

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Учебно-научный институт
радиоэлектроники и информационных технологий (ИРИТ)
(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института:
_____ Мякинников А.В.
подпись _____ ФИО
“ 22 ” апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.22 «Радиотехнические цепи и сигналы»
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки специалистов

Направление подготовки: 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»
(код и направление подготовки, специальности)

Направленность ОП ВО: «Радиоэлектронные системы и комплексы»
(наименование профиля, программы магистратуры, специализации)

Форма обучения: очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра Информационные радиосистемы
аббревиатура кафедры

Кафедра-разработчик ЭСВМ (Электроника и сети ЭВМ)
аббревиатура кафедры

Объем дисциплины 252/7
часов/з.е

Промежуточная аттестация 5 семестр – зачет, 6 семестр -экзамен
экзамен, зачет с оценкой, зачет

Разработчик (и): Сухоребров В.Г., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

НИЖНИЙ НОВГОРОД

2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ

от 09.02.2018 № 94 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол от 19.12 2024 № 7

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика программы, протокол от 13.04.2025

Зав. кафедрой *д.т.н, профессор, Бабанов Н.Ю.* _____
подпись

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ, где реализуется данная программа

Протокол от 22.04.25 № 3

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № _____
Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г.

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	26
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	30
7.ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	31
8.ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ.....	32
9.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	34
10.МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	36
11.ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	38
ПРИЛОЖЕНИЯ	
ЛИСТ АКТУАЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ.....	46

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1. Целью (целями) освоения дисциплины является изучение принципов, методов и способов синтеза и анализа различных радиотехнических устройств и прохождения через них электрических и электромагнитных сигналов, относящихся к радиодиапазону.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля): получение компетенций в области создания, наладки и эксплуатации радиотехнических устройств для генерирования, усиления, излучения и приема электромагнитных сигналов радиодиапазона для различных задач по передаче, преобразованию и приему информации.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.22 «Радиотехнические цепи и сигналы»

включена в перечень обязательных дисциплин базовой части, определяющий направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Радиотехнические цепи и сигналы» являются: «Математика», «Физика», «Электроника», «Электродинамика и распространение радиоволн», «Основы теории цепей», «Теория информации и математическая статистика», «Информационные технологии».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Статистическая теория радиотехнических систем РЭС», «Основы техники радиоприема», «Радиопередающие устройства», «Радиотехнические системы», «Устройства СВЧ и антенны», «Цифровая обработка сигналов». Особенностью дисциплины является необходимость знания физики, электроники и основ теории электрических цепей, а также выполнение лабораторных работ по моделированию основных процессов формирования и преобразования сигналов и соответствующих устройств.

Рабочая программа дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на:

- формирование элементов профессиональных компетенций (ПК) в соответствии с ОПОП ВО по направлению подготовки (специальности):

ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенции							
ОПК-3	1	2	3	4	5	6	7	8
Алгоритмы и методы организации программных систем					*			
Радиотехнические цепи и сигналы					*	*		
Метрология и радиоизмерения					*			
Цифровые устройства и микропроцессоры						*	*	
Ознакомительная практика		*		*				

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 2

Таблица 2- Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (дескрипторы)			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-	ИОПК-3.1. Выбирает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования.	Знать: - Принципы функционирования основных радиотехнических устройств и радиоэлектронных систем и методы анализа процессов в них.	Уметь: -Использовать математические методы анализа сигналов и их преобразования в радиотехнических цепях и использовать при решении научно-технических задач по созданию радиоэлектронных систем и устройств современные средства вычислительной и измерительной техники.	Владеть: - Методами моделирования процессов в радиоэлектронных системах и экспериментального измерения их характеристик и параметров.	Вопросы для устного и письменного опроса, выполнение и защита лабораторных работ	Вопросы для устного зачета и экзамена: билеты

коммуникационные технологии	ИОПК-3.2. Готовит научные публикации на основе результатов исследований.	Знать: - Основные этапы и требования к процессу подготовки к публикации результатов исследований в области анализа и проектирования радиоэлектронных систем.	Уметь: -Использовать научно-техническую терминологию в области проведенных исследований и грамотно формулировать цели, методы и результаты представленных в публикации исследований.	Владеть: - Способами документирования и интерпретации полученных научных результатов на каждом этапе исследования .		
	ИОПК-3.3. Использует методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств.	Знать: - Методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств.	Уметь: - Выполнять расчеты характеристик радиоэлектронных устройств и анализировать схемотехнические решения формирования и преобразования радиотехнических сигналов в радиоэлектронных системах. .	Владеть: - Навыками применения физических законов и математических методов анализа для обеспечения заданных свойств радиотехнических устройств		

В рамках дисциплины «Радиотехнические цепи и сигналы» частично формируются трудовые знания в области создания и обеспечения функционирования устройств и систем, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн и предназначенных для передачи, приема и обработки информации, в рамках трудовой функции 06 «Связь, информационные и коммуникационные технологии» профессионального стандарта 06.005 «Инженер-радиоэлектронщик».

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач.ед. 252 часа, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3

Распределение трудоёмкости дисциплины¹ по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час		
	Всего час. Очная	В т.ч. по семестрам	
		№ 5	№ 6
Формат изучения дисциплины	Чтение лекций, выполнение практических и лабораторных работ		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	252	108	144
1. Контактная работа:	108	53	55
1.1.Аудиторная работа, в том числе:	102	51	51
занятия лекционного типа (Л)	34	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	34	17	17
лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
1.2.Внеаудиторная, в том числе	6	2	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита) ²	.		
текущий контроль, консультации по дисциплине ³	6	2	4
контактная работа на промежуточной аттестации (КРА)			
2. Самостоятельная работа (СРС)	117	55	62
реферат/эссе (подготовка) ⁴			
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-		
контрольная работа			
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)			
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.)	117	55	62
Подготовка к экзамену (контроль)	27	-	27

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

¹ Шаблон таблицы для двух семестровой дисциплины. : -/- соответственно для очной, заочной форм обучения

² При наличии в учебном плане. Для ППС: 3ч. на КП; 2ч. на К.Р., - на каждого студена

³ Консультации 4 часа на группу (на дисциплину)

⁴ Реферат/эссе, РГР, контрольная работа указываются при наличии в учебном плане

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Содержание дисциплины

В подразделе приводится тематический план, детализируется расширенное содержание дисциплины по разделам и темам. Если дисциплина более одного семестра, то изучаемые разделы должны быть разбиты по семестрам (по модулям обучения). Содержание дисциплины должно определяться целью курса. Структурировано по разделам, темам и рассматриваемым вопросам.

Таблица 4 - Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
5 семестр									
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию,	Раздел 1. Основные характеристики детерминированных сигналов								
	Лекция №1. Тема 1.1. Элементы общей теории радиотехнических сигналов. Спектральное представление сигналов.	2			2				

⁵ указывается вид СРС с указанием порядкового номера учебника, учебного пособия, методических разработок, указанных в разделе 6 настоящей РПД, например, 1.2 стр 56-72

⁶ Указываются образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы: компьютерные симуляции, деловые и ролевые игры, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги и т.п

⁷ приводятся количество часов Практической подготовки (при наличии), которая производится на предприятиях, согласно договору НГТУ (берутся из ОП ВО, раздел _____)

⁸ при наличии, приводятся наименование разработанного Электронного курса в рамках раздела (разделов), прошедшего экспертизу (трудоемкость в часах)

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанно го Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	Виды сигналов и их математические модели. Динамическое и геометрическое представление сигналов. Разложение сигналов по системе ортогональных функций. Ряд Фурье, преобразование Фурье и их свойства. Ширина спектра сигнала.								
	Практическое занятие №1 Тема 1.1. Создание математических моделей сигналов с заданными характеристиками методами динамического представления. Вычисление энергии и нормы сигналов.			2	2				
	Лекция №2. Тема 1.2. Корреляционно-спектральный анализ детерминированных сигналов. Энергетические спектры сигналов. Автокорреляционная функция сигнала. Принципы корреляционного анализа детерминированных сигналов.	2			4				
	Практическое занятие №2 Темы 1.1., 1.2. Определение спектральной плотности одиночных сигналов и спектров их периодической последовательности. Вычисление автокорреляционной функции сигнала и энергетического спектра.			2	2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Лабораторная работа №1 Темы 1. 1, 1.2. Спектры сигналов. Разложение сигналов по системе ортогональных функций		4		4				
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				14	-изучение рекомендованной литературы; -составление конспекта; -подготовка к обсуждению; - выполнение заданий по теме лабораторных работ			
	Итого по 1 разделу	26							
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном,	Раздел 2. Основы теории случайных процессов								
	Лекция 3. Тема 2.1. Основные характеристики случайных процессов и сигналов. Корреляционная теория случайных процессов. Методы описания случайных процессов. Вероятностные, числовые, корреляционные и энергетические характеристики случайных процессов. Стационарные и эргодические случайные процессы. Спектральная плотность мощности и корреляционная функция случайного	2			3				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанно го Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно- технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно- коммуникационных технологий	процесса. Теорема Винера-Хинчина. Узкополосные случайные процессы.								
	Практическое занятие №3. Тема 2.1. Нахождение числовых характеристик случайных процессов. Проведение спектрально- корреляционного анализа случайных сигналов при их прохождения через линейные и нелинейные цепи.			2	2				
	Лекция №4 Тема 2.2. Обработка случайных сигналов линейными стационарными системами (ЛСС). Прохождение случайных сигналов через линейные и нелинейные цепи. Воздействие «белого шума» на ЛСС. Нормализация случайного сигнала на выходе линейной инерционной цепи. Измерение характеристик случайных процессов.	2			3				
	Практическое занятие №4. Темы 2.1, 2.2. Анализ характеристик случайных сигналов при их прохождение через линейные стационарные цепи			2	2				
	Лабораторная работа №2. Темы 2.1, 2.2. Измерение характеристик случайных процессов. Случайные процессы в линейных цепях		5		4				
	Самостоятельная работа по				14	-изучение			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанног о Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	освоению 2 раздела:					рекомендованной литературы; -составление конспекта; -подготовка к обсуждению; - выполнение заданий по теме лабораторных работ			
	Итого по 2 разделу	27							
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-	Раздел 3. Преобразование сигналов в нелинейных радиотехнических цепях								
	Лекция №5. Тема 3.1. Воздействие гармонических сигналов на нелинейные элементы. Нелинейные элементы и аппроксимация их характеристик. Моно-би- и полигармоническое воздействие на безынерционный нелинейный элемент при различных видах аппроксимации.	2			2				
	Практическое занятие №5. Тема 3.1. Нахождение амплитуд спектральных составляющих на выходе нелинейного элемента при различных видах аппроксимации вольт-амперной характеристики.			2	2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанно го Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	Лекция №6. Тема 3.2. Анализ эффектов нелинейного преобразования сигналов. Преобразование и умножение частоты. Комбинационные частоты. Явление интермодуляции.	2			2				
	Практическое занятие №6. Тема 3.2. Анализ преобразования сигналов в нелинейных радиотехнических цепях			2	2				
	Лабораторная работа №3. Темы 3.1, 3.2. Преобразование сигналов в нелинейных цепях, аппроксимация нелинейностей		4		4				
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				12	-изучение рекомендованной литературы; -составление конспекта; -подготовка к обсуждению; - выполнение заданий по теме лабораторных работ			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанны о Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	контрольная работа			1					
	Итого по 3 разделу	27							
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно- технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно- коммуникационных	Раздел 4. Модулированные радиосигналы								
	Лекция №7. Тема 4.1. Модуляция сигналов, основные понятия и назначение. Узкополосные сигналы. Амплитудно-модулированные сигналы. Радиосигналы с угловой модуляцией. Внутримпульсная модуляция. Спектры модулированных сигналов. Манипулированные сигналы.	2			2				
	Практическое занятие №7. Тема 4.1. Анализ характеристик амплитудно-модулированных и частотно-модулированных сигналов. Вычисление коэффициентов и индексов модуляции и определение ширины спектра модулированных сигналов.			2	2				
	Лекция №8. Тема 4.2. Формирование и детектирование модулированных сигналов. Схемы и принцип действия амплитудных, балансных и однополосных модуляторов.	2			3				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанног о Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
технологий	Формирователи сигналов с частотной и фазовой модуляцией. Статическая модуляционная характеристика. Линейное и квадратичное детектирование АМ сигналов. Синхронные детекторы. Детектирование сигналов с ЧМ и ФМ модуляцией.								
	Практическое занятие №8. Тема 4.2. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Нахождение статической модуляционной характеристики для амплитудного и частотного модуляторов.			2	2				
	Лабораторная работа №4 Темы 4.1, 4.2. Амплитудная модуляция		4		2				
	Лекция №9. Тема 4.3. Характеристики узкополосных сигналов. Случайные узкополосные процессы. Аналитический сигнал. Преобразование Гильберта.	1			1				
	Практическое занятие №9 Тема 4.3. Характеристики узкополосных сигналов. Аналитический сигнал. Преобразование Гильберта.			1	1				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанног о Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				13	-изучение рекомендованной литературы; -составление конспекта; -подготовка к обсуждению; - выполнение заданий по теме лабораторных работ			
	контрольная работа			1					
	Итого по 4 разделу	27							
	ИТОГО ЗА 5 СЕМЕСТР	17	17	17	55				
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном,	Раздел 5. Нелинейные и линейные параметрические цепи								
	Лекция №9. Тема 5.1. Линейные и нелинейные параметрические цепи (режимы и применение). Нелинейные умножители частоты, усилители и ограничители сигналов. Преобразование частоты с помощью управляемых параметрических элементов (гетеродинирование). Супергетеродинный приемник. Принцип параметрического усиления. Одноконтурный параметрический усилитель и генератор. Двухконтурный параметрический	2			4				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанног о Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно- технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно- коммуникационных технологий	усилитель.								
	Лабораторная работа №5 Темы 4.1, 4.2. Формирование и детектирование сигналов с частотной модуляцией		4		4				
	Практическое занятие №9. Тема 5.1. Определение параметров супергетеродинного приемника. Вычисление коэффициента усиления одноконтурного параметрического усилителя.			2	2				
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				10	-чтение литературы; - подготовка к тестированию, самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), составление конспекта			
	контрольная работа			1					
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских	Итого по 5 разделу	19							
	Раздел 6. Линейные цепи с постоянными параметрами								
	Лекция №10. Тема 6.1. Прохождение сигналов через линейные цепи. Частотные и временные характеристики линейной цепи. Корреляционная функция импульсной	2			4				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанно го Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно- технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно- коммуникационных технологий	характеристики линейной цепи и её использование. Связь между детерминированными сигналами на входе и выходе линейной цепи во временной и частотной областях. Преобразование характеристик случайного процесса в линейной цепи. Шумовая полоса линейной цепи.								
	Практическое занятие № 10. Тема 6.1. Анализ характеристик пассивных четырехполюсников: импульсной характеристики и коэффициента передачи. Вычисление сигнала на выходе узкополосного фильтра. Нахождение шумовой полосы линейной цепи.			2	4				
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				8	-изучение рекомендованной литературы; -составление конспекта; -подготовка к обсуждению; - выполнение заданий по теме лабораторных работ			
	Итого по 6 разделу	12							
ОПК-3 Способен к логическому	Раздел 7. Обратная связь в линейных системах.								
	Лекция №11. Тема 7.1. Влияние обратной связи	2			6				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанног о Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно- технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно- коммуникационных технологий	на характеристики системы. Коэффициент передачи схемы с обратной связью. Положительная и отрицательная обратная связь. Влияние обратной связи на характеристики устройств. Общие условия устойчивости линейной цепи с обратной связью. Критерий устойчивости Гурвица. Критерий устойчивости Найквиста..								
	Практическое занятие № 11. Тема 7.1. Вычисление передаточной характеристики четырехполюсника с обратной связью. Вычисление частотной полосы пропускания многокаскадного усилителя.			2	2				
	Практическое занятие № 12. Тема 7.1. Исследование устойчивости устройств с обратной связью с помощью критериев Рауса-Гурвица и Найквиста.			2	2				
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				10	-чтение литературы; - самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), составление конспекта; подготовка к защите лаб. работ			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанно го Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	контрольная работа			1					
	Итого по 7 разделу	17							
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно- технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно- коммуникационных	Раздел № 8. Автогенераторы								
	Лекция № 12. Тема 8.1. LC-генераторы гармонических колебаний с внешней обратной связью. Дифференциальное уравнение автогенератора с трансформаторной связью. Баланс фаз и амплитуд. Стационарный режим работы. Мягкий и жесткий режимы возбуждения. Влияние нелинейности при работе генератора. Частота генерации. Процессы установления колебаний в автогенераторе. Емкостная и индуктивная трехточечные схемы.	2			4				
	Лекция № 13. Тема 8.2. RC-генераторы. Генераторы с внутренней обратной связью. RC-генератор с трехзвенной цепочкой обратной связи. RC-генератор с мостом Вина. Автогенераторы на туннельном диоде. Меры улучшения стабильности частоты генератора.	2			2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанног о Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
технологий	Практическое занятие № 13 Темы 8.1, 8.2. Нахождение параметров автогенераторов (условия самовозбуждения, частоты, стационарной амплитуды) с различными схмотехническими решениями			2	2				
	Лабораторная работа №6 Темы 8.1, 8.2. Автогенератор гармонических колебаний		5		4				
	Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:				12	-чтение литературы; - самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), составление конспекта; подготовка к защите лаб. работ			
	контрольная работа			1					
	Итого по 8 разделу	24							
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских	Раздел 9. Основы дискретной фильтрации сигналов								
	Лекция №14 Тема 9.1. Дискретизация аналоговых сигналов. Теорема Котельникова. Спектр дискретизированного сигнала. Алгоритм восстановления дискретизированного сигнала и	2			2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанно го Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно- технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно- коммуникационных технологий	погрешности восстановления								
	Лабораторная работа № 7 Тема 9.1. Дискретизация и восстановление сигналов с ограниченным спектром		4		2				
	Практическое занятие №14. Тема 9.2. Нахождение спектра конкретного дискретизированного сигнала. Оценка погрешности восстановления дискретизированного сигнала. Вычисление коэффициентов ДПФ конкретных периодических сигналов.			2					
	Лекция №15. Тема 9.2. Дискретные сигналы и цепи дискретного времени. Дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Свойства ДПФ. Быстрое преобразование Фурье (БПФ). Z-преобразование и его свойства. Использование Z- преобразования для анализа дискретных сигналов и цепей.	2			4				
	Практическое занятие №15. Тема 9.2. Применение Z- преобразования для анализа дискретных сигналов и цепей. Построение структуры цифрового			3	2				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименовани е разработанног о Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	фильтра (ЦФ) по заданной импульсной характеристике, разностному уравнению, системной функции. Нахождение частотного коэффициента передачи ЦФ								
	Лекция №16. Тема 9.3. Методы анализа дискретных сигналов и цепей. Типы и структуры цифровых фильтров. Сравнение КИХ- и БИХ-фильтров. Частотные характеристики цифровых фильтров. Разностное уравнение, системная функция и импульсная характеристика цифрового (дискретного) фильтра.	2			2				
	Лабораторная работа №8 Темы 9.2, 9.3. Цифровые фильтры		4		2				
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:				14	- чтение литературы; - самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), составление конспекта; подготовка к защите лаб. работ			
	контрольная работа			1					
	Итого по 9 разделу	34							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно- технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно- коммуникационных технологий	Раздел 10. Принципы оптимальной линейной фильтрации								
	Лекция №17. Тема 10.1. Оптимальная фильтрация детерминированных и случайных сигналов. Принцип согласованной фильтрации. Структурные схемы согласованных фильтров. Применение согласованных фильтров. Квазиоптимальная фильтрация. Принцип максимизации случайного полезного сигнала на фоне помех. Структурная схема формирователя сигнала ошибки. Фильтр Винера.	1			6				
	Практическое занятие № 16. Тема 10.1. Нахождение структуры оптимального фильтра для заданного сигнала во временной или частотной области.			2	2				
	Самостоятельная работа по освоению 10 раздела:				8	-чтение литературы; - самостоятельное изучение отдельных тем (вопросов), составление конспекта; подготовка к защите лаб. работ			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС ⁵	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий ⁶	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах) ⁷ (при наличии)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах) ⁸ (при наличии)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	контрольная работа			-					
	Итого по 10 разделу	11							
	ИТОГО ЗА 6 СЕМЕСТР	17	17	17	62				
	ИТОГО по дисциплине	34	34	34	117				

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: тестирование по темам лекционных занятий, решение практических задач, расчетно-графические работы, контрольные работы.

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Формируемые компетенции	Лекционные занятия		Практические занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
1	Основные характеристики детерминированных сигналов	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях; выполнение тестов	Перечень вопросов для обсуждения, тесты	Решение задач обсуждение методов и способов решения	Перечень задач для практических занятий и контрольных заданий	Защита лабораторной работы	Перечень контрольных вопросов по лаб. работе	Выполнение контрольной работы и тестов	Задания для контрольных работ Тесты
2	Основы теории случайных процессов	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях; выполнение тестов	Перечень вопросов для обсуждения, тесты	Решение задач обсуждение методов и способов решения	Перечень задач для практических занятий и контрольных заданий	Защита лабораторной работы	Перечень контрольных вопросов по лаб. работе	Выполнение контрольной работы и тестов	Задания для контрольных работ Тесты
3	Преобразование сигналов в нелинейных радиотехнических цепях	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях; выполнение тестов	Перечень вопросов для обсуждения, тесты	Решение задач обсуждение методов и способов решения	Перечень задач для практических занятий и контрольных заданий	Защита лабораторной работы	Перечень контрольных вопросов по лаб. работе	Выполнение контрольной работы и тестов	Задания для контрольных работ Тесты
4	Модулированные радиосигналы	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях; выполнение тестов	Перечень вопросов для обсуждения, тесты	Решение задач обсуждение методов и способов решения	Перечень задач для практических занятий и контрольных заданий	Защита лабораторной работы	Перечень контрольных вопросов по лаб. работе	Выполнение контрольной работы и тестов	Задания для контрольных работ Тесты
5	Нелинейные и линейные параметрические цепи	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях; выполнение тестов	Перечень вопросов для обсуждения, тесты	Решение задач обсуждение методов и способов решения	Перечень задач для практических занятий и контрольных заданий	-	-	Выполнение тестов	Тесты
6	Линейные цепи с постоянными параметрами	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях;	Перечень вопросов для обсуждения,	Решение задач обсуждение методов и	Перечень задач для практических занятий и	-	-	Выполнение контрольной работы и тестов	Задания для контрольных работ

			выполнение тестов	тесты	способов решения	контрольных заданий				Тесты
7	Обратная связь в линейных системах	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях; выполнение тестов	Перечень вопросов для обсуждения, тесты	Решение задач обсуждение методов и способов решения	Перечень задач для практических занятий и контрольных заданий	-	-	Выполнение контрольной работы и тестов	Задания для контрольных работ Тесты
8	Автогенераторы	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях; выполнение тестов	Перечень вопросов для обсуждения, тесты	Решение задач обсуждение методов и способов решения	Перечень задач для практических занятий и контрольных заданий	Защита лабораторной работы	Перечень контрольных вопросов по лаб. работе	Выполнение контрольной работы и тестов	Задания для контрольных работ Тесты
9	Основы дискретной фильтрации сигналов	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях; выполнение тестов	Перечень вопросов для обсуждения, тесты	Решение задач обсуждение методов и способов решения	Перечень задач для практических занятий и контрольных заданий	Защита лабораторной работы	Перечень контрольных вопросов по лаб. работе	Выполнение контрольной работы и тестов	Задания для контрольных работ Тесты
10	Принципы оптимальной линейной фильтрации	ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях; выполнение тестов	Перечень вопросов для обсуждения, тесты	Решение задач обсуждение методов и способов решения	Перечень задач для практических занятий и контрольных заданий	-	-		

5.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

- 1) Тесты для текущего контроля и промежуточной аттестации знаний обучающихся
- 2) Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)
- 3) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет/зачет с оценкой/экзамен)

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине может применяться **балльно-рейтинговая/традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации знаний.

Таблица 5

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
85-100	Отлично	зачет
70-84	Хорошо	
60-69	Удовлетворительно	
0-59	Неудовлетворительно	незачет

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по пятибалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» либо «зачет», «незачет».

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	ИОПК-3.1.Выбирает методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования. ИОПК-3.2. Готовит научные публикации на основе результатов исследований. ИОПК-3.3. Использует методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств			.	

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
Основная литература		
1	Иванов М.Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов. Стандарт третьего поколения/ под редакцией В.Н. Ушакова - Спб.: Питер, 2014.	50
2	Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов по спец. «Радиотехника» -М.: Высшая школа, 2003.	60
3	Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. Руководство к решению задач: учеб. пособие для радиотехн. спец. вузов.-М.: Высш. шк., 2002.	30
4	Астайкин А.И., Помазков А.П. Радиотехнические цепи и сигналы: в 2-х томах: учебн. пособие – ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», Саров, 2010	1
5	Сухоребров В.Г., Есипенко В.И., Сюваткин В.С., Зуев А.Б. Радиотехнические цепи и сигналы: лабораторный практикум – НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Н. Новгород, 2018	70

Дополнительная литература		
1	Акулиничев, Ю. П. Радиотехнические системы передачи информации: учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2015. — 195 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].	URL: https://www.iprbookshop.ru/72171.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2	Никитин, Н. П. Прием и обработка сигналов в цифровых системах передачи: учебное пособие / Н. П. Никитин, В. И. Лузин; под редакцией В. И. Гадзиковский. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 124 с. — ISBN 978-5-7996-1022-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт].	URL https://www.iprbookshop.ru/69663.html Режим доступа: для авторизир. пользователей
3	Маглицкий, Б. Н. Сигнально-кодовые конструкции для цифровых систем передачи / Б. Н. Маглицкий. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2006. — 104 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт].	URL https://www.iprbookshop.ru/45488.html . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
4	Лузин, В. И. Основы формирования, передачи и приема цифровой информации: учебное пособие / В. И. Лузин, Н. П. Никитин, В. И. Гадзиковский ; под редакцией В. И. Гадзиковский. — Москва: СОЛОН-ПРЕСС, 2014. — 320 с. — ISBN 978-5-321-01961-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/26924.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей	URL: http://www.iprbookshop.ru/26924.html — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1.	Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: http://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	Электронная библиотечная система IPR Books [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://iprbookshop.ru - Загл. с экрана.
3.	Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://openedu.ru/ . - Загл с экрана.
4.	Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.viniti.ru . – Загл. с экрана.
5.	Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://uisrussia.msu.ru/ . – Загл. с экрана.

Таблица 7 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	2	3
1	Национальный открытый институт ИНТУИТ	http://www.intuit.ru/studies/courses/
2	Электронно-библиотечная система IPR Books	http://iprbookshop.ru
3	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
4	Лань	https://e.lanbook.com/
5	Юрайт	https://urait.ru/
6	КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: Справочная правовая система. -	http://www.consultant.ru/

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 8 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/>

Таблица 8 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	2	3
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

Таблица 8 - Перечень программного обеспечения (на 10.11.21)

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
1	2
Microsoft Windows XP/7/8.1/10 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Calculate Linux (свободное ПО)
Microsoft Visual Studio 2008/2010/2013/2015/2017 (подписка DreamSpark Premium, договор № 0509/KMP от 15.10.18)	Open Office 4.1.1 (лицензия Apache License 2.0)

Microsoft Office Профессиональный плюс 2010 (лицензия № 49487732)	Adobe Reader 11 (проприетарное ПО)
Microsoft Office Standard 2007 (лицензия № 43847744)	Libre office 5.2.4.2 (свободное ПО, лицензия Mozilla Public License)
Microsoft Office Access 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	Visual Prolog (проприетарное ПО)
Microsoft Office Visio 2013/2016 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	MicroCAP (бесплатная студенческая версия)
Microsoft Project 2010 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14)	PascalABC.NET (свободное ПО, лицензия LGPL)
Mathcad 15 (лицензия PKG-7543-FN, MNT-PKG-7543-FN-T2, договор № 28-13/13-057 от 26.02.13)	FreePascal IDE (свободное ПО, лицензия GNU GPL 2)
Autodesk AutoCAD 2019 (с/н 571-21012977, до 08.07.22)	Python 2.7 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)
Autodesk Inventor 2019 (с/н 570-41739728, до 08.07.22)	Code::Blocks (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)
MatLAB R2008a (лицензия № 527840)	Eclipse (открытое ПО, лицензия Eclipse Public License)
P7 Офис (с/н 5260001439)	Python 3.6 (свободное ПО, лицензия Python Software Foundation License)
Компас 3D-V16 (лицензионное соглашение № K-080298)	Wing IDE (проприетарное ПО)
Dr.Web (с/н H365-W77K-B5HP-N346 от 31.05.2021, до 26.05.22)	IntelliJ IDEA (свободное ПО, лицензия Apache)
SolidWorks (с/н 9710004412135426), договор №32110779827 от 08.11.21	Blender (свободное ПО, лицензия GNU GPL 2 и GNU GPL 3)
	Mendeley (проприетарное ПО)
	Deductor Studio Academic (бесплатная студенческая версия)

Адаптированные образовательные программы (АОП) в образовательной организации не реализуются в связи с отсутствием в контингенте обучающихся лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ), желающих обучаться по АОП. Согласно Федеральному Закону об образовании 273-ФЗ от 29.12.2012 г. ст. 79, п.8 "Профессиональное обучение и профессиональное образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляются на основе образовательных программ, адаптированных при необходимости для обучения указанных обучающихся". АОП разрабатывается по каждой направленности при наличии заявлений от обучающихся, являющихся инвалидами или лицами с ОВЗ и изъявивших желание об обучении по данному типу образовательных программ.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

Таблица 9 - Оснащенность аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для проведения учебных занятий и самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1	5427 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28	Комплект демонстрационного оборудования: • ПК, с выходом на мультимедийный проектор, на базе AMD Athlon 2.8 ГГц, 4 Гб ОЗУ, 250 Гб HDD, монитор 19" – 1шт. • Мультимедийный проектор Epson- 1 шт; • Экран – 1 шт.; Набор учебно-наглядных пособий	• Microsoft Windows7 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) • Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3); • Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 42470655); • Open Office 4.1.1 (свободное ПО, лицензия Apache License 2.0) • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); - Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19).
	5408 компьютерный класс - помещение для выполнения лабораторных работ, СРС, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 11 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135); • Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018); - Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)
	5405 компьютерный класс - помещение для выполнения лабораторных работ, СРС, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28	• Проектор Accer – 1шт; • ПК на базе IntelCoreDuo 2.93 ГГц, 2 Гб ОЗУ, 320 Гб HDD, монитор Samsung 19" – 11 шт.. ПК подключены к сети «Интернет» и	• Microsoft Windows 7 (подписка DreamSpark Premium, договор № Tr113003 от 25.09.14); • Microsoft Office (лицензия № 43178972); • Adobe Design Premium CS 5.5.5 (лицензия № 65112135);

		обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета	• Adobe Acrobat Reader (FreeWare); • 7-zip для Windows (свободнораспространяемое ПО, лицензия GNU LGPL); • Dr.Web (Сертификат №EL69-RV63-YMBJ-N2G7 от 14.05.19) • КонсультантПлюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018); - Gimp 2.8 (свободное ПО, лицензия GNU GPLv3)
--	--	--	--

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС). В случае проведения части контактной работы по дисциплине в ЭИОС (в соответствии с расписанием учебных занятий), трудоемкость контактной работа в ЭИОС эквивалентна аудиторной работе.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции по дисциплине преподаватель может применять балльно-рейтинговую систему контроля и оценку успеваемости студентов.

По итогам текущей успеваемости студенту может быть выставлена оценка по промежуточной аттестации в соответствии за набранными за семестр баллами. Студентам, набравшим в ходе текущего контроля успеваемости по дисциплине от 61 до 100 баллов и выполнившим все обязательные виды запланированных учебных занятий, по решению преподавателя без прохождения промежуточной аттестации выставляется оценка в соответствии со шкалой оценки результатов освоения дисциплины.

Результат обучения считается сформированным на повышенном уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент исчерпывающе, последовательно, четко и логически излагает учебный материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, использует в ответе дополнительный материал. Все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты, проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

Результат обучения считается сформированным на пороговом уровне, если теоретическое содержание курса освоено полностью. При устных собеседованиях студент последовательно, четко и логически стройно излагает учебный материал; справляется с задачами, вопросами и другими видами заданий, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий

Результат обучения считается несформированным, если студент при выполнении заданий не демонстрирует знаний учебного материала, допускает ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет задания, не демонстрирует необходимых умений, качество выполненных заданий не соответствует установленным требованиям, качество их выполнения оценено числом баллов ниже трех по оценочной системе, что соответствует допороговому уровню.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа⁹

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические (семинарские) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы. Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

Практические (семинарские) занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков составления докладов и сообщений, обсуждения вопросов по учебному материалу дисциплины;
- подведение итогов занятий по рейтинговой системе, согласно технологической карте дисциплины.

10.4. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в таблице 11). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Для обучающихся по заочной форме обучения самостоятельная работа является основным видом учебной деятельности.

⁹приведены примеры методических указаний. Составитель программы излагает пункты в своей интерпретации

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

11.1.1. Типовые задания (вопросы) для лабораторных работ

Лабораторная работа № 1 «СПЕКТРЫ СИГНАЛОВ. РАЗЛОЖЕНИЕ СИГНАЛОВ ПО СИСТЕМЕ ОРТОГОНАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ»

Цель работы: получить представление о построении математических моделей реальных сигналов, использующихся в радиотехнике, овладеть методикой и навыками анализа спектров детерминированных сигналов, исследовать возможности представления сигналов с помощью ортогональных базисных сигналов.

Контрольные вопросы

1. Что такое аналоговые и дискретные сигналы? Какие Вам известны другие виды сигналов?
2. Что такое базис, норма и метрика линейного пространства сигналов?
3. Какой базис называется ортогональным, ортонормированным?
4. Что такое энергия сигнала, как её рассчитать?
5. Как определяется скалярное произведение сигналов во временной и в частотной областях?
6. Что такое дискретный спектр сигнала?
7. Каковы наиболее употребительные свойства преобразования Фурье? Как их используют?

Лабораторная работа №2 «ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ. СЛУЧАЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ»

Цель работы: изучение физического смысла характеристик случайных процессов и способов их измерения, исследование преобразований случайных процессов в линейных цепях.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия "случайный процесс".
2. В чём разница между понятиями "случайный процесс" и "случайная реализация"?
3. Какие случайные процессы называются стационарными?
4. В чём состоит свойство эргодичности?
5. Как связаны между собой плотность распределения вероятности, функция распределения и характеристическая функция случайной величины?
6. Каковы основные свойства плотности распределения вероятности для случайной величины и случайного процесса?
7. Что такое "белый", "квазибелый" и "окрашенный" шум?"
8. Как определяется корреляционная функция случайного процесса?
9. Как связаны между собой корреляционные функции случайных процессов на входе и выходе линейной цепи?
10. Какова связь корреляционной функции и спектральной плотности мощности случайного процесса?
11. В чём состоит отличие корреляционной и ковариационной функций случайного процесса?
12. Как найти взаимную корреляционную функцию случайных процессов на входе и выходе линейной цепи?
13. Каковы свойства взаимной корреляционной функции двух случайных процессов?
14. Как связаны спектральные плотности мощности случайных процессов на входе и выходе линейной цепи?
15. Что такое автокорреляционная функция импульсной характеристики линейной цепи? Как и для чего её можно использовать?

Лабораторная работа № 3 «ПРЕОБРАЗОВАНИЕ СИГНАЛОВ В НЕЛИНЕЙНЫХ ЦЕПЯХ, АППРОКСИМАЦИЯ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ»

Цель работы: изучение формы, спектров, плотностей распределения вероятности сигналов после их преобразования в безынерционных нелинейных цепях, аппроксимация вольт-амперных характеристик нелинейных цепей.

Контрольные вопросы

1. Какие цепи относятся к нелинейным?
2. Условие безынерционности нелинейного элемента.
3. Какие функции характеризуют БНЭ?
4. Что такое угол отсечки?
5. Условия применимости кусочно-линейной аппроксимации и функций А.И.Берга.
6. В каких условиях допустима линейная аппроксимация характеристики БНЭ?
7. В каких случаях целесообразно применение полиномиальной аппроксимации?
8. Как определить плотность распределения вероятности случайного процесса на выходе нелинейной цепи, зная нелинейную зависимость и плотность распределения вероятности исходного случайного процесса?

Лабораторная работа № 4 «АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ»

Цель работы: овладение методикой расчёта и экспериментального исследования основных характеристик амплитудных модуляторов.

Контрольные вопросы

1. Что такое модуляция вообще и амплитудная модуляция (АМ) в частности? С какой целью она производится?
2. Какие продукты нелинейного преобразования являются полезными при амплитудной модуляции?
3. От чего зависит ширина спектра АМ-сигнала?
4. Какой модулятор называют линейным? По какому признаку?
5. Какой характер нелинейности предпочтителен для получения линейной АМ?
6. Как получают статическую модуляционную характеристику модулятора?
7. Что можно определить по модуляционной характеристике?
8. Что такое балансная АМ?
9. Как получить сигнал с однополосной АМ?

Лабораторная работа №5 «ФОРМИРОВАНИЕ И ДЕТЕКТИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ С ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ»

Цель работы: изучение процессов формирования и детектирования сигналов с частотной модуляцией.

Контрольные вопросы

1. Изобразите временные и спектральные диаграммы сигнала с угловой гармонической модуляцией на входе детектора и колебания на выходе частотного детектора.
2. Что представляет собой амплитудно-частотный спектр сигнала при индексе модуляции $\beta \ll 1$?
3. Что такое статическая детекторная характеристика ЧД? Как её рассчитать и снять экспериментально?
4. Как определить крутизну статической детекторной характеристики ЧД? От каких параметров ЧД она зависит?
5. Можно ли принять ЧМ сигнал приёмником АМ сигналов?
6. Как выбирается рабочая точка на детекторной характеристике ЧД?
7. От чего зависит широкополосность ЧД?

Лабораторная работа № 6 «АВТОГЕНЕРАТОР ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ»

Цель работы: Исследование стационарных и нестационарных процессов в автогенераторе гармонических колебаний.

Контрольные вопросы

1. Методика снятия сквозной (проходной) характеристики транзистора.
2. Чем определяется возможный режим самовозбуждения?
3. Особенности мягкого и жёсткого режимов самовозбуждения.
4. Условия мягкого и жёсткого самовозбуждения генератора.
5. Методика проверки условия мягкого самовозбуждения.
6. Условия стационарности автоколебаний.
7. Условия устойчивости стационарного режима.
8. От чего зависит амплитуда колебаний генератора?
9. Методика получения колебательных (амплитудных) характеристик.
10. Зависимость колебательных характеристик от смещения.
11. Чем определяется частота колебаний генератора?
12. Причины неустойчивости частоты и меры её снижения.
13. От чего (и как) зависит время установления колебаний?

Лабораторная работа № 7 «ДИСКРЕТИЗАЦИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ СИГНАЛОВ С ОГРАНИЧЕННЫМ СПЕКТРОМ»

Цель работы: исследовать возможности восстановления непрерывного сигнала по его дискретным выборкам.

Контрольные вопросы

1. Что такое аналоговые и дискретные сигналы? Какие Вам известны другие виды сигналов?
2. Что представляет собой ортогональный базис Котельникова и каковы его свойства?
3. Как получить коэффициенты разложения сигнала в базисе Котельникова?
4. Что утверждает теорема Котельникова?
5. В чём сущность временной дискретизации, где она может применяться и с какой целью?
6. В чём состоят принципиальные трудности восстановления сигнала после дискретизации в реальных условиях?
7. Как восстановить исходный сигнал по его отсчетам?
8. Как получить амплитудно-импульсную модуляцию?
9. От чего зависит ширина спектра АИМ-сигнала?

Лабораторная работа № 8 «ЦИФРОВЫЕ ФИЛЬТРЫ»

Цель работы: получение навыков расчёта и моделирования цифровых фильтров.

Контрольные вопросы

1. Что такое импульсная характеристика цифрового фильтра (ЦФ) ?
2. Как связано разностное уравнение ЦФ с импульсной характеристикой?
3. Как найти реакцию $y(n)$ ЦФ на входную последовательность $x(n)$?
4. Что такое Z-преобразование? Каковы его свойства?
5. Что представляет собой Z-преобразование импульсной характеристики ЦФ?
6. Как определить комплексную частотную характеристику ЦФ?
7. Какими методами можно синтезировать ЦФ по заданному прототипу?
8. В чём особенности метода билинейного преобразования?
9. Укажите достоинства и недостатки КИХ- и БИХ-фильтров.

Тестовые вопросы, выносимые на опрос по разделам 1-7

Оценочные средства промежуточного контроля.

Перечень вопросов, выносимых на зачет:

1. Классификация радиотехнических сигналов. Модели сигналов.
2. Ортогональные и ортонормированные базисы. Спектры сигналов. Обобщённый ряд Фурье.
3. Прямое и обратное преобразования Фурье. Условия применимости.
4. Физический смысл модуля и аргумента комплексной спектральной плотности $S(j\omega)$ непериодического сигнала.
5. Связь между $S(j\omega)$ одиночного импульса и спектром периодического сигнала, составленного из таких импульсов, в базисах Фурье: а) тригонометрическом; б) комплексном.
6. Важнейшие свойства преобразования Фурье и их использование.
7. Основные свойства автокорреляционной функции (АКФ) детерминированного сигнала. Её связь с $S(j\omega)$ этого сигнала.
8. Особенности АКФ периодического сигнала.
9. Мгновенная мощность, энергия и средняя на интервале времени $[t_1, t_2]$ мощность сигнала.
10. Фильтрующее свойство δ -функции.
11. Особенность спектра периодического сигнала. Амплитудный и фазовый спектры.
12. Основные свойства плотности вероятности и функции распределения случайной величины.
13. Случайные процессы и их происхождение.
14. Какие статистические характеристики случайного процесса связаны с одномерной плотностью вероятности?
15. Стационарность и эргодичность случайных процессов.
16. Ковариационная и корреляционная функции случайного процесса, связь между ними.
17. Гауссовский (нормальный) случайный процесс. Центральная предельная теорема.
18. Спектральная плотность мощности случайного процесса. Теорема Винера-Хинчина.
19. Эффективная ширина спектра и интервал корреляции случайного процесса. Связь между ними.
20. Белый шум: корреляционная функция и плотность мощности.
21. Односторонняя плотность мощности и её применение.
22. Характеристическая функция случайного процесса и её использование.
23. Основные характеристики линейной стационарной цепи во временной и в частотной областях, их взаимосвязь.
24. Условия передачи сигнала без искажения формы.
25. АЧХ и ФЧХ идеального интегратора, идеального дифференциатора, идеальной линии задержки, простейших интегрирующей и дифференцирующей цепей.
26. Связь между детерминированными сигналами на входе и выходе линейной цепи во временной и частотной областях.
27. Связь между энергетическими спектрами или спектрами мощности на входе и выходе линейной цепи.
28. Шумовая полоса пропускания линейной цепи, её использование.
29. Корреляционная функция импульсной характеристики линейной цепи и её использование.
30. Функция взаимной корреляции между случайными процессами на входе и выходе линейной цепи.
31. Связь между скоростью передачи информации и необходимой полосой пропускания канала.
32. Характеристики суммы случайных процессов.
33. Функциональные преобразования случайных процессов.
34. Нормализация случайного процесса линейной цепью.
35. Узкополосный случайный процесс. Плотность вероятности огибающей и мгновенной фазы.
36. Сумма узкополосного шума и мощного гармонического колебания: распределение огибающей и мгновенной фазы.

37. Меры борьбы с флуктуационными помехами.
38. Схема типового радиотехнического звена с нелинейным преобразованием сигналов, назначение элементов.
39. Нелинейный резонансный усилитель и умножитель частоты.
40. Спектр АМ колебания при модуляции гармоническим колебанием и произвольным сигналом.
41. Векторная диаграмма АМ колебания. АКФ АМ колебания.
42. Общее выражение для колебания с угловой модуляцией. Связь между мгновенной частотой и мгновенной фазой колебания.
43. Сходство и различие ЧМ и ФМ колебаний.
44. Физический смысл девиации частоты и индекса угловой модуляции.
45. Практическая ширина полосы частот спектра ЧМ и ФМ колебаний.
46. Получение сигналов с амплитудной модуляцией (схема, процесс). Получение однополосной модуляции.
47. Статическая модуляционная характеристика амплитудного модулятора.
48. Преобразование частоты (гетеродинирование). Супергетеродинный приемник.
49. Детектирование сигналов с амплитудной модуляцией: линейное и квадратичное - схемы и области применения.
50. Синхронное детектирование.
51. Получение и детектирование сигналов с частотной и фазовой модуляцией (схема, процесс).

Перечень вопросов и заданий для подготовки к экзамену (ОПК-3):

1.1.Перечень вопросов, выносимых на экзамен:

1. Преобразования стационарных случайных процессов в безынерционных нелинейных цепях.
2. Линейные параметрические цепи. Режимы и применение.
3. Принцип параметрического усиления.
4. Одноконтурный параметрический усилитель и генератор.
5. Двухконтурный параметрический усилитель.
6. Основные характеристики линейной стационарной цепи во временной и в частотной областях, их взаимосвязь.
7. Корреляционная функция импульсной характеристики линейной цепи и её использование
8. Условия передачи сигнала без искажения формы.
9. АЧХ и ФЧХ идеального интегратора, идеального дифференциатора, идеальной линии задержки, простейших интегрирующей и дифференцирующей цепей.
10. Связь между детерминированными сигналами на входе и выходе линейной цепи во временной и частотной областях.
11. Преобразование характеристик случайного процесса в линейной цепи.
12. Шумовая полоса линейной цепи.
13. Обратная связь в линейной системе. Влияние обратной связи на характеристики системы.
14. Общие условия устойчивости линейной цепи с обратной связью.
15. Критерий устойчивости Гурвица.
16. Критерий устойчивости Найквиста.
17. LC-генератор гармонических колебаний с внешней обратной связью. Стационарный режим. Условие гармонического баланса.
18. Определение стационарной амплитуды колебаний.
19. Режимы мягкого и жёсткого самовозбуждения генератора.
20. Влияние нелинейности при работе генератора.

21. Процессы установления колебаний в автогенераторе.
22. Фазовые портреты автогенератора.
23. RC-генераторы. Генераторы с внутренней обратной связью.
24. Меры улучшения стабильности частоты генератора.
25. Дискретизация аналоговых сигналов. Теорема Котельникова. Базис Котельникова. Особенности нахождения спектральных коэффициентов. Принципиальные и технические трудности восстановления сигнала по его отсчётам.
26. Спектры сигналов с амплитудно-импульсной модуляцией.
27. Модели узкополосных сигналов. Аналитический сигнал. Комплексная огибающая. Мгновенная частота и мгновенная фаза.
28. Спектр дискретизированного сигнала.
29. Алгоритм восстановления дискретизированного сигнала и погрешности восстановления.
30. Дискретные сигналы и цепи дискретного времени.
31. Дискретное преобразование Фурье.
32. Быстрое преобразование Фурье.
33. Цифровые сигналы. Линейные цифровые фильтры.
34. Типы цифровых фильтров. Сравнение КИХ- и БИХ-фильтров.
35. Разностное уравнение, системная функция и импульсная характеристика цифрового (дискретного) фильтра.
36. Методы анализа дискретных сигналов и цепей.
37. Z-преобразование и его свойства.
38. Использование Z-преобразования для анализа дискретных сигналов и цепей.
39. Частотные характеристики цифровых фильтров.
40. Общие вопросы синтеза цифровых фильтров (ЦФ).
41. Синтез ЦФ по заданной импульсной характеристике.
42. Синтез ЦФ по заданной частотной характеристике. Метод частотной выборки. Метод билинейного преобразования.
43. Метод временного окна. Прямой синтез ЦФ.
44. Принципы оптимальной линейной фильтрации сигналов на фоне помех.
45. Согласованная фильтрация детерминированных сигналов.
46. Применение согласованных фильтров
47. Оптимальная фильтрация случайных сигналов.
48. Квазиоптимальная фильтрация детерминированных сигналов.

РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины **«Б1.Б.22 «Радиотехнические цепи и сигналы»»**

по направлению 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»,

направленность ОП ВО «Радиоэлектронные системы и комплексы»

квалификация выпускника – специалист

Рындык А.Г., зав. кафедрой «Информационные радиосистемы», д.т.н., профессор (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины **«Радиотехнические цепи и сигналы»** ОП ВО по направлению **11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»**, направленность ОП ВО «Радиоэлектронные системы и комплексы», (специалитет), разработанной в ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева», на кафедре «Электроника и сети ЭВМ» (разработчик – Сухоребров В.Г., к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»**. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к базовой части учебного цикла – **Б1.Б.22**.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 11.05.01.

В соответствии с Программой за дисциплиной **«Радиотехнические цепи и сигналы»** закреплено ОПК-3 компетенции. Дисциплина и представленная Программа способны реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины **«Радиотехнические цепи и сигналы»** составляет 7 зачётных единиц (252 часа). Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина **««Радиотехнические цепи и сигналы»»** взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 11.05.01 и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Программа дисциплины **«Радиотехнические цепи и сигналы»** предполагает 108 часов занятий в интерактивной форме.

Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 11.05.01.

Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в тестировании, коллоквиумах, работе над домашним заданием и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины базовой/ части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 11.05.01.

Нормы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источника (2 базовых учебника), дополнительной литературой – 4 наименований со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 5 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 11.05.01.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины **«Радиотехнические цепи и сигналы»** и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине **«Радиотехнические цепи и сигналы»**.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины **«Радиотехнические цепи и сигналы»** ОПОП ВО по направлению 11.05.01, направленность «Радиоэлектронные системы и комплексы», (квалификация выпускника – специалист), разработанная Сухоребровым В.Г. доцентом, к.т.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Рындык А.Г., зав. кафедрой «Информационные радиосистемы», д.т.н., профессор _____ « _____ » _____ 2021 г.
(подпись)

Подпись рецензента ФИО заверяю¹⁰

¹⁰ Только для внешних рецензентов

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИРИТ

_____ Мякинников А.В.
«_30_» мая _____ 2023 г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

Б1.Б.22 «Радиотехнические цепи и сигналы»

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки специалистов

Направление: **11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»**

Направленность **«Радиоэлектронные системы и комплексы»**

Форма обучения очная

Год начала подготовки: 2022, 2023

Курс 3

Семестр 5, 6

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2022, 2023 г. начала подготовки.

Разработчик (и): Сухоребров В.Г., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«30» мая 2023 г.

Зав. кафедрой _____ Бабанов Н.Ю.

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой «Информационные радиосистемы» _____

 «_30_» мая 2023г.

Методический отдел УМУ: _____ «_ _» _____ 2023 г.