

Группа \_\_\_\_\_ М3212

Студент Тимофеев В. [REDACTED]

Преподаватель Егоров [REDACTED]

К работе допущен \_\_\_\_\_

Работа выполнена \_\_\_\_\_

Отчет принят \_\_\_\_\_

## Рабочий протокол и отчет по лабораторной работе № 3.12

---

### Определение частотно-амплитудной характеристики для двух индуктивно связанных контуров

---

## **1. Цели работы**

1. В данной работе необходимо изучить установившиеся вынужденные колебания в связанных линейных осциллирующих системах с двумя степенями свободы на примере электрических контуров с индуктивной связью
2. Экспериментально определить нормальные частоты колебаний по резонансным частотам
3. Определить коэффициент связи и силу связи между контурами.

## **2. Задачи, решаемые при выполнении работы.**

1. Изучение вынужденных колебаний в связанных контурах.
2. Определение нормальных частот по резонансным пикам.
3. Вычисление коэффициента связи и взаимной индукции.
4. Построение АЧХ одиночного и связанных контуров.
5. Анализ резонансных пиков и типа связи.
6. Расчет добротности и полос пропускания.

## **3. Объект исследования.**

Электрическая система, состоящая из двух индуктивно связанных колебательных контуров, в которой изучаются вынужденные колебания, резонансные частоты, амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) и параметры связи между контурами.

## **4. Метод экспериментального исследования.**

Экспериментальное измерение резонансных частот и амплитуд напряжений в одиночном и связанных контурах с использованием генератора, осциллографа и мультиметров. Построение АЧХ, расчет коэффициента связи и добротности по полученным данным.

## **5. Рабочие формулы и исходные данные.**

- 1) Добротность контуров, где  $\omega_0$  - резонансная частота,  $\Delta \omega$  - полоса пропускаемых частот

$$Q = \frac{\omega_0}{\Delta \omega}$$

- 2) Зависимость собственных частот от коэффициента связи, где  $K$  - коэффициент связи, а

$$\omega_{1,2} = \frac{\omega_r}{\sqrt{1 \pm K}}$$

- 3) Частота гармонических электрических колебаний, где  $L_{\text{эфф1}}$  - эффективный коэффициент самоиндукции, а  $C$  - емкость конденсатора

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{L_{\text{эфф1}} C}}$$

4) Коэффициент связи (степень влияния контуров друг на друга), где  $K_1 = \frac{L_{12}}{L_1}$ , а  $K_2 = \frac{L_{21}}{L_2}$

$$K = \sqrt{K_1 K_2}$$

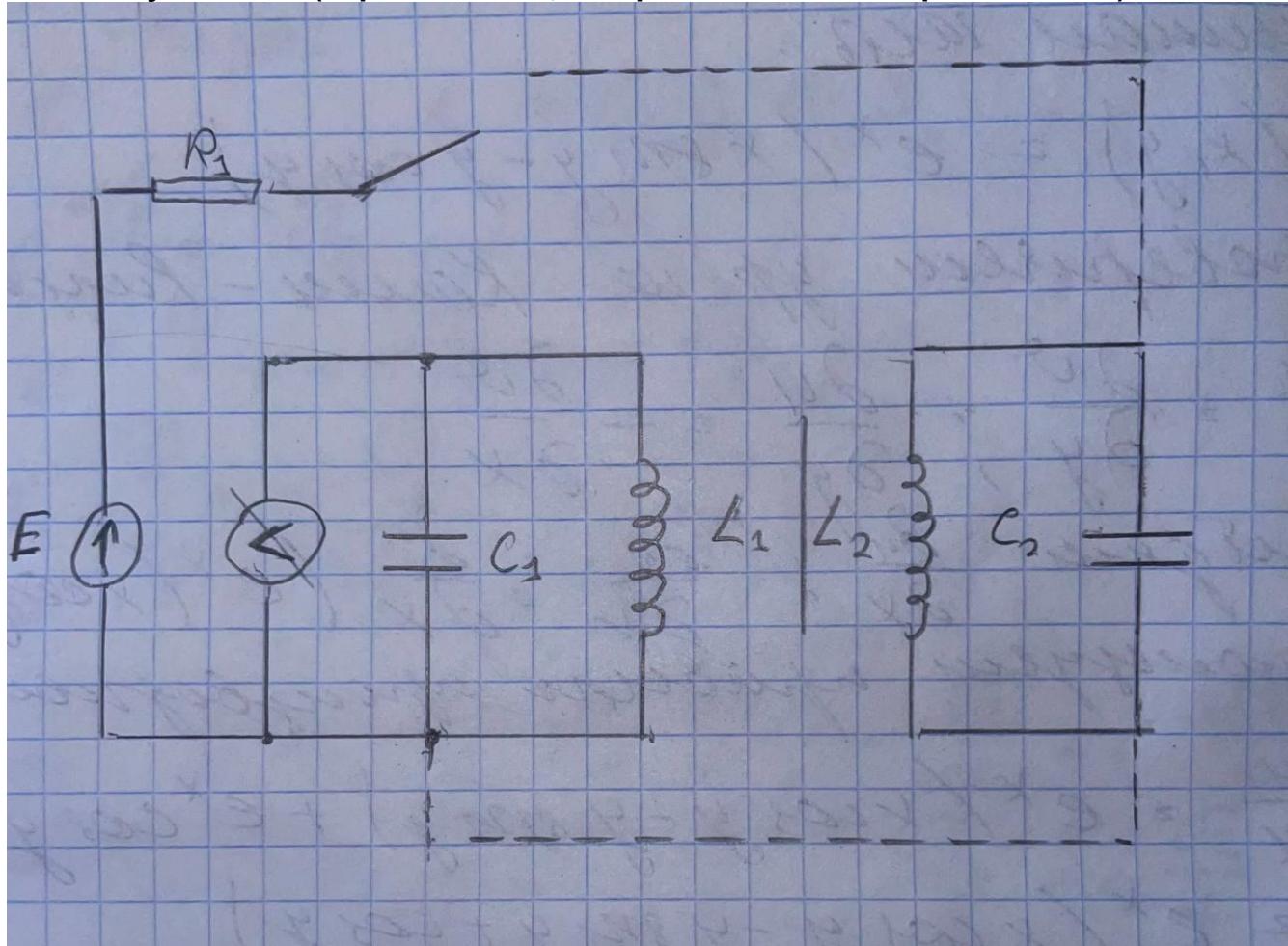
5) Полоса пропускаемых частот  $\Delta\omega$  условно отсчитывается между точками, в которых уровень амплитуды составляет 0,707 от максимального

$$\Delta\omega = \omega_{max} - \omega_{min}$$

## 6. Измерительные приборы.

1	Осциллограф	Электронный	4-5 В	0,001 В
2	Генератор частоты	Электронный	100-12000 Гц	0,0001 Гц

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



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

### Часть 1

Таблица 1

№	v, Гц	w, рад/с	U, В
1	118	741,4158662	0,1
2	488	3066,19443	0,36
3	698	4385,663344	0,55
4	1014	6371,149901	0,9
5	1193	7495,840071	1,06
6	1217	7646,636519	1,16
7	1414	8884,424024	1,34
8	1651	10373,53894	1,65
9	2057	12924,51218	2,17
10	2613	16417,96321	2,83
11	2907	18265,21969	3,54
12	3298	20721,94514	4,03
13	3770	23687,60861	4,34
14	4467	28066,98877	4,8
15	4824	30310,08592	5,38
16	5382	33816,10332	5,59
17	5611	35254,95276	5,36
18	5957	37428,93487	4,87
19	6713	42179,02297	4,64
20	7410	46558,40313	4,23
21	8612	54110,79187	3,89

$$1) \omega_0 = 33816,1$$

$$\omega_{r_1} = \frac{1}{\sqrt{L_{\text{ЭФФ1}} C}} = 8873,565 \text{ рад/с}$$

$$\omega_{r_2} = \frac{1}{\sqrt{L_{\text{ЭФФ2}} C}} = 9667,365 \text{ рад/с}$$

$$\Delta \omega = 8612 - 2907 = 5705 \text{ рад/с}$$

$$2) Q_1 = \frac{\omega_0}{\Delta \omega} = 5,927$$

## Часть 2

Таблица 2			
№	v, Гц	w, рад/с	U, В
1	118	741,4158662	0,58
2	268	1683,893662	0,75
3	459	2883,982056	1
4	784	4926,017281	1,4
5	1005	6314,601234	1,78
6	1147	7206,813547	2
7	1260	7916,813487	2,27
8	1344	8444,601053	2,41
9	1573	9883,450488	2,73
10	1871	11755,83971	3,18
11	2042	12830,2644	3,38
12	2813	17674,60027	4,17
13	3754	23587,07764	4,61
14	4155	26106,63495	4,68
15	4627	29072,29842	4,57
16	4980	31290,26283	4,4
17	5248	32974,15649	4,18
18	5965	37479,20036	3,25
19	6660	41846,01415	2,51
20	7238	45477,69525	3
21	7897	49618,31437	3,93
22	8230	51710,61508	4,1
23	8555	53752,6503	4,15
24	8991	56492,1191	4,13
25	9415	59156,18967	4,07
26	11080	69617,6932	3,7
27	11570	72696,454	3,27

$$1) \omega_{01} = 4155 \text{ рад/с}$$

$$\omega_{02} = 8555 \text{ рад/с}$$

$$\Delta \omega_1 = 5965 - 2042 = 3923 \text{ рад/с}$$

$$\Delta \omega_2 = 11570 - 7238 = 4332 \text{ рад/с}$$

$$2) Q_1 = \frac{\omega_{01}}{\Delta \omega_1} = 1,059$$

$$Q_2 = \frac{\omega_{02}}{\Delta \omega_2} = 1,975$$

$$3) \frac{Q_1}{Q_2} = 0,536$$

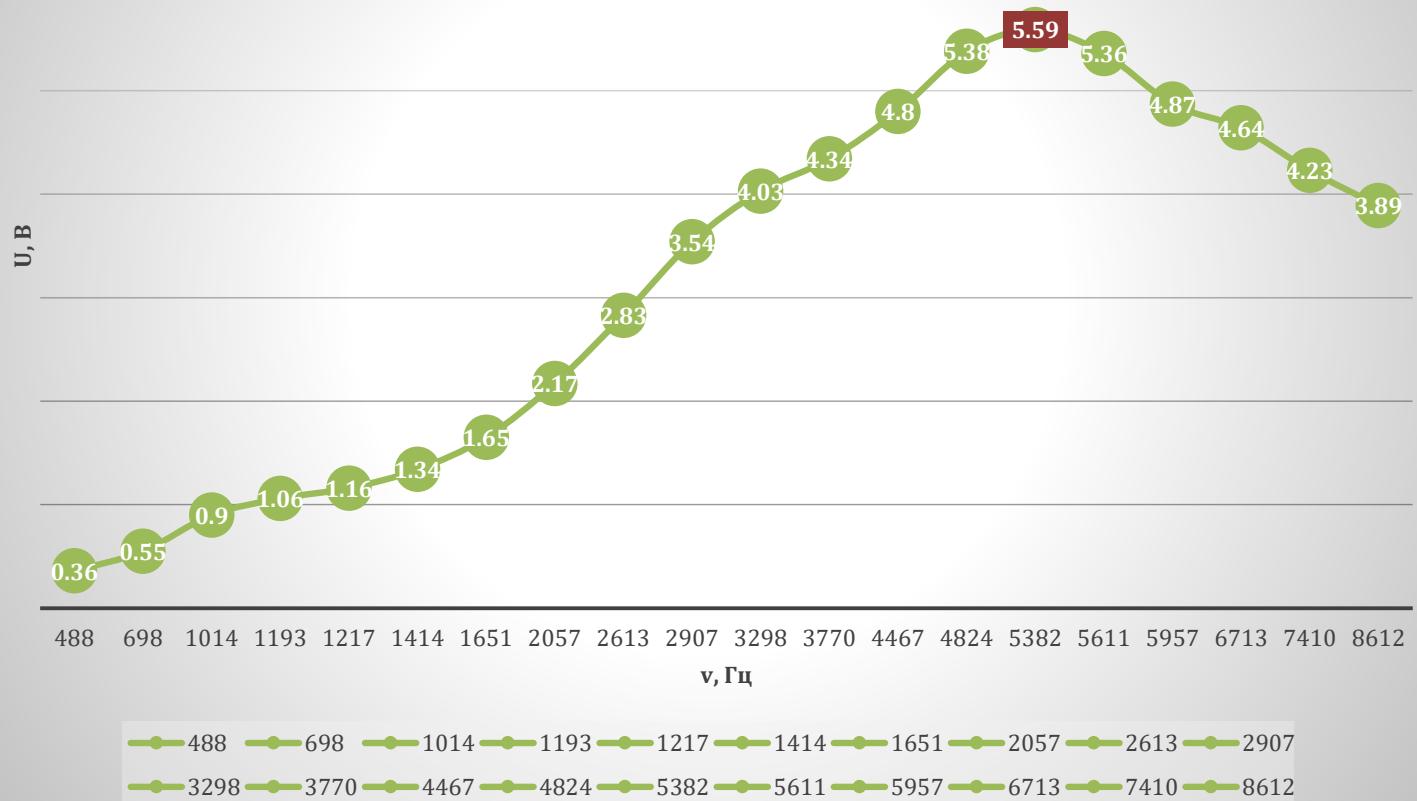
$$\frac{\Delta \omega_1}{\Delta \omega_2} = 0,906$$

$$K = \frac{w_1^2 - w_2^2}{w_1^2 + w_2^2} = 0,6182723332$$

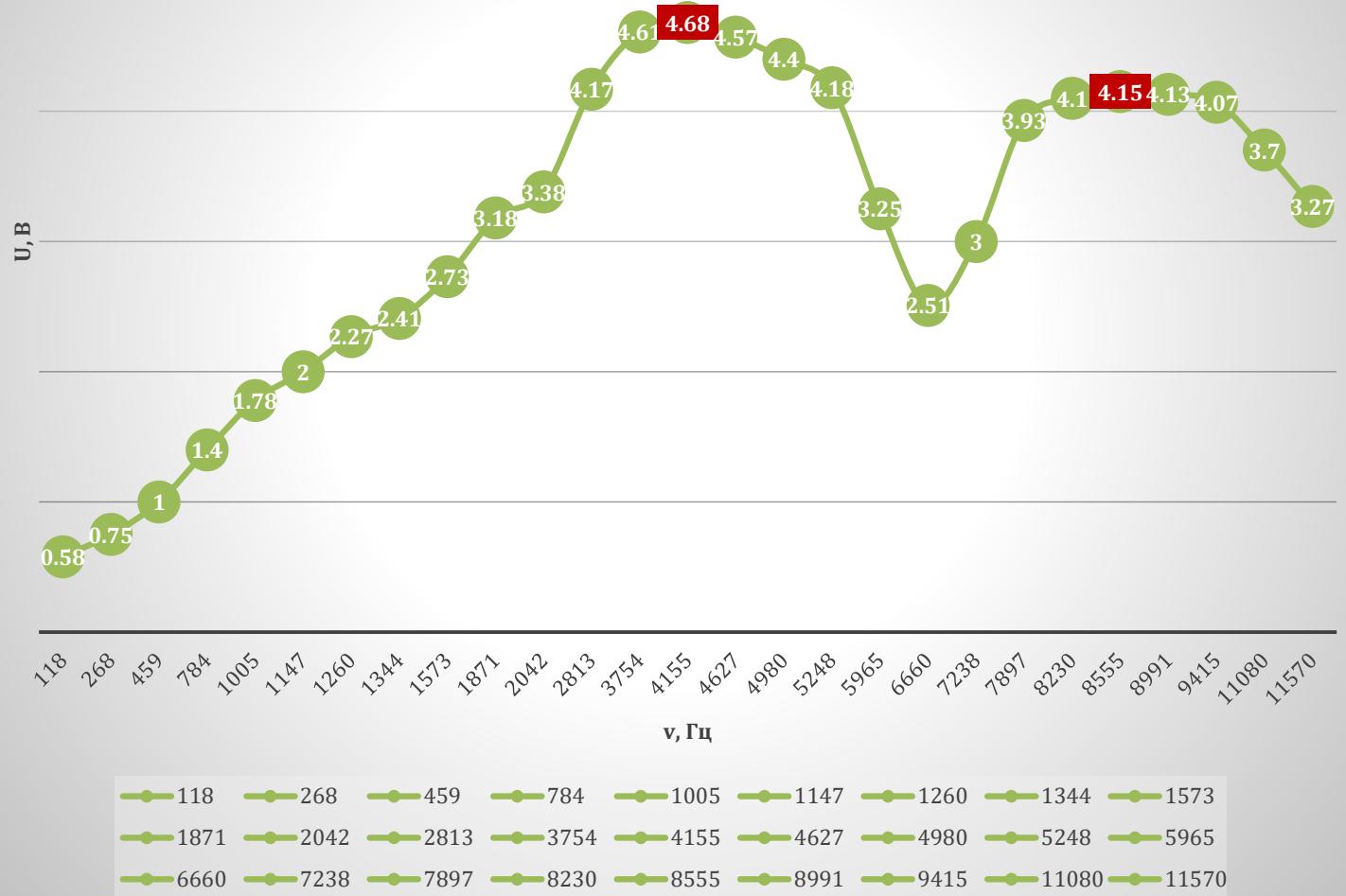
$$L_{12} = K * \sqrt{L_1 * L_2} = 7,207315973$$

## 12. Окончательные результаты

### 1 U, B относительно параметра "v, Гц"



## U, В относительно параметра "v, Гц"



### 13. Выводы

Исследование показало, что индуктивная связь оказывает значительное влияние на динамику системы, приводя к формированию двух резонансных режимов. Экспериментальные результаты совпадают с теоретическими прогнозами, что подтверждает достоверность модели связанных осцилляторов. Полученные выводы имеют практическое значение для разработки устройств с взаимосвязанными контурами, включая фильтры, трансформаторы и системы беспроводной передачи энергии.

$$Q_1 = \frac{\omega_0}{\Delta \omega} \approx 5,9$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} \approx 0,5$$

$$\frac{\Delta \omega_1}{\Delta \omega_2} \approx 0,9$$

$$K \approx 0,6$$

$$Q_1 \approx 1,0$$

$$Q_2 \approx 1,9$$

$$L_{12} \approx 7,2 \text{ мГн}$$