

Группа: М32021

К работе допущен: _____

Студент: Корнилов Н. В.

Работа выполнена: _____

Преподаватель: Тимофеева Э. О.

Отчёт принят: _____

Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе №3.11

1. Цель работы:

Изучение вынужденных колебаний явления резонанса напряжений в последовательном колебательном контуре.

2. Задачи, решаемые при выполнении работы:

Построить резонансную кривую и определить резонансную частоту, построить графики зависимостей, определить активное сопротивление и добротность колебательного контура.

3. Рабочие формулы и исходные данные:

$$U = 4 \text{ В}; L = 0,1 \text{ Гн}; R = 75 \text{ Ом}; C = 0,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

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

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

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

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

4. Схема установки

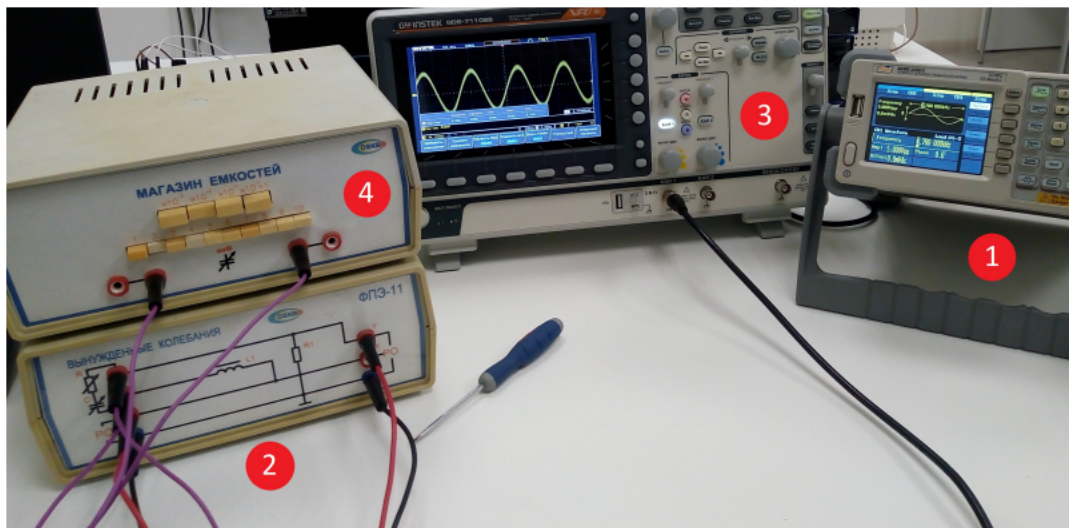
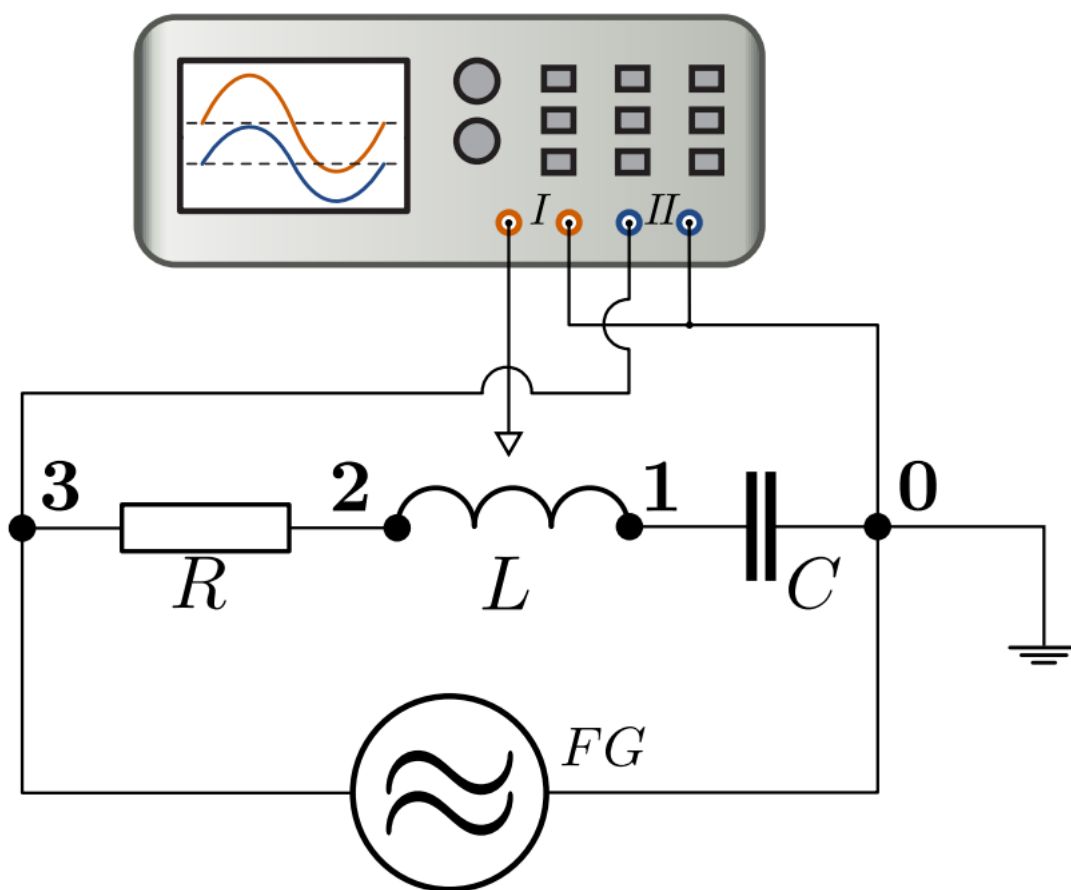
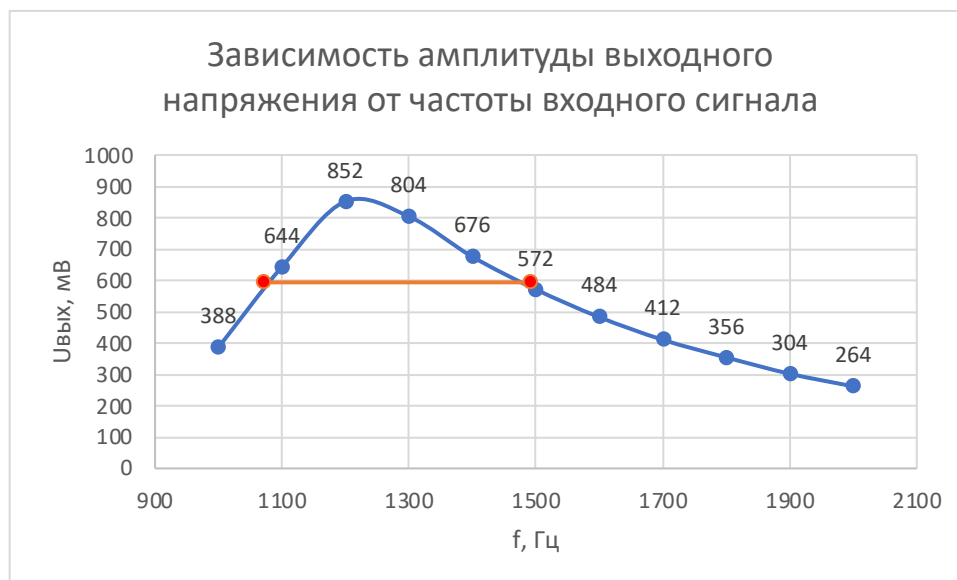


Рис. 6. Общий вид лабораторной установки



5. Ход работы

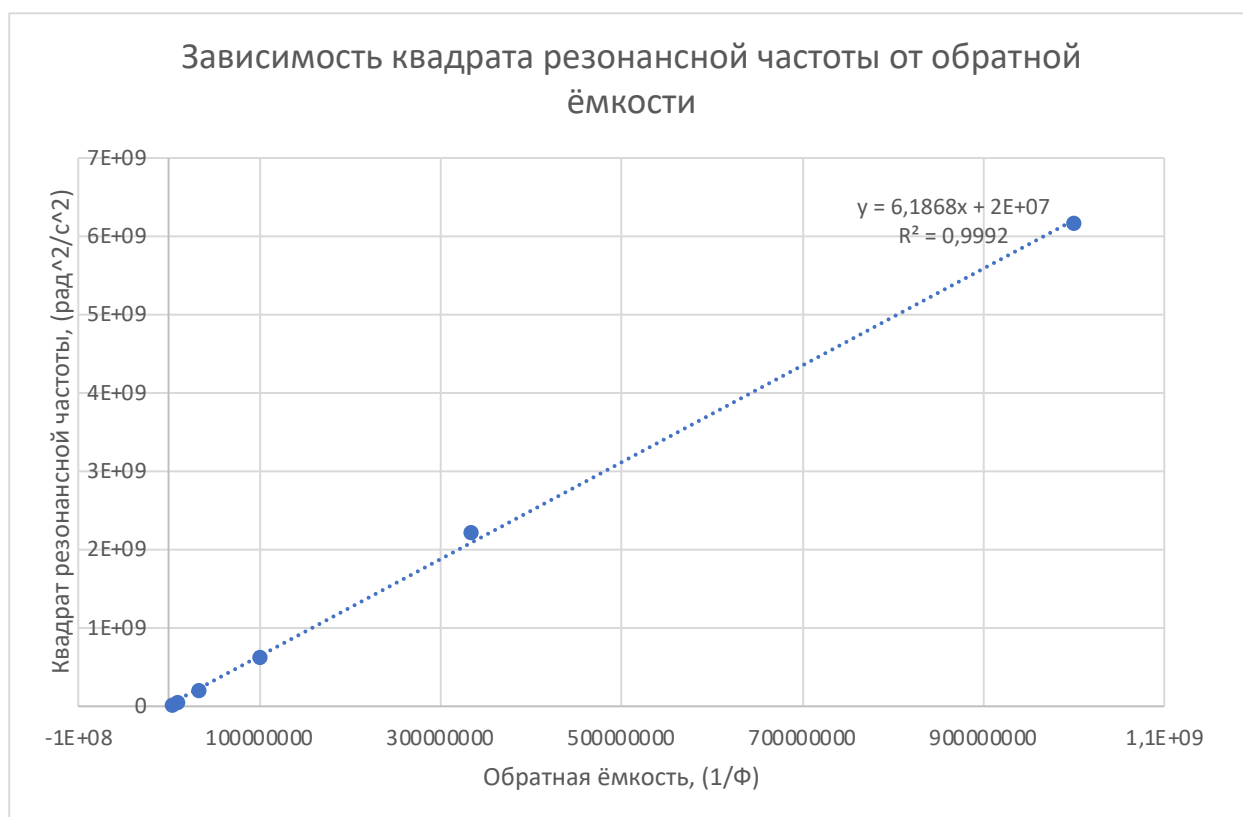
$$f_{\text{расч}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 1591,54 \text{ Гц}$$



$$\Omega_0 = 1200 \text{ Гц}, \Delta\Omega = 380 \text{ Гц}$$

$$Q_{\text{эксп}} = \frac{\Omega_0}{\Delta\Omega} \approx 3.15$$

$$Q_{\text{расч}} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{75} \sqrt{\frac{0.1}{0.1 \cdot 10^{-6}}} \approx 13.33$$



$$L = \frac{1}{k} \approx 0,161 \text{ Гн}$$

$$R = \sqrt{2L^2b} \approx 1018 \text{ Ом}$$

6. Выводы

$$f_{\text{расч}} = 1591,54 \text{ Гц}; f_{\text{эксп}} = 1200 \text{ Гц}$$

$$Q_{\text{расч}} = 13.33; Q_{\text{эксп}} = 3.15$$

$$L = 0,161 \pm 0,02 \text{ Гн}$$

$$R_{\text{актв}} = 1018 \text{ Ом}$$

В ходе данной работы мы нашли экспериментальное значение резонанса. Зависимость амплитуды выходного напряжения от частоты входного подтверждает теоретическую, достигая своего максимума при частоте резонанса. Сильную разницу экспериментальных и реальных значений можно объяснить различными факторами: в реальных цепях существуют паразитические индуктивности и емкости, которые могут влиять на измерения, качеством компонентов и отличием их реальных показателей от номинальных, приближением в расчётной математической модели.

7. Ответы на контрольные вопросы

1. Вынужденные колебания — это колебания, происходящие под действием внешней периодически действующей силы. Отличаются от свободных тем, что для их поддержания требуется постоянное воздействие внешней силы. Частота вынужденных колебаний совпадает с частотой внешней силы.
2. $\ddot{x} + 2\delta\dot{x} + \omega_0^2x = 0$, где x — значение колеблющейся величины, \dot{x} и \ddot{x} — ее первая и вторая производные по времени соответственно, $\delta = \text{const}$ — коэффициент затухания, ω_0 — циклическая частота незатухающих колебаний той же колебательной системы, то есть при $\delta=0$ (собственная частота).
3. Добротность колебательной системы — это безразмерный параметр, характеризующий энергетические потери в системе. Физический смысл добротности состоит в том, что она показывает, во сколько раз энергия, запасённая в колебательной системе, больше энергии, потерянной за один период колебаний. Высокая добротность указывает на малые энергетические потери.
4. Частота вынужденных колебаний обусловлена частотой внешней действующей силы. То есть система колеблется с той же частотой, что и внешняя сила, вызывающая эти колебания.
5. Общее решение дифференциального уравнения вынужденных колебаний является суммой однородного и частного решений:

$$x(t) = x_h(t) + x_p(t)$$

6. Явление резонанса заключается в том, что амплитуда колебаний системы резко возрастает при приближении частоты внешней силы к собственной частоте системы. В природе резонанс можно наблюдать, например, при качании на качелях, когда частота толчков совпадает с собственной частотой качелей. В технике резонанс используется в радиоприёмниках для настройки на определённую станцию, увеличивая амплитуду сигнала на определённой частоте.

7. Емкостное сопротивление (реактивное сопротивление конденсатора) обратно пропорционально частоте тока и емкости конденсатора: $X_C = \frac{1}{\omega C}$, где X_C - емкостное сопротивление, ω - угловая частота, C - емкость конденсатора. Это означает, что с увеличением частоты емкостное сопротивление уменьшается.
8. Индуктивное сопротивление (реактивное сопротивление катушки индуктивности) прямо пропорционально частоте тока и индуктивности катушки: $X_L = \omega L$, где X_L - индуктивное сопротивление, ω - угловая частота, L - индуктивность катушки. Это означает, что с увеличением частоты индуктивное сопротивление увеличивается.