

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

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.4 Устройства приема и обработки сигналов

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность: «Техника СВЧ и антенны»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ИРС

Объем дисциплины 108/3
 часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Когтева Л.В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 11.04.01 Радиотехника, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 19 сентября 2017 года № 925 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол № 6 от 17.12.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры разработчика протокол от 17 марта 2025 г. № 6

Зав. кафедрой к.т.н, доцент, Приблудова Е.Н. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИРИТ, протокол от 22 апреля 2025 г. № 3.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.04.01-а-4
Начальник МО _____ Севрюкова Е.Г.

Заведующая отделом НТБ

(подпись) Н.И. Кабанина

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цель и задачи освоения дисциплины	4
2.	Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3.	Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины	4
4.	Структура и содержание дисциплины	8
5.	Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины	15
6.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины	18
7.	Информационное обеспечение дисциплины	19
8.	Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ	19
9.	Материально-техническое обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса по дисциплине	20
10.	Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины	22
11.	Оценочные средства для контроля освоения дисциплины ,,.....	23

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1 Целью освоения дисциплины является освоение теоретических знаний и методов исследования, расчета и проектирования функциональных узлов радиоприемных устройств различного назначения.

1.2 Задачи освоения дисциплины:

- изучить структурные схемы, принципы построения и функционирования радиоприемных устройств различного назначения;
- изучить этапы и методы обработки сигналов;
- выявить проблемы построения составных узлов радиоприемных устройств и пути их решения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Устройства приема и обработки сигналов» включена в обязательный перечень дисциплин в рамках базовой части Блока 1, установленного ФГОС ВО, и является обязательной для всех профилей данного направления подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Схемотехника аналоговых электронных устройств», «Основы техники радиоприема» в объеме программы бакалавриата.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Устройства приема и обработки сигналов» являются: «Устройства генерирования и формирования сигналов», «Радиотехнические системы передачи информации».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на:

- формирование общепрофессиональных компетенций (ОПК) ОПК-1, ОПК-2 в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 «Радиотехника»:

ОПК-1: способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора;

ОПК-2: способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы.

В таблице 1 приведен перечень дисциплин, участвующих в процессе формирования этих компетенций.

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования компетенций дисциплинами.			
Код компетенции ОПК-1	1	2	3	4
Теория и техника радиолокации и радионавигации				
Устройства генерирования и формирования сигналов				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				
Устройства приема и обработки сигналов				
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				
Код компетенции ОПК-2				
Устройства генерирования и формирования сигналов				
Радиотехнические системы передачи информации				
Технологическая (проектно-технологическая) практика				
Устройства приема и обработки сигналов				
Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР				

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

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

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			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИОПК-1.1. Анализирует тенденции и перспективы развития радиотехники, а также смежных областей науки и техники.	Знать: принципы построения и функционирования устройств приема и обработки сигналов в современных радиотехнических системах и комплексах, закономерности влияния характеристик и параметров приемного устройства на показатели качества радиотехнической системы; методы анализа радиоприемных устройств.	Уметь: производить расчет и моделирование электрических узлов радиоприемных устройств; проводить сравнительный анализ возможных способов проектирования радиоприемных узлов и систем обработки сигналов.	Владеть: методами и средствами инженерного проектирования различных устройств приема и обработки сигналов в радиотехнических системах и комплексах	Тест № 1 Выполнение лабораторных работ	Вопросы для устного собеседования.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИОПК-2.2. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования	Знать: закономерности и основные направления развития устройств приема и обработки сигналов; современные требования стандартов, современную элементную и	Уметь: осуществлять поиски анализ информации о характеристиках и схемной реализации радиоприемных устройств и систем обработки сигналов различного назначения; формулировать цели	Владеть: навыками обработки, обобщения и анализа информации, методами математического моделирования в области проектирования и применения устройств приема и	Выполнение контрольных работ №1, 2. Выполнение лабораторных работ	Вопросы для устного собеседования.

		узловую базу радиоприемных систем.	исследования, критерии оценки достижения необходимых параметров, разрабатывать алгоритмы оптимизации работы отдельных узлов.	обработки сигналов.		
--	--	------------------------------------	--	---------------------	--	--

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. 108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 - Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам для студентов очного обучения

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам 3 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	55	55
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	51	51
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	17	17
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
2. Самостоятельная работа (СРС)	53	53
реферат/эссе (подготовка)		
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.)	45	45
Подготовка к зачёту (контроль)	8	8

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

4.2 Содержание дисциплины

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	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
3 семестр									
ОПК-1: ИОПК-1.1 ОПК-2: ИОПК-2.2	Раздел 1. Общие сведения о приеме и обработке сигналов					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]			
	Тема 1.1 Структурные схемы и основные технические характеристики устройств приема и обработки сигналов.	1							
	Практическое занятие №1 Основные технические характеристики радиоприемных устройств			2		Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]	Разбор конкретных практических ситуаций (метод кейсов)		
	Тема 1. 2 Внешние помехи. Внутренние шумы линейного тракта.	1							
	Практическое занятие №2 Технические характеристики систем регулировки			2		Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]	Создание проблемных ситуаций; групповая дискуссия		
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				5				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	контрольная работа								
	Итого по 1 разделу	2	2	4	5				
ОПК-2: ИОПК-2.2	Раздел 2. Усилительно-фильтрующие цепи.					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]			
	Тема 2.1. Усилительно-фильтрующие цепи в диапазоне умеренно высоких частот.	1							
	Лабораторная работа №1. Резонансный усилитель радиочастотных сигналов		4			Подготовка к лабораторным работам [6.3.1]	Групповая дискуссия; «мозговой штурм».		
	Практическое занятие №3. Расчет параметров усилительно- фильтрующих цепей			4		Подготовка к ПЗ [6.2.1], [6.2.2]	Разбор конкретных практических ситуаций (метод кейсов)		
	Тема 2.2. Входные устройства СВЧ приемников.	1							
	Тема 2.3. Малошумящие усилители СВЧ диапазона.	1							
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				7				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 2 разделу	3	4	4	7				
ОПК-2:	Раздел 3. Преобразователи частоты.					Подготовка к лекциям			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ИОПК-2.2						[6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2], [6.2.3], [6.2.4],			
	Тема 3.1. Общая теория преобразования частоты.	1							
	Тема 3.2. Транзисторные и диодные преобразователи частоты.	1							
	Лабораторная работа № 2 . Преобразователи частоты		5			Подготовка к лабораторным работам [6.3.2]	Групповая дискуссия; «мозговой штурм».		
	Практическое занятие № 4. Преобразователи частоты диодные, транзисторные, на перемножителях сигналов			4		Подготовка к ПЗ [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]	Разбор конкретных практических ситуаций (метод кейсов)		
	Тема 3.3. Преобразователи частоты СВЧ диапазона.	2							
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				8				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 3 разделу	4	5	4	8				
ОПК-2: ИОПК-2.2	Раздел 4. Детекторы радиосигналов.					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]			
	Тема 4.1. Детекторы АМ-колебаний.	0,5							
	Лабораторная работа № 3. Детектирование амплитудно-		4			Подготовка к	Групповая дискуссия;		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	модулированных колебаний					лабораторным работам [6.3.3]	«мозговой штурм».		
	Тема 4.2. Детекторы ФМ и ЧМ-сигналов.	1							
	Лабораторная работа № 4. Детекторы колебаний с фазовой и частотной модуляцией.		2			Подготовка к лабораторным работам [6.3.4]	Групповая дискуссия; «мозговой штурм».		
	Тема 4.3. Корреляционные детекторы.	0,5							
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				11				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 4 разделу	2	6	0	11				
ОПК-2: ИОПК-2.2	Раздел 5. Регулировки в радиоприемных устройствах.				Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.2.1], [6.2.2]				
	Тема 5.1. Автоматическая регулировка усиления (АРУ).	1							
	Лабораторная работа № 5 Системы автоматической регулировки усиления.		2			Подготовка к лабораторным работам [6.3.5]	Групповая дискуссия; «мозговой штурм».		
	Тема 5.2. Автоматическая подстройка частоты (АПЧ).	1							
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				7				

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 5 разделу	2	2	0	7				
ОПК-1: ИОПК-1.1 ОПК-2: ИОПК-2.2	Раздел 6. Радиоприемные устройства различного назначения.					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2]			
	Тема 6.1. Магистральная радиосвязь. Приемники космической связи. Приемные устройства оптических сигналов.	1							
	Практическое занятие № 5. Радиоприемные устройства многоканальных систем связи			5		Подготовка к ПЗ [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2]	Разбор конкретных практических ситуаций (метод кейсов)		
	Тема 6.2. Общие сведения о радиолокационных приемниках.	1							
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				3				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 6 разделу	2	0	5	3				
ОПК-1: ИОПК-1.1	Раздел 7. Цифровые устройства приема и обработки сигналов.					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.2.1], [6.2.2]			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках Практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (СРС), час				
		Лекции, час	Лабораторные работы, час	Практические занятия, час					
ОПК-2: ИОПК-2.2									
	Тема 7.1. Цифровая обработка сигналов.	1							
	Тема 7.2. Устройства цифровой обработки сигналов.	1							
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				4				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 7 разделу	2	0	0	4				
	Курсовая работа (КР)								
	Курсовой проект (КП)								
	Подготовка к зачету				8				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	17	17	17	53				
	ИТОГО по дисциплине	17	17	17	53				

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

Текущий контроль осуществляется по всем видам учебного процесса: решение практических задач, контрольные работы, защита отчетов по лабораторным работам.

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

- 1) Тесты для текущего контроля знаний обучающихся
- 2) Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль) приведены в методических рекомендациях к лабораторным работам.
- 3) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме зачета, предоставляется в электронном виде.

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 система контроля и оценки текущей успеваемости студентов, таблица 5.

Таблица 5 - Балльно-рейтинговая система контроля и оценки текущей успеваемости студентов

Шкала оценивания	Экзамен/ Зачет с оценкой	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачтено
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачтено

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», либо «зачтено», «незачтено».

Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания приведены в таблице 6.

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-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	ИОПК-1.1. Анализирует тенденции и перспективы развития радиотехники, а также смежных областей науки и техники.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, неумение делать обобщения, выводы, что препятствует усвоению последующего материала	Фрагментарные, поверхностные знания лекционного курса; изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала; допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя; затруднения при формулировании результатов и их решений	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей и выбора оптимальных способов их достижения.	Имеет глубокие знания всего материала структуры дисциплины; освоил новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; изложение полученных знаний полное, системное; допускаются единичные ошибки, самостоятельно исправляемые при собеседовании.
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИОПК-2.2. Ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования	Изложение учебного материала бессистемное, незнание методов исследования и оптимизации, что препятствует усвоению последующей информации; Демонстрирует частичные и слабые умения в постановке задач и применении методов оптимизации сложных объектов.	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших методов исследования. Посредственно - осуществляет поиск, критический анализ и синтез информации, ошибки при применении системного подхода для решения поставленных задач	Владеет знаниями и навыками при применении методов исследования; формулирует ограничения для решения поставленных задач; допускает незначительные ошибки, которые способен сам исправить.	Имеет глубокие знания всего материала; в полной мере владеет современными методами исследования. Свободно осуществляет поиск методов оптимизации и способов математического моделирования в практических примерах в различных ситуациях.

Таблица 7 - Шкала оценивания содержательной части дисциплины для зачета

Оценка	Знаниевая компонента	Деятельностная компонента
Зачтено	Знает принципы построения и функционирования радиоприемных устройств в составе современных радиотехнических систем и комплексов, основные технические характеристики различных узлов радиоприемного устройства, неточно формулирует основные закономерности преобразования сигналов в типовых каскадах приемного устройства; знает методы анализа радиоприемных устройств. Знает современные требования стандартов, современную элементную и узловую базу радиотехнических систем; не в полном объеме формулирует закономерности и основные направления развития техники приема радиосигналов	Умеет осуществлять анализ информации о характеристиках и схемной реализации радиоприемных устройств различного назначения, уверенно производит расчет основных технических характеристик электрических узлов радиоприемных устройств; умеет проводить сравнительный анализ возможных способов проектирования радиоприемных устройств.
Не зачтено	Слабо знает принципы построения и функционирования радиоприемных устройств, не знает часть основных технических характеристик узлов радиоприемного устройства, вызывает затруднение формулировка основных закономерностей преобразования сигналов в типовых каскадах приемного устройства; слабо представляет методы анализа радиоприемных устройств; не знает современные требования стандартов и современную элементную и узловую базу радиотехнических систем.	Не умеет осуществлять анализ информации о характеристиках и схемной реализации радиоприемных устройств различного назначения, производит с грубыми ошибками расчет основных технических характеристик электрических узлов радиоприемных устройств; не умеет проводить сравнительный анализ возможных способов проектирования радиоприемных устройств.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

- 6.1.1. Дворников С.В. Устройства приема и обработки сигналов: учебник / С.В. Дворников, А.Ф. Крячко, С.В. Мичурин. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 512 с.
Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/133898#2>
- 6.1.2. Радиоприемные устройства: Учебник для вузов /Н.Н. Фомин, Н.Н. Буга, О.В. Головин и др.; Под ред. Н.Н. Фомина. – М.: Горячая линия - Телеком, 2007. – 520 с.
- 6.1.3. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей: Учебник для вузов / В.В. Крухмалев, В.Н.Гордиенко, А.Д. Моченов и др.; Под ред. В.Н. Гордиенко и В.В. Крухмалева. – М.: Горячая линия - Телеком, 2004. – 510 с.

6.2. Справочно-библиографическая литература.

- 6.2.1. Поваляева И.В. Устройства приема и обработки телекоммуникационных сигналов: Учебное пособие /И.В. Поваляева. – М.: МИРЭА – Российский технологический университет, 2020. – 64 с.
Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/163890#63>
- 6.2.2. Пушкарев В.П. Устройства приема и обработки сигналов: Учебное пособие. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 201 с.
Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/4923#3>
- 6.2.3. Сверхвысокочастотные устройства: Учебное пособие. Ч.1 / В.В.Бирюков [и др.]; НГТУ им. Р.Е.Алексеева; Под ред. Г.И.Шишкова. - Н.Новгород, 2014. – 183 с.
- 6.2.4. Устройства СВЧ и КВЧ: Учебное пособие. Ч.1/ В.В.Бирюков [и др.]: НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н.Новгород; 2012. -220 с.

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

- 6.3.1. Резонансный усилитель радиочастотных сигналов. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Устройства приема и обработки сигналов» / НГТУ; Л.В. Когтева, Нижний Новгород, 2020. - 26 с. (электронная версия)
- 6.3.2. Преобразователи частоты. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Устройства приема и обработки сигналов» / НГТУ; Л.В. Когтева, Нижний Новгород, 2020. - 36 с. (электронная версия)
- 6.3.3. Детектирование амплитудно-модулированных колебаний. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Устройства приема и обработки сигналов» / НГТУ; Л.В. Когтева, А.А.Кузин Нижний Новгород, 2020.- 32 с. (электронная версия).
- 6.3.4 Детекторы колебаний с фазовой и частотной модуляцией. Методические указания к лабораторной работе по курсу «Устройства приема и обработки сигналов» / НГТУ; Л.В. Когтева, Нижний Новгород, 2021. - 27 с. (электронная версия).
- 6.3.5 Автоматическая регулировка усиления: учебно-метод. пособие к лабораторной работе по курсу «Основы техники радиоприема» / НГТУ им. Р.Е.Алексеева; сост.: Л.В.Когтева, А.А.Кузин. – Нижний Новгород, 2021. - 23 с.

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>

7.2. Перечень информационных справочных систем

Таблица 8 - Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

Таблица 9 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	2	3
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	доступ из локальной сети
3	Информационно-справочная система «Техксперт»	доступ из локальной сети

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 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/accenv/>

Таблица 10 - 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
	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

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

В таблице 11 перечислены учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения; помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 11 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	1	2	3
1.	1324 учебная аудитория для проведения лекционных, практических занятий, самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.	10 рабочих мест для студентов, оборудованных: • PC Intel Core i3 3 GHz/4 Gb RAM/HDD 250Gb/DVD-ROM; • ЖК монитор 19”. • пакеты ПО общего назначения: – Slackware Linux 13.37 – Microsoft Windows XP SP3; – Microsoft Office 2007 Professional Plus; – 7-zip; – Adobe Reader 9; – Dr.Web; – XnView; рабочее место преподавателя, оборудованное: • PC Intel Pentium IV 3 GHz/1 Gb RAM/HDD 250Gb/DVD-ROM;	• Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор от 21.10.14); • Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296); • Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025) • Консультант Плюс (ГПД № 0332100025418000079 от 21.12.2018).

		• ЖК монитор 19". • пакеты ПО общего назначения: – Slackware Linux 14 – Microsoft Windows XP SP3; – Microsoft Office 2007 Professional Plus; – 7-zip; – Adobe Reader 9; – Dr.Web.	
2.	1327 специализированная учебная лаборатория (класс) для выполнения лабораторных работ; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24.	Проектор Benq. • макеты лабораторных работ; • генератор высокочастотных сигналов Г4-102; • прибор для исследования АЧХ Х1-48; • милливольтметр В3-41; • цифровой вольтметр В7-38; • частотомер ЧЗ-46; • осциллограф С1 -68.	

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: аудиторная, внеаудиторная, а также проводится в электронной информационно-образовательной среде университета (далее - ЭИОС).

Преподавание дисциплины ведется с применением балльно-рейтинговой технологии оценивания. Итоги текущей успеваемости учитываются при проведении промежуточной аттестации.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

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 и 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 лабораторных работах

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

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

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- решение практических задач по основным разделам дисциплины.

10.5. 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.

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится комплексная оценка знаний, включающая

- проведение контрольных работ;
- выполнение лабораторных работ;
- проведение зачета.

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

11.1. Типовые задания к практическим занятиям.

Тема 1. Основные технические характеристики радиоприемных устройств

Задача 1. Преселектор приемника перестраивается переменным конденсатором $C_{\min} = 16$ пФ, $C_{\max} = 318$ пФ. Индуктивность перестраиваемого контура $0,273$ мГн. Емкость монтажа 20 пФ. Рассчитайте крайние частоты диапазона перестройки, коэффициент перекрытия по диапазону.

Задача 2 (4 варианта). Усилитель низкой частоты имеет n одинаковых каскадов. Весь многокаскадный усилитель имеет качественные показатели, приведенные в таблице. Определите коэффициент усиления K_1 , значения частотных искажений на нижней и верхней граничных частотах $M_{\text{н}}$ и $M_{\text{в}}$, коэффициент нелинейных искажений γ_1 для одного каскада усилителя.

Таблица

Вариант	K	n	$M_{\text{н}}$	$M_{\text{в}}$	γ
1	60 дБ	2	1,3	1,5	6 %
2	80 дБ	3	8 дБ	6 дБ	0,08
3	2700	3	3 дБ	4 дБ	5 %
4	10^6	4	0,69	0,64	0,1

Тема 2. Технические характеристики систем регулирования.

Задача 1. Амплитуда сигнала на входе приемника изменяется от 10 мкВ до 1 мВ. При этом диапазон изменения амплитуды сигнала на выходе линейной части приемника должен быть от $0,3$ В до $0,6$ В. Определите

- 1) динамические диапазоны входного и выходного сигналов;

- 2) требуемый диапазон регулировки усиления;
- 3) коэффициенты усиления при минимальном и максимальном значениях сигнала.

Тема 3. Расчет параметров усилительно-фильтрующих цепей.

Задача 1. Коэффициент усиления трехкаскадного усилителя 87 дБ. Напряжение на входе усилителя 50 мВ. Коэффициенты усиления каскадов одинаковые. Определите напряжения на входе и выходе каждого каскада. Определите, во сколько раз усиливается напряжение усилителем.

Задача 2. Четырехкаскадный усилитель имеет соответственно коэффициенты усиления каскадов $K_1 = 20\text{дБ}$, $K_2 = 40\text{дБ}$, $K_3 = 50\text{дБ}$, $K_4 = 30\text{дБ}$. Выходное напряжение усилителя 25 В. Определите общий коэффициент усиления усилителя и величину входного напряжения на входе каждого каскада.

Тема 4. Преобразователи частоты диодные, транзисторные, на перемножителях сигналов.

Задача 1. Изобразите схему диодного балансного преобразователя частоты. Укажите достоинства этой схемы по сравнению с небалансной.

Задача 2. Проходная характеристика транзистора $I_k = \alpha U_{БЭ}^2$, $\alpha = 100 \text{ мА/В}^2$. Амплитуда напряжения гетеродина равна 100 мВ. Определите максимально возможную крутизну преобразования по первой гармонике колебания гетеродина.

Задача 3. Диодный смеситель работает при амплитуде напряжения гетеродина 1 В. Рассчитайте крутизну преобразования по первой гармонике колебания гетеродина. ВАХ диода считать кусочно-линейной с крутизной 10 мА/В.

Тема 5. Радиоприемные устройства многоканальных систем связи.

Задача 1. Определить ширину спектра группового сигнала 4-канальной системы связи с частотным разделением каналов на основе АМ с передачей одной боковой полосы и несущей, если полоса частот первичного (модулирующего) колебания $\Delta F_C = 0,5 \dots 5,0 \text{ кГц}$. Полоса защитного интервала 0,5 кГц.

Задача 2. Определить минимальное значение частоты дискретизации аналогового сигнала, занимающего полосу частот $\Delta F_C = 0,3 \dots 3,4 \text{ кГц}$, если на входе канального амплитудно-импульсного модулятора и на выходе канального селектора включаются ФНЧ с крутизной характеристики затухания 0,1 дБ/Гц и затухание в полосе эффективного задерживания равно 60 дБ.

11.2. Типовые задания для лабораторных работ

Типовые задания для лабораторных работ и контрольные вопросы для проверки теоретических знаний приведены в учебно-методических пособиях по проведению лабораторных работ.

11.1.2. Типовые задания для контрольных работ

**Темы: «Основные технические характеристики радиоприемных устройств» ,
«Технические характеристики систем регулировки».**

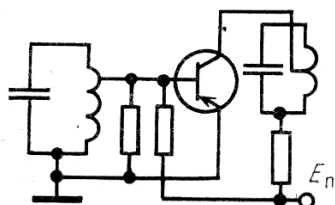
Контрольная работа проводится по результатам освоения нескольких базовых тем дисциплины; ниже приводится один из вариантов контрольной работы.

ВАРИАНТ 1.

Задание 1. Изобразите структурную схему супергетеродинного приемника прямого преобразования, назовите функции каждого каскада.

Задача 2. Преселектор приемника перестраивается переменным конденсатором с $C_{\text{кmin}} = 16$ пФ, $C_{\text{кmax}} = 318$ пФ. Индуктивность перестраиваемого контура $0,273$ мГн. Емкость монтажа 10 пФ. Рассчитайте крайние частоты диапазона перестройки и коэффициент перекрытия по диапазону.

Задача 3.



Укажите назначение и особенности работы схемы, изображенной на рисунке. Найдите и исправьте ошибки. Изобразите типовой вид АЧХ схемы.

Задача 4. Амплитуда сигнала на входе приемника изменяется от 20 мкВ до 5 мВ. При этом диапазон изменения амплитуды сигнала на выходе линейной части приемника должен быть от $0,3$ В до $0,9$ В. Определите динамические диапазоны входного и выходного сигналов требуемый диапазон регулировки усиления, коэффициенты усиления при минимальном и максимальном значениях сигнала.

Задача 5. Четырехкаскадный усилитель имеет соответственно коэффициенты усиления каскадов $K_1 = 20$ дБ, $K_2 = 40$ дБ, $K_3 = 50$ дБ, $K_4 = 30$ дБ. Выходное напряжение усилителя 25 В. Определите общий коэффициент усиления усилителя и величину входного напряжения на входе каждого каскада.

Тема «Радиоприемные устройства многоканальных систем связи»

Контрольная работа

Вариант 1

Задача 1. Имеется 3-канальная СП с ЧРК на основе АМ с ОБП. Несущие частоты каждого канала $f_1 = 12$ кГц, $f_2 = 16$ кГц, $f_3 = 20$ кГц. Полоса частот первичного (модулирующего) колебания $\Delta F_C = 0,3 \dots 3,4$ кГц. Определите величину защитного частотного интервала и ширину спектра группового сигнала. Изобразите спектр группового сигнала.

Задача 2. Дискретизации во времени подвергается сигнал с полосой от 60 до 84 кГц. При каких из перечисленных ниже значениях частоты дискретизации искажений дискретизации наблюдаться не будет: 48 кГц, 96 кГц, 144 кГц, 192 кГц? Фильтры, используемые в канальном амплитудно-импульсном модуляторе и селекторе, считать идеальными.

Вариант 2

Задача 1. Имеется 3-канальная СП с ЧРК на основе АМ с передачей двух боковых полос и несущей. Определите значения несущих частот для каждого канала и значение верхней граничной частоты группового сигнала f_{max} , если значение нижней граничной частоты группового сигнала $f_{\text{min}} = 60$ кГц. Полоса частот первичного (модулирующего) колебания $\Delta F_C = 0,3 \dots 3,4$ кГц. Защитный частотный интервал равен $0,5$ кГц. Изобразите спектр группового сигнала.

Задача 2. Дискретизации во времени подвергается сигнал с полосой от 30 до 68 кГц. При каких из перечисленных ниже значениях частоты дискретизации искажений дискретизации наблюдаться не будет: 24 кГц, 48 кГц, 96 кГц, 144 кГц. Фильтры,

используемые в канальном амплитудно-импульсном модуляторе и селекторе, считать идеальными.

11.3. Типовые контрольные вопросы для оценки знаний, умений, навыков в ходе промежуточной аттестации по дисциплине в форме зачета

1. Назначение, функции и основные характеристики радиоприемных устройств.
2. Структурная схема приемника прямого усиления; достоинства и недостатки.
3. Структурные схемы приемников с преобразованием частоты. Необходимость преобразования частоты, его достоинства и недостатки. Внеполосные каналы приема.
4. Назначение входных цепей. Обобщенная структурная схема входной цепи. Способы перекрытия диапазона частот.
5. Входные цепи приемников СВЧ.
6. Усилители радиочастотных сигналов: определение, назначение, предъявляемые к ним требования, виды усилителей. Типовая структурная схема резонансных усилителей, назначение и функции отдельных узлов.
7. Усилители радиочастотных сигналов диапазона СВЧ.
8. Устойчивость резонансных усилителей радиочастотных сигналов. Способы повышения устойчивости.
9. Преобразователи частоты: структурная схема, осциллограммы напряжений на входе и выходе преобразователя частоты. Принцип преобразования частоты на перемножителе сигналов.
10. Диодные и транзисторные преобразователи частоты балансного и небалансного типов. Преобразователи частоты приемников СВЧ.
11. Принципы построения тракта промежуточной частоты: с распределенным или с сосредоточенным усилением и избирательностью.
12. Амплитудные детекторы: назначение, принцип действия, основные характеристики, основные схемы.
13. Фазовый детектор. Структурная схема. Транзисторные и диодные схемы фазового детектора.
14. Частотные детекторы: принципы детектирования, детекторы с использованием расстроенных и настроенных колебательных контуров в небалансных и балансных схемах.
15. Необходимость автоматической регулировки усиления в приемниках. Структурные схемы АРУ с регулировкой назад, вперед, комбинированной; их сравнительный анализ.
16. Основные технические параметры и характеристики систем АРУ. Выбор постоянной времени фильтра АРУ.
17. Системы АРУ с задержкой, быстродействующие АРУ, бесшумные АРУ, их основные характеристики и особенности работы.
18. Причины неустойчивости частоты гетеродина, основные способы повышения стабильности частоты. Необходимость автоматической подстройки частоты (АПЧ).
19. Структурная схема приемника с ЧАПЧ. Принцип работы.
20. Структурная схема приемника с ФАПЧ. Принцип работы. Преимущества ФАПЧ по сравнению с ЧАПЧ.
21. Общие принципы построения систем радиосвязи. Основные характеристики. Классификация систем радиосвязи.
22. Радиосистемы с односторонней и двухсторонней связью. Основные способы построения двухсторонних каналов связи, структурные схемы.

23. Симплексная и дуплексная системы организации радиосвязи. Одночастотный и двухчастотные системы передачи.
24. Сообщения, сигналы, системы связи, каналы связи (основные определения).
25. Первичные сигналы радиосвязи, их виды. Классификация систем радиосвязи по видам передаваемых сообщений. Основные характеристики первичных сигналов.
26. Общие принципы построения многоканальных систем передачи информации. Обобщенная структурная схема многоканальной системы передачи.
27. Методы разделения канальных сигналов. Обобщенная структурная схема многоканальной системы передачи с линейным разделением сигналов.
28. Построение многоканальных систем передачи сигналов с частотным разделением каналов. Способы формирования канальных сигналов.
29. Построение многоканальных систем передачи сигналов с временным частотным разделением каналов.
30. Общие принципы построения радиорелейных линий (РРЛ) и их классификация.
31. РРЛ прямой видимости. Частотные планы РРЛ. Многоствольные РРЛ. Виды модуляции, применяемые в радиорелейных системах передачи.
32. Тропосферные радиорелейные линии. Особенности тропосферного распространения радиоволн.
33. Техника разнесенного приема в тропосферных РРЛ.
34. Спутниковые системы связи. Особенности передачи сигналов в спутниковых системах связи.
35. Орбиты спутников связи, их основные характеристики. Особенности радиоприемных устройств высокоорбитальных и низкоорбитальных спутниковых систем связи и вещания.