

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета радиотехники и
электроники  /В.А.Небольсин/
« 31 » августа 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

«Радиотехнические цепи и сигналы»

Направление подготовки (специальность) 11.03.01 «Радиотехника»

Профиль (специализация) «Радиотехнические средства передачи,
приема и обработки сигналов»

Квалификация выпускника бакалавр

Срок освоения образовательной программы 4 года / 4 года 11 месяцев

Форма обучения Очная / заочная

Год начала подготовки 2021

Автор программы  / А.В. Останков /

Заведующий кафедрой
радиотехники  /А.В. Останков/

Руководитель ОПОП  /А.В. Останков/

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Формирование системы базовых понятий, приёмов и методов в области радиотехнических цепей и сигналов, объединяющих физические представления с математическими моделями основных классов сигналов и устройств их обработки.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

— дать представление о современных методах математического описания сигналов, цепей и их характеристик в сочетании с пониманием соответствующих физических процессов и явлений.

— научить применять математические методы для анализа линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей.

— привить навыки использования компьютерной и измерительной техники для определения параметров и характеристик радиотехнических цепей и сигналов на основе их моделирования и натурного исследования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 – Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности;

ОПК-2 – Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных;

ОПК-4 – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

Код компетенции	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	знать основные виды сигналов в радиотехнике, методы их описания, характеристики и показатели; знать частотный и временной методы анализа широкополосных и узкополосных, аналоговых и цифровых

	радиотехнических цепей;
Код компетенции	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	уметь выполнять расчет основных показателей и характеристик линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей;
	владеть навыками определения функциональной пригодности типовых радиотехнических цепей для реализации заданных преобразований сигналов.
ОПК-2	знать принципы преобразований сигналов в типовых радиотехнических цепях;
	уметь применять современную компьютерную технику для анализа и моделирования радиотехнических сигналов и цепей;
	владеть навыками измерений основных параметров радиотехнических сигналов и цепей с использованием современной контрольно-измерительной техники.
ОПК-4	знать требования нормативной документации к формированию расчётно-технической документации;
	уметь применять современные программные средства для выполнения исследований и подготовки расчётно-технической документации;
	владеть навыками формирования по результатам исследования научно-технических отчётов с использованием персонального компьютера.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» составляет 8 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	172	72	100
в том числе:			
лекции	76	36	40
практические занятия (ПЗ)	38	18	20
лабораторные работы (ЛР)	58	18	40
Самостоятельная работа	89	72	17

Курсовая работа			есть
Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Часы на контроль	27		27
Виды промежуточной аттестации		зачет	экзамен
Общая трудоемкость академические часы	288	144	144
з.е.	8	4	4

Заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	
Аудиторные занятия (всего)	30	30	
в том числе:			
лекции	10	10	
практические занятия (ПЗ)	8	8	
лабораторные работы (ЛР)	12	12	
Самостоятельная работа	249	249	
Курсовая работа		есть	
Контрольная работа		нет	
Часы на контроль	9	9	
Виды промежуточной аттестации		экзамен	
Общая трудоемкость академические часы	288	288	
з.е.	4	4	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции и	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
5 семестр			36	18	18	72	144
1	Характеристики радиотехнических сигналов	Общая характеристика сигналов, используемых в радиотехнике, их классификация и основные модели. Периодические сигналы и их представление рядами Фурье. Преимущества гармонических базисных функций. Комплексный и гармонический спектры амплитуд и фаз периодических сигналов, их свойства и практическое назначение. Самостоятельное изучение: обобщенный ряд Фурье, требования к базисным функциям. Энергетические характеристики периодических сигналов. Распределение средней мощности сигнала по спектру. Практическая ширина спектра сигнала и критерии её оценки. Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов произвольной скважности. Синтез периодических сигналов. Эффект Гиббса. Самостоятельное изучение: спектры типовых периодических процессов. Интегральное представление непериодических сигналов. Прямое и обратное преобразования Фурье. Комплексная спектральная плотность. Спектральная плотность амплитуд прямоугольного и дельта - импульса. Сущность спектрального метода анализа линейных цепей. Связь импульсной и комплексной частотной характеристик цепи, временного и спектрального методов. Самостоятельное изучение: спектры типовых импульсных сигналов. Основные теоремы о спектрах. Энергетические характеристики непериодических сигналов. Автокорреляционная и взаимокорреляционная функции сигналов и их связь с энергетическими и спектральными характеристиками. Связь преобразований Фурье и Лапласа и его применение. Особенности спектров	8	4	4	16	32

		неинтегрируемых сигналов. Самостоятельное изучение: автокорреляционные функции типовых импульсных сигналов.					
2	Модулированные сигналы	Виды модуляции радиотехнических сигналов. Условие узкополосности модулированных сигналов. Радиосигналы с амплитудной модуляцией, их свойства и параметры. Спектральный анализ амплитудно-модулированных колебаний при тональной модуляции и модуляции произвольным периодическим / непериодическим сигналом. Самостоятельное изучение: векторное представление амплитудно-модулированных сигналов. Сигналы с угловой модуляцией. Мгновенная частота и набег фазы колебания. Частотная модуляция. Фазовая модуляция. Связь между частотной и фазовой модуляциями. Девияция частоты и индекс модуляции. Спектр сигнала с угловой тональной модуляцией. Практическая ширина спектра сигнала с угловой модуляцией и её зависимость от параметров сигнала. Самостоятельное изучение: векторное описание сигналов с угловой модуляцией. Энергетические характеристики модулированных сигналов. Сравнение сигналов с амплитудной и угловой модуляцией по энергетике и ширине спектра. Сигналы с балансной и однополосной модуляцией. Сигналы с линейной частотной модуляцией. База сигнала. Простые и сложные сигналы. Самостоятельное изучение: корреляционная функция модулированного сигнала. Узкополосный сигнал. Гильбертовское и комплексное представление. Комплексная огибающая узкополосного сигнала и её практическое значение. Спектр комплексной огибающей и его связь со спектром узкополосного сигнала. Амплитудно-, фазо- и частотно-кодированные сигналы как разновидности модулированных сигналов. Самостоятельное изучение: спектральные и корреляционные функции комплексной огибающей кодированных сигналов.	8	6	4	18	36

3	Активные линейные радиотехнические цепи	Импульсная и комплексная частотная характеристики линейной цепи. Временной и спектральный методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи. Понятие идеального усилителя. Условия неискаженного усиления сигналов. Идеальный фильтр нижних частот, идеальный полосно-пропускающий фильтр, их частотные и временные характеристики. Самостоятельное изучение: групповое время запаздывания сигнала в цепи. Условия линейного режима работы активного элемента. Схема замещения линейного активного элемента по переменной составляющей и её параметры. Линейное апериодическое усиление колебаний. Схема замещения, основные показатели и характеристики усилителя. Условия усиления с допустимыми искажениями. Самостоятельное изучение: линейный усилитель как активный четырёхполюсник. Линейное усиление модулированных сигналов. Схема замещения, коэффициент усиления, частотные характеристики, полоса пропускания линейного резонансного усилителя. Усиление амплитудно-модулированного сигнала. Анализ прохождения сигнала через усилитель спектральным методом. Линейные искажения и условия их минимизации. Самостоятельное изучение: искажения при неточной настройке контура на несущую частоту модулированного колебания. Линейное резонансное усиление колебаний с угловой модуляцией. Анализ прохождения тонально модулированного сигнала через усилитель методом мгновенной частоты. Паразитная амплитудная модуляция и её практическое использование. Линейные искажения сигнала и условия их минимизации. Особенности, сопровождающие усиление сигналов с угловой манипуляцией. Самостоятельное изучение: установление частоты при усилении колебаний. Низкочастотный эквивалент узкополосной цепи, его комплексная частотная и импульсная	10	4	4	20	38
---	---	--	----	---	---	----	----

		характеристики. Частотный и временной методы анализа прохождения комплексной огибающей узкополосного сигнала через низкочастотный эквивалент узкополосной цепи. Анализ прохождения радиоимпульса через резонансный усилитель. Самостоятельное изучение: текущая комплексная частотная характеристика цепи.					
4	Активные нелинейные радиотехнические цепи	Воздействие гармонического колебания на нелинейное сопротивление и его практическое использование. Режим малого сигнала. Методика описания полиномом вольт-амперной характеристики нелинейного сопротивления. Расчёт спектрального состава тока нелинейного сопротивления в режиме малого сигнала. Нелинейные искажения в апериодическом усилителе. Самостоятельное изучение: метод трёх ординат. Режим большого сигнала. Методика описания вольт-амперной характеристики нелинейного сопротивления кусочно-линейной функцией. Отсечка тока и режимы управления углом отсечки. Расчёт спектра тока нелинейного сопротивления на гармоническое воздействие в режиме большого сигнала. Коэффициенты Берга. Оптимальный угол отсечки. Самостоятельное изучение: спектр тока при экспоненциальном описании характеристики нелинейного сопротивления. Нелинейное резонансное усиление гармонических колебаний. Статическая и динамическая проходные вольтамперные характеристики активного элемента. Недонапряжённый, критический и перенапряжённый режимы работы усилителя. Колебательная характеристика усилителя и средняя по первой гармонике крутизна активного элемента: методика расчёта и практическое назначение. Самостоятельное изучение: проницаемость активного элемента. Квазилинейный метод анализа нелинейного усилителя с частотно-избирательной нагрузкой в недонапряжённом режиме работы. Энергетические характеристики	10	4	6	18	38

		нелинейного усилителя. Зависимость коэффициента полезного действия усилителя и его коэффициента усиления от угла отсечки тока. Самостоятельное изучение: особенности усиления в перенапряжённом режиме работы. Нелинейное усиление амплитудно-модулированных колебаний и сигналов с угловой модуляцией. Минимизация нелинейных искажений в усилителе радиосигналов. Умножение частоты в нелинейном резонансном усилителе. Амплитудное ограничение. Самостоятельное изучение: моделирование процессов в нелинейных цепях по заданному дифференциальному уравнению.					
зачет							
6 семестр			40	20	40	17	144
5	Радиотехнические цепи с обратной связью	Сущность и виды обратной связи в активных цепях. Комплексная частотная характеристика линейной цепи, охваченной обратной связью. Положительная и отрицательная обратная связь. Влияние обратной связи на частотную характеристику и неустойчивость коэффициента усиления активной линейной цепи. Коррекция частотной характеристики усилителя. Самостоятельное изучение: регенеративный усилитель. Понятие устойчивости активных цепей с обратной связью. Общее условие устойчивости линейной цепи с обратной связью. Критерии устойчивости. Алгебраический критерий (Рауса-Гурвица). Достаточное условие устойчивости активных цепей первого и второго порядков. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Анализ устойчивости на основе диаграмм Бодэ. Самостоятельное изучение: запасы устойчивости цепи с обратной связью. Общие условия возбуждения автоколебаний в системах с обратной связью: фазовое и амплитудное. Структура автогенератора и её влияние на форму генерируемых им колебаний. Условия самовозбуждения LC-автогенератора с трансформаторной обратной связью. Стационарный режим работы автогенератора. Мягкий и жёсткий режимы самовозбуждения и	8	4	12	4	28

		нарастания колебаний в LC автогенераторе. Самостоятельное изучение: явление захвата частоты при воздействии внешнего источника на автогенератор. Анализ схем LC автогенераторов. Автогенераторы с автотрансформаторной и ёмкостной обратной связью. Трёхточечные схемы, принцип их построения, условия возбуждения, частота генерации. Принцип работы, структурная схема и условия возбуждения RC-автогенератора гармонических колебаний. Ограничение амплитуды автоколебаний в RC-автогенераторе. Самостоятельное изучение: стабильность частоты автогенератора.					
6	Преобразование сигналов нелинейными цепями	Воздействие бигармонического сигнала на нелинейное сопротивление. Комбинационные частоты. Принципы получения амплитудно-модулированных колебаний и их демодуляции. Амплитудная модуляция смещением в режиме малого и большого сигналов. Понятие модуляционной характеристики, условие неискаженной амплитудной модуляции. Самостоятельное изучение: получение сигналов с однополосной амплитудной модуляцией. Принципы получения сигналов с угловой модуляцией. Генерация автоколебаний с частотной модуляцией на основе электронного управления резонансной частотой контура. Частотная модуляция на основе фазового модулятора. Специфика построения фазовых модуляторов. Получение сигнала с угловой модуляцией путём преобразования амплитудно-модулированного колебания. Выпрямление высокочастотных колебаний нелинейной цепью с фильтрацией постоянного тока. Детектирование амплитудно-модулированных сигналов. Линейный режим работы диодного амплитудного детектора. Требования к параметрам фильтра. Коэффициент передачи, детекторная характеристика и входное сопротивление детектора. Самостоятельное изучение: принцип	8	6	12	5	31

		работы и коэффициент передачи коллекторного детектора. Преобразование частоты. Синхронное детектирование амплитудно-модулированных колебаний. Принципы детектирования сигналов с угловой модуляцией. Одноконтурное частотное детектирование. Частотное детектирование на расстроенных контурах. Балансный фазовый детектор. Детекторные характеристики и условия их линейности. Самостоятельное изучение: синхронное детектирование фазомодулированных колебаний.					
7	Цифровая обработка сигналов	Дискретизированные сигналы и их математические модели. Комплексный спектр дискретизированного сигнала, его особенности. Обобщенный ряд Фурье. Спектр сигнала в заданной системе базисных функций. Представление сигналов с ограниченным спектром в базисе Котельникова. Самостоятельное изучение: обзор базисных функций для обобщенного ряда Фурье. Теорема Уиттекера - Котельникова - Шеннона (теорема отсчетов) применительно к дискретизации видеосигналов. Восстановление исходного сигнала. Требования к восстанавливающему фильтру. Практическое применение теоремы отсчетов и возникающие при этом погрешности. Самостоятельное изучение: теорема отсчетов в частотной области. Особенности дискретизации и восстановления по отсчетам узкополосных радиосигналов. Субдискретизация узкополосных сигналов. Разрешенные и оптимальные частоты дискретизации. Квадратурная дискретизация радиосигналов. Дискретизация комплексной огибающей радиосигнала. Практическая реализация квадратурной дискретизации. Комплексный спектр периодического дискретизированного сигнала. Дискретный сигнал. Соотношение между спектрами дискретного и исходного непрерывного сигналов. Дискретное преобразование Фурье, его свойства и практическое значение. Сущность быстрого преобразования Фурье. Самостоятельное изучение:	14	6	8	4	32

		алгоритмы быстрого преобразования Фурье и их реализация в пакетах математического моделирования. Сущность дискретной фильтрации сигналов. Импульсная и комплексная частотная характеристики дискретного фильтра. Расчёт отклика дискретного фильтра на воздействие дискретного сигнала. Дискретная свёртка. Нерекурсивная и рекурсивная реализации дискретных фильтров. Самостоятельное изучение: вопросы устойчивости рекурсивных дискретных фильтров. Квантование по уровню. Цифровой сигнал. Цифровой фильтр. Передаточная функция и импульсная характеристика цифрового фильтра. Особенности частотных характеристик цифровых фильтров. Частота Найквиста. Последовательная, параллельная, каноническая структурные схемы цифровых фильтров. Самостоятельное изучение: проблема реализации цифровых фильтров для обработки сигналов в режиме реального времени. Прямое и обратное z-преобразование и его свойства. Z-образ цифрового сигнала. Системная функция цифрового фильтра, её связь с импульсной характеристикой и комплексным коэффициентом передачи. Применение z-преобразования для анализа цифровых фильтров. Анализ устойчивости рекурсивных фильтров.					
8	Элементы теории синтеза линейных цепей	Синтез аналогового фильтра по заданной амплитудно-частотной характеристике. Принцип физической реализуемости. Методика синтеза. Синтез фильтров нижних частот Баттерворта. Полюсы передаточной функции фильтра Баттерворта и их нормирование. Самостоятельное изучение: представление цепи последовательным соединением элементарных четырехполюсников. Синтез фильтров нижних частот Чебышёва. Полюсы передаточной функции фильтра Чебышёва и их нормирование. Синтез фильтров верхних частот и полосно-пропускающих фильтров на основе фильтров нижних частот. Самостоятельное изучение: понятие о	10	4	8	4	26

		фильтрах Бесселя, Гаусса, Лежандра, Золотарёва - Кауэра. Способы схемотехнической реализации аналоговых фильтров. Реализация фильтров в виде лестничных LC-структур, в виде каскадного включения типовых RLC-звеньев первого и второго порядков, в виде ARC-фильтра с каскадной структурой. Самостоятельное изучение: синтез фильтров в современных программах схемотехнического моделирования. Синтез нерекурсивных цифровых фильтров методом частотной выборки. Устранение эффекта Гиббса. Синтез нерекурсивных цифровых фильтров методом временного окна. Влияние параметров временного окна на частотную характеристику фильтра. Самостоятельное изучение: примеры синтеза нерекурсивных цифровых фильтров. Синтез рекурсивных цифровых фильтров методом инвариантной импульсной характеристики (стандартного z-преобразования). Синтез рекурсивных цифровых фильтров методом инвариантной частотной характеристики (билинейного z-преобразования). Самостоятельное изучение: синтез цифрового варианта RC-цепи.					
		Контроль					27
		Итого	76	38	58	89	288

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекции и	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Характеристики радиотехнических сигналов	См. содержание соответствующего раздела для очной формы обучения	2	2	—	30	34
2	Модулированные сигналы	См. содержание соответствующего раздела для очной формы обучения	2	—	4	30	36
3	Активные линейные радиотехнические цепи	См. содержание соответствующего раздела для очной формы обучения	2	2	—	32	36
4	Активные нелинейные радиотехнические цепи	См. содержание соответствующего раздела для очной формы обучения	—	—	4	32	36

5	Радиотехнические цепи с обратной связью	См. содержание соответствующего раздела для очной формы обучения	2	—	4	30	36
6	Преобразования сигналов нелинейными цепями	См. содержание соответствующего раздела для очной формы обучения	2	2	—	32	36
7	Цифровая обработка сигналов	См. содержание соответствующего раздела для очной формы обучения	—	2	—	36	38
8	Элементы теории синтеза линейных цепей	См. содержание соответствующего раздела для очной формы обучения	—	—	—	27	27
		Контроль					9
Итого			10	8	12	249	288

5.2. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Объем, часов
5 семестр		18
1	Временные и спектральные характеристики сигналов при их типовых преобразованиях	4
2	Временные и спектральные характеристики модулированных сигналов	4
3	Временные и частотные характеристики фильтров нижних частот	4
4	Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты	6
6 семестр		40
5	Обратная связь в линейных активных цепях	4
5	Генерирование гармонических колебаний. Часть 1. Возбуждение автоколебаний	4
5	Генерирование гармонических колебаний. Часть 2. Установление автоколебаний и захват частоты	4
6	Амплитудная модуляция смещением	4
6	Детектирование амплитудно-модулированных сигналов	4
6	Детектирование сигналов с угловой модуляцией	4
7	Восстановление непрерывных сигналов по дискретным отсчетам	4
7	Временные и частотные характеристики цифровых фильтров	4
8	Синтез фильтров с заданной аппроксимацией амплитудно-частотной характеристики	4
8	Синтез и исследование нерекурсивных цифровых фильтров	4
	Итого	58

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 6 семестре для очной формы обучения, в 7 семестре для заочной формы обучения.

Курсовая работа выполняется по одной из перечисленных ниже тем.

Тема курсовой работы	Цель курсовой работы
Усиление узкополосных сигналов	Приобрести навыки анализа резонансного усилителя модулированных сигналов в линейном и нелинейном режимах работы. Установить влияние неидеальности характеристик усилителя на форму усиливаемого сигнала.
Дискретизация сигналов с заданной погрешностью восстановления	Детально исследовать особенности практического использования теоремы Котельникова применительно к дискретизации и последующему восстановлению заданного видео- или радиосигнала конечной длительности.

Выполнение курсовой работы предусматривает изучение необходимых теоретических разделов, разработку (синтез) соответствующих техническому заданию радиотехнических блоков или устройств и оценку их работоспособности (качественных показателей), проводимую, как правило, с помощью математического (или частично — имитационного) моделирования.

Работа выполняется по индивидуальным вариантам технического задания и включает в себя элементы научного исследования.

По результатам выполнения работы оформляется расчетно-пояснительная записка. Защита работы проводится в форме собеседования.

Выполнение контрольной работы учебным планом очной и заочной форм обучения не предусмотрено.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1. Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован», «не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать основные виды сигналов в радиотехнике, методы их описания, характеристики и показатели; знать частотный и временной методы анализа широкополосных и узкополосных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей.	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на практических занятиях	Готовность представить аргументированные рассуждения в области описания радиотехнических сигналов и цепей	Неспособность представить аргументированные рассуждения, относящиеся к описанию радиотехнических сигналов и цепей
	уметь выполнять расчет основных показателей и характеристик линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей	Решение стандартных практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками определения функциональной пригодности типовых радиотехнических цепей для реализации заданных преобразований сигналов	Решение прикладных задач из области анализа радиотехнических сигналов и цепей	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-2	знать принципы преобразований сигналов в типовых радиотехнических цепях	Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на практических занятиях	Готовность представить аргументированные рассуждения в области преобразований сигналов в цепях	Неспособность представить аргументированные рассуждения по изученным принципам
	уметь применять современную компьютерную технику для анализа и моделирования радиотехнических сигналов и цепей	Решение практических задач, возникающих в рамках лабораторного практикума и курсового проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками измерений основных параметров радиотехнических сигналов и цепей с использованием современной контрольно-измерительной техники	Решение практических задач, возникающих в рамках лабораторного практикума	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-4	знать требования нормативной документации к формированию расчётно-технической документации	Знание фактического материала и готовность к применению в рамках лабораторного практикума и курсового проектирования	Готовность представить аргументированные и результаты применения	Неспособность представить аргументированные рассуждения и результаты применения
	уметь применять современные программные средства для выполнения исследований и подготовки расчётно-технической документации	Решение практических задач, возникающих в рамках лабораторного практикума и курсового проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками формирования по результатам исследования научно-технических отчётов с использованием персонального компьютера	Решение практических задач, возникающих в рамках лабораторного практикума и курсового проектирования	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2. Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено» и «не зачтено».

Компет енция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	знать основные виды сигналов в радиотехнике, методы их описания, характеристики и показатели; знать частотный и временной методы анализа широкополосных и узкополосных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь выполнять расчет основных показателей и характеристик линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирова н верный ход решения большинства задач	Задачи не решены
	владеть навыками определения функциональной пригодности типовых радиотехнических цепей для реализации заданных преобразований сигналов	Решение прикладных задач из области анализа радиотехнических сигналов и цепей	Продемонстрирова н верный ход решения большинства задач	Задачи не решены
ОПК-2	знать принципы преобразований сигналов в типовых радиотехнических цепях	Знание учебного материала и готовность к его изложению на зачете	Изложение учебного материала	Неспособность изложить учебный материал
	уметь применять современную компьютерную технику для анализа и моделирования радиотехнических сигналов и цепей	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирова н верный ход решения большинства задач	Задачи не решены
	владеть навыками измерений основных параметров радиотехнических сигналов и цепей с использованием современной контрольно-измерительной техники	Решение практических задач, возникающих в рамках лабораторного практикума	Продемонстрирова н верный ход решения большинства задач	Задачи не решены
ОПК-4	знать требования нормативной документации к формированию расчётно-технической документации	Знание требований	Защита выполненных и правильно оформленных лабораторных работ	Хотя бы одна из лабораторных работ не защищена
	уметь применять современные программные средства для выполнения исследований и подготовки расчётно-технической документации	Решение стандартных практических задач	Поставленные задачи решены	Задачи не решены
	владеть навыками формирования по результатам исследования научно-технических отчётов с использованием персонального компьютера	Решение прикладных задач с использованием персонального компьютера	Поставленные задачи решены	Задачи не решены

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 6 семестре для очной формы обучения и 7 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ОПК-1	знать основные виды сигналов в радиотехнике, методы их описания, характеристики и показатели; знать частотный и временной методы анализа широкополосных и узкополосных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей.	Знание учебного материала и готовность к его изложению на экзамене и применению в рамках выполнения заданий на практических и лабораторных занятиях	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначительной помощи использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к выполнению практически и лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практически х задач демонстрируют нестабильность результатов	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практически х задач оказываются малорезультативными
	уметь выполнять расчет основных показателей и характеристик линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей	Умение использовать модели цепей и методы их анализа при выполнении практических расчетов, проведении лабораторных работ и на экзамене				
	владеть навыками определения функциональной пригодности типовых радиотехнических цепей для реализации заданных преобразований сигналов	Применение методов анализа сигналов и цепей в рамках практических и лабораторных занятий и на экзамене				
ОПК-2	знать принципы преобразований сигналов в типовых радиотехнических цепях	Знание учебного материала и готовность к его изложению на экзамене и применению в рамках выполнения заданий на практических и лабораторных занятиях	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначительной помощи использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к выполнению практически и лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практически х задач демонстрируют нестабильность результатов	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практически х задач оказываются малорезультативными
	уметь применять современную компьютерную технику для анализа и моделирования радиотехнических сигналов и цепей	Умение производить расчет и анализ радиотехнических сигналов и цепей в рамках практических и лабораторных занятий и на экзамене				
	владеть навыками измерений основных параметров радиотехнических сигналов и цепей с использованием современной контрольно-измерительной техники	Применение методов математического и физического моделирования радиотехнических сигналов и цепей в рамках лабораторных занятий и в курсовом проектировании				

ОПК-4	знать требования нормативной документации к формированию расчётно-технической документации	Знание фактического материала и готовность к его применению в рамках лабораторных занятиях и курсового проектирования	Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практически х и лабораторны х занятий, а также при решении практически х задач на экзамене	Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначительной помощи использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практически х и лабораторны х занятий, а также при решении практически х задач на экзамене	Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении сторонней помощи к выполнению практически х и лабораторны х занятий. Попытки самостоятельного решения практически х задач демонстрируют нестабильность результатов	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практически х задач оказываются малорезультативными
	уметь применять современные программные средства для выполнения исследований и подготовки расчётно-технической документации	Умение использовать программные средства при выполнении лабораторных работ и в курсовом проектировании				
	владеть навыками формирования по результатам исследования научно-технических отчётов с использованием персонального компьютера	Решение прикладных задач с использованием персонального компьютера в рамках лабораторных занятий и курсового проектирования				

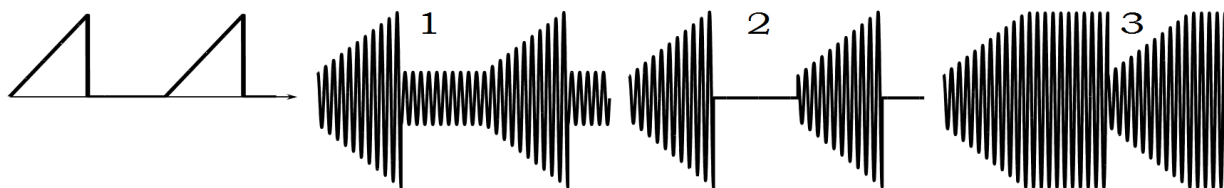
7.2. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1. Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

Задание 0208. На идеальный частотный модулятор с крутизной $k_{\text{ЧМ}} = 4 \text{ кГц/В}$ поступает модулируемое колебание $8 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^5 \cdot t)$ (В) и периодический информационный сигнал, определяемый на периоде $T_{\text{п}} = 20 \text{ мкс}$ выражением $10^5 \cdot |t|$. Временная диаграмма мгновенной частоты сигнала на выходе модулятора показана на рисунке под номером ...

Задание 0210. На рисунке слева показан сигнал на выходе идеального фазового модулятора. Управляющий набегом фазы информационный сигнал на входе модулятора изображен на рисунке справа под номером

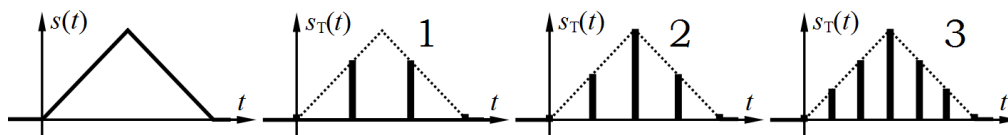
Задание 0212. На рисунке слева изображен информационный сигнал. Временная диаграмма соответствующего АМ-сигнала показана на рисунке под номером ...



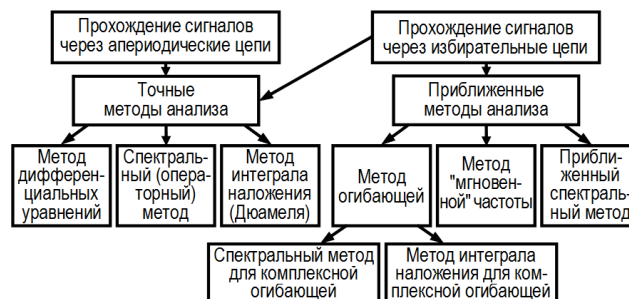
Задание 0214. На рисунке слева показан сигнал на выходе идеального фазового модулятора. Управляющий набегом фазы информационный сигнал на входе модулятора изображен на рисунке справа под номером



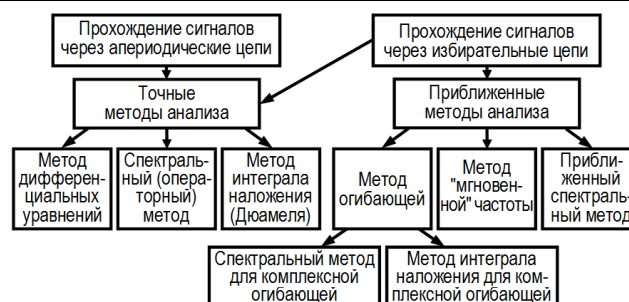
Задание 1013. Исходный непрерывный сигнал показан на рисунке слева. Его длительность 1 мс. Сигнал, полученный в результате дискретизации исходного с частотой 4 кГц, показан на рисунке под номером ...



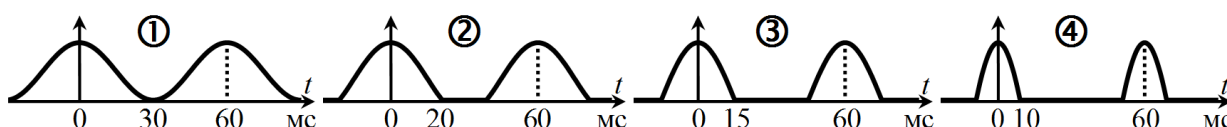
Задание 0315. На рисунке показана краткая классификация методов анализа линейных цепей. Один из указанных методов основан на динамическом представлении входного сигнала (например, в виде разложения по δ -функциям) и использовании таких характеристик цепи, как импульсная или переходная. Это метод ...



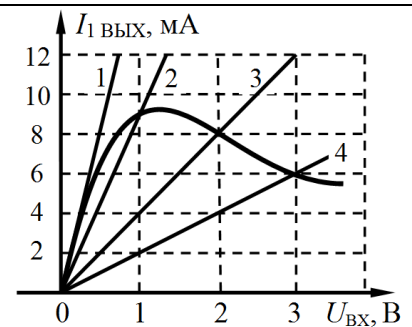
Задание 0317. На рисунке показана краткая классификация методов анализа линейных цепей. Один из указанных методов основан на представлении сигнала в виде совокупности комплексных гармонических колебаний разных частот и использовании комплексной частотной характеристики цепи. Это метод ...



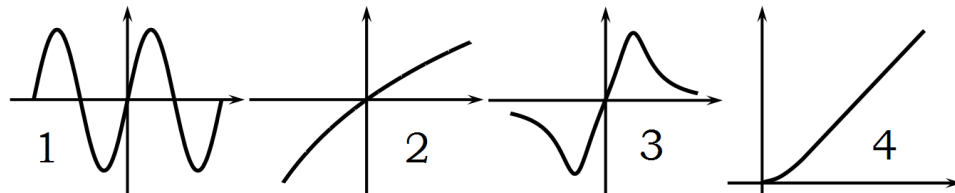
Задание 0419. Угол отсечки 120 градусов соответствует временной диаграмме тока нелинейного сопротивления, приведенной под номером ...



Задание 0616. Автогенератор построен на основе усилителя, колебательная характеристика которого представлена на рисунке. Нагрузкой усилителя служит контур с резонансным сопротивлением $R_{кэ} = 2 \text{ кОм}$. Известно, что в установившемся режиме на выходе автогенератора наблюдаются гармонические колебания с амплитудой $U_{\text{вых}} = 12 \text{ В}$. Достичь подобного результата удастся при показанной на рисунке линии обратной связи под номером



Задание 0702. Детекторная характеристика диодного амплитудного детектора показана на рисунке ...

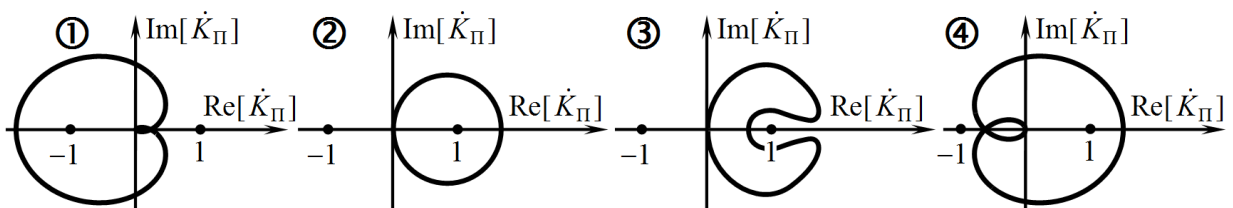


Задание 1101. Из перечисленных ниже вариантов для оценки реакции дискретного (цифрового) фильтра на входную последовательность отсчетов следует использовать:

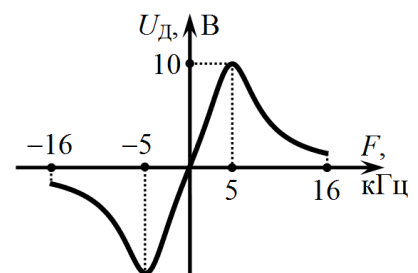
- 1) интегральное преобразование Лапласа;
- 2) интегральное преобразование Фурье;
- 3) интеграл Дюамеля;
- 4) Z-преобразование;
- 5) дискретную свертку.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

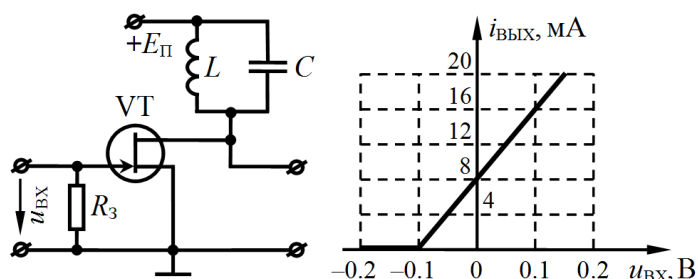
Задание 0517. На рисунке приведены годографы коэффициента петлевого усиления (Найквиста) активных линейных цепей с обратной связью. Номера годографов, относящихся к устойчивым цепям – ...



Задание 0708. Предельное значение девиации частоты колебания, детектируемого с допустимым уровнем искажений посредством частотного детектора, при указанных на рисунке параметрах детекторной характеристики составляет ... кГц.



Задание 0428. Представленный на рисунке слева усилитель построен на транзисторе, проходная ВАХ которого приведена на рисунке справа. На вход усилителя подан сигнал $u_{\text{ВХ}}(t) = 0.2 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^5 \cdot t)$, В. Угол отсечки, при котором работает данная схема, составляет ... градусов.

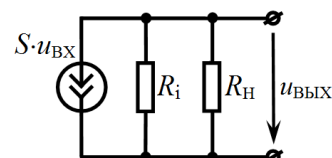


Задание 0411. Проходная вольтамперная характеристика транзистора имеет вид

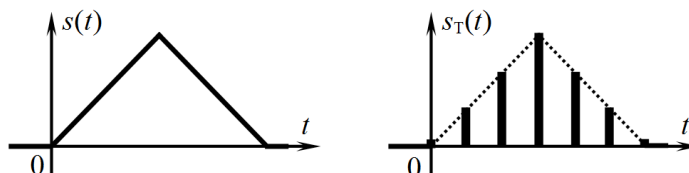
$$i_{\text{ВЫХ}}(u) = 5 + 13 \cdot (u - 0.6) + 8 \cdot (u - 0.6)^2, \text{ мА.}$$

При воздействии на данный транзистор напряжения $u(t) = 0.6 + 1 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^3 \cdot t)$ (В) амплитуда первой гармоники выходного тока будет составлять ... мА.

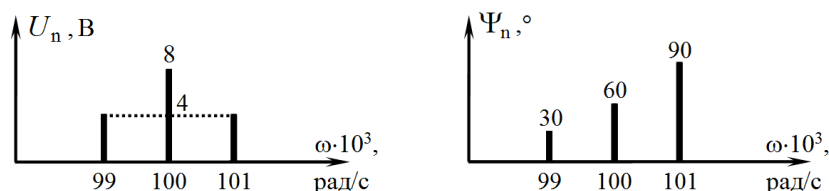
Задание 0313. На рисунке показана схема замещения по переменной составляющей линейного резистивного усилителя на нижних частотах. Усилитель обладает коэффициентом усиления 150; нагрузочное сопротивление $R_{\text{Н}} = 3$ кОм, выходное дифференциальное сопротивление усилительного элемента $R_{\text{и}} = 3$ кОм. При таких условиях крутизна S усилительного элемента должна составлять ... мА/В.



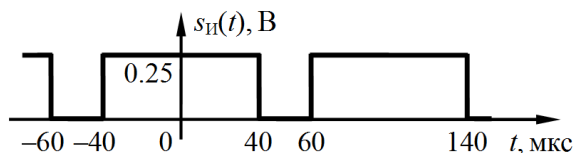
Задание 1007. Непрерывный сигнал $s(t)$ длительностью 0.6 мс продискретизирован (см. рисунок). Частота дискретизации сигнала составляет ... кГц.



Задание 0219. Коэффициент модуляции амплитудно-модулированного колебания, представленного гармоническим спектром, составляет ...



Задание 0206. На идеальный частотный модулятор с крутизной $k_{\text{ЧМ}} = 8000$ рад/(В·с) поступает высокочастотное колебание $s_{\text{Н}}(t) = 4 \cdot \cos(2 \cdot 10^6 \cdot t)$ (В) и информационный сигнал, показанный на рисунке. Девияция частоты колебания на выходе модулятора составляет ... рад/с.

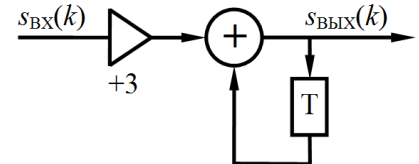


Задание 0115. Средняя мощность измеряемого в вольтах периодического напряжения, которое в пределах одного периода определяется выражением

$$s_{\Pi}(t) = \begin{cases} +4, & \text{при } 0 \leq t \leq T_{\Pi}/2, \\ -4, & \text{при } T_{\Pi}/2 \leq t \leq T_{\Pi}, \end{cases}$$

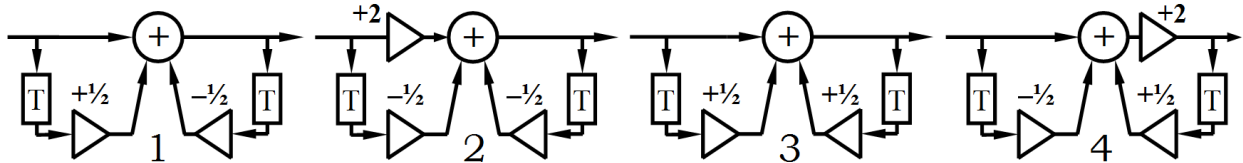
составляет ... В².

Задание 1139. Значение пятидесятого отсчета импульсной характеристики показанного на рисунке дискретного фильтра составляет

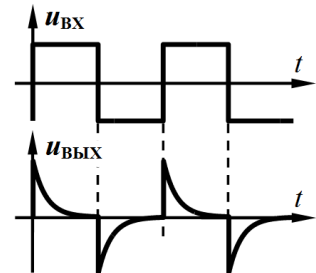
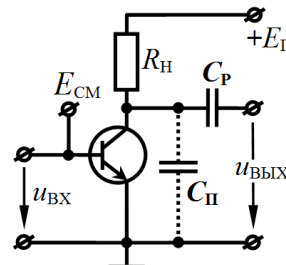


7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

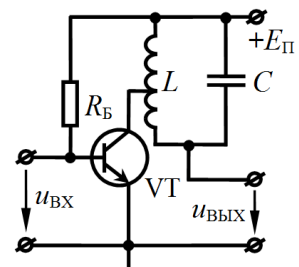
Задание 1143. Среди представленных ниже дискретных цепей имеется фильтр, системная функция которого определяется как $H(z) = \frac{2 - 0.5 \cdot z^{-1}}{1 + 0.5 \cdot z^{-1}}$. Это фильтр под номером



Задание 0305. На рисунке показаны схема линейного резистивного усилителя, сигналы на его входе и выходе. Диаграмма $u_{ВЫХ}$ свидетельствует об искажениях усиливаемого сигнала. Причина искажений в слишком ... (малой? большой?) емкости ... (паразитной C_{Π} ? разделительной C_P ?)



Задание 0434. Представленную на рисунке схему предполагается использовать в качестве удвоителя частоты. Входное напряжение определяется выражением $u_{ВХ}(t) = 0.5 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^4 \cdot t)$, В. Чтобы удвоение частоты имело место и происходило наиболее эффективно, частота настройки контура должна быть равна ... кГц, а угол отсечки, при котором работает схема, – ... градусов.

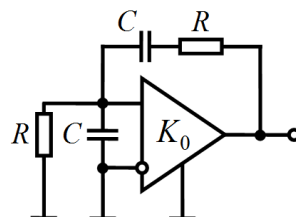


Задание 0223. На идеальный фазовый модулятор с крутизной $k_{\text{ФМ}} = 5$ рад/В подается информационный (модулирующий) сигнал $s_{\text{И}}(t) = 0.7 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^3 \cdot t)$, В. Колебания, наблюдаемые на выходе модулятора, пропускаются через идеальный полосовой фильтр, настроенный на несущую частоту радиосигнала и обладающий полосой пропускания $\Pi_{\text{Ф}} = 5$ кГц. При таких условиях радиосигнал на выходе полосового фильтра ... (характеризуется пренебрежимо малыми искажениями? существенно отличается по форме от входного радиосигнала? будет полностью подавлен указанным фильтром?)

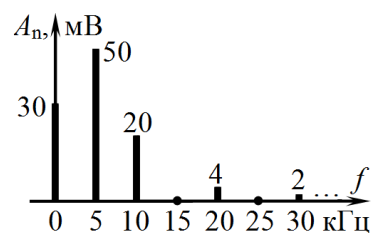
Задание 0301. Крутизна S проходной вольтамперной характеристики транзистора, на котором построен линейный усилитель, равна 10 мА/В. Эквивалентное резонансное сопротивление нагрузочного колебательного контура – $R_{\text{КЭ}} = 15$ кОм. Коэффициент усиления на резонансной частоте такого усилителя составляет

Задание 0229. Амплитуда информационного колебания на управляющем входе идеального фазового модулятора увеличена в два раза; одновременно в четыре раза уменьшена частота информационного колебания. Индекс модуляции исходного ФМ-сигнала $m \gg 1$. При таких условиях ширина спектра ФМ-сигнала, наблюдаемого на выходе модулятора после регулировок, ... (увеличится? уменьшится?) в ... раза по сравнению с исходным значением.

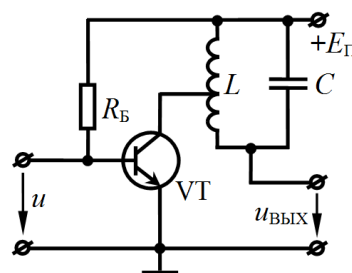
Задание 0601. Частота автоколебаний в схеме RC-автогенератора с мостом Вина в цепи положительной обратной связи ($R = 1$ кОм, $C = 1.6$ нФ) составляет ... Зависимостью частоты от коэффициента усиления K_0 пренебречь.



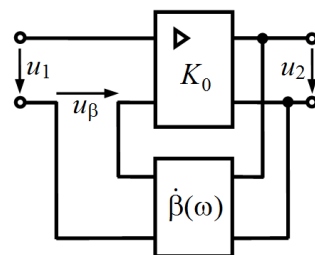
Задание 0104. Средняя мощность периодического колебания, амплитудный спектр которого показан справа на рисунке, равна 2350 мВт. Практическая ширина спектра колебания, в пределах которой сосредоточено 90 % мощности сигнала, составляет ... кГц.



Задание 0419. В умножителе частоты транзистор обладает проходной вольтамперной характеристикой $i_{\text{ВЫХ}}(u) = 12 + 70 \cdot (u - 1) + 160 \cdot (u - 1)^2 + 134 \cdot (u - 1)^3$, мА, а колебательный контур настроен на частоту 2 МГц и имеет резонансное сопротивление $R_{\text{КЭ}} = 1.5$ кОм. На входе транзистора действует напряжение $u(t) = 1 + 0.5 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^6 \cdot t)$ В. Амплитуда напряжения на выходе данного удвоителя частоты составляет ... В.



Задание 0502. На рисунке показан усилитель, охваченный последовательной обратной связью по напряжению. Входное сопротивление усилителя бесконечно велико, выходное – бесконечно мало, коэффициент усиления $K_0 = 100$. Коэффициент передачи цепи, посредством которой реализуется обратная связь, на частоте ω_1 равен $\dot{\beta}(\omega_1) = -0.04$. При таких условиях коэффициент усиления цепи с учетом обратной связи на частоте ω_1 составляет



7.2.4. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

ЗачВ1 – Периодические сигналы и их представление рядами Фурье. Комплексный и гармонический спектры амплитуд и фаз периодических сигналов.

ЗачВ2 – Энергетические характеристики сигналов. Распределение средней мощности сигнала по спектру. Практическая ширина спектра и критерии её оценки.

ЗачВ3 – Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов произвольной скважности. Синтез периодических сигналов. Эффект Гиббса.

ЗачВ4 – Комплексная спектральная плотность непериодического сигнала. Спектральная плотность амплитуд прямоугольного и дельта - импульса. Сущность спектрального метода анализа линейных цепей.

ЗачВ5 – Основные теоремы о спектрах. Автокорреляционная и взаимокорреляционная функции сигналов и их связь с энергетическими и спектральными характеристиками.

ЗачВ6 – Радиосигналы с амплитудной модуляцией (АМ) и их свойства. Спектральный анализ АМ-колебаний при тональной модуляции и модуляции произвольным сигналом.

ЗачВ7 – Радиосигналы с частотной модуляцией. Мгновенная частота и набег фазы колебания. Девияция частоты. Спектр колебания с тональной частотной модуляцией. Практическая ширина спектра.

ЗачВ8 – Радиосигналы с фазовой модуляцией. Мгновенная частота и набег фазы. Индекс модуляции. Связь между частотной и фазовой модуляциями. Спектр колебания с тональной угловой модуляцией и его практическая ширина.

ЗачВ9 – Сравнение сигналов с амплитудной и угловой модуляцией по энергетике и ширине спектра. Сигналы с балансной и однополосной модуляцией. Сигналы с линейной частотной модуляцией. База сигнала.

ЗачВ10 – Комплексная огибающая узкополосного сигнала и её практическое значение. Спектр комплексной огибающей и его связь со спектром узкополосного сигнала.

ЗачВ11 – Импульсная и комплексная частотная характеристики линейной цепи. Временной и спектральный методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи, связь между ними.

ЗачВ12 – Понятие идеального усилителя. Условия неискаженного усиления сигналов. Идеальный фильтр нижних частот, идеальный полосно-пропускающий фильтр, их частотные и временные характеристики.

ЗачВ13 – Условия линейного режима работы активного элемента. Схема замещения линейного активного элемента по переменной составляющей и её параметры.

ЗачВ14 – Линейное апериодическое усиление колебаний. Схема замещения, основные показатели и характеристики усилителя. Условие усиления с допустимыми искажениями.

ЗачВ15 – Схема замещения, частотные характеристики линейного резонансного усилителя. Линейное усиление АМ-сигнала. Линейные искажения и условие их минимизации.

ЗачВ16 – Анализ прохождения тонально модулированного сигнала через линейный усилитель методом мгновенной частоты. Паразитная амплитудная модуляция. Линейные искажения сигнала и условия их минимизации.

ЗачВ17 – Низкочастотный эквивалент узкополосной цепи. Методы анализа прохождения комплексной огибающей сигнала через низкочастотный эквивалент цепи.

ЗачВ18 – Расчет спектрального состава тока при возбуждении нелинейного сопротивления гармоническим сигналом в режиме малого сигнала. Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой.

ЗачВ19 – Расчет спектрального состава тока при возбуждении нелинейного сопротивления гармоническим сигналом в режиме большого сигнала с отсечкой тока. Оптимальный угол отсечки тока.

ЗачВ20 – Нелинейное резонансное усиление гармонических колебаний. Недонапряженный, критический и перенапряженный режимы работы. Колебательная характеристика усилителя и ее расчёт.

ЗачВ21 – Квазилинейный метод анализа нелинейного усилителя с частотно-избирательной нагрузкой в недонапряжённом режиме работы.

ЗачВ22 – Энергетические характеристики нелинейного усилителя радиосигналов. Зависимость коэффициента полезного действия усилителя и его коэффициента усиления от угла отсечки тока.

ЗачВ23 – Нелинейное усиление амплитудно-модулированных колебаний и сигналов с угловой модуляцией. Минимизация нелинейных искажений в усилителе радиосигналов.

ЗачВ24 – Умножение частоты в нелинейном резонансном усилителе. Амплитудное ограничение.

7.2.5. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

ЭкзВ1 – Комплексная частотная характеристика линейной цепи, охваченной обратной связью (ОС). Положительная и отрицательная ОС. Влияние ОС на частотную характеристику цепи.

ЭкзВ2 – Понятие устойчивости линейных активных цепей с ОС. Общее условие и алгебраический критерий устойчивости (Рауса-Гурвица) цепи с ОС.

ЭкзВ3 – Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста. Анализ устойчивости на основе диаграмм Бодэ.

ЭкзВ4 – Условия возбуждения автоколебаний. Структура автогенератора. Условия самовозбуждения LC-автогенератора с трансформаторной ОС.

ЭкзВ5 – Условие установления автоколебаний в LC-автогенераторе с трансформаторной ОС. Мягкий и жёсткий режим самовозбуждения колебаний.

ЭкзВ6 – Анализ схем LC-автогенераторов. Автогенераторы с автотрансформаторной и ёмкостной ОС. Трёхточечные схемы.

ЭкзВ7 – Принцип работы, структурная схема и условия возбуждения RC-автогенератора. Ограничение амплитуды автоколебаний в RC-автогенераторе.

ЭкзВ8 – Воздействие бигармонического сигнала на нелинейное сопротивление. Амплитудная модуляция (АМ) смещением. Условие неискаженной АМ.

ЭкзВ9 – Принципы получения сигналов с угловой модуляцией.

ЭкзВ10 – Выпрямление колебаний нелинейной цепью с фильтрацией постоянного тока. Детектирование АМ-сигналов. Линейный режим работы диодного амплитудного детектора.

ЭкзВ11 – Принципы детектирования колебаний с угловой модуляцией.

ЭкзВ12 – Дискретизированные сигналы, их математические модели и комплексный спектр. Представление сигналов в базисе Котельникова.

ЭкзВ13 – Теорема отсчётов применительно к дискретизации видеосигналов. Восстановление исходного сигнала.

ЭкзВ14 – Практическое применение теоремы отсчётов и возникающие при этом погрешности.

ЭкзВ15 – Особенности дискретизации и восстановления по отсчётам узкополосных радиосигналов. Субдискретизация узкополосных сигналов. Разрешённые и оптимальные частоты дискретизации.

ЭкзВ16 – Квадратурная дискретизация радиосигналов. Суть дискретизации комплексной огибающей радиосигнала и ее практическая реализация.

ЭкзВ17 – Дискретный сигнал. Дискретное преобразование Фурье, его свойства и практическое значение. Сущность быстрого преобразования Фурье.

ЭкзВ18 – Сущность дискретной фильтрации сигналов. Импульсная характеристика дискретного фильтра. Дискретная свёртка.

ЭкзВ19 – Импульсная и комплексная частотная характеристики дискретного фильтра. Нерекурсивная и рекурсивная реализации дискретных фильтров.

ЭкзВ20 – Квантование по уровню. Цифровой сигнал. Цифровой фильтр. Передаточная функция и импульсная характеристика цифрового фильтра. Особенности частотных характеристик цифровых фильтров. Частота Найквиста.

ЭкзВ21 – Системная функция цифрового фильтра, её связь с импульсной характеристикой и комплексным коэффициентом передачи. Применение z-преобразования для анализа цифровых фильтров.

ЭкзВ22 – Методика синтеза аналогового линейного четырехполюсника по заданной амплитудно-частотной характеристике. Синтез фильтров нижних частот Баттерворта.

ЭкзВ23 – Синтез фильтров нижних частот Чебышёва. Синтез фильтров верхних частот и полосно-пропускающих фильтров на основе фильтров нижних частот.

ЭкзВ24 – Способы схемотехнической реализации аналоговых фильтров

ЭкзВ25 – Синтез нерекурсивных цифровых фильтров методом частотной выборки и временного окна. Устранение эффекта Гиббса.

ЭкзВ26 – Синтез рекурсивных цифровых фильтров методом инвариантной импульсной характеристики (стандартного z-преобразования) и инвариантной частотной характеристики (билинейного z-преобразования).

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по билетам, каждый из которых включает один теоретический вопрос и расчетную задачу малой сложности. Правильный и полный ответ на теоретический вопрос билета оценивается в 10 баллов, задача — также в 10 баллов (5 баллов за правильную методику решения и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов составляет 20.

Оценка «Не зачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 13 баллов, «зачтено» — от 13 до 20 баллов.

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит два теоретических вопроса и одну задачу. Правильный и полный ответ на каждый теоретический вопрос билета оценивается совокупно в 10 баллов, задача — также в 10 баллов (5 баллов за правильную методику решения и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов составляет 30.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 12 баллов.

Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 12 до 19 баллов

Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 20 до 24 баллов.

Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 25 до 30 баллов.

7.2.7. Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Характеристики радиотехнических сигналов	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет
2	Модулированные сигналы	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет

3	Активные линейные радиотехнические цепи	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет
4	Активные нелинейные радиотехнические цепи	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, зачет
5	Радиотехнические цепи с обратной связью	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Контрольная работа, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
6	Преобразования сигналов нелинейными цепями	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
7	Цифровая обработка сигналов	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
8	Элементы теории синтеза линейных цепей	ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4	Контрольная работа, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При преподавании дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» в качестве формы оценки знаний студентов используются тесты, индивидуальные варианты заданий на практические и лабораторные занятия, а также задания на зачет/экзамен на бумажном носителе.

Тестирование осуществляется при помощи компьютерной системы тестирования. Время тестирования от 45 до 60 мин.

Решение стандартных и прикладных задач осуществляется на практических занятиях с использованием методических материалов, изданных на бумажном носителе.

Защита лабораторных работ выполняется методом устного опроса по контрольным вопросам, представленным в соответствующих методических материалах.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах.

Задания к зачету включают один теоретический вопрос и расчетную задачу малой сложности, относящуюся к области знаний, определяемой перечнем вопросов к зачету (п. 7.2.4). Использование конспектов лекций или учебной литературы, а также мобильных телефонов, планшетов, ноутбуков и/или иных устройств, предоставляющих беспроводную связь, не допускается. Время подготовки письменного ответа по заданию составляет 20 мин. Затем осуществляется проверка письменного ответа и выставляется оценка по двухбалльной системе в соответствии с указанными выше требованиями.

Экзаменационный билет включают два теоретических вопроса и одну расчетную задачу малой/средней сложности, относящуюся к области знаний, определяемой перечнем вопросов к зачету (п. 7.2.5). Использование конспектов лекций или учебной литературы в любой форме, а также мобильных телефонов, планшетов, ноутбуков и/или иных устройств, предоставляющих беспроводную

связь, не допускается. Время подготовки к ответу по заданию составляет 35 мин. Затем осуществляется проверка уровня подготовки в ходе устной беседы с экзаменатором, на которую отводится до 10 минут, и выставляется оценка в соответствии с указанными выше требованиями.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Иванов М.Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст]: учеб. для вузов. Стандарт третьего поколения / Под ред. В.Н. Ушакова. – СПб.: Питер, 2014. – 336 с.

2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст]: учеб. пособие для вузов (рекомендовано Мин. обр. и науки РФ в качестве учеб. пособия для студентов вузов). – 5-е изд., испр. и доп. – М.: Дрофа, 2006. – 719 с.

3. Останков А.В. Радиотехнические цепи и сигналы. Сборник задач с примерами решений [Текст]: учеб. пособие. Ч. 1 / ФГБОУ ВО «Воронеж. гос. техн. ун-т». – 3-е изд., испр. и доп. – Воронеж, 2017. – 172 с.

4. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 1. Теория сигналов и линейные цепи [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Томск: Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 260 с. – Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/72172.html>.

5. Каратаева Н.А. Радиотехнические цепи и сигналы. Ч. 2. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Томск: Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 257 с. – Режим доступа: URL: <http://www.iprbookshop.ru/72173.html>.

6. Токарев А.Б., Останков А.В. Характеристики радиотехнических сигналов [Текст]: учеб. пособие. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2007. – 149 с.

7. Останков А.В., Токарев А.Б. Дискретизация сигналов с заданной погрешностью восстановления [Текст]: учеб. пособие. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. – 129 с.

8. Останков А.В. Радиотехнические сигналы и линейные цепи для их обработки: Исследование на основе имитационного моделирования [Текст]: учеб. пособие. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2008. – 161 с.

9. Останков А.В. Нелинейные радиотехнические цепи: Исследование на основе имитационного моделирования [Текст]: учеб. пособие. – Воронеж: ГОУВПО «Воронежский государственный технический университет», 2009. – 158 с.

10. Токарев А.Б. Сборник заданий для тестирования остаточных знаний студентов по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы» [Электронный

ресурс]: учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 2003. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)

11. Останков А.В. Усиление узкополосных сигналов [Электронный ресурс]: учеб. пособие. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)

12. Токарев А.Б. Нелинейные радиотехнические цепи и цепи с переменными параметрами [Текст]: учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 1999. – 100 с.

13. Цифровые фильтры: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» для студентов специальности «Радиотехника» [Текст] / ГОУВПО «ВГТУ»; сост. А.В. Останков. Воронеж, 2009. – 56 с.

14. Методические указания по подготовке к электронным коллоквиумам № 1 - 3 по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» для студентов специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы» и бакалаврантов по направлению подготовки «Радиотехника» очной формы обучения [Текст] / ФГБОУ ВПО «ВГТУ»; сост. А.В. Останков. Воронеж, 2012. – 40 с.

15. Методические указания к лабораторным работам № 1-2 по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» для студентов направления «Радиотехника» очной формы обучения [Текст] / Сост.: А.В. Останков, В.П. Дубыкин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2015. – 38 с.

16. Методические указания к лабораторным работам № 3-4 по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» для студентов направления 11.03.01 «Радиотехника» очной формы обучения [Текст] / Сост.: А.В. Останков, В.П. Дубыкин. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2015. – 43 с.

17. Преобразование сигналов в нелинейных радиотехнических цепях: методические указания к лабораторным работам № 5-7 по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» для студентов направления 11.03.01 «Радиотехника» очной формы обучения [Текст] / Сост. А.В. Останков. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2016. – 34 с.

18. Методическое указания к лабораторным работам № 7 и 8 по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» для студентов специальности «Радиотехника» очной формы обучения / ГОУВПО «ВГТУ»; сост. А.В. Останков, В.П. Дубыкин. Воронеж, 2009. – 42 с.

19. Активные цепи с обратной связью. Генерирование гармонических колебаний: методические указания к лабораторным работам № 8-9 по дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» для студентов направления 11.03.01 «Радиотехника» очной формы обучения [Текст] / Сост. А.В. Останков. – Воронеж: ФГБОУ ВО «ВГТУ», 2016. – 28 с.

8.2. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Схемотехнический симулятор свободного доступа или с академической лицензией.

Система математического моделирования свободного доступа или с академической лицензией.

Офисный пакет приложений Microsoft Office, табличный процессор Open Office Calc.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория «Радиотехнические цепи и сигналы» кафедры радиотехники с необходимым лабораторным оборудованием и персональными компьютерами.

Экспериментальной базой изучения дисциплины служит лабораторный комплекс, объединяющий несколько рабочих мест, оборудованных лабораторными стендами, осциллографом, вольтметром, низкочастотным генератором гармонических сигналов и высокочастотным генератором-частотомером. Лабораторные стенды комплектуются сменными панелями, содержащими различные блоки преобразования сигналов: блок нелинейного усиления и умножения частоты, блок амплитудного модулятора и детектора, формирователь последовательности отсчётных импульсов с набором восстанавливающих фильтров нижних частот и т. д.

Выполнение части лабораторных работ производится методом имитационного моделирования на персональных компьютерах с использованием программ свободного доступа. Применяются персональные компьютеры, имеющиеся в лаборатории.

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

По дисциплине «Радиотехнические цепи и сигналы» читаются лекции, проводятся практические и лабораторные занятия, выполняется курсовая работа. Необходимым условием формирования компетенций при изучении дисциплины является строгое соблюдение графика учебного процесса.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе. С темой предстоящей лекции следует ознакомиться заранее и до ее начала проработать по учебникам теоретический материал. Прослушав лекцию, в этот же день необходимо просмотреть материал лекции по конспекту и проработать наиболее сложные и непонятные моменты.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков применения математических методов описания радиотехнических сигналов, анализа их характеристик и показателей, использования частотного и временного методов анализа широкополосных и узкополосных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей, определения функциональной пригодности типовых цепей для реализации заданных преобразований сигналов. Занятия проводятся путем решения типовых задач в аудитории. К занятиям следует готовиться. Самостоятельная работа должна включать подготовку к контрольной работе по теме уже состоявшегося занятия и проработку теоретических вопросов по теме будущего. Подготовка к контрольной работе заключается в разборе решенных на аудиторном занятии задач, а также задач, решения которых изложены в рекомендованных учебных пособиях и методических материалах. Затем следует приступить к решению задач из категории «Контрольные задачи». Поскольку таких задач несколько, но они многовариантны, разумно ограничиться решением наиболее разнотипных вариантов каждой задачи.

При выполнении лабораторных работ необходимо обеспечить заданную расписанием ритмичность. При пропуске занятия необходимо ликвидировать отставание в дополнительное время. К каждому занятию следует готовиться: проработать теоретический материал, выполнить домашнее расчетное задание, оформить «заготовку» отчета. В процессе выполнения работы необходимо формировать окончательный отчет, внося экспериментальные результаты и выводы в «заготовку». Стандартным явлением должна стать защита работы сразу после её выполнения. При подготовке к лабораторному занятию рекомендуется провести схемотехническое моделирование подлежащих исследованию явлений, принципов, цепей и сигналов.

В начале 6-го (7-го) семестра каждому студенту выдается индивидуальное задание на курсовую работу, выполняемую самостоятельно под контролем преподавателя. Весь объем работы разбит на этапы, выполняемые в течение установленного срока. Временной график выполнения этапов представлен в техническом задании к курсовой работе. В процессе выполнения работы рекомендуется представлять промежуточные результаты работы преподавателю для проверки их правильности и полноты. После выполнения курсовой работы студент обязан представить отчет, оформленный в виде расчетно-пояснительной записки. Оформленная в соответствии с нормативными требованиями пояснительная записка по курсовой работе сдается преподавателю на проверку. В случае если замечания по пояснительной записке оказываются несущественными, защита проводится в форме беседы со студентом по существу полученных им результатов с выставлением соответствующей оценки. Если же работа требует серьезной доработки, в частности, содержит ошибочные результаты, то записка возвращается студенту на доработку. Оценка в этом случае снижается.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой индивидуальных контрольных работ, результатов компьютерного тестирования, устным опросом при защите результатов лабораторных работ, проверкой и защитой курсовой работы. Освоение дисциплины оценивается на зачете (в 5-м семестр для очной формы обучения) и экзамене (в 6(7)-м семестре).

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью словарей и справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, практическом или лабораторном занятии.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Анализ решения образцовых задач в рекомендуемой литературе. Решение задач по предложенным образцам. Тестирование.
Лабораторные занятия	Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретических материалов и подготовка домашних заданий к лабораторным работам. Выполнение исследований; при этом особое внимание следует уделить выявлению взаимосвязей между параметрами радиотехнических цепей и временными и спектральными характеристиками формируемых ими радиотехнических сигналов.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, решение задач на практических занятиях и выполненные исследования на лабораторных занятиях.