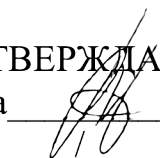


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

«17» февраля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Радиотехнические цепи и сигналы»

Специальность 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Направленность Радиоэлектронные системы передачи информации

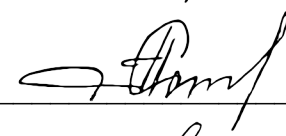
Квалификация выпускника Инженер

Нормативный период обучения 5,5 лет

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2023 г.

Автор программы  / Останков А.В./

Заведующий кафедрой  / Останков А.В./

Руководитель ОПОП  /Журавлёв Д.В./

Воронеж 2023

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

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

1.2.2. Научить применять математические методы для анализа линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей.

1.2.3. 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-4 – способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных.

Код компетенции	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-4	знать основные виды радиотехнических сигналов, методы их описания и характеристики и показатели, основные принципы преобразований сигналов в типовых радиотехнических цепях;
	уметь применять персональный компьютер для анализа и моделирования линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей и преобразования ими сигналов;
	владеть навыками измерений основных параметров радиотехнических сигналов и цепей с использованием современной контрольно-измерительной техники.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» составляет 9 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий:

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	6
Аудиторные занятия (всего)	144	72	72
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
Самостоятельная работа	108	36	72
Курсовая работа			есть
Часы на контроль	72	36	36
Виды промежуточной аттестации		экзамен	экзамен
Общая трудоемкость академические часы з.е.	324 9	144 4	180 5

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	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
5 семестр			36	18	18	36	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 прямоугольного и дельта - импульса. Сущность спектрального метода анализа линейных цепей. Связь импульсной и комплексной частотной характеристик, временного и спектрального методов. Самостоятельное изучение: спектры типовых импульсных сигналов. Основные теоремы о спектрах. Энергетические характеристики непериодических сигналов. Авто- и взаимнокорреляционные функции сигналов и их связь с энергетическими и спектральными характеристиками. Связь преобразований Фурье и Лапласа и его применение. Особенности спектров неинтегри-	9	5	5	9	28

		руемых сигналов. Самостоятельное изучение: автокорреляционные функции типовых импульсных сигналов.					
2	Модулированные сигналы	Виды модуляции радиотехнических сигналов. Условие узкополосности модулированных сигналов. Радиосигналы с амплитудной модуляцией (АМ), их свойства и параметры. Спектральный анализ АМ - колебаний при тональной модуляции и модуляции произвольным периодическим и непериодическим сигналами. Самостоятельное изучение: векторное представление АМ - сигналов. Сигналы с угловой модуляцией (УМ). Мгновенная частота и набег фазы колебания. Частотная модуляция. Фазовая модуляция. Связь между ними. Девияция частоты и индекс модуляции. Спектр сигнала с УМ. Практическая ширина спектра сигнала с УМ и её зависимость от параметров сигнала. Самостоятельное изучение: векторное описание сигналов с УМ. Энергетические характеристики модулированных сигналов. Сравнение сигналов с АМ и УМ 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 представления. Комплексная огибающая узкополосного сигнала, связь ее спектра со спектром узкополосного сигнала. Амплитудно-, фазо- и частотно-кодированные сигналы как разновидности модулированных сигналов. Самостоятельное изучение: спектральные и корреляционные функции комплексной огибающей кодированных сигналов.	9	5	5	9	28
3	Активные линейные радиотехнические цепи	Импульсная и комплексная частотная характеристики линейной цепи. Временной и спектральный методы анализа прохождения сигнала	9	4	4	9	26

		лов 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 и схема замещения линейного активного элемента по переменной составляющей. Линейное апериодическое усиление колебаний. Схема замещения, основные показатели и характеристики усилителя. Условие усиления сигналов 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 АМ - сигнала. Анализ прохождения сигнала через усилитель спектральным методом. Линейные искажения и условие их минимизации. Самостоятельное изучение: искажения при расстройке контура относительно несущей частоты АМ - сигнала. Линейное резонансное усиление колебаний с УМ. 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 УМ. Самостоятельное изучение: установление частоты при усилении колебаний. Низкочастотный эквивалент узкополосной цепи, его частотная и импульсная характеристики. Частотный и временной методы анализа прохождения комплексной огибающей узкополосного сигнала через низкочастотный эквивалент узкополосной цепи. Анализ прохождения радиоимпульса через резонансный усилитель. Самостоятель-					
--	--	---	--	--	--	--	--

		ное изучение: текущая 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 (ВАХ) 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 ВАХ нелинейного сопротивления. Нелинейное резонансное усиление. Статическая и динамическая проходные ВАХ 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 нелинейного усилителя. Зависимость КПД усилителя и его коэффициента усиления от угла отсечки тока. Самостоятельное изучение: особенности усиления в перенапряжённом режиме работы. Нелинейное усиление АМ - колебаний и сигналов с УМ. Минимизация нелинейных искажений в усилителе радиосигналов. Умножение частоты в нелинейном резо-	9	4	4	9	26

		нансном усилителе. Амплитудное ограничение. Самостоятельное изучение: моделирование процессов в нелинейных цепях по заданному дифференциальному уравнению.					
Контроль							36
6 семестр			36	18	18	72	180
5	Радиотехнические цепи с обратной связью	Сущность и виды обратной связи (ОС) в активных цепях. Комплексная частотная характеристика линейной цепи, охваченной ОС. Положительная и отрицательная обратная связь. Влияние ОС на частотную характеристику и неустойчивость коэффициента усиления активной линейной цепи. Коррекция частотной характеристики усилителя. Самостоятельное изучение: регенеративный усилитель. Понятие устойчивости активных цепей с ОС. Общее условие устойчивости линейной цепи с ОС. Критерии устойчивости. Алгебраический критерий (Рауса-Гурвица). Достаточное условие устойчивости активных цепей 1-го и 2-го порядков. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Анализ устойчивости на основе диаграмм Бодэ. Самостоятельное изучение: запасы устойчивости цепи с ОС. Общие условия возбуждения автоколебаний в системах с ОС: фазовое и амплитудное. Структура автогенератора и её влияние на форму автоколебаний. Условия самовозбуждения LC-автогенератора с трансформаторной ОС. Стационарный режим работы. Мягкий и жёсткий режимы самовозбуждения. Самостоятельное изучение: захват частоты при действии внешнего источника на автогенератор. Анализ схем LC - автогенераторов. Автогенераторы с автотрансформаторной и ёмкостной ОС. Трёхточечные схемы, принцип их построения, условия возбуждения, частота генерации. Принцип работы, схема и условия возбуждения RC - автогенератора. Ограничение амплитуды автоколебаний. Самостоятельное изучение: стабильность частоты автогенератора.	9	5	5	18	37
6	Преобразования сигналов нели-	Воздействие бигармонического сигнала на нелинейное сопротив-	9	5	5	18	37

	нейными цепями	ление. Комбинационные частоты. Принципы получения АМ - колебаний и их демодуляции. АМ смещением в режиме малого и большого сигналов. Понятие модуляционной характеристики, условие неискаженной АМ. Самостоятельное изучение: получение сигналов с однополосной АМ. Принципы получения сигналов с УМ. 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 УМ путём преобразования АМ - колебания. Выпрямление колебаний нелинейной цепью с фильтрацией постоянного тока. Детектирование АМ - сигналов. Линейный режим работы диодного амплитудного детектора. Требования к параметрам фильтра. Коэффициент передачи, детекторная характеристика и входное сопротивление детектора. Самостоятельное изучение: принцип работы и коэффициент передачи коллекторного детектора. Преобразование частоты. Синхронное детектирование АМ - колебаний. Принципы детектирования сигналов с УМ. 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. Спектр дискретизированного сигнала, его особенности. Теорема Уиттекера - Котельникова - Шеннона (теорема отсчётов) применительно к дискретизации видеосигналов. Восстановление исходного сигнала. Требования к восстанавливающему фильтру. Практическое применение теоремы отсчётов и возникающие при этом погрешности. Особенности дискретизации и восстановления по	9	4	4	18	35

		отсчётам узкополосных радиосигналов. Субдискретизация: принцип, разрешённые частоты дискретизации. Дискретизация комплексной огибающей радиосигнала, формируемой квадратурной схемой. Самостоятельное изучение: теорема отсчётов в частотной области. Комплексный спектр периодического дискретизированного сигнала. Дискретный сигнал. Дискретное преобразование Фурье, его свойства и практическое значение. Сущность быстрого преобразования Фурье. Самостоятельное изучение: реализация алгоритмов быстрого преобразования Фурье в пакетах моделирования. Сущность дискретной фильтрации сигналов. Импульсная характеристика дискретного фильтра. Дискретная свёртка. Нерекурсивная и рекурсивная схема дискретных фильтров. Квантование по уровню. Цифровой сигнал. Цифровой фильтр. Передаточная функция и частотная характеристика цифрового фильтра, их особенности. Частота Найквиста. Самостоятельное изучение: вопросы устойчивости рекурсивных цифровых фильтров. 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 реализуемости. Методика синтеза. Синтез фильтров нижних частот Баттерворта и Чебышёва. Синтез фильтров верхних частот и полосно-пропускающих фильтров на основе фильтров нижних частот. Самостоятельное изучение: фильтры Бесселя, Гаусса, Лежандра, Золотарёва. Способы схемотехнической реализации аналоговых фильтров. Реализация в виде лестничных LC-	9	4	4	18	35

		структур, каскадного включения типовых RLC-звеньев, в виде ARC-фильтра с каскадной структурой. Самостоятельное изучение: синтез фильтров в пакетах схемотехнического моделирования. Синтез нерекурсивных цифровых фильтров методом частотной выборки. Устранение эффекта Гиббса. Синтез нерекурсивных цифровых фильтров методом временного окна. Влияние параметров окна на частотную характеристику фильтра. Самостоятельное изучение: примеры синтеза нерекурсивных цифровых фильтров. Синтез рекурсивных цифровых фильтров методом инвариантной импульсной характеристики (стандартного z-преобразования) и методом инвариантной частотной характеристики (билинейного z - преобразования). Самостоятельное изучение: синтез цифрового варианта RC-цепи.					
		Контроль					36
		Итого	72	36	36	108	324

5.2. Перечень лабораторных работ

Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Объем, часов
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 сигналов и умножение частоты	6
5	Обратная связь в линейных активных цепях	4
5	Генерирование гармонических колебаний	4
6	Амплитудная модуляция смещением	4
7	Восстановление непрерывных сигналов по дискретным отсчетам	6
Итого		36

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.

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.

Контрольные работы не предусмотрены учебным планом.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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-4	знать основные виды радиотехнических сигналов, методы их описания и характеристики и показатели, основные принципы преобразования 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 описания радиотехнических сигналов и цепей	Неспособность представить аргументированные рассуждения, относящиеся к описанию радиотехнических сигналов и цепей
	уметь применять персональный компьютер для анализа и моделирования линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей и преобразования ими сигналов	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

7.1.2. Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5-м и 6-м семестрах для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

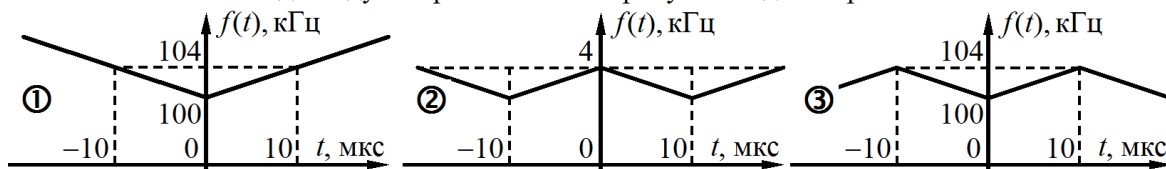
«отлично»,
«хорошо»,
«удовлетворительно»,
«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-4	знать основные виды радиотехнических сигналов, методы их описания и характеристики, основные 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 практических и лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практических задач демонстрируют нестабильность результатов	Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практических задач оказываются малорезультативными
	уметь применять персональный компьютер для анализа и моделирования линейных и нелинейных, аналоговых и цифровых радиотехнических цепей и преобразования ими сигналов	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				

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

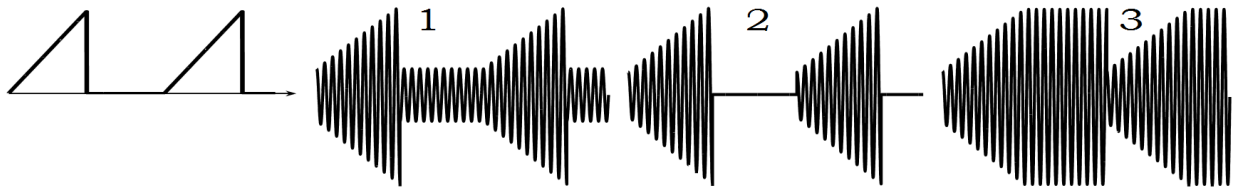
Задание 0208. На идеальный частотный модулятор с крутизной $k_{\text{ЧМ}} = 4$ кГц/В поступает модулируемое колебание $8 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^5 \cdot t)$ (В) и периодический информационный сигнал, определяемый на периоде $T_{\text{п}} = 20$ мкс выражением $10^5 \cdot |t|$. Временная диаграмма мгновенной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



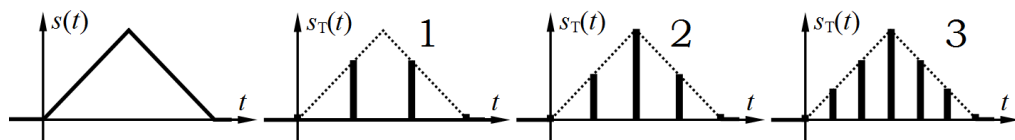
Задание 0212. На рисунке слева изображен информационный сигнал. Временная диаграмма соответствующего АМ-сигнала показана на рисунке под номером ...



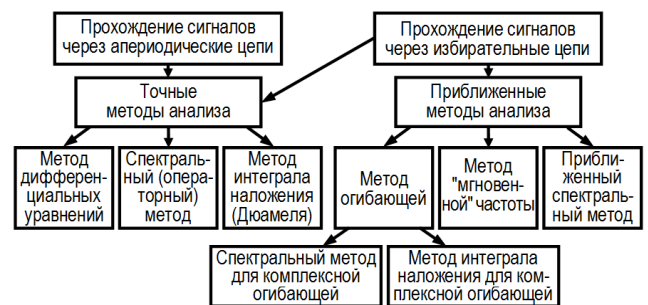
Задание 0214. На рисунке слева показан сигнал на выходе идеального фазового модулятора. Управляющий набегом фазы информационный сигнал на входе модулятора изображен на рисунке справа под номером



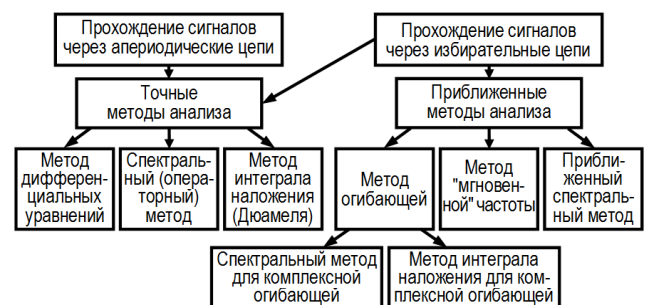
Задание 1013. Исходный непрерывный сигнал показан на рисунке слева. Его длительность 1 мс. Сигнал, полученный в результате дискретизации исходного с частотой 4 кГц, показан на рисунке под номером ...



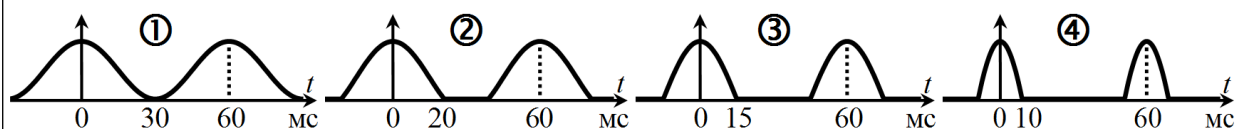
Задание 0315. На рисунке показана краткая классификация методов анализа линейных цепей. Один из указанных методов основан на динамическом представлении входного сигнала (например, в виде разложения по δ -функциям) и использовании таких характеристик цепи, как импульсная или переходная. Это метод ...



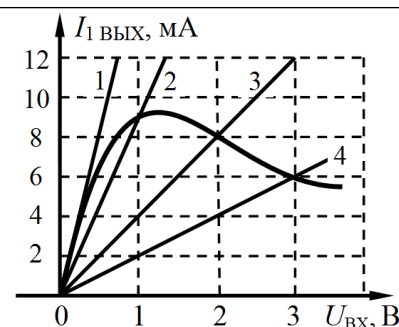
Задание 0317. На рисунке показана краткая классификация методов анализа линейных цепей. Один из указанных методов основан на представлении сигнала в виде совокупности комплексных гармонических колебаний разных частот и использовании комплексной частотной характеристики цепи. Это метод ...



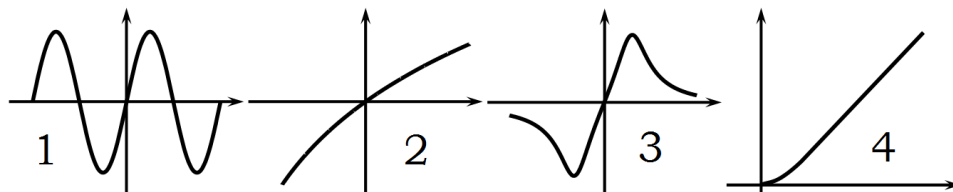
Задание 0419. Угол отсечки 120 градусов соответствует временной диаграмме тока нелинейного сопротивления, приведенной под номером ...



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 ...

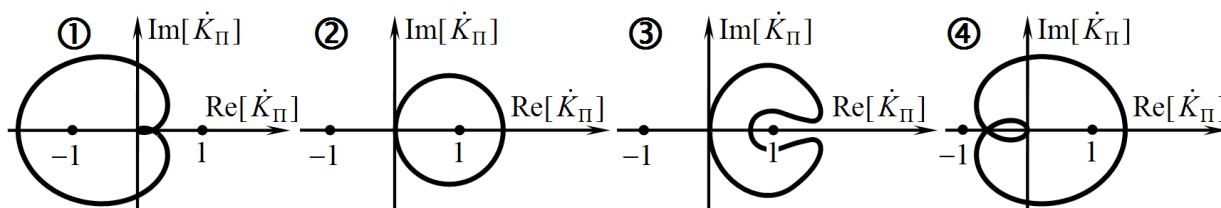


Задание 1101. Из перечисленных ниже вариантов для оценки реакции дискретного (цифрового) фильтра на входную последовательность отсчетов следует использовать:

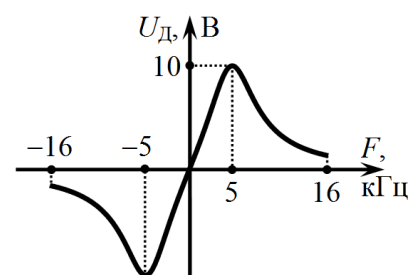
- 1) интегральное преобразование Лапласа;
- 2) интегральное преобразование Фурье;
- 3) интеграл Дюамеля;
- 4) Z-преобразование;
- 5) дискретную свертку.

7.2.2. Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

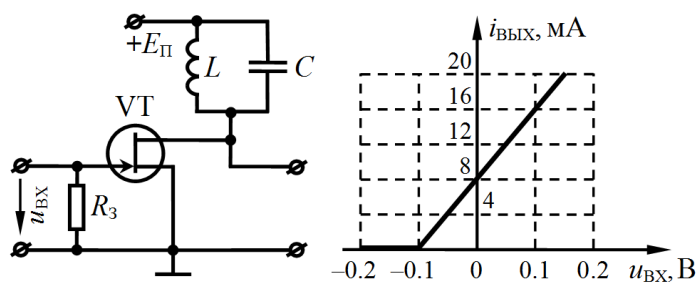
Задание 0517. На рисунке приведены годографы коэффициента петлевого усиления (Найквиста) активных линейных цепей с обратной связью. Номера годографов, относящихся к устойчивым цепям – ...



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.

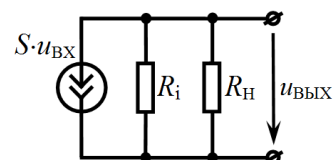


Задание 0411. Проходная вольтамперная характеристика транзистора имеет вид

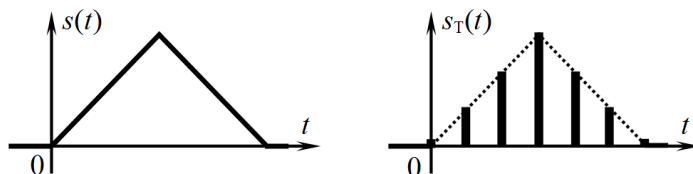
$$i_{\text{ВЫХ}}(u) = 5 + 13 \cdot (u - 0.6) + 8 \cdot (u - 0.6)^2, \text{ мА.}$$

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.

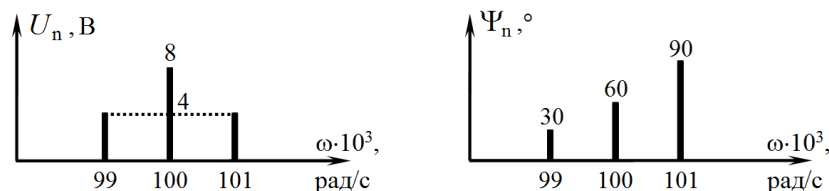
Задание 0313. На рисунке показана схема замещения по переменной составляющей линейного резистивного усилителя на нижних частотах. Усилитель обладает коэффициентом усиления 150; нагрузочное сопротивление $R_{\text{Н}} = 3$ кОм, выходное дифференциальное сопротивление усилительного элемента $R_{\text{и}}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



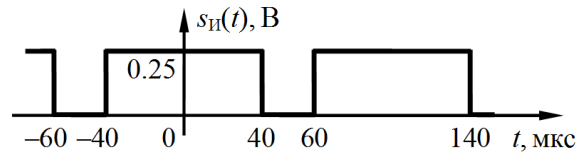
Задание 1007. Непрерывный сигнал $s(t)$ длительностью 0.6 мс продискретизирован (см. рисунок). Частота дискретизации сигнала составляет ... кГц.



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



Задание 0206. На идеальный частотный модулятор с крутизной $k_{\text{ЧМ}} = 8000 \text{ рад/(В}\cdot\text{с)}$ 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.

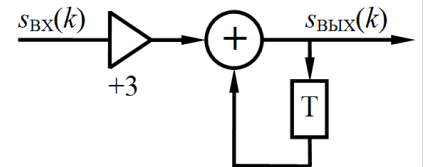


Задание 0115. Средняя мощность измеряемого в вольтах периодического напряжения, которое в пределах одного периода определяется выражением

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

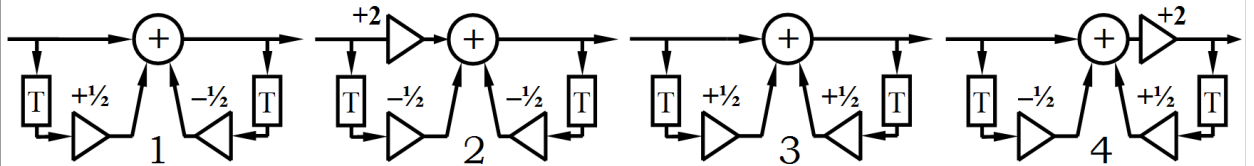
составляет ... В².

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

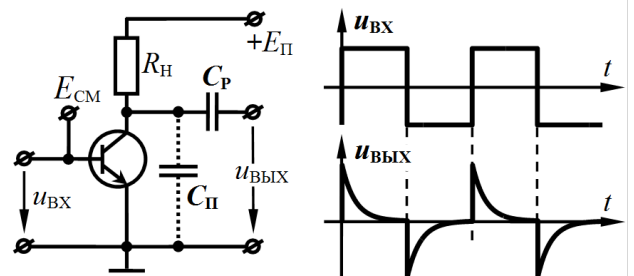


7.2.3. Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

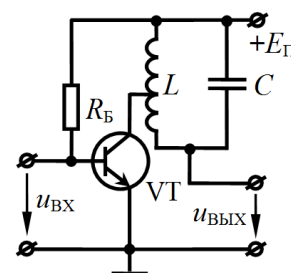
Задание 1143. Среди представленных ниже дискретных цепей имеется фильтр, системная функция которого определяется как $H(z) = \frac{2 - 0.5 \cdot z^{-1}}{1 + 0.5 \cdot z^{-1}}$. Это фильтр под номером



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



Задание 0434. Представленную на рисунке схему предполагается использовать в качестве удвоителя частоты. Входное напряжение определяется выражением $u_{\text{ВХ}}(t) = 0.5 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^4 \cdot t)$, 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.

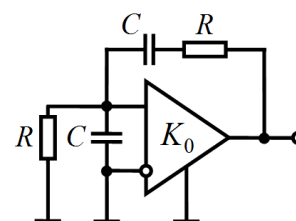


Задание 0301. Крутизна S проходной вольтамперной характеристики транзистора, на котором построен линейный усилитель, равна 10 мА/В. Эквивалентное резонансное сопротивление нагрузочного колебательного контура – $R_{\text{кэ}} = 15$ кОм. Коэффициент усиления на резонансной частоте такого усилителя составляет

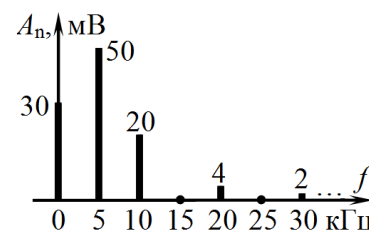
Задание 0223. На идеальный фазовый модулятор с крутизной $k_{\text{ФМ}} = 5$ рад/В подается информационный (модулирующий) сигнал $s_{\text{И}}(t) = 0.7 \cdot \cos(2\pi \cdot 10^3 \cdot t)$, В. Колебания, наблюдаемые на выходе модулятора, пропускаются через идеальный полосовой фильтр, настроенный на несущую 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 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.

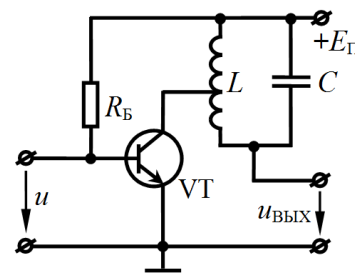
Задание 0601. Частота автоколебаний в схеме RC-автогенератора с мостом Вина в цепи положительной обратной связи ($R = 1$ кОм, $C = 1.6$ нФ) составляет ... Зависимостью частоты от коэффициента усиления K_0 пренебречь.



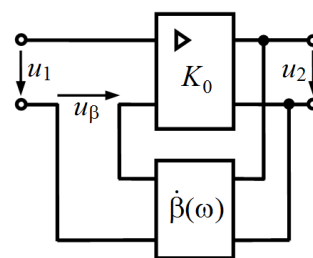
Задание 0104. Средняя мощность периодического колебания, амплитудный спектр которого показан справа на рисунке, равна 2350 мВ². Практическая ширина спектра колебания, в пределах которой сосредоточено 90 % мощности сигнала, составляет ... кГц.



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 $R_{\text{кз}} = 1.5$ кОм. На входе транзистора воздействует 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

Учебным планом зачет не предусмотрен.

7.2.5. Примерный перечень вопросов для подготовки к экзаменам

В 5-м семестре:

Экз1В1 – Периодические сигналы и их представление рядами Фурье. Комплексный и гармонический спектры амплитуд и фаз периодических сигналов.

Экз1В2 – Энергетические характеристики сигналов. Распределение средней мощности сигнала по спектру. Практическая ширина спектра и критерии её оценки.

Экз1В3 – Спектр периодической последовательности прямоугольных импульсов произвольной скважности. Синтез периодических сигналов. Эффект Гиббса.

Экз1В4 – Комплексная спектральная плотность непериодического сигнала. Спектральная плотность амплитуд прямоугольного и дельта - импульса. Сущность спектрального метода анализа линейных цепей.

Экз1В5 – Основные теоремы о спектрах. Автокорреляционная и взаимнокорреляционная функции сигналов и их связь с энергетическими и спектральными характеристиками.

Экз1В6 – Радиосигналы с амплитудной модуляцией (АМ) и их свойства. Спектральный анализ АМ - колебаний при тональной модуляции и модуляции произвольным сигналом.

Экз1В7 – Радиосигналы с частотной модуляцией. Мгновенная частота и набег фазы колебания. Девияция частоты. Спектр колебания с тональной частотной модуляцией. Практическая ширина спектра.

Экз1В8 – 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.

Экз1В9 – 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.

Экз1В10 – Комплексная огибающая узкополосного сигнала и её практическое значение. Спектр комплексной огибающей и его связь со спектром узкополосного сигнала.

Экз1В11 – Импульсная и комплексная частотная характеристики линейной цепи. Временной и спектральный методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи, связь между ними.

Экз1В12 – Понятие идеального усилителя. Условия неискаженного усиления сигналов. Идеальный фильтр нижних частот, идеальный полосно-пропускающий фильтр, их частотные и временные характеристики.

Экз1В13 – Условия линейного режима работы активного элемента. Схема замещения линейного активного элемента по переменной составляющей и её параметры.

Экз1В14 – Линейное апериодическое усиление колебаний. Схема замещения, основные показатели и характеристики усилителя. Условие усиления с допустимыми искажениями.

Экз1В15 – Схема замещения, частотные характеристики линейного резонансного усилителя. Линейное усиление АМ-сигнала. Линейные искажения и условие их минимизации.

Экз1В16 – Анализ прохождения тонально модулированного сигнала через линейный усилитель методом мгновенной частоты. Паразитная амплитудная модуляция. Линейные искажения сигнала и условия их минимизации.

Экз1В17 – Низкочастотный эквивалент узкополосной цепи. Методы анализа прохождения комплексной огибающей сигнала через низкочастотный эквивалент цепи.

Экз1В18 – Расчет спектрального состава тока при возбуждении нелинейного сопротивления гармоническим сигналом в режиме малого сигнала. Нелинейные искажения в усилителе с резистивной нагрузкой.

Экз1В19 – Расчет спектрального состава тока при возбуждении нелинейного сопротивления гармоническим сигналом в режиме большого сигнала с отсечкой тока. Оптимальный угол отсечки тока.

Экз1В20 – Нелинейное резонансное усиление гармонических колебаний. Недонапряженный, критический и перенапряженный режимы работы. Колебательная характеристика усилителя и ее расчёт.

Экз1В21 – Квазилинейный метод анализа нелинейного усилителя с частотно-избирательной нагрузкой в недонапряжённом режиме работы.

Экз1В22 – Энергетические характеристики нелинейного усилителя радиосигналов. Зависимость коэффициента полезного действия усилителя и его коэффициента усиления от угла отсечки тока.

Экз1В23 – Нелинейное усиление амплитудно-модулированных колеба-

ний и сигналов с угловой модуляцией. Минимизация нелинейных искажений в усилителе радиосигналов.

Экз1В24 – Умножение частоты в нелинейном резонансном усилителе. Амплитудное ограничение.

В 6-м семестре:

Экз2В1 – Комплексная частотная характеристика линейной цепи, охваченной обратной связью (ОС). Положительная и отрицательная ОС. Влияние ОС на частотную характеристику цепи.

Экз2В2 – Понятие устойчивости линейных активных цепей с ОС. Общее условие и алгебраический критерий устойчивости (Рауса-Гурвица) цепи с ОС.

Экз2В3 – Частотные критерии устойчивости Михайлова и Найквиста. Анализ устойчивости на основе диаграмм Бодэ.

Экз2В4 – Условия возбуждения автоколебаний. Структура автогенератора. Условия самовозбуждения LC-автогенератора с трансформаторной ОС.

Экз2В5 – Условие установления автоколебаний в LC-автогенераторе с трансформаторной ОС. Мягкий и жёсткий режим самовозбуждения колебаний.

Экз2В6 – Анализ схем LC-автогенераторов. Автогенераторы с автотрансформаторной и ёмкостной ОС. Трёхточечные схемы.

Экз2В7 – Принцип работы, структурная схема и условия возбуждения RC-автогенератора. Ограничение амплитуды автоколебаний в RC-автогенераторе.

Экз2В8 – Воздействие бигармонического сигнала на нелинейное сопротивление. Амплитудная модуляция (АМ) смещением. Условие неискаженной АМ.

Экз2В9 – Принципы получения сигналов с угловой модуляцией.

Экз2В10 – Выпрямление колебаний нелинейной цепью с фильтрацией постоянного тока. Детектирование АМ-сигналов. Линейный режим работы диодного амплитудного детектора.

Экз2В11 – Принципы детектирования колебаний с угловой модуляцией.

Экз2В12 – Дискретизированные сигналы, их математические модели и комплексный спектр. Представление сигналов в базисе Котельникова.

Экз2В13 – Теорема отсчётов применительно к дискретизации видеосигналов. Восстановление исходного сигнала.

Экз2В14 – Практическое применение теоремы отсчётов и возникающие при этом погрешности.

Экз2В15 – Особенности дискретизации и восстановления по отсчётам узкополосных радиосигналов. Субдискретизация узкополосных сигналов. Разрешённые и оптимальные частоты дискретизации.

Экз2В16 – Квадратурная дискретизация радиосигналов. Суть дискретизации комплексной огибающей радиосигнала и ее практическая реализа-

ция.

Экз2В17 – Дискретный сигнал. Дискретное преобразование Фурье, его свойства и практическое значение. Сущность быстрого преобразования Фурье.

Экз2В18 – Сущность дискретной фильтрации сигналов. Импульсная характеристика дискретного фильтра. Дискретная свёртка.

Экз2В19 – Импульсная и комплексная частотная характеристики дискретного фильтра. Нерекурсивная и рекурсивная реализации дискретных фильтров.

Экз2В20 – Квантование по уровню. Цифровой сигнал. Цифровой фильтр. Передаточная функция и импульсная характеристика цифрового фильтра. Особенности частотных характеристик цифровых фильтров.

Экз2В21 – Системная функция цифрового фильтра, её связь с импульсной характеристикой и комплексным коэффициентом передачи. Применение z -преобразования для анализа цифровых фильтров.

Экз2В22 – Методика синтеза аналогового линейного четырехполюсника по заданной амплитудно-частотной характеристике. Синтез фильтров нижних частот Баттерворта.

Экз2В23 – Синтез фильтров нижних частот Чебышёва. Синтез фильтров верхних частот и полосно-пропускающих фильтров на основе фильтров нижних частот.

Экз2В24 – Способы схемотехнической реализации аналоговых фильтров.

Экз2В25 – Синтез нерекурсивных цифровых фильтров методом частотной выборки и временного окна. Устранение эффекта Гиббса.

Экз2В26 – 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

Экзамены проводятся по билетам, каждый из которых содержит два теоретических вопроса и одну задачу и 5 тестовых вопросов. Правильный и полный ответ на каждый теоретический вопрос билета оценивается в 10 баллов, задача — также в 10 баллов (5 баллов за правильную методику решения и 5 баллов за верный ответ), каждый тест-вопрос в 1 балл. Максимальное количество набранных баллов составляет 35.

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 26 баллов.

Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 27 до 35 баллов.

7.2.7. Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Характеристики радиотехнических сигналов	ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
2	Модулированные сигналы	ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
3	Активные линейные радиотехнические цепи	ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
4	Активные нелинейные радиотехнические цепи	ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
5	Радиотехнические цепи с обратной связью	ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
6	Преобразования сигналов нелинейными цепями	ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
7	Цифровая обработка сигналов	ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, экзамен
8	Элементы теории синтеза линейных цепей	ОПК-4	Тест, защита лабораторных работ, 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 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.

Экзаменационный билет включают два теоретических вопроса и одну расчетную задачу малой/средней сложности, относящуюся к области знаний, определяемой перечнем вопросов к экзамену. 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 вы-

ставляется 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. – 336с.

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. – 719с.

3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы [Текст]: учебник (доп. Мин. высш. и сред. спец. обр. СССР). – 4-е изд., испр. и доп. – М.: URSS [ЛЕНАНД], 2016. – 520с.

4. 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. – 172с.

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

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

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

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

9. 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. – 161с.

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

11. 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)

12. Останков А.В. Усиление узкополосных сигналов [Электронный ре-

курс]: учеб. пособие. – Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2012. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM)

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

14. 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.

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

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. 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.

20. 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, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Схмотехнический симулятор свободного доступа –
<http://www.spectrum-soft.com/index.shtm>.

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 с использованием лекций и учебных пособий.

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 конкретных задач в аудитории. К занятиям следует готовиться. Самостоятельная работа должна включать подго-

товку 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 приступать к решению задач из категории "для самостоятельной работы". 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 семестра каждому студенту выдается индивидуальное задание по курсовой работе, выполняемой самостоятельно под контролем преподавателя. Весь объем работы разбивается на этапы, выполняемые в течение установленного срока. График выполнения этапов представлен в техническом задании к курсовой работе. При выполнении работы рекомендуется представлять промежуточные результаты работы преподавателю для проверки их правильности и полноты. После выполнения работы студент обязан представить отчет, оформленный в виде расчетно-пояснительной записки. Оформленная в соответствии с СТП ВГТУ пояснительная записка 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, например, 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. Формирование компетенций в рамках дисциплины оценивается на экзаменах (в 5 и 6-м семестрах).

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 промежуточной аттестации	При подготовке к зачету (экзамену) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.