МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

МОО ВО Кыргызско-Российский Славянский университет
имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

УТВЕРЖДАЮ
Директор ПИТ
(должность)
Лоцев Г.Н.
(ФИО)
03.09 2026 г.

Радиоматериалы и радиокомпоненты

рабочая программа дисциплины (модуля)

Разработано **Высшая школа Цифровых технологий**

Учебный план b110302_26_1 итисс.plx
Направление 11.03.02 - РФ, 690300 - КР Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль "Сети связи и системы коммутации"

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**
Часов по учебному плану 108
в том числе:
аудиторные занятия 48
самостоятельная работа 59,9

Виды контроля в семестрах:

зачет 5

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	**5 (3.1)**		Итого	
Недель	17 2/6			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	16	16	16	16
Практические	32	32	32	32
Контактная работа в период теоретического обучения	0,1	0,1	0,1	0,1
Итого ауд.	48	48	48	48
Контактная работа	48,1	48,1	48,1	48,1
Сам. работа	59,9	59,9	59,9	59,9
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):
Преподаватель, Кравченко Н.И.;Преподаватель, Мамадалиева Ж.Б.

Рецензент(ы):
Профессор, Сагымбаев А.А.

Согласовано РОП:
к.т.н., доцент Оконов М.О.

Рабочая программа дисциплины
Радиоматериалы и радиокомпоненты

разработана в соответствии с ФГОС 3++:
Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 930)

составлена на основании учебного плана:

Направление 11.03.02 - РФ, 690300 - КР Инфокоммуникационные технологии и системы связи
Профиль "Сети связи и системы коммутации"
утвержденного учёным советом вуза от 26.06.2026 протокол № 11.

Рабочая программа одобрена на заседании высшей школы “Цифровых технологий”

Протокол от 02.09. 2026 г. № 1
Срок действия программы: 2026-2030 уч.г. Руководитель подразделения: Хмелева Ирина Владимировна

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ
к рабочей программе дисциплины (модуля)

Радиоматериалы и радиокомпоненты

наименование дисциплины

№ п/п	Основание внесения изменения	Раздел/ пункт	Содержание изменения
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	Формирование у студентов базовых теоретических знаний о физических процессах в колебательных контурах, автогенераторах и усилительных устройствах, а также приобретение практических навыков анализа, расчета и исследования характеристик радиотехнических цепей и сигналов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.4
2.1	**Требования к предварительной подготовке обучающегося:**
2.1.1	Б1.О.2.06. Физика
2.1.2	Б1.О.2.01. Введение в высшую математику
2.1.3	Б1.О.2.02. Математический анализ
2.1.4	Б1.О.2.03. Линейная алгебра и аналитическая геометрия
2.1.5	Б1.О.2.04. Дифференциальные уравнения
2.1.6	Б1.О.2.05. Теория вероятностей и математическая статистика
2.1.7	Б1.О.4.02. Теория электрических цепей в инфокоммуникационных системах
2.2	**Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**
2.2.1	Б1.В.1.10. Схемотехника телекоммуникационных устройств
2.2.2	Б1.В.1.14. Устройства СВЧ и антенны
2.2.3	Б2.О.03(Пд). Преддипломная практика 2
2.2.4	Б1.О.4.03. Радиотехнические цепи и сигналы
2.2.5	Б2.В.01(П). Технологическая (проектно-технологическая) практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-4: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	
Знать:	
Уровень 1	программные комплексы и ПО общего/специального назначения
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	использовать вычислительную технику для управления процессами
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	методами компьютерного моделирования; техникой компьютерной графики
Уровень 2	
Уровень 3	

ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	
Знать:	
Уровень 1	фундаментальные законы природы; методы обработки информации
Уровень 2	
Уровень 3	
Уметь:	
Уровень 1	применять физические и математические законы в задачах
Уровень 2	
Уровень 3	
Владеть:	
Уровень 1	навыками использования знаний физики и математики на практике
Уровень 2	
Уровень 3	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:**
3.1.1	• Виды колебательных контуров, физику резонанса напряжений и резонанса токов.
3.1.2	• Условия возникновения автоколебаний (баланс амплитуд и баланс фаз).
3.1.3	• Роль и свойства положительной (ПОС) и отрицательной (ОС) обратных связей в цепях.
3.1.4	• Классификацию и принципы работы генераторов LC, RC и кварцевых автогенераторов.
3.1.5	• Базовые схемы усилительных каскадов на транзисторах (ОЭ, ОБ, ОК) и операционных усилителях.
3.1.6	• Влияние отрицательной обратной связи (ООС) на коэффициенты усиления, полосу пропускания и нелинейные искажения.
3.2	**Уметь:**
3.2.1	• Рассчитывать резонансные частоты, добротность, характеристическое сопротивление и полосу пропускания колебательных контуров.
3.2.2	• Проверять выполнение условий самовозбуждения автогенераторов.
3.2.3	• Рассчитывать коэффициенты усиления по напряжению и току однокаскадных и многокаскадных усилителей.
3.2.4	• Вычислять параметры схем на операционных усилителях (инвертирующий, неинвертирующий усилители, сумматоры, интеграторы).
3.3	**Владеть:**
3.3.1	• Навыками сборки, наладки и измерения параметров колебательных контуров, генераторов и усилителей.
3.3.2	• Методиками анализа АЧХ и ФЧХ радиотехнических цепей с использованием измерительных приборов и симуляторов (LTspice).

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Инте ракт.	Пр. подг.	Примечание
	Раздел 1. Колебательные контуры							
1.1	Колебательный контур и виды контуров /Лек/	5	2	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
1.2	Резонанс в последовательном колебательном контуре. Резонанс в параллельном контуре /Лек/	5	2	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
1.3	Спектральное представление сигналов в резонансных цепях / Лек/	5	2	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
1.4	Расчет энергетических параметров сигналов и АКФ / Пр/	5	4	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
1.5	Расчет последовательного колебательного контура /Пр/	5	4	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
1.6	Расчет параллельного колебательного контура /Пр/	5	4	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			

1.7	Резонанс в сложном колебательном контуре /Ср/	5	10	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
1.8	Расчет спектров периодических импульсных последовательностей /Ср/	5	10	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
	Раздел 2. Автогенераторы, виды генераторов							
2.1	Автогенераторы, цепи и сигналы /Лек/	5	3	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
2.2	Положительная обратная связь в автогенераторах /Лек/	5	2	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
2.3	Расчет параметров баланса амплитуд и фаз LC-автогенераторов /Пр/	5	5	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
2.4	Расчет частоты колебаний трехточечных схем автогенераторов /Пр/	5	5	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
2.5	Виды генераторов /Ср/	5	10	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
2.6	Исследование факторов стабильности частоты автогенераторов /Ср/	5	10	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
	Раздел 3. Усилители, однокаскадный и многокаскадный							
3.1	Цепи и сигналы усилительных устройств /Лек/	5	2	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
3.2	Виды усилителей. Операционный усилитель и отрицательная обратная связь / Лек/	5	3	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
3.3	Практическое занятие 6. Расчет однокаскадного транзисторного усилителя (схема ОЭ) /Пр/	5	5	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
3.4	Расчет схемы на операционных усилителях с ООС /Пр/	5	5	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			

3.5	Однокаскадный и многокаскадный усилители /Ср/	5	10	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
3.6	Исследование схем дифференциальных усилителей на ОУ /Ср/	5	9,9	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			
3.7	/КрТО/	5	0,1	ОПК-1 ОПК-4	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1			

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Категория «ЗНАТЬ» (Теоретические вопросы) — 20 вопросов

1. Классификация сигналов: Дайте определения аналоговым, дискретным и цифровым сигналам. Какие математические модели используются для их описания?
2. Энергетические параметры сигналов: Раскройте понятия полной энергии сигнала, средней мощности и спектральной плотности энергии.
3. Автокорреляционная функция (АКФ): Дайте определение АКФ детерминированного сигнала. Перечислите ее основные физические свойства (симметрия, максимальное значение при нулевом сдвиге, связь со средней мощностью).
4. Явление резонанса: В чем заключается физическая суть явления резонанса в электрических цепях? Сравните условия возникновения резонанса напряжений и резонанса токов.
5. Последовательный колебательный контур: Раскройте понятия резонансной частоты \omega_0 , характеристического (волнового) сопротивления \rho и добротности Q последовательного RLC -контура.
6. Параллельный колебательный контур: Опишите эквивалентное сопротивление параллельного контура на резонансной частоте. Как влияют внутреннее сопротивление источника и сопротивление нагрузки на эквивалентную добротность контура?
7. Полоса пропускания контура: Как определяется абсолютная и относительная полоса пропускания колебательного контура по уровню 0,707 (-3\text{ дБ})? Как добротность Q связана с полосой пропускания?
8. Сложные колебательные контуры: В чем особенности резонансных характеристик сложных цепей с несколькими индуктивностями и емкостями? Что такое резонанс сопряжения?
9. Спектральный анализ (Ряд Фурье): Запишите формулы разложения периодического сигнала в ряд Фурье в тригонометрической и комплексной формах. В чем физический смысл спектра амплитуд и спектра фаз?
10. Распределение мощности по гармоникам: Сформулируйте теорему Парсеваля. Как оценить ширину спектра сигнала по энергетическому критерию?
11. Принцип работы автогенераторов: Раскройте физику процесса генерирования незатухающих гармонических колебаний. В чем отличие генератора с самовозбуждением от усилителя?
12. Условия самовозбуждения: Сформулируйте условие баланса амплитуд и условие баланса фаз в автогенераторе. Запишите критерий самовозбуждения в комплексной форме (K(j\omega) \cdot \beta(j\omega) = 1).
13. Режимы самовозбуждения: Чем отличается мягкий режим самовозбуждения автогенератора от жесткого? Как выбранный режим влияет на надежность запуска и амплитудную стабильность?
14. Трехточечные схемы автогенераторов: Опишите обобщенную трехточечную схему. Раскройте принципы построения схем Индуктивная трехточка (Хартли) и Емкостная трехточка (Колпитца).
15. Разновидности автогенераторов: В чем заключаются особенности работы и преимущества RC -генераторов (с мостом Вина) и кварцевых автогенераторов по сравнению с LC -генераторами?
16. Основные показатели усилителей: Перечислите ключевые параметры усилителей: коэффициенты усиления по напряжению (K_U), току (K_I) и мощности (K_P), АЧХ, ФЧХ, динамический диапазон.
17. Каскады на биполярных транзисторах: Сравните три базовые схемы включения транзистора (с общим эмиттером — ОЭ, общим коллектором — ОК, общей базой — ОБ) по входному/выходному сопротивлению и усилению.
18. Многокаскадные усилители: Опишите виды межкаскадных связей (емкостная, трансформаторная, непосредственная). Как формируется общая АЧХ и полоса пропускания многокаскадного усилителя?
19. Операционный усилитель (ОУ): Назовите параметры идеального операционного усилителя (входное сопротивление, коэффициент усиления без обратной связи, полоса пропускания, выходное сопротивление).
20. Отрицательная обратная связь (ООС): В чем заключается физический механизм ООС? Как введение ООС влияет на стабильность коэффициента усиления, уровень нелинейных искажений, входное и выходное сопротивления и полосу пропускания?

Категория «УМЕТЬ» (Практические задания и расчеты) — 20 заданий

1. Расчет энергии одиночного импульса: Вычислить полную энергию одиночного прямоугольного видеоимпульса амплитудой A = 5\text{ В} и длительностью \tau = 2\text{ мкс} , действующего на резистивной нагрузке R = 50\text{ Ом} .
2. Расчет автокорреляционной функции (АКФ): Написать математическое выражение и построить график АКФ R(\tau)

для прямоугольного видеоимпульса амплитудой A и длительностью \tau_0 .
3. Расчет параметров последовательного контура: Последовательный RLC -контур имеет элементы: L = 100\text{ мкГн} , C = 100\text{ пФ} , R = 10\text{ Ом} . Вычислить резонансную частоту f_0 , характеристическое сопротивление \rho и добротность Q .
4. Определение полосы пропускания контура: Для последовательного контура с резонансной частотой f_0 = 1\text{ МГц} и добротностью Q = 100 рассчитать абсолютную полосу пропускания \Delta f по уровню 0,707 .
5. Расчет параллельного колебательного контура: Определить эквивалентное резонансное сопротивление R_e параллельного контура на частоте f_0 = 465\text{ кГц} , если индуктивность катушки L = 200\text{ мкГн} , а ее активное сопротивление потерь r = 5\text{ Ом} .
6. Оценка влияния нагрузки на добротность: Найти эквивалентную добротность Q_{экв} параллельного контура со собственной добротностью Q_0 = 120 и эквивалентным сопротивлением R_e = 60\text{ кОм} при подключении параллельно контуру нагрузки R_н = 20\text{ кОм} .
7. Анализ гармонического состава сигнала: Для прямоугольной периодической последовательности импульсов с меандром (скважность S = 2) выписать тригонометрический ряд Фурье и определить амплитуды первых трех нечетных гармоник при A = 10\text{ В} .
8. Расчет распределения мощности по гармоникам: Вычислить долю мощности первой (основной) гармоники относительно полной мощности гармонического меандра.
9. Расчет резонансных частот сложного контура: Найти резонансные частоты параллельно-последовательного контура, состоящего из индуктивности L_1 , включенной последовательно с параллельной ветвью L_2 C_2 .
10. Проверка условия баланса фаз в автогенераторе: Для трехточечной схемы генератора Колпитца определить характер реактивностей между электродами транзистора (коллектор-эмиттер, база-эмиттер, коллектор-база) для выполнения условия баланса фаз.
11. Расчет частоты генерации схемы Хартли: Вычислить частоту автоколебаний индуктивной трехточки, если общая индуктивность контура составляется из L_1 = 20\text{ мкГн} , L_2 = 80\text{ мкГн} с взаимной индуктивностью M = 10\text{ мкГн} , а емкость C = 200\text{ пФ} .
12. Расчет частоты генерации схемы Колпитца: Найти частоту колебаний емкостной трехточки с индуктивностью L = 50\text{ мкГн} и емкостным делителем C_1 = 470\text{ пФ} , C_2 = 4700\text{ пФ} .
13. Определение коэффициента обратной связи: Вычислить необходимый коэффициент передаточной функции цепи ПОС \beta = C_1 / C_2 для схемы Колпитца, если крутизна транзистора в рабочей точке S = 5\text{ мА/В} , а эквивалентное сопротивление контура R_e = 4\text{ кОм} .
14. Расчет частоты генерации RC -автогенератора: Вычислить частоту колебаний автогенератора с мостом Вина, если сопротивления резисторов в фазосдвигающей цепи R = 10\text{ кОм} , а емкости конденсаторов C = 10\text{ нФ} .
15. Расчет режима по постоянному току (ОЭ): Для однокаскадного усилителя на BJT-транзисторе со схемой с ОЭ и термостабилизацией выключить ток коллектора I_{k0} и напряжение U_{кэ0} , если U_{пит} = 12\text{ В} , R_к = 2,2\text{ кОм} , R_э = 510\text{ Ом} , R_1 = 33\text{ кОм} , R_2 = 6,8\text{ кОм} .
16. Расчет коэффициента усиления каскада ОЭ: Вычислить коэффициент усиления по напряжению K_U каскада с ОЭ на средней частоте, если крутизна S = 40\text{ мА/В} , сопротивление коллекторной нагрузки R_к = 3\text{ кОм} , сопротивление нагрузки R_н = 6\text{ кОм} .
17. Расчет инвертирующего усилителя на ОУ: Определить коэффициент усиления по напряжению K_U инвертирующего каскада на идеальном ОУ при R_{вх} = R_1 = 10\text{ кОм} и сопротивлении обратной связи R_{ос} = 150\text{ кОм} .
18. Расчет неинвертирующего усилителя на ОУ: Определить коэффициент усиления K_U неинвертирующего усилителя, если резистивный делитель в цепи ООС содержит R_1 = 4,7\text{ кОм} и R_{ос} = 47\text{ кОм} .
19. Оценка расширения полосы частот при введении ООС: Собственная полоса пропускания усилителя без обратной связи составляет f_b = 50\text{ кГц} при K_0 = 1000 . Вычислить новую полосу пропускания f_{b,oc} при введении отрицательной обратной связи с коэффициентом \gamma = 0,009 .
20. Расчет сумматора на ОУ: Вычислить выходное напряжение U_{вых} трехвходового инвертирующего сумматора на ОУ с R_{ос} = 20\text{ кОм} , если на входы поданы напряжения U_1 = +0,5\text{ В} (R_1 = 10\text{ кОм}), U_2 = -1,0\text{ В} (R_2 = 20\text{ кОм}) и U_3 = +0,2\text{ В} (R_3 = 5\text{ кОм}).

Категория «ВЛАДЕТЬ» (Комплексные задачи и кейсы) — 10 задач

• Задача 1. Комплексный анализ и синтез последовательного колебательного контура

Задание: Для селективного входного устройства требуется спроектировать последовательный RLC -контур с резонансной частотой f_0 = 2\text{ МГц} и полосой пропускания \Delta f = 20\text{ кГц} при сопротивлении потерь индуктивности r = 4\text{ Ом} . Рассчитать необходимые значения L , C , добротность Q и построить нормированную резонансную характеристику.

• Задача 2. Спектральный анализ и прохождение сигнала через резонансный контур

Задание: На вход параллельного колебательного контура (f_0 = 1\text{ МГц} , Q = 50) подается периодический прямоугольный сигнал с частотой повторения f_1 = 1\text{ МГц} . Рассчитать гармонический состав входного сигнала и амплитуду первой и третьей гармоник на выходе контура.

• Задача 3. Схемотехнический расчет трехточечного LC -автогенератора Колпитца

Задание: Провести полный расчет элементов емкостной трехточки на биполярном транзисторе для генерирования частоты f_0 = 10\text{ МГц} . Определить параметры емкостного делителя C_1/C_2 , требуемую индуктивность L , проверить выполнение условия баланса амплитуд в рабочей точке по постоянному току и смоделировать работу цепи в LTspice.

• Задача 4. Сравнительный расчет RC -автогенератора и стабилизация частоты

Задание: Рассчитать параметры моста Вина (R и C) для генератора низкой частоты f_0 = 1\text{ кГц} . Подберите резисторы в цепи отрицательной обратной связи ОУ для обеспечения строгого выполнения условия K_U = 3 и предложите схему амплитудной стабилизации на нелинейном элементе (термисторе/полевом транзисторе).

• Задача 5. Расчет и симуляционное моделирование однокаскадного усилителя (ОЭ)
Задание: Спроектировать однокаскадный транзисторный усилитель по схеме с ОЭ с требованиями: $K_U \ge 40$, $f_0 = 100\text{ кГц}$, $R_{н} = 10\text{ кОм}$, $U_{пит} = 15\text{ В}$. Рассчитать элементы делителя R_1, R_2, блокировочные и разделительные емкости $C_{б1}, C_{б2}, C_э$. Запустить расчет АЧХ в LTspice и определить верхнюю и нижнюю граничные частоты.
• Задача 6. Анализ устойчивости и полосы пропускания многокаскадного усилителя
Задание: Рассчитать трехкаскадный усилитель с емкостной связью между каскадами. Определить суммарный коэффициент усиления K_{Σ}, результирующую верхнюю граничную частоту $f_{в,\Sigma}$ и оценить сужение полосы пропускания при последовательном соединении идентичных каскадов.
• Задача 7. Проектирование прецизионного активного фильтра на ОУ
Задание: Провести расчет параметров активного полосового фильтра 2-го порядка на операционном усилителе с центральной частотой $f_0 = 5\text{ кГц}$ и добротностью $Q = 10$. Рассчитать значения резисторов и конденсаторов схемы и застроить АЧХ фильтра.
• Задача 8. Схемотехнический расчет интегратора и дифференциатора на ОУ
Задание: Спроектировать схему интегратора на ОУ, обеспечивающего интегрирование прямоугольного импульса длительностью $\tau = 1\text{ мс}$ без насыщения выхода. Рассчитать элементы R и C, а также сопротивление параллельного защитного резистора в цепи обратной связи.
• Задача 9. Анализ влияния Глубокой ООС на параметры усилительного устройства
Задание: Усилитель без обратной связи имеет $K_0 = 5000$ и коэффициент нелинейных искажений $\gamma_0 = 8\%$. Вычислить коэффициент передачи цепи ООС β, необходимый для снижения искажений до уровня $\gamma_{ос} \le 0{,}5\%$. Найти новое значение коэффициента усиления $K_{ос}$.
• Задача 10. Расчет дифференциального усилительного каскада на транзисторах
Задание: Спроектировать дифференциальный каскад на транзисторной паре с генератором тока в эмиттерной цепи. Вычислить дифференциальный коэффициент усиления $K_{диф}$, коэффициент усиления синфазного сигнала $K_{син}$ и найти коэффициент ослабления синфазной помехи (КОСС) в децибелах.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Курсовые работы и проекты учебным планом не предусмотрено

5.3. Фонд оценочных средств

1. Физика резонансных явлений и их применение в радиоприемных и радиопередающих устройствах.
2. Сравнительный анализ свойств и характеристик последовательных и параллельных колебательных контуров.
3. Сложные и связанные колебательные контуры: фильтрующие свойства и формы АЧХ.
4. Применение рядов и преобразования Фурье при анализе радиотехнических цепей.
5. Автокорреляционная функция и ее практическое применение при обнаружении слабых сигналов на фоне шума.
6. Нелинейные методы стабилизации амплитуды автоколебаний в LC - и RC -генераторах.
7. Кварцевые автогенераторы: физика пьезоэффекта, эквивалентные схемы кварца и стабильность частоты.
8. Генераторы релаксационных колебаний (мультивибраторы, генераторы пилообразного напряжения).
9. Сравнительный анализ автогенераторов типов Хартли и Колпитца на высоких и сверхвысоких частотах.
10. Генераторы микроволнового и СВЧ-диапазонов (клистроны, магнетроны, ГАНН-генераторы).
11. Влияние обратных связей на характеристики и стабильность работы усилительных устройств.
12. Энергетические режимы работы усилителей мощности (Классы A, B, AB, C, D) и их КПД.
13. Однокаскадные транзисторные усилители: сравнительный анализ схем включения ОЭ, ОБ, ОК.
14. Межкаскадные связи в многокаскадных усилителях: достоинства, недостатки и частотные свойства.
15. Эволюция и современное состояние архитектуры операционных усилителей.
16. Прецизионные инструментальные дифференциальные усилители: схемы, параметры и применение в измерительных системах.
17. Активные RC -фильтры на операционных усилителях (структуры Саллена-Кея, раутовские схемы).
18. Нелинейные искажения в усилителях и методы их минимизации.
19. Шумы в радиотехнических цепях и усилителях: тепловой, дробный и фликкер-шум.
20. Оптоэлектронные и изоляционные усилители в промышленных системах связи.

Перечень тем презентаций (20 тем)
1. Последовательный RLC -контур: резонанс напряжений и резонансные кривые.
2. Параллельный колебательный контур и его эквивалентные параметры.
3. Автокорреляционная функция детерминированных и случайных сигналов.
4. Спектральный анализ прямоугольных импульсных последовательностей.
5. Баланс амплитуд и баланс фаз — необходимые условия работы автогенератора.
6. Трехточечная схема автогенератора Хартли (Индуктивная трехточка).
7. Емкостная трехточка Колпитца: схема, расчет и особенности.
8. RC -автогенераторы гармонических колебаний с мостом Вина.
9. Стабилизация частоты колебаний: кварцевые резонаторы и термостатирование.
10. Релаксационные генераторы и мультивибраторы на операционных усилителях.
11. Классификация и базовые показатели усилительных устройств.
12. Однокаскадный усилитель по схеме с общим эмиттером (ОЭ).
13. Эмиттерный повторитель (схема с общим коллектором) и его применение.
14. Отрицательная обратная связь (ООС) в усилителях: виды и влияние на параметры.
15. Архитектура и идеальные характеристики операционного усилителя (ОУ).
16. Инвертирующий и неинвертирующий усилители на базе ОУ.

17.	Математические операции на ОУ: сумматоры, интеграторы и дифференциаторы.
18.	Дифференциальный усилительный каскад и подавление синфазных помех.
19.	Амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) многокаскадных усилителей.
20.	Симуляционное моделирование радиотехнических цепей в пакете LTspice.

5.4. Перечень видов оценочных средств

• Входной контроль (Экспресс-тестирование):
Оценочное средство для проверки начального уровня базовой подготовки студентов перед началом освоения дисциплины (основы высшей математики, интегральное и дифференциальное исчисление, комплексно-амплитудный метод и фундаментальные законы теории электрических цепей).
• Устный опрос (Коллоквиум):
Оценочное средство текущего контроля для проверки усвоения теоретических понятий, математических моделей сигналов, физики резонансных явлений в контурах, условий самовозбуждения автогенераторов и роли обратных связей в усилительных устройствах.
• Расчетно-графическая работа (РГР) / Домашнее задание:
Индивидуальное практическое задание, направленное на самостоятельный расчет энергетических параметров сигналов, спектров гармонических последовательностей, эквивалентных параметров сложных колебательных контуров, частот автоколебаний и коэффициентов усиления транзисторных каскадов.
• Отчет по практической работе (с защитой):
Комплексное оценочное средство, включающее протокол с предварительными теоретическими вычислениями, схемы цепей, графические зависимости (АЧХ, ФЧХ, ВАХ), а также устные ответы на контрольные вопросы по материалам практики.
• Компьютерное / Симуляционное тестирование (LTspice / Micro-Cap):
Практическое оценочное средство для проверки навыков виртуального сборки и анализа радиотехнических схем (снятие резонансных кривых RLC-контуров, проверка баланса фаз и амплитуд в генераторах Колпитца/Хартли, расчет режимов по постоянному току и АЧХ усилителей на ОУ).
• Зачет (Промежуточная аттестация):
Итоговая форма проверки усвоения знаний, умений и владений по дисциплине, включающая письменное решение комплексной практической задачи (категория «ВЛАДЕТЬ») и устный ответ по экзаменационному билету.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Алексеев А. Г., Войшвилло Г.В.	Операционные усилители и их применение: монография	Москва: Радио и связь 1989
Л1.2	Артым А.Д.	Усилители с обратной связью: монография	Ленинград: Энергия 1969
Л1.3	Вайсбурд Ф.И., Панаев Г.А., Савельев Б.Н.	Электронные приборы и усилители: учебник для электротехникумов связи	Москва: Радио и связь 1987
Л1.4	Славский Г.Н.	Активные RC- и RCL- фильтры и избирательные усилители: монография	Москва: Связь 1966

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Белов И.Ф., Белов В.И.	Бытовая приемно-усилительная радиоаппаратура: Стационарные радиолы, тюнеры, магниторадиолы, стереокомплексы, электрофоны, усилители звуковой частоты (модели 1977-1981 гг.): справочник	Москва: Радио и связь 1985
Л2.2	Богачев В.М., Никифоров В.В.	Транзисторные усилители мощности: научное издание	Москва: Энергия 1978
Л2.3	Глазенко Т.А.	Импульсивные полупроводниковые усилители в электроприводах: учебное пособие	Москва: Энергия 1965
Л2.4	Лисичкин Д.А.	Транзисторные усилители с обратными связями для следящих систем: учебное пособие	М.: Энергия 1966

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Полонников Д.Е.	Операционные усилители: Принципы построения, теория, схемотехника: научное издание	М.: Энергоатомиздат 1983

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий

6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии

6.3.1.1	• LTspice (Analog Devices)

6.3.1.2	Применяется на практических занятиях и при самостоятельной работе для компьютерного симуляционного моделирования радиотехнических цепей. Используется для анализа резонансных характеристик колебательных контуров, снятия АЧХ и ФЧХ усилительных каскадов на транзисторах и операционных усилителях, исследования процессов самовозбуждения в автогенераторах (схемы Хартли, Колпитца, с мостом Вина) и расчета спектрального состава сигналов.
6.3.1.3	(Тип лицензии: Свободно распространяемое ПО — Freeware).
6.3.1.4	• Micro-Cap / NI Multisim
6.3.1.5	Используется для виртуальной сборки принципиальных электрических схем, проведения DC- и AC-анализа, анализа переходных процессов (Transient Analysis) и исследования нелинейных искажений сигналов в усилительных устройствах и генераторах.
6.3.1.6	(Тип лицензии: Свободное ПО / Учебная лицензия).
6.3.1.7	• GNU Octave / MATLAB
6.3.1.8	Применяется при выполнении расчетно-графических работ и самостоятельных практических заданий для спектрального анализа сигналов (разложение в ряд и преобразование Фурье), вычисления автокорреляционных функций (АКФ), расчета энергетических параметров и автоматизации инженерных вычислений сложных колебательных контуров.
6.3.1.9	(Тип лицензии: Open Source — GNU GPL / Проприетарное ПО).
6.3.1.10	• SMath Studio / Mathcad
6.3.1.11	Используется студентами для автоматизации математических расчетов при выполнении практических заданий (вычисление параметров RLC-контуров, режимов по постоянному току транзисторных каскадов, коэффициентов обратной связи).
6.3.1.12	(Тип лицензии: Свободно распространяемое ПО — Freeware / Проприетарное ПО).
6.3.1.13	• Офисный пакет (МойОфис / LibreOffice / Yandex 360)
6.3.1.14	Применяется для оформления отчетов по практическим работам, подготовки расчетно-графических заданий, рефератов и презентационных материалов.
6.3.1.15	(Тип лицензии: Свободно распространяемое ПО / Корпоративная лицензия).
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	
6.3.2.1	• Электронно-библиотечные системы (ЭБС):
6.3.2.2	• ЭБС IPR SMART (iprbookshop.ru).
6.3.2.3	• ЭБС «Лань» (e.lanbook.com).
6.3.2.4	• ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (biblioclub.ru).
6.3.2.5	• Базы нормативно-технической документации и стандартов:
6.3.2.6	• Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов (gost.ru) — для работы со стандартами ЕСКД (ГОСТ 2.701, ГОСТ 2.702, ГОСТ 2.710, ГОСТ 2.728–2.759 по правилам выполнения электрических схем и УГО элементов).
6.3.2.7	• Справочно-правовые системы «КонсультантПлюс» / «Техэксперт».
6.3.2.8	• Открытые профильные научно-образовательные ресурсы и справочники:
6.3.2.9	• Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
6.3.2.10	• Интерактивные справочные базы данных по компонентам (Datasheet) ведущих мировых и отечественных производителей элементной базы (Texas Instruments, Analog Devices, NXP, STMicroelectronics).

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Для проведения всех видов занятий по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» (лекций, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в форме зачета) используются учебные помещения, оснащенные специализированной мебелью, лабораторным и учебным оборудованием, измерительными приборами и вычислительной техникой, соответствующими действующим санитарным и противопожарным нормам.
7.2	
7.3	Специализированные аудитории и помещения
7.4	• Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:
7.5	Аудитория, оснащенная специализированной мебелью для обучающихся и преподавателя, меловой/маркерной доской, мультимедийным комплексом (персональный компьютер преподавателя с выходом в сеть Интернет и подключением к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета, мультимедийный проектор, проекционный экран, акустическая система).
7.6	• Учебная лаборатория радиотехнических цепей и сигналов (для проведения практических занятий, консультаций и зачета):

7.7	Специализированная лаборатория, оборудованная лабораторными стендами, наборами дискретных элементов (RLC - компонентов, транзисторов, операционных усилителей), измерительными приборами и персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть с выходом в Интернет и подключением к ЭИОС университета.
7.8	• Компьютерный класс (для проведения компьютерного симуляционного практикума):
7.9	Лаборатория, оснащенная персональными компьютерами с предустановленным специализированным ПО (LTspice, Micro-Cap / Multisim, GNU Octave / MATLAB) для моделирования колебательных контуров, автогенераторов и усилительных каскадов.
7.10	• Помещение для самостоятельной работы обучающихся:
7.11	Читальный зал библиотеки / зал самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с доступом к сети Интернет, электронно-библиотечным системам (ЭБС IPR SMART, «Лань», «Университетская библиотека онлайн») и нормативно-справочным базам данных.
7.12	
7.13	Лабораторное оборудование, стенды и измерительные приборы
7.14	Для выполнения практических расчетов и симуляционных/натурных исследований по Разделам 1–3 используется следующее оборудование и материально-технические средства:
7.15	• Лабораторные макеты и учебные стенды:
7.16	o Лабораторные макеты для исследования последовательных и параллельных колебательных контуров, снятия их резонансных характеристик и определения добротности Q .
7.17	o Натурные макеты LC - и RC -автогенераторов (схемы Индуктивная трехточка Хартли, Емкостная трехточка Колпитца, генератор с мостом Вина) с возможностью регулировки цепей ПОС.
7.18	o Стенды и макетные платы для сборки и исследования однокаскадных и многокаскадных транзисторных усилителей (схемы ОЭ, ОК, ОБ), а также схем на операционных усилителях (инвертирующий, неинвертирующий усилители, сумматоры, интеграторы).
7.19	• Компонентная база:
7.20	o Наборы постоянных и переменных резисторов, конденсаторов разной емкости, ВЧ/НЧ катушек индуктивности и дросселей.
7.21	o Дискретные полупроводниковые приборы (биполярные и полевые транзисторы), кварцевые резонаторы.
7.22	o Операционные усилители общего назначения (LM741, TL071, NE5532 и аналоги).
7.23	• Контрольно-измерительные приборы:
7.24	o Двухканальные цифровые запоминающие осциллографы (с полосой пропускания не менее 50 МГц) для наблюдения формы сигналов, снятия АЧХ/ФЧХ и измерительных характеристик.
7.25	o Генераторы сигналов низкой и высокой частоты (генераторы гармонических и прямоугольных импульсных сигналов).
7.26	o Измерители RLC (иммитанса) для точного измерения параметров индуктивностей, емкостей и активных сопротивлений.
7.27	o Цифровые лабораторные мультиметры.
7.28	o Лабораторные двухканальные источники питания постоянного тока (0–30 В) с регулировкой и защитой по

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» является базовой дисциплиной вариативной части профессионального цикла (3 ЗЕТ, 108 академических часов), изучаемой в течение одного семестра и завершающейся зачетом. Освоение курса требует усвоения теоретических основ физики колебаний, спектрального анализа и обратных связей, а также приобретения практических навыков расчета цепей и компьютерного моделирования в среде LTspice.

Общие рекомендации по организации учебной деятельности

1. Последовательность и системность обучения: Изучение дисциплины строится строго по 3 разделам: от физики колебательных контуров и спектров (Раздел 1) к принципам генерирования автоколебаний (Раздел 2) и устройству транзисторных/операционных усилителей (Раздел 3).
2. Комплексный анализ радиотехнических схем: При изучении каждого узла цепи обучающийся должен анализировать его на трех уровнях:
   - o Математический уровень: составление дифференциальных уравнений, передаточных функций K(j omega), рядов Фурье и автокорреляционных функций.
   - o Схемотехнический уровень: расчет режимов по постоянному току, выбор номиналов R, L, C , обеспечение баланса фаз/амплитуд или ООС.
   - o Частотный уровень: анализ АЧХ, ФЧХ, полосы пропускания по уровню -3 дБ и добротности Q .
3. Ритмичность работы: Систематическое решение задач на практических занятиях, оформление отчетов и своевременное выполнение самостоятельных работ обеспечивают успешное прохождение текущего контроля и получение зачета.

Методические указания по подготовке к лекционным занятиям

Лекции являются основной формой систематизированной подачи теоретического материала, где раскрываются физические механизмы процессов в контурах, автогенераторах и усилителях.
• Подготовка к лекции: Накануне занятия ознакомьтесь с темой по рабочей программе. Повторите базовые разделы высшей математики (комплексные числа, ряды) и теории электрических цепей.
• Работа на лекции:
o Записывайте математические выводы формул (резонансные частоты, условия самовозбуждения K = 1, коэффициенты усиления с ООС), чертите схематические изображения цепей и зарисовывайте АЧХ/ФЧХ.
o Уделяйте особое внимание условным графическим обозначениям (УГО) элементов в соответствии со стандартами ЕСКД.
• Работа после лекции: В течение 1–2 дней после занятия перечитайте конспект, разберите выводы формул и обратитесь к рекомендованным ЭБС для проработки спорных вопросов.

Методические указания по подготовке к практическим занятиям
Практические занятия (32 академических часа) направлены на закрепление теоретического материала и приобретение практических навыков расчета радиотехнических цепей и симуляционного моделирования в LTspice.
• Алгоритм подготовки к занятию:
1. Изучите теоретический материал и расчетные формулы по теме практического занятия.
2. Разберите примеры решения типовых задач (расчет добротности Q , полосы пропускания, параметров трехточечных схем Хартли/Колпитца, каскадов ОЭ и схем на ОУ).
3. Заранее подготовьте заготовку отчета с исходными формулами и схемами.
• Рекомендации по выполнению вычислений и моделированию:
o Обращайте внимание на размерности величин при расчете ВЧ-цепей (мкГн, нФ, мГц, кОм, мА/В).
o Выполняйте проверку полученных результатов на физическую правдоподобность (например, добротность контура Q обычно находится в пределах 20–200, а коэффициент усиления инвертирующего каскада на ОУ определяется строгим отношением R_ос / R_вх).
o При работе в LTspice сопоставляйте результаты натурных/расчетных значений с графиками Transient (переходные процессы) и AC Analysis (частотные характеристики).

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов (СРС)
Самостоятельная работа студентов (60 академических часов) распределяется по 3 разделам программы:
• Проработка теоретического материала и ЭБС (20 часов): Самостоятельное изучение отдельных разделов: резонансы в сложных контурах, особенности RC - и кварцевых автогенераторов, схемы дифференциальных усилителей и многокаскадных структур.
• Выполнение расчетно-графических заданий / РГР (20 часов): Индивидуальный расчет энергетических параметров сигналов, разложение периодических импульсов в ряд Фурье, расчет параметров цепей ПОС и усилителей с ООС.
• Подготовка отчетов к практическим занятиям и моделированию (10 часов): Расчет схем, подготовка графиков в LTspice/Octave и математическая обработка экспериментальных данных.
• Подготовка рефератов и мультимедийных презентаций (10 часов): Оформление докладов по современным тенденциям в радиотехнических цепях и их защита на коллоквиумах.

Рекомендации по подготовке к промежуточной аттестации (Зачет)
Зачет является итоговой формой проверки усвоения знаний, умений и владений по всем 3 разделам дисциплины.
• Условия допуска к зачету:
1. Выполнение и успешная защита всех 7 практических работ семестра.
2. Сдача домашнего расчетно-графического задания (РГР).
3. Наличие выполненного реферата или презентации по согласованной теме.
• Структура зачетного билета:
o Устный ответ на 2 теоретических вопроса (один вопрос по контурам/спектрам/сигналам, второй — по автогенераторам или усилителям).
o Письменное решение практической задачи (категория «ВЛАДЕТЬ» — расчет параметров резонанса, частоты генерации трехточки или схемы на ОУ с ООС).
• Памятка студенту при подготовке к зачету:
o На зачете разрешено использование инженерного калькулятора для выполнения вычислений.
o Будьте готовы начертить принципиальную схему любой базовой цепи (Хартли, Колпитца, каскад ОЭ,