



Федеральное агентство по рыболовству  
БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»  
**Калининградский морской рыбопромышленный колледж**

Утверждаю  
Заместитель начальника колледжа  
по учебно-методической работе  
М.С. Агеева

Учебно-методические указания по выполнению лабораторных и практических  
занятий

**ОП.07 РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ**

**11.02.03 Эксплуатация оборудования радиосвязи и электрорадионавигации  
судов**

**МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ**

РАЗРАБОТЧИК

Радиотехническое отделение

ЗАВЕДУЮЩИЙ ОТДЕЛЕНИЕМ

Д.В.Холоденин

ГОД РАЗРАБОТКИ

2023

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.2/34

## Содержание

Введение .....	3
Практическое занятие № 1. Решение задач по спектрам сигналов при амплитудной модуляции.....	6
Практическое занятие № 2. Решение задач по спектрам сигналов при частотной и фазовой модуляции .....	10
Практическое занятие № 3. Примеры практического применения последовательного контура. Решение задач.....	18
Практическое занятие № 4. Применение параллельного контура .....	19
Практическое занятие № 5.Решение задач на расчет параллельного колебательного контура .....	20
Практическое занятие № 6.Область применения связанных контуров. Решение задач ....	22
Лабораторное занятие№ 1.Исследование последовательного колебательного контура ...	23
Лабораторное занятие№ 2.Исследование параллельного колебательного контура .....	25
Лабораторное занятие№ 3. Исследование связанных контуров (частные резонансы) .....	26
Лабораторное занятие№ 4.Исследование связанных контуров (полный и сложный резонансы) .....	28
Лабораторное занятие№ 5.Исследование электрических фильтров нижних и верхних частот .....	30
Лабораторное занятие№ 6.Исследование полосовых и заграждающих фильтров .....	31
Используемые источники литературы.....	34

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.3/34

## Введение

Методические указания по выполнению лабораторных занятий и практических занятий (для обучающихся) составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины ОП.07 «Радиотехнические цепи и сигналы».

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение 6 лабораторных и 6 практических работ.

Целью проведения лабораторных и практических работ является закрепление теоретических знаний и приобретение необходимых практических навыков и умений в работе с радиоизмерительными приборами. Наряду с формированием умений и навыков в процессе лабораторных занятий, обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и умение использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения.

Перед проведением лабораторных/практических занятий курсанты обязаны проработать соответствующие материалы, уяснить цель занятия, ознакомиться с содержанием и последовательностью его проведения, а преподаватель проверить их знания и готовность к выполнению задания.

Текст выполняемых работ курсанты должны писать понятным почерком; схемы, таблицы необходимо выполнять только карандашом с помощью чертежных инструментов.

После каждой лабораторной/практической работы проводится зачет, как правило, на следующем практическом занятии перед выполнением последующей работы.

На зачете курсант должен: знать теорию по данной теме, пояснить, как проводится расчет; уметь проанализировать полученные результаты (в соответствии с основными требованиями к знаниям и умениям по данной теме рабочей программы); ответить на вопросы для самопроверки.

Для выполнения практических заданий обучающийся должен

*знать:*

- физические основы радиосвязи;
- структурную схему канала связи на транспорте;
- характеристики и классификацию радиотехнических цепей;

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.4/34

– основные типы радиосигналов, их особенности и применение в транспортном радиоэлектронном оборудовании

*уметь:*

– использовать характеристики радиотехнических цепей для анализа их воздействия на сигналы;

– использовать резонансные свойства параллельного и последовательного колебательных контуров;

– настраивать системы связанных контуров;

– рассчитывать электрические фильтры.

Выполнение практических занятий способствует формированию следующих элементов компетенций:

*В процессе выполнения работ у курсантов формируются элементы следующих профессиональных компетенций:*

ПК 1.1. Осуществлять техническую эксплуатацию систем судовой радиосвязи и электрорадионавигации.

ПК 1.2. Нести радиовахту с использованием процедуры связи в подсистемах Глобальной морской системы связи при бедствии.

ПК 1.3. Вести вахтенный журнал радиостанции и оформлять техническую документацию радиооборудования.

ПК 1.4. Пользоваться программным обеспечением микропроцессоров радиооборудования и методами устранения сбоев программного обеспечения.

ПК 1.5. Проводить профилактическое и регламентируемое техническое обслуживание оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов.

ПК 2.1 Диагностировать оборудование радиосвязи и средства электрорадионавигации судов при помощи контрольно-измерительных приборов.

ПК 2.2 Определять тип неисправностей в работе оборудования радиосвязи и средств электрорадионавигации судов и методику их устранения.

ПК 2.3 Проводить ремонт судового радиооборудования в море на уровне замены блоков/модулей.

ПК 3.1 Осуществлять монтаж оборудования радиосвязи и средств электрорадионавигации судов, включая подведение питающих силовых и сигнальных линий передач и антенн.

ПК 3.2 Осуществлять демонтаж оборудования радиосвязи и

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.5/34

электрорадионавигации судов.

ПК 3.3. Выполнять операции по коммутации и сопряжению отдельных элементов оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов.

ПК 3.4 Выполнять операции по инсталляции и введению в действие оборудования радиосвязи и электрорадионавигации судов.

Перед проведением практических занятий курсанты обязаны проработать соответствующий теоретический материал, уяснить цель занятия, ознакомиться с содержанием и последовательностью проведения работы. Преподаватель проверяет знания курсантов, их готовность к проведению работы.

Текст отчета по выполненной работе должен быть написан чернилами понятным почерком. Схемы, эскизы, таблицы выполняются только карандашом с использованием чертежных инструментов.

После выполнения каждой практической работы проводится зачет. На зачете курсант должен знать теоретический материал по данной теме, уметь пояснить, как выполнялась работа, рассказать, как работает изучаемая схема и где она применяется, уметь проанализировать полученные результаты, сформулировать выводы.

### Перечень практических занятий

№ п/п	Практическое занятие	Кол-во часов
1	Практические занятия 1, 2: Решение задач по спектрам сигналов при амплитудной, частотной и фазовой модуляции	4
2	Практическое занятие 3: Примеры практического применения последовательного контура. Решение задач.	2
3	Практические занятия 4, 5: Применение параллельного контура. Решение задач	4
4	Практическое занятие 6: Область применения связанных контуров. Решение задач.	2
<b>Итого</b>		<b>12</b>
5	Лабораторное занятие1: Исследование последовательного колебательного контура.	2
6	Лабораторное занятие2: Исследование параллельного колебательного контура.	2
7	Лабораторное занятие3: Исследование связанных контуров (частные резонансы).	2
8	Лабораторное занятие4: Исследование связанных контуров (полный и сложный резонансы)	2
9	Лабораторное занятие5: Исследование электрических фильтров нижних и верхних частот.	2
10	Лабораторное занятие6: Исследование полосовых и заграждающих фильтров.	2
<b>ИТОГО</b>		<b>12</b>

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.6/34

## 1 ВИДЫ МОДУЛИРОВАННЫХ КОЛЕБАНИЙ И ИХ СПЕКТРЫ

### 1.1 Виды модулированных колебаний и их спектры

#### Практическое занятие № 1. Решение задач по спектрам сигналов при амплитудной модуляции

*Цель работы:* Изучение понятия амплитудной модуляции. Построение спектров сигнала при амплитудной модуляции

*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Амплитудная модуляция – вид модуляции сигнала, при которой изменяемым параметром несущего сигнала является его амплитуда.

Пользуясь понятием амплитудной модуляции и определением ее основных параметров решить задачу:

Заданы: несущее колебание

$$u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi), B \quad (1.1)$$

модулирующий сигнал

$$s(t) = S_0 \cos(\Omega t + \Psi), B \quad (1.2)$$

где  $U_0$  - амплитуда несущего колебания;

$\omega_0$  – частота несущего колебания;

$\varphi$  – начальная фаза несущего колебания;

$S_0$  – амплитуда модулирующего колебания;

$\Omega$  – частота модулирующего колебания;

$\Psi$  – начальная фаза модулирующего колебания.

Требуется:

а) в соответствии с вариантом записать аналитическое выражение амплитудно-модулированного колебания с коэффициентом глубины модуляции  $M$ .

б) изобразить качественно временные диаграммы колебаний модулирующего и модулированного сигналов АМ;

в) построить амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры АМ колебаний.

Исходные данные:

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.7/34

Таблица 1 – Исходные данные

	1 вариант	2 вариант	3 вариант
$U_0, В$	2	2,5	1,5
$f_0, МГц$	2,5	3	3,6
$\varphi_0, рад$	$\pi/5$	$\pi/4$	$\pi/5$
$S_0, В$	0,7	0,6	0,5
$F, кГц$	1	0,9	0,8
$\Psi, рад$	$\pi/4$	$\pi/6$	$\pi/8$
$\omega_D, кГц$	1	1,2	1,3
$m$	1,5	2	2
Глубина модуляции $k, \%$	55	60	65

Пример решения задачи (вариант 3)

а) Рассчитаем частоты несущего и модулирующего колебаний:

$$\omega_0 = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,6 \cdot 10^6 = 22,6 \cdot 10^6 \text{ рад/с}$$

$$\Omega = 2\pi F = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 10^3 = 5,024 \cdot 10^3 \text{ рад/с}$$

Несущее колебание

$$u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$u(t) = 1,5 \cos\left(22,5 \cdot 10^6 t + \frac{\pi}{5}\right), В$$

Модулирующий сигнал

$$s(t) = S_0 \cos(\Omega t + \Psi), В$$

$$s(t) = 0,5 \cos\left(5,024 \cdot 10^3 t + \frac{\pi}{8}\right), В$$

Коэффициент модуляции

$$M = \frac{K_{AM} \cdot S_0}{U_0} = \frac{0,65 \cdot 0,5}{1,5} = 0,22$$

Аналитическое выражение для мгновенных значений амплитудно-модулированных колебаний в общем случае имеет вид

$$u_{AM}(t) = U_m [1 + M \cos(\Omega t + \Psi_0)] \cos(\omega_0 t + \varphi_0) \quad (1)$$

$$u_{AM}(t) = 1,5 * \left[1 + 0,22 \cos\left(5,024 \cdot 10^3 t + \frac{\pi}{8}\right)\right] \cos\left(22,6 \cdot 10^6 t + \frac{\pi}{5}\right), В$$

б) изобразить качественно графики модулирующего и АМ модулированного сигнала (временные диаграммы колебаний);

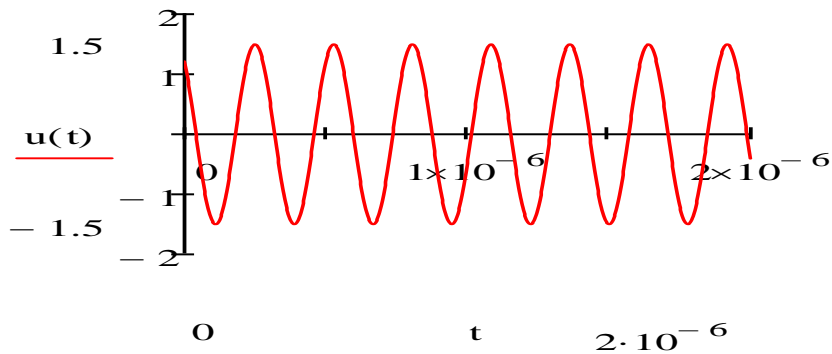


Рисунок 1- Временная диаграмма модулирующего сигнала

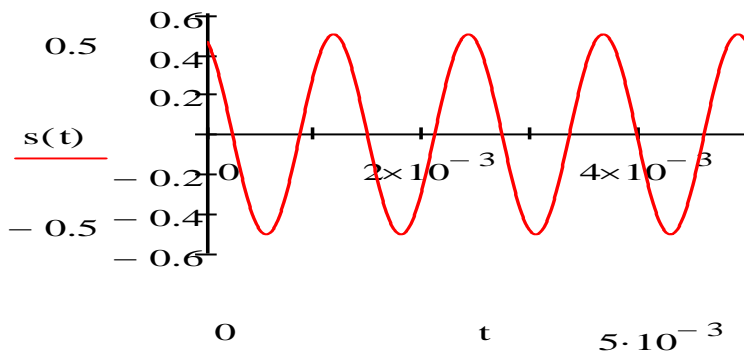


Рисунок 2 - Временная диаграмма несущей

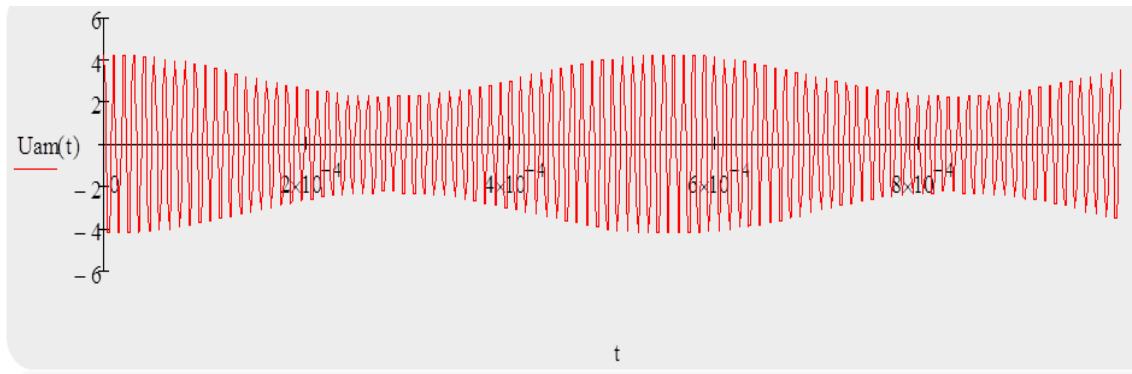


Рисунок 3 - Временная диаграмма колебаний модулируемого сигнала АМ

в) построить амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры АМ колебаний.

Для построения спектров аналитическое выражение (1) следует представить в развернутом виде.

$$u_{AM}(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi) + \frac{U_0 M}{2} \cos[(\omega_0 + \Omega) \cdot t + \varphi + \Psi] + \frac{U_0 M}{2} \cos[(\omega_0 - \Omega) \cdot t + \varphi - \Psi]$$



МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.9/34

$$u_{AM}(t) = 1,5 \cos\left(22,6 \cdot 10^6 t + \frac{\pi}{5}\right) + 0,165 \cos\left[\left(22,6 \cdot 10^6\right)t + \frac{\pi}{5} + \frac{\pi}{8}\right] + 0,165 \cos\left[\left(22,6 \cdot 10^6\right)t + \frac{\pi}{5} - \frac{\pi}{8}\right], \text{ В}$$

АЧ и ФЧ спектры АМК, построенные в MathCad 14, будут выглядеть следующим образом (рисунки 4 и 5):

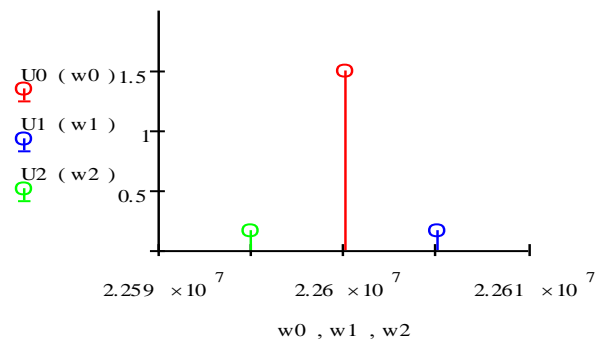


Рисунок 4 – График АЧ спектра АМ колебания

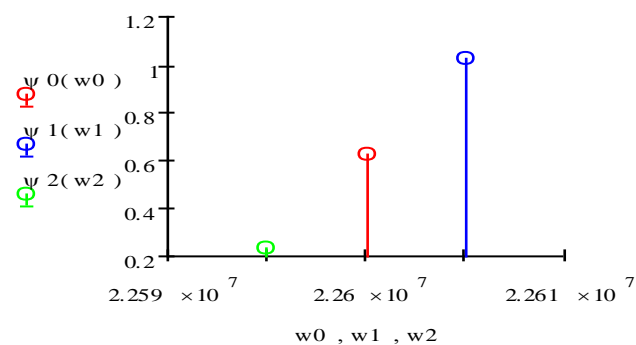


Рисунок 5 – График ФЧ спектра АМ колебания

*Содержание отчета:*

1. Тема и цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Порядок выполнения работы:
  - решение задачи согласно заданного варианта;
  - временные диаграммы, графики АЧ и ФЧ спектров АМК.
4. Выводы к работе.

*Контрольные вопросы:*

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.10/34

1. Дайте определение амплитудной модуляции сигнала.
2. Запишите выражение для несущего сигнала, перечислите входящие в него параметры.
3. Запишите выражения для модулирующего сигнала, перечислите входящие в него параметры.
4. Что собой представляет спектр АМ колебаний?

*Использованные источники:* [1], [3], [4], [5].

### 1.1 Виды модулированных колебаний и их спектры

#### Практическое занятие № 2. Решение задач по спектрам сигналов при частотной и фазовой модуляции

*Цель работы:* Изучение понятия частотной и фазовой модуляции. Построение спектров сигнала при ЧМ и ФМ

*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Частотная (фазовая) модуляция – вид аналоговой модуляции сигнала, при котором информационный сигнал управляет частотой (фазой) несущего колебания.

Пользуясь понятием частотной (фазовой) модуляции и определением их основных параметров решить задачу:

Заданы: несущее колебание

$$u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi), B \quad (1.1)$$

модулирующий сигнал

$$s(t) = S_0 \cos(\Omega t + \Psi), B \quad (1.2)$$

где  $U_0$  - амплитуда несущего колебания;

$\omega_0$  – частота несущего колебания;

$\varphi$  – начальная фаза несущего колебания;

$S_0$  – амплитуда модулирующего колебания;

$\Omega$  – частота модулирующего колебания;

$\Psi$  – начальная фаза модулирующего колебания.

Требуется:

- а) в соответствии с вариантом записать аналитическое выражение частотно-

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.11/34

модулированного колебания с девиацией частоты  $\omega_D$ ; фазо-модулированного колебания с индексом модуляции  $m$ .

б) изобразить качественно временные диаграммы колебаний модулирующего и модулированного сигналов ЧМ и ФМ;

в) построить амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры ЧМ и ФМ колебаний.

Исходные данные:

Таблица 1 – Исходные данные

	1 вариант	2 вариант	3 вариант
$U_0$ , В	2	2,5	1,5
$f_0$ , МГц	2,5	3	3,6
$\varphi_0$ , рад	$\pi/5$	$\pi/4$	$\pi/5$
$S_0$ , В	0,7	0,6	0,5
$F$ , кГц	1	0,9	0,8
$\Psi$ , рад	$\pi/4$	$\pi/6$	$\pi/8$
$\omega_D$ , кГц	1	1,2	1,3
$m$	1,5	2	2
Глубина модуляции $k$ , %	55	60	65

Пример решения задачи (вариант 3)

а) Рассчитаем частоты несущего и модулирующего колебаний:

$$\omega_0 = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 3,6 \cdot 10^6 = 22,6 \cdot 10^6 \text{ рад/с}$$

$$\Omega = 2\pi F = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,8 \cdot 10^3 = 5,024 \cdot 10^3 \text{ рад/с}$$

Несущее колебание

$$u(t) = U_0 \cos(\omega_0 t + \varphi)$$

$$u(t) = 1,5 \cos\left(22,5 \cdot 10^6 t + \frac{\pi}{5}\right), \text{ В}$$

Модулирующий сигнал

$$s(t) = S_0 \cos(\Omega t + \Psi), \text{ В}$$

$$s(t) = 0,5 \cos\left(5,024 \cdot 10^3 t + \frac{\pi}{8}\right), \text{ В}$$

Коэффициент модуляции

$$M = \frac{K_{AM} \cdot S_0}{U_0} = \frac{0,65 \cdot 0,5}{1,5} = 0,22$$

Аналитическое выражение для мгновенных значений тонально-модулированных колебаний в общем случае имеет вид

ФМК:

$$U_{\text{фМ}}(t) = U_0 \cos[\omega_0 t + ms(t) + \varphi_0] = U_0 \cos(\omega_0 t + m \cos(\Omega t + \Psi) + \varphi_0)$$

$$m = \frac{\Delta\omega_{\text{Д}}}{\Omega} = \frac{\omega_{\text{Д}}}{F} = \frac{1,65 \cdot 10^3}{1,8 \cdot 10^3} = 0,917$$

$$U_{\text{фМ}}(t) = 1,5 \cos\left(22,6 \cdot 10^6 t + 1,625 \cdot \cos\left(5,024 \cdot 10^3 t + \frac{\pi}{8}\right) + \frac{\pi}{5}\right), \text{В} \quad (1)$$

ЧМК:

$$U_{\text{чМ}} = U_0 \cos\left[\omega_0 t + \omega_{\text{Д}} \int s(t) dt\right] = U_0 \cos(\omega_0 t + m(\sin\Omega t + \Psi))$$

$$U_{\text{чМ}} = 1,5 \cos\left(22,6 \cdot 10^6 t + 1,625 \cdot \sin\left(5,024 \cdot 10^3 t + \frac{\pi}{8}\right) + \frac{\pi}{5}\right), \text{В} \quad (2)$$

б) изобразить качественно графики модулирующего и модулированного сигналов ЧМ, ФМ (временные диаграммы колебаний);

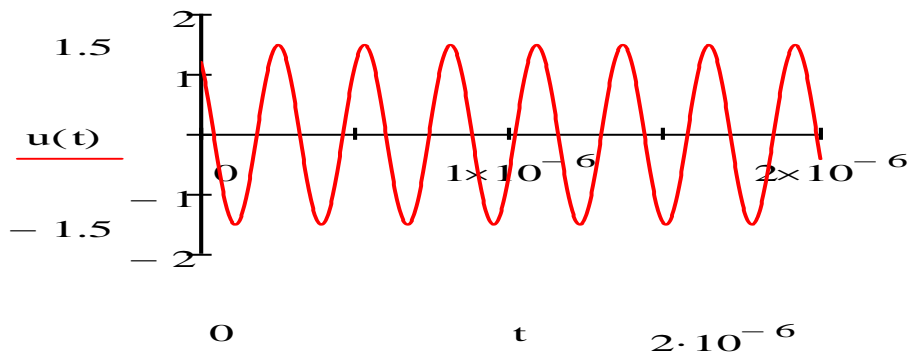


Рисунок 1- Временная диаграмма модулирующего сигнала

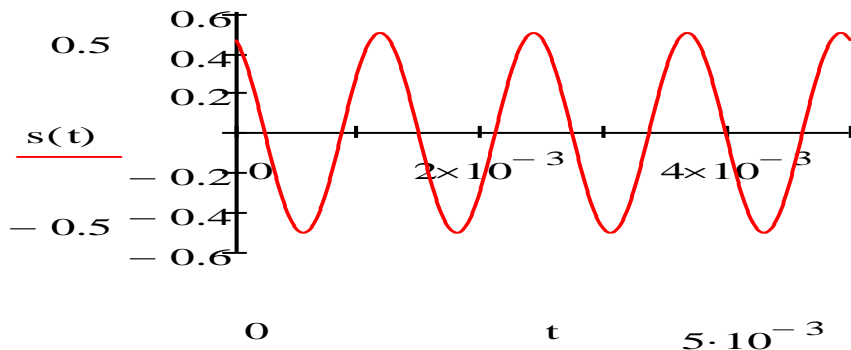


Рисунок 2 - Временная диаграмма несущей

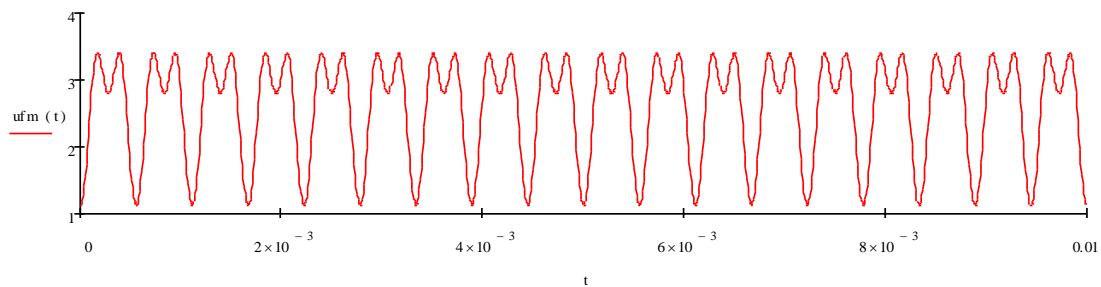


Рисунок 3 - Временная диаграмма колебаний модулируемого сигнала ФМ

в) построить амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры ЧМ и ФМ колебаний.

Для построения спектров аналитические выражения (1) и (2) следует представить в развернутом виде.

Для фазовой модуляции воспользуемся соотношениями функций Бесселя и получим:

$$\begin{aligned}
 u(t) = & U_0 J_0(m) \cos(\omega_0 t + \varphi) \\
 & + \sum_{n=1}^{\infty} U_0 J_n(m) \cos[(\omega_0 + n\Omega)t + n\Psi + \varphi] \\
 & + \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n U_0 J_n(m) \cos[(\omega_0 - n\Omega)t - n\Psi + \varphi]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U(t) = & 0,336 \cdot \cos\left(22,6 \cdot 10^6 \cdot t + \frac{\pi}{5}\right) - 0,8655 \cdot \cos\left(22,605 \cdot 10^6 t + \frac{13\pi}{40}\right) + 0,5295 \cdot \cos\left(22,61 \cdot 10^6 t + \frac{3\pi}{20}\right) - \\
 & - 0,1935 \cdot \cos\left(22,615 \cdot 10^6 t + \frac{23\pi}{40}\right) + 0,051 \cdot \cos\left(22,62 \cdot 10^6 t + \frac{7\pi}{20}\right) - 0,0105 \cdot \cos\left(22,625 \cdot 10^6 t + \frac{33\pi}{40}\right) + \\
 & + 0,8655 \cdot \cos\left(22,59 \cdot 10^6 t + \frac{3\pi}{40}\right) + 0,5295 \cdot \cos\left(22,58 \cdot 10^6 t - \frac{\pi}{20}\right) + \\
 & + 0,1935 \cdot \cos\left(22,58 \cdot 10^6 t - \frac{7\pi}{40}\right) + 0,051 \cdot \cos\left(22,57 \cdot 10^6 t - \frac{3\pi}{10}\right) + 0,0105 \cdot \cos\left(22,57 \cdot 10^6 t - \frac{17\pi}{40}\right)
 \end{aligned}$$

где  $J_n(m)$  – функция Бесселя первого рода порядка  $n$  с индексом модуляции  $m$  в качестве аргумента.

АЧ и ФЧ спектры ФМК, построенные в MathCad 14, будут выглядеть следующим образом (рисунки 5 и 6):

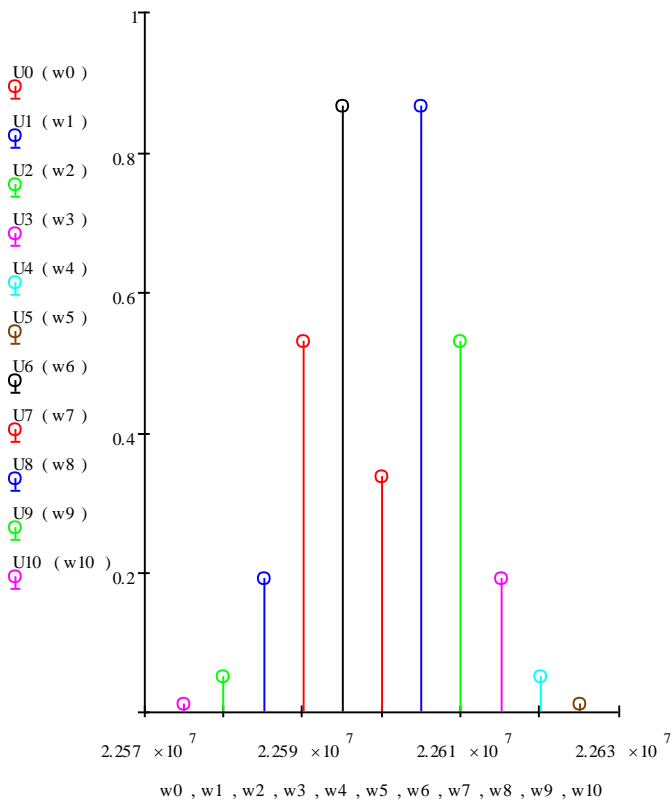
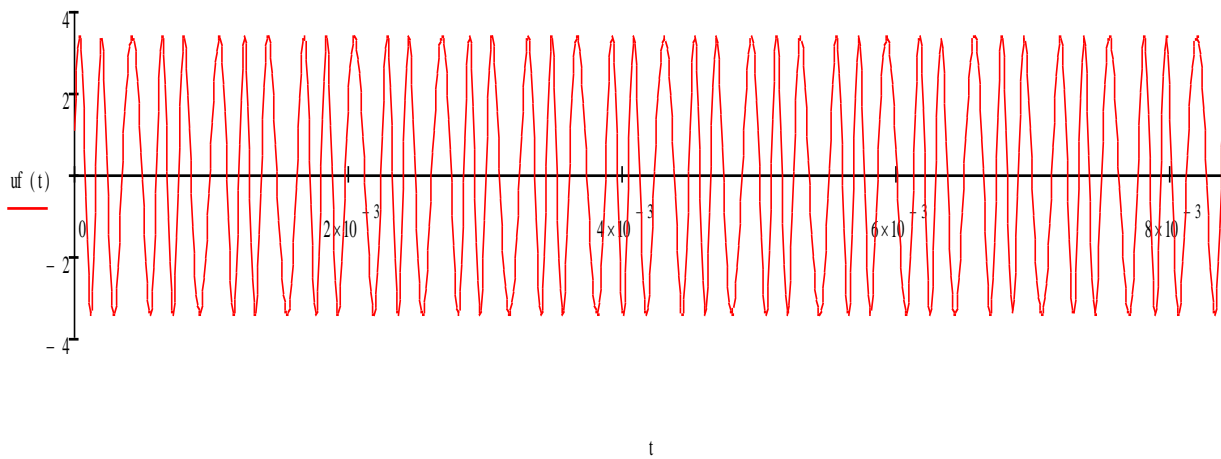


Рисунок 5 – График АЧ спектра ФМ колебания

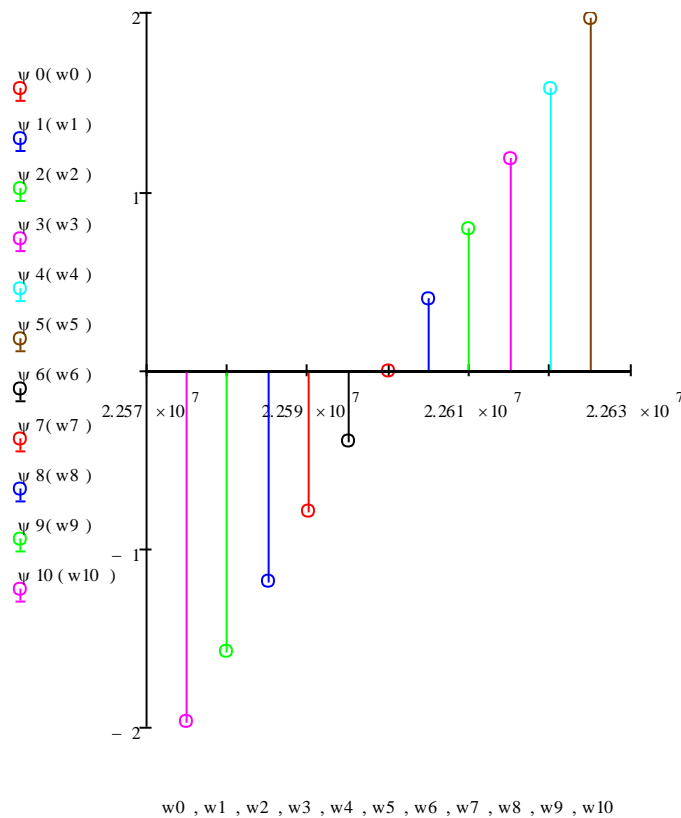


Рисунок 6 – График ФЧ спектра ФМ колебания

Для получения аналитического выражения ЧМ-колебания вычислили индекс угловой модуляции  $m$ , равный 0.146. Воспользуемся соотношениями функций Бесселя и получим:

$$\begin{aligned}
 u(t) &= U_0 J_0(m) \cos(\omega_0 t) \\
 &+ \sum_{n=1}^{\infty} U_0 J_n(m) \cos[(\omega_0 + n\Omega)t + n\Psi] \\
 &+ \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n U_0 J_n(m) \cos[(\omega_0 - n\Omega)t - n\Psi]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 U(t) &= 0,336 \cdot \cos\left(22,6 \cdot 10^6 \cdot t + \frac{\pi}{5}\right) - 0,8655 \cdot \cos\left(22,605 \cdot 10^6 t + \frac{13\pi}{40}\right) + 0,5295 \cdot \cos\left(22,61 \cdot 10^6 t + \frac{3\pi}{20}\right) - \\
 &- 0,1935 \cdot \cos\left(22,615 \cdot 10^6 t + \frac{23\pi}{40}\right) + 0,051 \cdot \cos\left(22,62 \cdot 10^6 t + \frac{7\pi}{20}\right) - 0,0105 \cdot \cos\left(22,625 \cdot 10^6 t + \frac{33\pi}{40}\right) + \\
 &+ 0,8655 \cdot \cos\left(22,59 \cdot 10^6 t + \frac{3\pi}{40}\right) + 0,5295 \cdot \cos\left(22,58 \cdot 10^6 t - \frac{\pi}{20}\right) + \\
 &+ 0,1935 \cdot \cos\left(22,58 \cdot 10^6 t - \frac{7\pi}{40}\right) + 0,051 \cdot \cos\left(22,57 \cdot 10^6 t - \frac{3\pi}{10}\right) + 0,0105 \cdot \cos\left(22,57 \cdot 10^6 t - \frac{17\pi}{40}\right) + \\
 &+ 0,391 \cdot \cos(50836,1 \cdot 10^3 t) + 1,2172 \cdot \cos(50824,8 \cdot 10^3 t) + 1,2308 \cdot \cos(50813,5 \cdot 10^3 t)
 \end{aligned}$$

где  $J_n(m)$  – функция Бесселя первого рода порядка  $n$  с индексом модуляции  $m$

в качестве аргумента.

АЧ и ФЧ спектры ЧМК, построенные в MathCad 14, будут выглядеть следующим образом (рисунки 7 и 8):

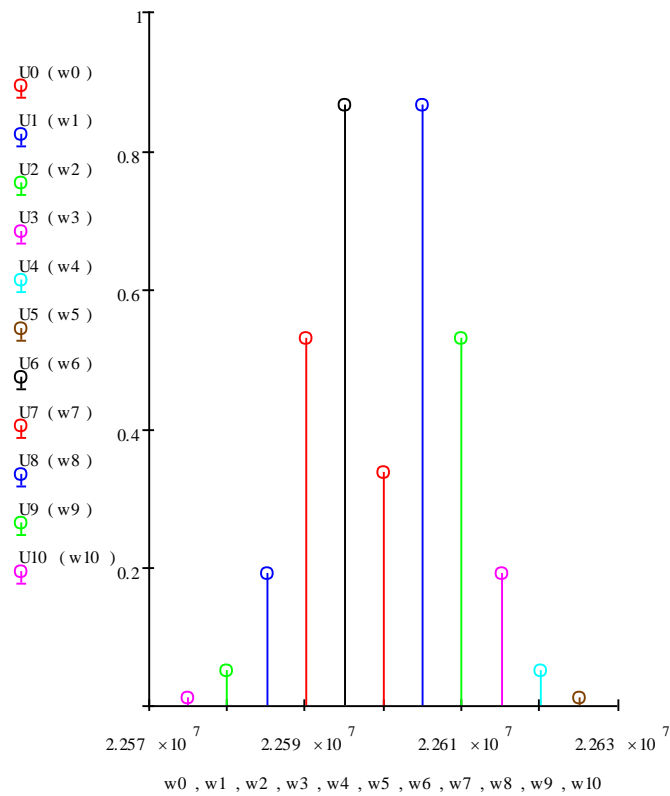


Рисунок 7 – График АЧ спектра ЧМ колебания



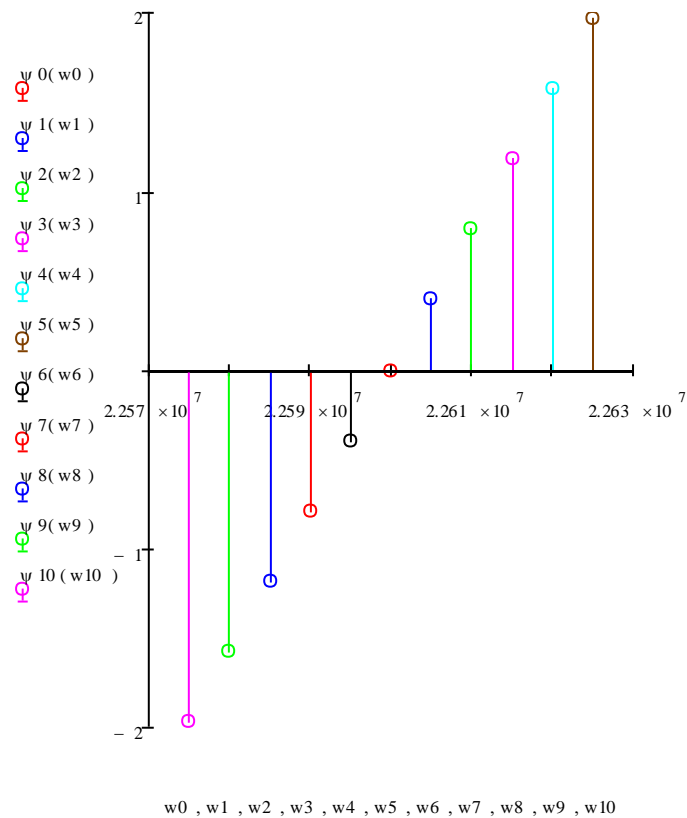


Рисунок 8 – График ФЧ спектра ЧМ колебания

*Содержание отчета:*

1. Тема и цель работы.
2. Краткие теоретические сведения.
3. Порядок выполнения работы:
  - решение задачи согласно заданного варианта;
  - временные диаграммы, графики АЧ и ФЧ спектров ЧМК и ФМК.
4. Выводы к работе.

*Контрольные вопросы:*

1. Дайте определение частотной модуляции сигнала.
2. Дайте определение фазовой модуляции сигнала.
3. Запишите выражение для несущего сигнала, перечислите входящие в него параметры.
4. Запишите выражения для модулирующего сигнала, перечислите входящие в него параметры.
5. Что собой представляет спектр ЧМ (ФМ) колебаний?

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.18/34

*Использованные источники:* [1], [3], [4], [5].

## **2 СВОБОДНЫЕ И ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

### **2.2 Последовательный колебательный контур**

#### **Практическое занятие № 3. Примеры практического применения последовательного контура. Решение задач**

*Цель работы:*

Рассмотреть практическое применение последовательного контура на примере входной цепи радиоприемника. Изучить основные параметры входных цепей, такие как коэффициент передачи напряжения, полоса пропускания, избирательность, перекрытие заданного диапазона частот.

*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Изложены на стр. 86-101 учебника Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» и стр. 59-74 учебника Колосовского Е.А. «Устройства приема и обработки сигналов».

*Дополнительные требования по составлению отчета по работе:*

Пользуясь определением основных параметров последовательного колебательного контура решить задачи:

1. Колебательный контур состоит из катушки с  $L = 800$  мкГн и конденсатора с  $C = 200$  пФ. Определить волновое сопротивление  $\rho$  контура.

2. Колебательный контур состоит из катушки с  $L = 2$  мГн и конденсатора переменной ёмкости от  $C_1 = 2$  пФ до  $C_2 = 8$  пФ. Определить диапазон длин э.-м. волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре.

3. Преселектор приемника перестраивается переменным конденсатором с емкостью 16 пФ ... 318 пФ. Индуктивность контура 0,273 мГн, емкость монтажа 20 пФ.

Рассчитайте крайние частоты диапазона перестройки приемника.

4. Рассчитайте эквивалентную добротность контура входной цепи для вещательного радиоприемного устройства, исходя из требуемой полосы пропускания, которая в диапазоне СВ должна быть не менее 9 кГц, а частотная избирательность на крайних частотах полосы пропускания (540 – 1600 кГц) не превышает 3 дБ.

*Контрольные вопросы:*

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.19/34

1. Укажите, по какому соотношению проводится расчет резонансной частоты последовательного колебательного контура входной цепи?
2. Почему настройка контура ВЦ с помощью переменной емкости предпочтительнее настройки переменной индуктивностью?
3. Укажите назначение и перечислите основные характеристики входной цепи радиоприемника.
4. Какими параметрами определяется коэффициент передачи ВЦ? Условия получения максимального коэффициента передачи ВЦ?
5. От чего зависит избирательность ВЦ?
6. От чего зависит ширина полосы пропускания ВЦ?

*Использованные источники:* [1], [3], [9].

### **2.3 Параллельный колебательный контур** **Практическое занятие № 4. Применение параллельного контура**

*Цель работы:*

Рассмотреть практическое применение параллельного колебательного контура, в частности на примере полосно-заграждающих (режекторных) фильтров. Изучить порядок расчета основных параметров режекторных фильтров (частоты среза, индуктивности и емкости, входящих в него контуров).

*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Изложены на стр.101-115, 149-151 учебника Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники» [3].

Необходимо учесть, что параллельный колебательный контур работает в режиме резонанса токов и не является усилителем мощности. Вследствие этого рассматривают три основных направления применения параллельного контура:

1. Высокодобротный колебательный контур оказывает току определенной частоты  $f$  значительное сопротивление. Вследствие чего явление резонанса токов используется в полосно-заграждающих фильтрах.
2. Так как току с частотой  $f$  оказывается значительное сопротивление, то и падение напряжения на контуре при частоте  $f$  будет максимальным. Это свойство контура получило название избирательность,

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.20/34

оно используется в радиоприемниках для выделения сигнала конкретной радиостанции.

3. Колебательный контур, работающий в режиме резонанса токов, является одним из основных узлов электронных генераторов.

*Дополнительные требования по составлению отчета по работе:*

Изучить порядок расчета основных параметров режекторных фильтров, таких как частоты среза, индуктивности и емкости, входящих в него контуров.

Пользуясь определением основных параметров параллельного колебательного контура решить задачи:

1 вариант	2 вариант
1. Выясните, возникнут ли свободные колебания в контуре, состоящем из $L = 3200$ мкГн, $C = 200$ пФ и $R_n = 4$ кОм? Если да, то определите для него полосу пропускания.	1. Выясните, возникнут ли свободные колебания в контуре, состоящем из $L = 480$ мкГн, $C = 30$ пФ и $R_n = 3$ кОм? Если да, то определите для него полосу пропускания.
2. Колебательный контур состоит из катушки с $L = 15,68$ мкГн и конденсатора с $C = 200$ пФ. Определить волновое сопротивление $\rho$ контура.	2. Колебательный контур состоит из катушки с $L = 6,25$ мкГн и конденсатора с $C = 100$ пФ. Определить волновое сопротивление $\rho$ контура.
3. Какой частотой обладает э.-м. колебание с длиной волны $\lambda = 15$ км?	3. Какой частотой обладает э.-м. колебание с длиной волны $\lambda = 750$ м?

*Контрольные вопросы:*

1. Укажите, по какому соотношению проводится расчет резонансной частоты последовательного колебательного контура входной цепи?

2. Перечислите три основных направления применения параллельного контура.

3. Дайте определение полосы пропускания параллельного контура.

4. Какими параметрами определяется избирательность колебательного контура?

5. Укажите порядок расчета основных параметров режекторных фильтров (частоты среза, индуктивности и емкости, входящих в него контуров).

*Использованные источники:* [1], [3].

## 2.3 Параллельный колебательный контур

### Практическое занятие № 5. Решение задач на расчет параллельного колебательного контура

*Цель работы:*

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.21/34

Изучить основные параметры параллельного колебательного контура, такие как коэффициент передачи напряжения, полоса пропускания, избирательность. Рассмотреть особенности параллельных контуров II-го и III-го вида

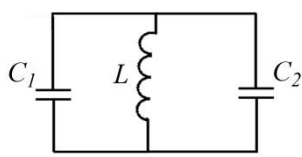
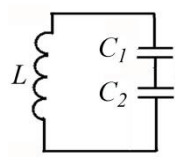
*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Изложены на стр. 101-115 источника [3].

*Содержание отчета:*

Изучить порядок расчета основных параметров параллельного колебательного контура, такие как коэффициент передачи напряжения, полоса пропускания, избирательность. Рассмотреть особенности параллельных контуров II-го и III-го вида, области их применения.

Пользуясь определением основных параметров решить задачи:

1 вариант	2 вариант
<p>1. Записать выражение для частоты свободных колебаний в сложном контуре, изображенном на рисунке</p> 	<p>1. Записать выражение для частоты свободных колебаний в сложном контуре, изображенном на рисунке</p> 
<p>2. Через контур необходимо пропустить спектр частот, равный 700 кГц. Какова должна быть резонансная частота контура <math>f_0</math>, если <math>Q = 65</math>? Какой длине волны она соответствует?</p>	<p>2. Через контур необходимо пропустить спектр частот, равный 25 кГц. Какова должна быть резонансная частота контура <math>f_0</math>, если <math>Q = 30</math>? Какой длине волны она соответствует?</p>
<p>3. Параллельный контур состоит из индуктивности <math>L = 200</math> мкГн и емкости <math>C = 200</math> пФ и активного сопротивления <math>R_n = 20</math> Ом. Пренебрегая внутренним сопротивлением генератора, определить полосу пропускания контура для сопротивления шунта <math>R_{ш} = 500</math> кОм.</p>	<p>3. Параллельный контур состоит из индуктивности <math>L = 350</math> мкГн и емкости <math>C = 350</math> пФ и активного сопротивления <math>R_n = 50</math> Ом. Пренебрегая внутренним сопротивлением генератора, определить полосу пропускания контура для сопротивления шунта <math>R_{ш} = 100</math> кОм.</p>
<p>4. Генератор гармонических колебаний с <math>R_i = 15</math> кОм подключен к зажимам параллельного контура II-го вида, индуктивная ветвь которого содержит <math>L_1 = 16</math> мкГн, <math>R = 7</math> Ом, емкостная – <math>L_2 = 9</math> мкГн, <math>C = 25</math> пФ. Определить какова должна быть частота генератора, чтобы он был настроен на частоту резонанса контура. Определить волновое сопротивление, добротность, эквивалентную добротность и резонансное сопротивление контура.</p>	<p>4. Генератор гармонических колебаний с <math>R_i = 25</math> кОм подключен к зажимам параллельного контура II-го вида, индуктивная ветвь которого содержит <math>L_1 = 9</math> мкГн, <math>R = 5</math> Ом, емкостная – <math>L_2 = 27</math> мкГн, <math>C = 400</math> пФ. Определить какова должна быть частота генератора, чтобы он был настроен на частоту резонанса контура. Определить волновое сопротивление, добротность, эквивалентную добротность и резонансное сопротивление контура.</p>

*Контрольные вопросы:*

1. Какой контур называется параллельным?
2. Какой резонанс имеет место в параллельном контуре?
3. Что такое, «полоса пропускания», «избирательность», их противоречия?

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.22/34

4. В чем состоит физический смысл добротности? Укажите формулу для её вычисления.
5. Дайте определение частотных искажений.
6. Дайте определение избирательности колебательного контура.
7. Какие свойства отличают параллельные контуры второго и третьего видов от контура первого вида?
8. Укажите область применения контуров второго и третьего видов.

*Использованные источники:* [1], [2], [3], [8].

### 2.4 Связанные колебательные контуры Практическое занятие № 6. Область применения связанных контуров. Решение задач

*Цель работы:*

Рассмотреть практическое применение связанных контуров. Выяснить преимущества связанных контуров перед одиночными. Изучить основные параметры связанных контуров, такие как коэффициент связи, критический коэффициент связи, полоса пропускания, избирательность, добротность.

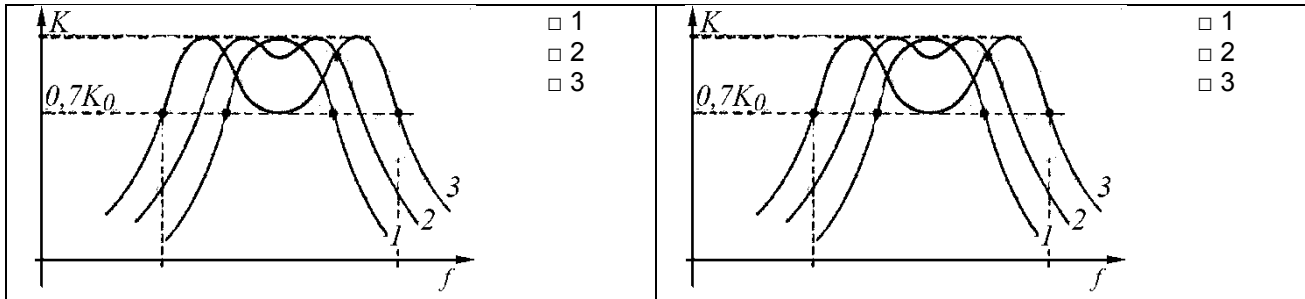
*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Изложены на стр. 116-133 учебника Шинакова Ю.С. «Основы радиотехники».

*Дополнительные требования по составлению отчета по работе:*

Пользуясь определением основных параметров последовательного колебательного контура решить задачи:

1 вариант	2 вариант
1. Определить коэффициент критической связи для контуров с параметрами $L_1=L_2= 400$ мкГн и $C_1=C_2=100$ пФ, $R_{п1} = R_{п2}= 20$ Ом.	1. Определить коэффициент критической связи для контуров с параметрами $L_1=L_2= 200$ мкГн и $C_1=C_2=200$ пФ, $R_{п1} = R_{п2}= 20$ Ом.
2. Чему равен максимальный коэффициент передачи при сложном резонансе в связанных контурах? <input type="checkbox"/> 2Q <input type="checkbox"/> Q <input type="checkbox"/> 1,5Q <input type="checkbox"/> 0,5Q	2. Чему равен максимальный коэффициент передачи при сложном резонансе в связанных контурах? <input type="checkbox"/> 2Q <input type="checkbox"/> 0,5Q <input type="checkbox"/> 1,5Q <input type="checkbox"/> 0,7Q
3. Два контура с параметрами $\rho_1=490$ Ом, $\rho_2=1200$ Ом, $R_{п1}=10$ Ом, $R_{п2}=12$ Ом связаны трансформатор-ной связью. При каком значении коэффициента связи $k$ полоса пропускания связанных контуров равна полосе пропускания одиночного контура?	3. Два контура с параметрами $\rho_1=960$ Ом, $\rho_2=800$ Ом, $R_{п1}=15$ Ом, $R_{п2}= 8$ Ом связаны трансформаторной связью. При каком значении коэффициента связи $k$ полоса пропускания связанных контуров равна полосе пропускания одиночного контура?
4. . Какая из приведенных ниже АЧХ соответствует полному резонансу, когда $k = k_{кр}$ ?	4. Какая из приведенных ниже АЧХ соотв-ет случаю максимальной полосы пропускания, когда $k=2,41k_{кр}$ ?



*Контрольные вопросы:*

1. Укажите общую формулу для расчета коэффициента связи. Расшифруйте входящие в нее величины.
2. Укажите формулу для расчета коэффициента связи при трансформаторной связи между контурами.
3. Дайте определение критического коэффициента связи. Запишите условия слабой и сильной связи.
4. Назовите преимущества связанных контуров перед одиночными:
5. Дайте определение полосы пропускания системы связанных контуров.

*Использованные источники:* [1], [3], [9].

## 2.2 Последовательный колебательный контур

### Лабораторное занятие № 1. Исследование последовательного колебательного контура

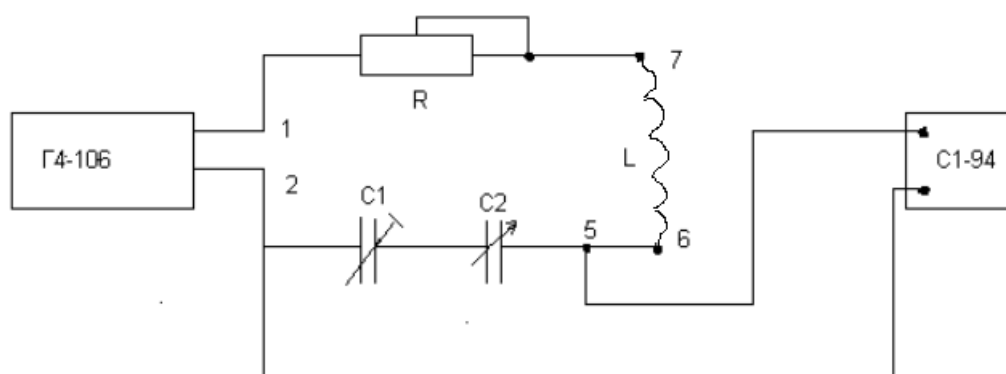
*Цель работы:*

Изучить основные физические процессы в схеме последовательного контура и определить основные параметры контура по резонансной кривой.

*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Изложены на стр. 93-106 источника [1].

Блок-схема исследования:



*Порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами и макетом.
2. Собрать схему исследования.
3. Снять резонансную кривую для двух крайних значений потенциометра.
4. Снять резонансную кривую для двух крайних значений  $C_2$ .
5. Вычертить АЧХ на одном графике в относительном масштабе.

По построенной резонансной кривой контура, снятой экспериментально, можно определить:

- полосу пропускания  $2\Delta f$  на уровне 0,707.

Зная значения  $f_0$  и  $2\Delta f_{0,7}$ , можно определить:

- добротность контура  $Q$ ;
- затухание  $d$ ;

Зная величину  $R$ , можно определить:

- волновое сопротивление контура  $\rho = Q \cdot R$  ;
- индуктивность катушки  $L$ ;
- ёмкость конденсатора  $C$ .

*Содержание отчета:*

1. Тема и цель работы.
2. Блок-схема исследования.
3. Таблица приборов с указанием типа, системы.
4. Таблицы эксперимента.
5. Графики АЧХ.
6. Расчеты параметров контура.
7. Выводы по проделанной работе.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*



МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.25/34

8. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Контрольные вопросы:*

1. Какой контур называется последовательным?
2. Какой резонанс имеет место в последовательном контуре?
3. Что такое, «полоса пропускания», «избирательность», их противоречия?
4. Как снимается АЧХ контура?
5. Как рассчитать  $Q$ ,  $\rho$ ,  $L$ ,  $C$ ?
6. Уясните вопросы применения последовательного контура.

*Использованные источники:* [1], [2], [3].

### 2.3 Параллельный колебательный контур Лабораторное занятие № 2. Исследование параллельного колебательного контура

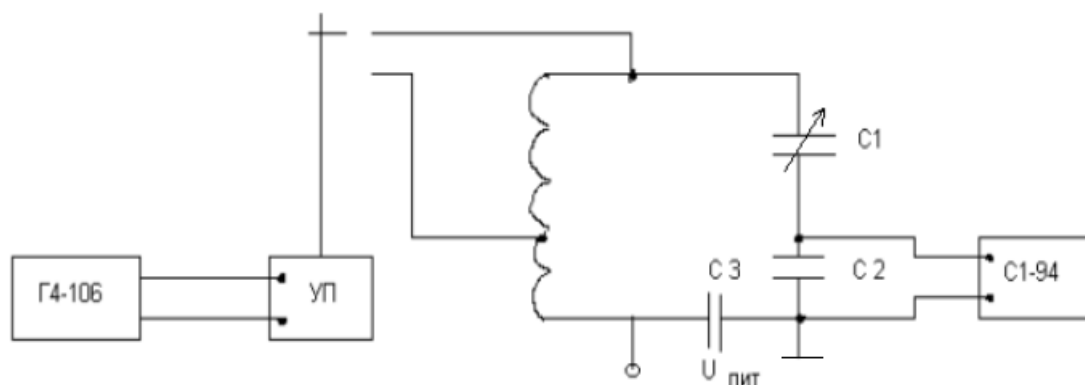
*Цель работы:*

Изучить основные физические процессы в схеме параллельного контура и влияние внутреннего сопротивления генератора на основные его характеристики.

*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Изложены на стр. 106 – 118 учебника [1].

Блок-схема исследования:



*Порядок выполнения работы:*

1. Ознакомиться с приборами и макетом.
2. Собрать схему исследования.
3. Снять резонансную кривую при полном включении контура.
4. Снять резонансную кривую при автотранспортном включении контура.

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.26/34

5. На основании полученных данных построить АЧХ на одном графике в относительном масштабе.

По построенной АЧХ можно определить:

- резонансную частоту;
- полосу пропускания контура  $2\Delta f$  на уровне 0,707;
- добротность контура по данным полосы  $2\Delta f$  и резонансной частоты  $f_0$ .

*Содержание отчета:*

1. Наименование и цель лабораторной работы.
2. Блок-схема исследования.
3. Таблица приборов с указанием типа, системы.
4. Таблицы эксперимента.
5. Графики АЧХ.
6. Расчеты параметров контура.
7. Выводы по проделанной работе.
8. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Контрольные вопросы:*

1. Какой контур называется параллельным?
2. Какой резонанс имеет место в параллельном контуре?
3. Как влияет сопротивление генератора на добротность контура, полосу пропускания, избирательные свойства?
4. Как снимается АЧХ контура?
5. В чем различие контуров первого, второго и третьего вида?
6. Как уменьшить шунтирующее влияние генератора и входного сопротивления следующего каскада на контур?
7. Уясните вопросы применения параллельного контура.

*Использованные источники:* [1], [2], [3].

## **2.4 Связанные колебательные контуры**

### **Лабораторное занятие № 3. Исследование связанных контуров (частные резонансы)**

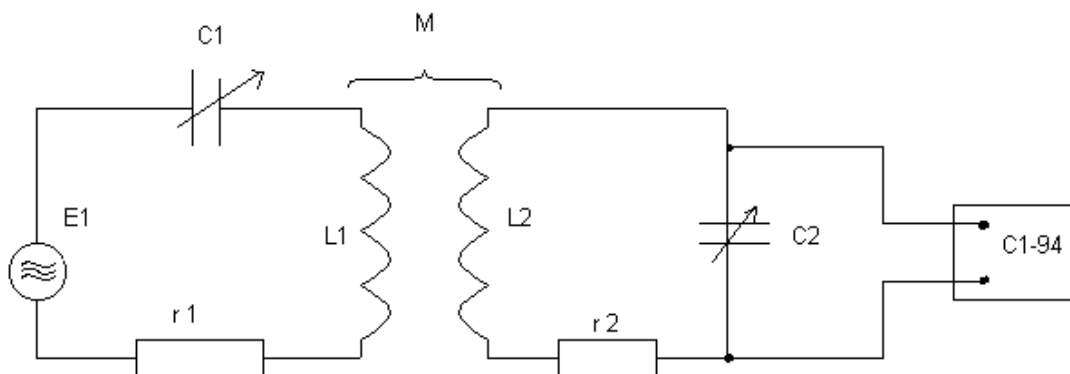
*Цель работы:*

Исследовать зависимость формы резонансной кривой связанных контуров и полосы пропускания от величины связи между контурами.

*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Изложены на стр. 118 – 128 учебника [1].

Блок-схема исследования:



*Содержание и порядок выполнения:*

На макете собраны два контура с индуктивной связью между ними. Величина связи между контурами регулируется изменением расстояния между катушками индуктивности контуров. На выходе макета в первичный контур подключается генератор радиочастоты Г4-106, на входе вторичного контура включается осциллограф С1-94.

1. Ознакомиться с макетом и радиоизмерительными приборами.
2. Собрать схему исследования, включить питание приборов.
3. Настроить контуры при минимальной связи на частоту генератора конденсаторами С1 и С2 по максимуму напряжения на экране осциллографа.
4. Снять зависимость напряжения на С2 от расстройки частоты генератора относительно резонансной частоты контуров для различных величин связи (слабой, оптимальной, сильной). Результаты изменений занести в таблицу.
5. Построить АЧХ на одном графике в относительном масштабе.

По построенной АЧХ для критической связи можно, зная полосу  $2\Delta f$  на уровне 0,707 и резонансную частоту  $f_0$ , найти добротность контуров Q.

*Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель лабораторной работы.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.28/34

3. Блок-схема исследования.
4. Таблица приборов с указанием типа, системы.
5. Таблицы эксперимента.
6. Графики АЧХ.
7. Расчеты добротности контуров.
8. Выводы по проделанной работе.
9. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Как настраивается система контуров для получения первого частного резонанса?
2. Как настраивается система контуров для получения второго частного резонанса?
3. В чем состоит первый частный резонанс? При каком условии он выполняется?
4. В чем состоит второй частный резонанс? При каком условии он выполняется?
5. Объясните появление провала на резонансной частоте и горбов на частотах связи при сильной связи между контурами.
6. Сравните коэффициент прямоугольности АЧХ двухконтурного фильтра и одиночного контура.
7. Уясните вопросы применения связанных контуров.

*Использованные источники:* [1], [2], [3].

#### **2.4 Связанные колебательные контуры**

#### **Лабораторное занятие № 4. Исследование связанных контуров (полный и сложный резонансы)**

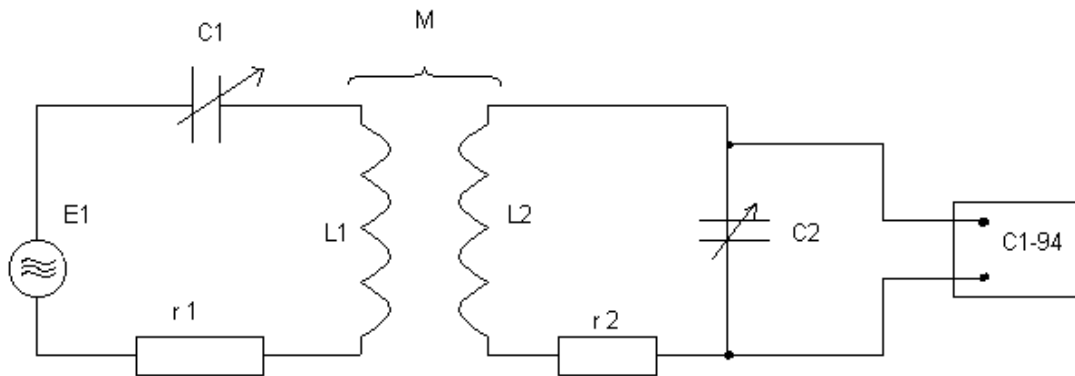
*Цель работы:*

Исследовать зависимость формы резонансной кривой связанных контуров и полосы пропускания от величины связи между контурами для случая полного резонанса.

*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Изложены на стр. 118 – 128 учебника [1].

Блок-схема исследования:



*Содержание и порядок выполнения:*

На макете собраны два контура с индуктивной связью между ними. Величина связи между контурами регулируется изменением расстояния между катушками индуктивности контуров. На выходе макета в первичный контур подключается генератор радиочастоты Г4-106, на входе вторичного контура включается осциллограф С1-94.

1. Ознакомиться с макетом и радиоизмерительными приборами.
2. Собрать схему исследования, включить питание приборов.
3. Настроить контуры при минимальной связи на частоту генератора конденсаторами С1 и С2 по максимуму напряжения на экране осциллографа.
4. Снять зависимость напряжения на С2 от расстройки частоты генератора относительно резонансной частоты контуров для различных величин связи (слабой, оптимальной, сильной). Результаты изменений занести в таблицу.
5. Построить АЧХ на одном графике в относительном масштабе.

По построенной АЧХ для критической связи можно, зная полосу  $2\Delta f$  на уровне 0,707 и резонансную частоту  $f_0$ , найти добротность контуров Q.

*Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель лабораторной работы.
3. Блок-схема исследования.
4. Таблица приборов с указанием типа, системы.
5. Таблицы эксперимента.
6. Графики АЧХ.
7. Расчеты добротности контуров.

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.30/34

8. Выводы по проделанной работе.

9. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Как настраивается система для получения полного резонанса?

2. В чем состоит полный резонанс?

3. В чем состоит сложный резонанс?

4. Перечислите преимущества связанных контуров перед одиночными.

5. Объясните появление провала на резонансной частоте и горбов на частотах связи при сильной связи между контурами.

6. Сравните коэффициент прямоугольности АЧХ двухконтурного фильтра и одиночного контура.

7. Уясните вопросы применения связанных контуров.

*Использованные источники:* [1], [2], [3].

## **2.5 Электрические фильтры**

### **Лабораторное занятие № 5. Исследование электрических фильтров нижних и верхних частот**

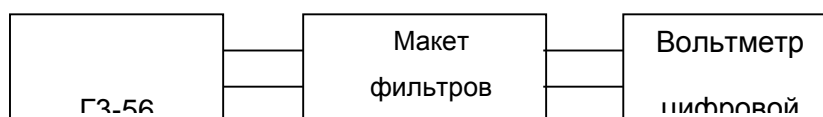
*Цель работы:*

Ознакомиться с фильтрами нижних и верхних частот и методикой снятия их АЧХ. Изучить влияние собственных параметров фильтра L и C на качественные показатели фильтра, вычислить частоты среза, области прозрачности и непрозрачности.

*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

Изложены на стр. 137 – 149 учебника [1].

Блок-схема исследования:



*Содержание и порядок выполнения:*

1. Ознакомиться с приборами и макетом.

2. С помощью короткозамыкателей собрать ФНЧ, подключить приборы.

3. Определить основные параметры фильтры и вычислить частоту среза.

4. Снять амплитудно-частотную характеристику фильтра.

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.31/34

5. Изменить схему ФНЧ (увеличить или уменьшить L или C) по заданию преподавателя и выполнить п.п.3 и 4.

6. По полученным данным построить на одном графике обе АЧХ ФНЧ.

7. Собрать схему ФВЧ (по заданию преподавателя) и выполнить п.п.3, 4, 5, 6 задания.

*Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель лабораторной работы.
3. Блок-схема исследования.
4. График АЧХ фильтров.
5. Расчеты частот среза для каждого типа фильтра.
6. Выводы по проделанной работе.
7. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Как изображается Т-образное звено фильтра?
2. Как изображается П-образное звено фильтра?
3. Что такое характеристическое (волновое) сопротивление фильтра?
4. Как работает фильтр в области прозрачности?
5. Как работает в области непрозрачности?
6. От чего зависит частота среза фильтра?
7. От чего зависит качество работы фильтра?

*Использованные источники:* [1], [2], [3].

## **2.5 Электрические фильтры**

### **Лабораторное занятие № 6. Исследование полосовых и заграждающих фильтров**

*Цель работы:*

Ознакомиться с полосовыми и заграждающими фильтрами и методикой снятия их АЧХ. Изучить влияние собственных параметров фильтра L и C на качественные показатели фильтра, вычислить частоты среза, области прозрачности и непрозрачности.

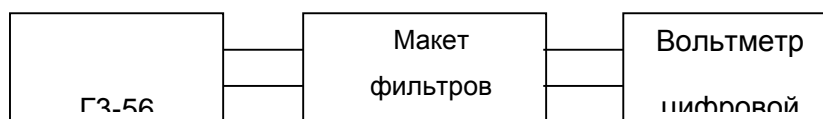
*Пояснения, порядок выполнения работы и методические указания:*

*Документ управляется программными средствами 1С: Колледж  
Проверь актуальность версии по оригиналу, хранящемуся в 1С: Колледж*

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.32/34

Изложены на стр. 137 – 149 учебника [1].

Блок-схема исследования:



*Содержание и порядок выполнения:*

1. Ознакомиться с приборами и макетом.
2. С помощью короткозамыкателей собрать полосовой фильтр, подключить приборы.
3. Определить основные параметры фильтра и вычислить частоту среза.
4. Снять амплитудно-частотную характеристику фильтра.
5. Изменить схему полосового фильтра (увеличить или уменьшить L или C) по заданию преподавателя и выполнить п.п.3 и 4.
6. По полученным данным построить на одном графике обе АЧХ фильтра.
7. Собрать схему заграждающего (режекторного) фильтра ФВЧ (по заданию преподавателя) и выполнить п.п.3, 4, 5, 6 задания.

*Содержание отчета:*

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цель лабораторной работы.
3. Блок-схема исследования.
4. График АЧХ фильтров.
5. Расчеты частот среза для каждого типа фильтра.
6. Выводы по проделанной работе.
7. Даты и подписи курсанта и преподавателя.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Как изображается Т-образное звено фильтра?
2. Как изображается П-образное звено фильтра?
3. Что такое характеристическое (волновое) сопротивление фильтра?
4. Как работает фильтр в области прозрачности?
5. Как работает в области непрозрачности?
6. От чего зависит частота среза фильтра?
7. От чего зависит качество работы фильтра?



МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.33/34

*Использованные источники: [1], [2], [3].*

МО-11 02 03-ОП.07.ПЗ.ЛЗ	КМРК БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»	
	РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ	С.34/34

### Используемые источники литература

Виды источников	Наименование рекомендуемых учебных изданий
<b>Основные</b>	<b>Каганов, Вильям Ильич.</b> Радиотехнические цепи и сигналы. Компьютеризированный курс [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. И. Каганов. - Москва : ФОРУМ: Инфра-М, 2019.
<b>Дополнительные, в т.ч. курс лекций по учебной дисциплине, методические пособия и рекомендации для выполнения практических занятий, лабораторных и самостоятельных работ</b>	Румянцев К.Е., Землянухин П.А., Окорочков А.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Учебник для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования/. – М: Издательский центр «Академия», 2009. Методические рекомендации для выполнения самостоятельных работ
<b>Электронные образовательные ресурсы</b>	1. ЭБС «Book.ru», <a href="https://www.book.ru">https://www.book.ru</a> 2. ЭБС «ЮРАЙТ» <a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a> 3. ЭБС «Академия», <a href="https://www.academia-moscow.ru">https://www.academia-moscow.ru</a> 4. Издательство «Лань», <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a> 5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн», <a href="https://www.biblioclub.ru">https://www.biblioclub.ru</a>
<b>Периодические издания</b>	Журнал «Радио»; Журнал «Эксплуатация морского транспорта»; Журнал «Морские вести России»; Журнал «Морской Флот»; Журнал «Стандарты и качество». Научно-технический сборник российского морского регистра судоходства.