

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

«УТВЕРЖДАЮ»

Председатель Ученого совета
 факультета радиотехники и электроники

 В.А. Небольсин

" 17 " 06 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

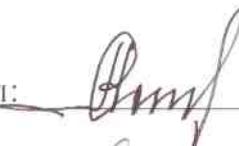
Б1.Б.16 "Радиотехнические цепи и сигналы"

Закреплена за кафедрой **радиотехники**
 Направление подготовки: **11.03.01 «Радиотехника»**
 Направленность: **«Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов»**
 Часов по учебному плану (УП): **252**
 Часов по рабочей программе дисциплины (РПД): **252**
 Часов по УП (без учета экзаменов): **216**
 Часов по РПД (без учета экзаменов): **216**
 Часов на самостоятельную работу по УП: **82**
 Часов на самостоятельную работу по РПД: **82;**
 Общая трудоемкость в ЗЕТ: **7**
 Виды контроля в семестрах: **зачёт – 5, экзамен – 6, курсовая работа – 6**
 Форма обучения: **очная**
 Срок обучения: **нормативный**

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестра/число учебных недель в семестре					
	5/18		6/20		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	18	18	40	40	58	58
Лабораторные занятия	18	18	20	20	38	38
Практические занятия	18	18	20	20	38	38
Аудиторные занятия	54	54	80	80	134	134
Самостоятельная работа	36	36	46	46	82	82
Экзамен	—	—	36	36	36	36
Итого	90	90	162	162	252	252

Сведения о ФГОС ВО, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) — 11.03.01 "Радиотехника" — утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 06 марта 2015 г. № 179.

Программу составил:  д.т.н., доцент Останков А.В.

Рецензент:  К.Т.Н. доц. Богачев М.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана ВГТУ подготовки бакалавров по направлению 11.03.01 "Радиотехника", направленность "Радиотехнические средства передачи, приёма и обработки сигналов".

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиотехники, протокол № 15 от "6" 06 2016 г.

Зав. кафедрой радиотехники  Б.В. Матвеев

1. Цели освоения дисциплины

1.1	Цель преподавания дисциплины — формирование системы фундаментальных понятий, идей и методов в области радиотехнических цепей и сигналов, объединяющих физические представления с математическими моделями основных классов сигналов и устройств для их обработки.
1.2	Для достижения цели ставятся задачи:
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 радиотехнических цепей;
1.2.3	привить навыки использования современной вычислительной техники для расчёта и схемотехнического моделирования радиотехнических цепей.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы высшего образования (ОП ВО)

Цикл (раздел) ОП: Б1	Код дисциплины в УП: Б1.Б.16
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам "Математика", "Основы теории цепей", "Электроника", а также овладеть следующими компетенциями:	
ОПК-1, ОПК-2	Б1.Б.5 Математика
ОПК-3	Б1.Б.10 Основы теории цепей
ОПК-3, ОПК-7	Б1.Б.14 Электроника
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.Б.21	Цифровая обработка сигналов
Б1.Б.23	Радиотехнические системы
Б1.В.ОД.11	Электропреобразовательные устройства
Б1.В.ДВ.6.2	Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем
Б1.В.ДВ.7.1	Обнаружение сигналов
Б1.В.ОД.12	Радиопередающие устройства
Б1.В.ОД.13	Радиоприемные устройства
Б1.В.ОД.14	Телевизионная техника

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-3	Способность решать задачи анализа и расчёта характеристик электрических цепей
<p>Планируемые результаты обучения по дисциплине:</p> <p>Знать: основные характеристики линейных и нелинейных радиотехнических цепей.</p> <p>Уметь: выполнять аналитический расчёт основных параметров радиотехнических цепей на основе схем замещения; применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для исследования радиотехнических цепей.</p> <p>Владеть: базовыми методами анализа радиотехнических цепей.</p>	
ПВК-18	Способность осуществлять анализ и расчёт параметров радиотехнических сигналов
<p>Планируемые результаты обучения по дисциплине:</p> <p>Знать: основные виды детерминированных сигналов в радиотехнике, методы их описания и основные характеристики.</p> <p>Уметь: выполнять расчёт основных характеристик и параметров детерминированных радиотехнических сигналов.</p> <p>Владеть: спектральными методами анализа детерминированных сигналов.</p>	
ПВК-19	Способность применять типовые радиотехнические цепи для реализации заданных преобразований сигналов
<p>Планируемые результаты обучения по дисциплине:</p> <p>Знать: принципы и основные свойства преобразований сигналов в радиотехнических цепях.</p> <p>Уметь: определять функциональную пригодность типовых радиотехнических цепей для осуществления заданных преобразований сигналов.</p> <p>Владеть: методами анализа преобразований сигналов при их прохождении через типовые радиотехнические цепи.</p>	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать
3.1.1	основные характеристики линейных и нелинейных радиотехнических цепей;
3.1.2	основные виды детерминированных сигналов в радиотехнике, методы их описания и основные характеристики;
3.1.3	принципы и основные свойства преобразований сигналов в радиотехнических цепях.
3.2	Уметь
3.2.1	выполнять аналитический расчёт основных параметров радиотехнических цепей на основе схем замещения;
3.2.2	применять компьютерные системы и пакеты прикладных программ для исследования радиотехнических цепей;
3.2.3	выполнять расчёт основных характеристик и параметров детерминированных радиотехнических сигналов;
3.2.4	определять функциональную пригодность типовых радиотехнических цепей для осуществления заданных преобразований сигналов.
3.3	Владеть
3.3.1	базовыми методами анализа радиотехнических цепей;
3.3.2	спектральными методами анализа детерминированных сигналов;
3.3.3	методами анализа преобразований сигналов при их прохождении через типовые радиотехнические цепи.

Из настоящей рабочей программы исключены вопросы статистического, корреляционного, спектрального описания и обработки случайных сигналов, поскольку они составляют содержание отдельной дисциплины **Б1.В.ДВ.2.1 «Теория вероятностей и случайные процессы в радиотехнике»** (или **Б1.В.ДВ.2.2 «Вероятностные задачи в радиотехнике»**), введённой в учебный план подготовки бакалавров по направлению 11.03.01 "Радиотехника" (трудоемкость в ЗЕТ – 4).

4. Структура и содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Номера недель учебного года	Вид учебной нагрузки и ее трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоя- тельная работа	Всего часов
5 семестр				18	18	18	36	90
1	Основные характеристики детерминированных сигналов	5	1-3	4	6	4	8	22
2	Модулированные сигналы	5	5-7	4	6	4	8	22
3	Активные линейные радиотехниче- ские цепи	5	9-11	4	2	4	8	18
4	Активные нелинейные радиотехни- ческие цепи	5	13-17	6	4	6	12	28
6 семестр				40	20	20	46	126
5	Активные цепи с обратной связью. Генерирование гармонических коле- баний	6	23-26	8	4	8	8	28
6	Преобразования сигналов в нели- нейных радиотехнических цепях	6	27-30	8	6	8	10	32
7	Обработка сигналов в параметри- ческих линейных цепях	6	31-32	4	2	—	4	10
8	Дискретная фильтрация сигналов	6	33-37	10	4	4	12	30
9	Элементы теории синтеза линейных радиотехнических цепей	6	38-40	6	2	—	8	16
10	Методы анализа избирательных радиотехнических цепей	4	41-42	4	2	—	4	10
Итого				58	38	38	82	216

4.1 Лекции

№ п/п	Тема и содержание лекции	Объ- ем, часов
5 семестр		18
1. Основные характеристики детерминированных сигналов		4
1	<p>Общая характеристика сигналов, используемых в радиотехнике, их классификация и основные модели. Периодические сигналы и их представление рядами Фурье. Комплексный и гармонический спектры амплитуд и фаз периодических сигналов. Энергетические характеристики периодических сигналов. Распределение мощности в спектре, практическая ширина спектра сигнала.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Спектры типовых периодических сигналов. Синтез периодических сигналов. Эффект Гиббса.</p>	2
2	<p>Интегральное представление непериодического сигнала. Прямое и обратное преобразования Фурье. Комплексная спектральная плотность сигнала. Основные теоремы о спектрах. Энергетические характеристики непериодического сигнала. Равенство Парсевала. Авто- и взаимнокорреляционные функции сигналов и их связь с энергетическими и спектральными характеристиками.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Частотные спектры и автокорреляционные функции типовых импульсных сигналов. Расчет спектра сигнала нетиповой формы на основе теорем о спектрах.</p>	2
2. Модулированные сигналы		4
3	<p>Виды модуляции радиотехнических сигналов. Условие узкополосности модулированных сигналов. Радиосигналы с амплитудной модуляцией и их свойства. Спектральный анализ амплитудно-модулированных колебаний при тональной модуляции и модуляции произвольным периодическим/непериодическим сигналом.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Энергетические характеристики амплитудно-модулированных сигналов. Сигналы с балансной и однополосной модуляцией.</p>	2
4	<p>Сигналы с угловой модуляцией. Мгновенная частота и полная фаза колебания. Фазовая модуляция и частотная модуляция. Девияция частоты и индекс модуляции. Связь между частотной и фазовой модуляциями. Спектр колебания с угловой тональной модуляцией. Практическая ширина спектра сигнала с угловой модуляцией и ее зависимость от параметров сигнала. База радиосигнала.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Энергетические характеристики сигналов с угловой модуляцией. База сигналов с линейной частотной модуляцией, многопозиционной фазовой манипуляцией. Простые и сложные сигналы.</p>	2

3. Активные линейные радиотехнические цепи		4
5	Импульсная и комплексная частотная характеристики линейной цепи. Временной и спектральный методы анализа прохождения сигналов через линейные цепи, связь между ними. Понятие идеального усилителя. Условия неискаженного усиления сигналов. Идеальный фильтр нижних частот, идеальный полосовой фильтр, их частотные и временные характеристики. <i>Самостоятельное изучение.</i> Линейное резистивное усиление колебаний. Основные показатели и характеристики усилителя.	2
6	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 усиливаемых сигналов и условие их минимизации. <i>Самостоятельное изучение.</i> Линейное резонансное усиление колебаний с угловой модуляцией.	2
4. Активные нелинейные радиотехнические цепи		6
7	Расчет спектрального состава тока при возбуждении безынерционного нелинейного сопротивления гармоническим сигналом: режим малого сигнала (полиномиальная интерполяция характеристики), режим большого сигнала (полигональная аппроксимация, отсечка тока). Метод трех ординат. Нелинейные искажения в нелинейном усилителе с резистивной нагрузкой. <i>Самостоятельное изучение.</i> Методика описания вольт-амперной характеристики нелинейного сопротивления полиномом и кусочно-линейной функцией.	2
8	Нелинейное резонансное усиление гармонических колебаний. Недонапряженный, критический и перенапряженный режимы работы нелинейного резонансного усилителя. Колебательная характеристика усилителя и средняя по первой гармонике крутизна активного элемента и их расчет. <i>Самостоятельное изучение.</i> Умножение частоты в нелинейном резонансном усилителе. Амплитудное ограничение.	2
9	Квазилинейный метод анализа нелинейного усилителя с частотно-избирательной нагрузкой в недонапряженном режиме работы. Энергетические характеристики нелинейного усилителя. Зависимость КПД усилителя и его коэффициента усиления от угла отсечки тока. Нелинейное усиление амплитудно-модулированных колебаний и сигналов с угловой модуляцией. Минимизация нелинейных искажений в усилителе радиосигналов.	2

6 семестр		40
5. Активные цепи с обратной связью. Генерирование гармонических колебаний		8
10	<p>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 нестабильность коэффициента усиления активной линейной цепи. Коррекция частотной характеристики усилителя. Регенеративный усилитель.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Применение отрицательной обратной связи для уменьшения искажений сигнала в активной цепи.</p>	2
11	<p>Понятие устойчивости линейных активных цепей с обратной связью. Общее условие устойчивости линейной цепи с обратной связью. Критерии устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости (Рауса-Гурвица). Достаточное условие устойчивости активных цепей первого и второго порядков. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Анализ устойчивости линейной цепи с обратной связью на основе АЧХ и ФЧХ разомкнутой цепи.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Запасы устойчивости активной цепи с обратной связью. Понятие об устойчивости состояний равновесия нелинейных цепей по Ляпунову.</p>	2
12	<p>Общие условия возбуждения автоколебаний в системах с обратной связью: фазовое и амплитудное. Структура автогенератора и ее влияние на форму генерируемых им колебаний. Условия самовозбуждения LC-автогенератора с трансформаторной обратной связью. Стационарный режим работы автогенератора. Мягкий и жесткий режимы самовозбуждения и нарастания колебаний в LC-автогенераторе.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Методы анализа автогенераторов.</p>	2
13	<p>Автогенераторы с автотрансформаторной и ёмкостной обратной связью. Трёхточечные схемы автогенератора, принцип их построения, условия возбуждения. Принцип работы, структурная схема и условия возбуждения RC-автогенератора гармонических колебаний. Ограничение амплитуды автоколебаний в RC-автогенераторе. Стабильность частоты автогенератора.</p> <p><i>Самостоятельное изучение.</i> Явление захвата частоты при воздействии внешнего источника на автогенератор.</p>	2
6. Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях		8
14	<p>Воздействие бигармонического сигнала на нелинейное сопротивление. Взаимодействие слабого и сильного сигналов в нелинейном элементе. Явление интермодуляции. Получение амплитудно-</p>	2

	модулированных колебаний. Амплитудная модуляция смещением в режиме малого и большого сигналов. Понятие модуляционной характеристики, условие неискаженной амплитудной модуляции. <i>Самостоятельное изучение.</i> Получение сигналов с однополосной амплитудной модуляцией.	
15	Принципы получения сигналов с угловой модуляцией. Генерация автоколебаний с частотной модуляцией на основе изменения резонансной частоты колебательной цепи путем электронного управления реактивностью. Управляющая характеристика автогенератора и условие ее линейности. Косвенная частотная модуляция с помощью фазового модулятора. Особенности построения фазового модулятора. Получение сигналов с угловой модуляцией путем преобразования амплитудно-модулированного колебания. <i>Самостоятельное изучение.</i> Формирование сигналов с угловой модуляцией с помощью квадратурного модулятора.	2
16	Выпрямление высокочастотных колебаний в нелинейной цепи с фильтрацией постоянного тока. Детектирование амплитудно-модулированных сигналов. Линейный и квадратичный режимы работы диодного амплитудного детектора. Требования к параметрам фильтра в схеме детектора. Коэффициент передачи, детекторная характеристика и входное сопротивление диодного детектора. <i>Самостоятельное изучение.</i> Принцип работы и коэффициент передачи коллекторного детектора.	2
17	Преобразование частоты. Синхронное детектирование амплитудно-модулированных колебаний. Принципы детектирования колебаний с угловой модуляцией. Одноконтурное частотное детектирование. Частотное детектирование на расстроенных контурах. Балансный фазовый детектор. Детекторные характеристики и условия их линейности. <i>Самостоятельное изучение.</i> Двухконтурное частотное детектирование на связанных контурах. Синхронное детектирование фазомодулированных колебаний.	2
7. Обработка сигналов в параметрических линейных цепях		4
18	Классификация параметрических цепей. Способы реализации безынерционных параметрических цепей. Временные и частотные характеристики линейной параметрической цепи. Эквивалентная схема замещения параметрической емкости при отличающихся вдвое частотах сигнала и накачки. <i>Самостоятельное изучение.</i> Соотношения между мгновенными значениями токов и напряжений в параметрическом сопротивлении, параметрической ёмкости, параметрической индуктивности.	2

19	Одноконтурный и двухконтурный параметрический усилитель. Энергетические соотношения в параметрических усилителях. Теорема Мэнли-Роу. Параметрическое возбуждение колебаний. <i>Самостоятельное изучение.</i> Модуляция как параметрическое преобразование. Умножение частоты в варакторных умножителях.	2
	8. Дискретная фильтрация сигналов	10
20	Дискретизированные сигналы и их математические модели. Комплексный спектр дискретизированного сигнала, его особенности. Представление сигналов посредством суммы элементарных колебаний. Обобщенный ряд Фурье. Спектр сигнала в заданной системе базисных функций. Представление сигналов с ограниченным спектром в базисе Котельникова. <i>Самостоятельное изучение.</i> Обзор базисных функций для обобщенного ряда Фурье.	2
21	Теорема Котельникова (теорема отсчетов) применительно к дискретизации видеосигналов. Практическое применение теоремы Котельникова и возникающие при этом погрешности. Особенности дискретизации и восстановления по отсчетам узкополосных радиосигналов. <i>Самостоятельное изучение.</i> Теорема Котельникова в частотной области.	2
22	Дискретные сигналы. Соотношение между спектрами дискретного и исходного непрерывного сигналов. Дискретное преобразование Фурье, его свойства и практическое значение. Сущность быстрого преобразования Фурье. <i>Самостоятельное изучение.</i> Алгоритмы быстрого преобразования Фурье в современных пакетах математического моделирования.	2
23	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. <i>Самостоятельное изучение.</i> Вопросы устойчивости рекурсивных дискретных фильтров.	2
24	Цифровые сигналы. Принцип цифровой фильтрации сигналов. Передаточная функция и импульсная характеристика цифрового фильтра. Прямое и обратное Z-преобразование и его свойства. Системная функция цифрового фильтра, ее связь с импульсной характеристикой и комплексным коэффициентом передачи фильтра. Анализ устойчивости цифровых фильтров. Применение Z-преобразования для анализа цифровых фильтров. <i>Самостоятельное изучение.</i> Последовательная, параллельная, канонические структурные схемы реализации цифровых фильтров.	2

9. Элементы теории синтеза линейных радиотехнических цепей		6
25	Постановка задачи синтеза фильтра по заданной амплитудно-частотной характеристике. Принцип физической реализуемости линейной цепи. Методика синтеза аналогового линейного четырехполосника по заданному модулю передаточной функции. Синтез фильтров нижних частот Баттерворта и Чебышёва. <i>Самостоятельное изучение.</i> Понятие о фильтрах Бесселя, Гаусса, Лежандра и Золотарёва - Кауэра.	2
26	Синтез фильтров верхних частот и полосовых фильтров на основе фильтров нижних частот. Способы схемотехнической реализации фильтров. Реализация фильтров каскадным включением типовых звеньев первого и второго порядков. <i>Самостоятельное изучение.</i> Синтез фильтров с использованием современных программ схемотехнического моделирования.	2
27	Методы синтеза цифровых фильтров. Синтез нерекурсивных цифровых фильтров методами частотной выборки и временного окна. Синтез рекурсивных цифровых фильтров методами инвариантной импульсной и частотной характеристик. <i>Самостоятельное изучение.</i> Примеры синтеза цифровых фильтров. Цифровой вариант аналоговой RC-цепи.	2
10. Методы анализа избирательных радиотехнических цепей		4
28	Преобразование Гильберта. Сопряженное колебание. Гильбертовский сигнал. Комплексное представление узкополосного сигнала. Комплексная огибающая узкополосного сигнала. Спектральная плотность гильбертовского сигнала и комплексной огибающей реального узкополосного колебания. Понятие низкочастотного эквивалента узкополосной радиотехнической цепи. <i>Самостоятельное изучение.</i> Примеры построения низкочастотных эквивалентов линейных узкополосных цепей.	2
29	Спектральный метод расчёта огибающей радиосигнала на выходе узкополосной цепи (теорема об огибающей). Временной метод расчёта комплексной огибающей радиосигнала на выходе узкополосной цепи (метод интеграла Дюамеля применительно к комплексной огибающей). Пример анализа прохождения узкополосного радиосигнала через линейную избирательную цепь – линейное резонансное усиление радиоимпульсов.	2
Итого часов		58

4.2 Практические занятия

Не- деля	Тема и содержание практического занятия	Объ- ем, часов	В т.ч. в интеракт. форме	Виды кон- троля
5 семестр		18	4	
Основные характеристики детерминированных сигналов				
2	Спектральный анализ и энергетические характеристики периодических видеосигналов	2	—	контр. работа
4	Спектральный анализ и синтез непериодических видеосигналов. Теоремы о спектрах	2	—	контр. работа
6	Отчётно-итоговое занятие по теме "Основные характеристики детерминированных сигналов"	2	2	колло- квиум
Модулированные сигналы				
8	Характеристики амплитудно-модулированных сигналов	2	—	контр. работа
10	Характеристики сигналов с угловой модуляцией	2	—	контр. работа
12	Отчётно-итоговое занятие по теме "Модулированные сигналы"	2	2	колло- квиум
Активные линейные радиотехнические цепи				
14	Прохождение радиосигналов через линейные цепи. Резонансное усиление	2	—	контр. работа
Активные нелинейные радиотехнические цепи				
16	Нелинейные цепи при гармоническом воздействии малой амплитуды. Нелинейное резонансное усиление	2	—	контр. работа
18	Нелинейные цепи в режиме большого сигнала. Отсечка тока. Энергетические характеристики	2	—	самокон- троль
6 семестр		20	4	
Активные цепи с обратной связью. Генерирование гармонических колебаний				
23	Линейные активные цепи с обратной связью. Критерии устойчивости	2	—	контр. работа
25	Генерирование гармонических колебаний. LC- и RC-автогенераторы	2	2	колло- квиум

Неделя	Тема и содержание практического занятия	Объём, часов	В т.ч. в интеракт. форме	Виды контроля
Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях				
27	Амплитудная и угловая модуляция	2	—	контр. работа
29	Детектирование амплитудно-модулированных сигналов и сигналов с угловой модуляцией	2	—	контр. работа
31	Отчётно-итоговое занятие по теме "Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях"	2	2	коллоквиум
Обработка сигналов в параметрических линейных цепях				
33	Параметрическое усиление колебаний	2	—	контр. работа
Дискретная фильтрация сигналов				
35	Применение теоремы Котельникова к дискретизации сигналов	2	—	контр. работа
37	Принцип дискретной фильтрации. Характеристики дискретных фильтров	2	—	самоконтроль
Элементы теории синтеза линейных радиотехнических цепей				
39	Синтез аналоговых линейных фильтров	2	—	контр. работа
Методы анализа избирательных радиотехнических цепей				
41	Анализ прохождения узкополосного радиосигнала через линейную избирательную цепь	2	—	самоконтроль
Итого часов		38	8	

4.3 Лабораторные работы

Неделя	Наименование лабораторной работы	Объём, часов	В т.ч. в интеракт. форме	Виды контроля
5 семестр		18	8	
Спектральный анализ детерминированных сигналов				
3	Временные и спектральные характеристики сигналов при их типовых преобразованиях	4	4	отчёт
Модулированные сигналы				
7	Временные и спектральные характеристики модулированных сигналов	4	4	отчёт
Активные линейные радиотехнические цепи				
11	Временные и частотные характеристики фильтров нижних частот	4	—	отчёт
Активные нелинейные радиотехнические цепи				
15	Нелинейное резонансное усиление и умножение частоты	6	—	отчёт
6 семестр		20	8	
Активные цепи с обратной связью. Генерирование гармонических колебаний				
24	Обратная связь в линейных активных цепях	4	4	отчёт
28	Генерирование гармонических колебаний	4	—	отчёт
Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях				
32	Амплитудная модуляция смещением	4	—	отчёт
36	Детектирование амплитудно-модулированных сигналов	4	4	отчёт
Дискретная фильтрация сигналов				
40	Восстановление непрерывных сигналов по дискретным отсчётам	4	—	отчёт
Итого часов		38	16	

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
5 семестр			36
1	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	2
2	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	2
3	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	1
	Подготовка к лабораторной работе	допуск, защита	1
4	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	2
5	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	2
6	Подготовка к практическому занятию	коллоквиум	2
7	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	1
	Подготовка к лабораторной работе	допуск, защита	1
8	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	2
9	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	2
10	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	2
11	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	1
	Подготовка к лабораторной работе	допуск, защита	1
12	Подготовка к практическому занятию	коллоквиум	2
13	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	2
14	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	2
15	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	1
	Подготовка к лабораторной работе	допуск, защита	1
16	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	2
17	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	2
18	Подготовка к практическому занятию	самоконтроль	2
6 семестр			46
23	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	1
	Анализ задания к курсовой работе	самоконтроль	0,5
24	Подготовка к лабораторной работе	допуск, защита	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
25	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	коллоквиум	1
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
26	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Выполнение курсовой работы	черновик 1-го этапа	1
27	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	1
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1

28	Подготовка к лабораторной работе	допуск, защита	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
29	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	1
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
30	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Выполнение курсовой работы	черновик 2-го этапа	1
31	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	коллоквиум	1
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
32	Подготовка к лабораторной работе	допуск, защита	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
33	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	1
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
34	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Выполнение курсовой работы	черновик 3-го этапа	1
35	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	1
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
36	Подготовка к лабораторной работе	допуск, защита	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
37	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	самоконтроль	1
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
38	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Выполнение курсовой работы	черновик 4-го этапа	1
39	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	контрольная работа	1
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1
40	Подготовка к лабораторной работе	допуск, защита	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Выполнение курсовой работы	самоконтроль	1,5
41	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Подготовка к практическому занятию	самоконтроль	1
	Выполнение курсовой работы	чистовик работы	1,5
42	Работа с конспектом лекций, с учебником	самоконтроль	0,5
	Защита курсовой работы	–	1,5

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Необходимым условием освоения компетенций, формируемых при изучении дисциплины, является строгое соблюдение графика учебного процесса.

Целесообразно заранее ознакомиться с тематикой лекций и до их начала проработать по учебникам соответствующий теоретический материал. Прослушав текущую лекцию, следует в этот же день просмотреть материал лекции по конспекту, самостоятельно проработать наиболее сложные и непонятные моменты. Помощниками в этом могут стать учебные пособия, указанные в списке рекомендуемой дополнительной литературы под номерами 7.1.2.3 и 7.1.2.9. Основное назначение пособий – стать связующим звеном между конспектом лекций и учебной литературой, имеющейся в библиотеке вуза. Пособия содержат пояснения и комментарии физической направленности, призванные облегчить понимание математических выкладок и уяснить сущность их приложения к задачам радиотехники. Весь материал пособий представлен в форме отдельных вопросов, для которых даны ссылки на учебную литературу. Наиболее трудные и недостаточно освещенные в литературе вопросы изложены в пособиях полностью. Каждый вопрос сопровождается контрольными вопросами и задачами, разделенными по группам сложности.

К практическим занятиям следует готовиться. Самостоятельная работа должна включать подготовку к контрольной работе по теме уже состоявшегося занятия и проработку теоретических вопросов по теме будущего занятия. Подготовка к контрольной работе предполагает разбор 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, как правило, две-три, но они многовариантны, разумно ограничиться решением нескольких наиболее разнотипных вариантов каждой задачи.

При выполнении лабораторных работ необходимо обеспечить заданную расписанием ритмичность. Отставание по лабораторному практикуму недопустимо. 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 сразу же 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. Студентам, заинтересованным в получении высококачественной подготовки, имеет смысл получить у преподавателя индивидуальные домашние задания и исследовательские работы.

В начале 6-го семестра каждому студенту выдается индивидуальное задание по курсовой работе. Курсовая работа выполняется самостоятельно под контролем преподавателя. Весь объем курсовой работы разбит на этапы, каждый из которых следует выполнить в течение определенного срока. Для предъявления

результатов выполнения этапов устанавливаются конкретные даты (или номера недель). Временной график выполнения этапов работы представлен в техническом задании к курсовой. В процессе выполнения работы студенту рекомендуется представлять промежуточные результаты работы преподавателю для проверки их правильности и полноты. По окончании работы над курсовой работой студент обязан представить отчёт о проделанной работе, оформленный в виде расчётно-пояснительной записки. Оформленная в соответствии с СТП ВГТУ 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 серьёзной доработки, в частности, содержит ошибочные результаты, то записка возвращается студенту на доработку. Оценка в этом случае соответственно снижается.

4.5 Курсовая работа

Курсовая работа выполняется по одной из перечисленных ниже тем.

№ п/п	Тема курсовой работы	Цель курсовой работы
1	Исследование усиления узкополосных сигналов	Приобрести навыки анализа резонансного усилителя модулированных сигналов в линейном и нелинейном режимах работы. Установить влияние неидеальности характеристик усилителя на форму усиливаемого сигнала.
2	Исследование дискретизации 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 детальное 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.

Применяется поэтапный контроль результатов работы.

На курсовое проектирование отводится примерно 20 часов самостоятельной работы.

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

5. Образовательные технологии

В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:	
5.1	Информационные лекции
5.2	Практические занятия: 1) консультация, тьюторство (ИФ) — индивидуальное общение преподавателя со студентом, руководство его деятельностью с целью передачи опыта, углубления теоретических и фактических знаний, приобретенных студентом на лекциях и в результате самостоятельной работы; 2) проведение письменных контрольных работ; 3) проведение коллоквиумом с применением электронных тестов (ИФ).
5.3	Лабораторные работы: 1) работа в команде (ИФ) — совместное обсуждение теоретических вопросов, домашних заданий, объема и содержания экспериментальных исследований; 2) проблемное обучение (ИФ) — стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной технической задачи; 3) выполнение лабораторных работ, в том числе с использованием имитационного моделирования на персональных компьютерах; 4) защита выполненных работ.
5.4	Самостоятельная работа: 1) изучение теоретического материала; 2) подготовка к лекциям, практическим и лабораторным занятиям; 3) поэтапное выполнение курсовой работы.
5.5	Консультации по всем вопросам учебной программы

Активные / интерактивные формы обучения на практических и лабораторных занятиях

Тема занятия	Вид занятия	Консультация, тьюторство	Диалог с ПК	Работа в команде	Проблемное обучение
Отчётно-итоговое занятие по теме "Основные характеристики детерминированных сигналов"	практическое	+	+		
Отчётно-итоговое занятие по теме "Модулированные сигналы"	практическое	+	+		
Отчётно-итоговое занятие по теме "Преобразования сигналов в нелинейных радиотехн. цепях"	практическое	+	+		
Генерирование гармонических колебаний. LC- и RC-автогенераторы	практическое	+	+		

Тема занятия	Вид занятия	Консультация, тьюторство	Диалог с ПК	Работа в команде	Проблемное обучение
Временные и спектральные характеристики сигналов при их типовых преобразованиях	лабораторное	+	+	+	
Временные и спектральные характеристики модулированных сигналов	лабораторное	+	+	+	
Обратная связь в линейных активных цепях	лабораторное	+	+	+	+
Детектирование амплитудно-модулированных сигналов	лабораторное	+	+	+	+

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1	Индивидуализированные задания для практических и лабораторных работ, защита результатов выполнения лабораторных работ.
6.2	Вопросы к зачёту, билеты к экзамену, задачи. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
5 семестр				
Основные характеристики детерминированных сигналов	Спектральные и энергетические характеристики видеосигналов	контр. работа	письменный	3 и 5 недели
		коллоквиум	компьютерный	7 неделя
Модулированные сигналы	Спектральные и временные характеристики радиосигналов	контр. работа	письменный	9 и 11 недели
		коллоквиум	компьютерный	13 неделя
Активные линейные радиотехнические цепи	Прохождение радиосигналов через линейные цепи	контр. работа	письменный	15 неделя
Активные нелинейные радиотехнические цепи	Нелинейные цепи при гармоническом воздействии малой и большой амплитуды	контр. работа	письменный	17 неделя
		—	самоконтроль	18 неделя

Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
6 семестр				
Активные цепи с обратной связью. Генерирование гармонических колебаний	Критерии устойчивости. Условия самовозбуждения и характеристики автогенераторов	контр. работа	письменный	23 неделя
		коллоквиум	компьютерный	25 неделя
Преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях	Модуляция и демодуляция сигналов	контр. работа	письменный	27 и 29 недели
		коллоквиум	компьютерный	31 неделя
Обработка сигналов в параметрических линейных цепях	Параметрическое усиление колебаний	контр. работа	письменный	33 неделя
Дискретная фильтрация сигналов	Теорема Котельникова. Принципы дискретной фильтрации	контр. работа	письменный	35 неделя
		—	самоконтроль	37 неделя
Элементы теории синтеза линейных радиотехнических цепей	Синтез аналоговых линейных фильтров	контр. работа	письменный	39 неделя
Методы анализа избирательных радиотехнических цепей	Линейный резонансный усилитель при узкополосном воздействии	—	самоконтроль	41 неделя

Полная спецификация оценочных средств, процедур и контролируемых результатов в привязке к формируемым компетенциям, показателей и критериев оценивания приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год и вид издания	Обеспеченность
7.1.1 Основная литература				
7.1.1.1	Иванов М.Т., Сергиенко А.Б. Ушаков В.Н.	Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. для вузов. Стандарт третьего поколения / Под ред. В.Н. Ушакова. – СПб. : Питер, 2014. – 336с.	2014, печатное	0,26
7.1.2.2	Гоноровский И.С.	Радиотехнические цепи и сигналы: 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.	2006, печатное	0,67
7.1.2 Дополнительная литература				
7.1.2.1	Баскаков С.И.	Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. пособие. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2003. – 462с.	2003, печатное	0,03
7.1.2.2	Останков А.В.	Задачник по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы»: учеб. пособие. Ч. 1. – 2-е изд., перераб. и доп. – Воронеж: ВГТУ, 2006. – 165с.	2006, печатное	0,70
7.1.2.3	Токарев А.Б., Останков А.В.	Характеристики радиотехнических сигналов: учеб. пособие. – Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет". 2007. – 149с.	2007, печатное	0,48
7.1.2.4	Останков А.В., Токарев А.Б.	Дискретизация сигналов с заданной погрешностью восстановления: учеб. пособие. – Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. – 129с.	2008, печатное	0,55
7.1.2.5	Останков А.В.	Радиотехнические сигналы и линейные цепи для их обработки: Исследование на основе имитационного моделирования: учеб. пособие. – Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2008. – 161с.	2008, печатное	0,51
7.1.2.6	Останков А.В.	Нелинейные радиотехнические цепи: Исследование на основе имитационного моделирования: учеб. по-	2009, печатное	0,51

		собие. – Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2009. – 158с.		
7.1.2.7	Токарев А.Б.	Сборник заданий для тестирования остаточных знаний студентов по курсу "Радиотехнические цепи и сигналы": учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 2003.	2003, электронное	1,00
7.1.2.8	Останков А.В.	Усиление узкополосных сигналов: учеб. пособие. – Воронеж: ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2012.	2012, электронное	1,00
7.1.2.9	Токарев А.Б.	Нелинейные радиотехнические цепи и цепи с переменными параметрами: учеб. пособие. – Воронеж: ВГТУ, 1999. – 100с.	2009, печатное	0,93
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Останков А.В.	№121-2007. Методические указания к проведению виртуальных экспериментальных исследований в рамках курсовой работы "Дискретизация сигналов с заданной погрешностью восстановления"	2007, печатное	0,47
7.1.3.2	Останков А.В.	№203-2009. Цифровые фильтры: методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Радиотехнические цепи и сигналы"	2009, печатное	0,64
7.1.3.3	Останков А.В.	№284-2012. Методические указания по подготовке к электронным коллоквиумам № 1 - 3 по дисциплине "Радиотехнические цепи и сигналы"	2012, электронное	1,00
7.1.3.4	Останков А.В., Дубыкин В.П.	№145-2015. Методические указания к лабораторным работам № 1 - 2 по дисциплине "Радиотехнические цепи и сигналы"	2015, печатное	0,89
7.1.3.5	Останков А.В., Дубыкин В.П.	№354-2015. Методические указания к лабораторным работам № 3 - 4 по дисциплине "Радиотехнические цепи и сигналы"	2015, печатное	0,89
7.1.3.6	Останков А.В., Дубыкин В.П.	№204-2013. Методические указания к лабораторным работам № 5 - 6 по дисциплине "Радиотехнические цепи и сигналы"	2013, печатное	0,80
7.1.3.7	Останков А.В., Дубыкин В.П.	№268-2009. Методические указания к лабораторным работам № 7 и 8 по дисциплине "Радиотехнические цепи и сигналы"	2009, печатное	0,94

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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, 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, блок параметрического усиления колебаний, 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.