



Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет транспорта» (РУТ (МИИТ))
Кафедра «Физика» им. П.Н. Лебедева

Институт, группа _____

К работе допущен _____
(дата, подпись преподавателя)

Студент _____

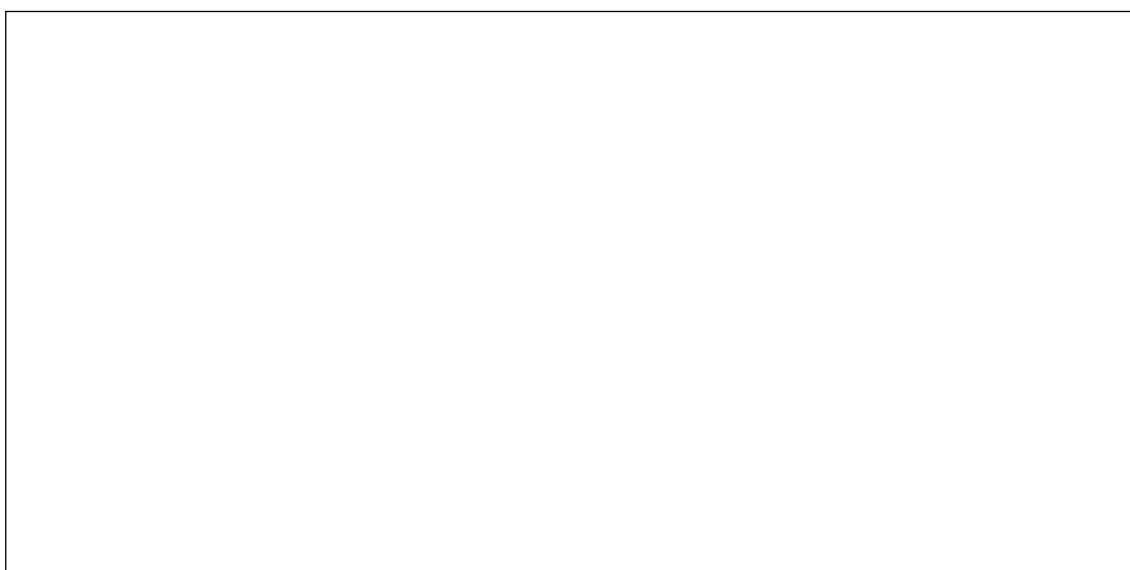
Работа выполнена _____
(дата, подпись преподавателя)

Преподаватель _____

Отчет принят _____
(дата, подпись преподавателя)

РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ № 29

Изучение затухающих электромагнитных колебаний
в колебательном контуре
с помощью осциллографа



Нарисуйте схему установки (вашей лаборатории).

1. Запишите цель проводимого эксперимента.

2. Дайте определение затухающим колебаниям.

3. Запишите дифференциальное уравнение затухающих электромагнитных колебаний. Укажите размерность и физический смысл каждой буквы, входящей в уравнение.

4. На рис. 1 представлена электрическая схема простейшего колебательного контура. Подпишите элементы цепи.

1 —

2 —

3 —

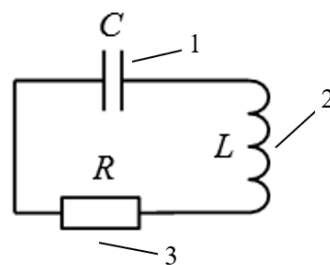
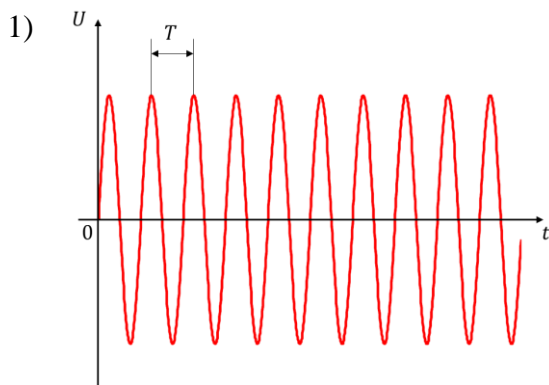


Рис. 1

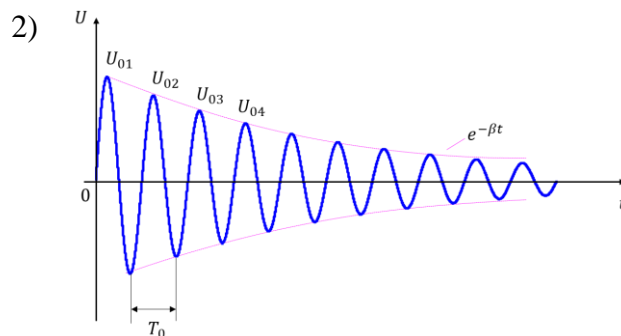
5. Укажите возможные способы возбуждения колебаний в колебательном контуре. Как происходит возбуждение колебаний в исследуемом контуре?

6. Назовите типы колебаний, изображённых на графиках. Для каждого типа укажите
- значение коэффициента затухания, или, как он соотносится с собственной частотой контура
 - сопротивление контура, или, как оно соотносится с критическим сопротивлением



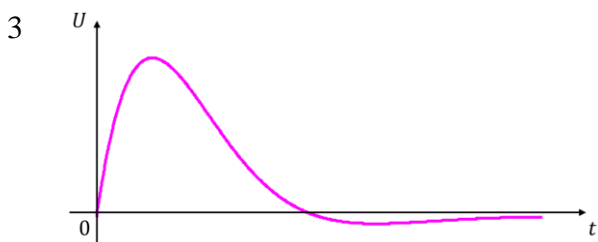
$$\beta =$$

$$R =$$



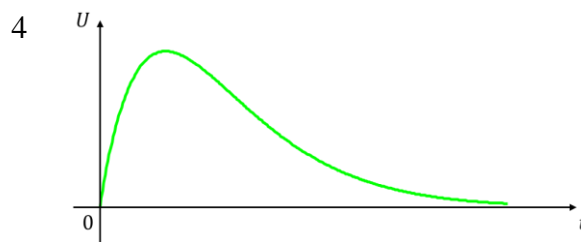
$$\beta <$$

$$R <$$



$$\beta =$$

$$R =$$



$$\beta >$$

$$R >$$

7. Что такое коэффициент затухания и логарифмический декремент? В чем их отличие? Запишите формулу связи данных величин.

8. Вставьте пропущенные слова в предложения.

Чем выше добротность контура, тем _____ потери энергии.

Чем меньше добротность, тем _____ скорость затухания колебаний.

9. На что расходуется часть общей энергии контура W при протекании по нему тока? Назовите закон, описывающий данное явление, и запишите его формулу.

10. Заполните таблицу измерений в лаборатории.

Таблица 1.

Измеренные значения амплитуд колебаний напряжения

| № | R_M | U_{01} | U_{02} | U_{03} | U_{04} | $\frac{U_{01}}{U_{02}}$ | $\frac{U_{02}}{U_{03}}$ | $\frac{U_{03}}{U_{04}}$ |
|---|-------|----------|----------|----------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | |

$C =$

$L =$

$R_L =$

$R_{KP \text{ эксп. }} =$

$R_L =$

Дата и подпись преподавателя _____

Обработка результатов измерений

Таблица 2.

Экспериментальные значения характеристик затухающих колебаний

| № | Экспериментальные значения | | | | | | | | $R = R_L + R_M + R_L$ |
|---|----------------------------|------------|------------|----------------------|-------|-------|-------|-----------------|-----------------------|
| | δ_1 | δ_2 | δ_3 | $\delta_{\text{ср}}$ | Q_1 | Q_2 | Q_3 | $Q_{\text{ср}}$ | |
| 1 | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | |

1. Рассчитайте, используя данные таблицы 1, величины логарифмического декремента δ_i и значения добротности Q_i для всех исследуемых сопротивлений R , а также средние значения данных величин $\delta_{\text{ср}}$, $Q_{\text{ср}}$. Результаты занесите в таблицу 2.

$$\delta_i = \ln \left(\frac{U_{oi}}{U_{oi+1}} \right),$$

$$Q_i = \frac{\pi}{\delta_i},$$

$$\delta_{\text{ср}} = \frac{\delta_1 + \delta_2 + \delta_3}{3},$$

$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3}.$$

2. Рассчитайте значение сопротивления катушки индуктивности R_L через среднее значение добротности $Q_{\text{ср}}$ при $R_M = 0$ и запишите под таблицей 1.

$$R_L = \frac{1}{Q_{\text{ср}}} \sqrt{\frac{L}{C}} =$$

3. С помощью полученного значения R_L рассчитайте значения полных сопротивлений для каждого R_M и запишите в таблицу 2.

4. Рассчитайте величины характеристического сопротивления ρ , критического сопротивления $R_{\text{кр теор.}}$, собственной частоты ω_0 и периода T_0 колебаний контура.

$$\rho = \sqrt{\frac{L}{C}} =$$

$$R_{\text{кр теор.}} = 2\sqrt{\frac{L}{C}} =$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} =$$

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} =$$

5. Рассчитайте величины теоретических коэффициента затухания β , декремента затухания δ_T и добротности Q_T контура и занесите результаты расчетов в таблицу 3.

$$\beta = \frac{R}{2L},$$

$$\delta_T = \beta T_0,$$

$$Q_T = \frac{\rho}{R}.$$

Таблица 3.

| № | Теоретические значения | | | |
|---|------------------------|------------|-------|-----------------------|
| | β | δ_T | Q_T | $R_{\text{кр теор.}}$ |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |

6. Сравните полученные расчетные значения $R_{\text{кр теор.}}$, δ_T , Q_T с экспериментальными.

Расчет погрешности.

7. Найдите среднее арифметическое значение добротности контура $Q_{\text{ср}}$ для сопротивления $R_M = 0$.

$$Q_{\text{ср}} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3} =$$

8. Определите коэффициент Стьюдента α при доверительной вероятности $P = 0,95$ и при числе полученных значений добротности $n=3$.

$$\alpha =$$

9. Вычислите абсолютную ΔQ и относительную δQ погрешности добротности контура. Округлите величину $Q_{\text{ср}}$ в соответствии с полученной абсолютной погрешностью.

$$\Delta Q = \alpha \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{\text{cp}} - Q_i)^2}{n(n-1)}} = \alpha \sqrt{\frac{(Q_{\text{cp}} - Q_1)^2 + (Q_{\text{cp}} - Q_2)^2 + (Q_{\text{cp}} - Q_3)^2}{3(3-1)}} =$$

$$\delta Q = \frac{\Delta Q}{Q_{\text{cp}}} \cdot 100\% =$$

$$Q_{\text{cp}} \approx$$

10. Запишите окончательный результат измерений в виде:

$$Q = Q_{\text{cp}} \pm \Delta Q =$$

11. Сформулируйте общие выводы по выполненной работе

Подпись студента _____

Дата _____