 \text{ Гц}$$

$$Q_{\text{эксп}} = 2.275; Q_{\text{расч}} = 4.65$$

$$L = 0.268 \text{ Гн}$$

$$R = 177.73 \text{ Ом}$$

13. Выводы и анализ результатов работы.

В ходе данной работы мы нашли экспериментальное значение резонанса. Зависимость амплитуды выходного напряжения от частоты входного подтверждает теоретическую, достигая своего максимума при частоте резонанса.

Расхождение между экспериментальными и расчетными значениями из 1 части лабораторной можно объяснить погрешностями указанных значений характеристик установок.

Расхождение между экспериментальными и исходными значениями из 2 части лабораторной можно объяснить неправильной настройкой аппаратуры, вследствие чего, были неправильно измерены показатели.

14. Дополнительные задания.

15. Выполнение дополнительных заданий.

16. Замечания преподавателя (*исправления, вызванные замечаниями преподавателя, также помещают в этот пункт*).

Примечание:

1. Пункты 1-6,8-13 Протокола-отчета **обязательны** для заполнения.
2. Необходимые исправления выполняют непосредственно в протоколе-отчете.
3. При ручном построении графиков рекомендуется использовать миллиметровую бумагу.
4. Приложения 1 и 2 вкладывают в бланк протокола-отчета.