

**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:

Мякиньков А.В.  
подпись ФИО  
“22” апреля 2025 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ОД.19 Основы теории радиосистем передачи информации

(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)

для подготовки специалистов

## Специальность: 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

## Специализация: Радиолокационные системы и комплексы

### Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2025

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ИРС

## Объем дисцип.

## Промежуточная аттестация – экзамен

Разработчик: Флаксман А.Г., д.ф.-м.н., профессор

Нижний Новгород, 2025 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 09 февраля 2018 года № 94 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ

протокол № 5 от 12.12.2024 г.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 17 марта 2025 г. № 6  
Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Приблудова Е.Н.\_\_\_\_\_

(подпись)

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

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № 11.05.01-р-49

Начальник МО \_\_\_\_\_ Е.Г. Севрюкова

Заведующая отделом НТБ \_\_\_\_\_ Н.И. Кабанина  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
1.1.    Цель освоения дисциплины.....	4
1.2.    Задачи освоения дисциплины (модуля) .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>4</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>9</b>
4.1.    Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам .....	9
4.2.    Содержание дисциплины, структурированное по темам .....	9
<b>5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ. ....</b>	<b>15</b>
5.1.    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	15
5.2.    Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания	18
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
6.1.    Учебная литература .....	20
6.2.    Справочно-библиографическая литература .....	20
6.3.    Перечень журналов по профилю дисциплины:.....	21
6.4.    Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	21
<b>7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
7.1.    Перечень информационных справочных систем .....	22
7.2.    Перечень свободно распространяемого программного обеспечения.....	22
<b>8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ .....</b>	<b>23</b>
<b>9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>23</b>
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>25</b>
10.1.    Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии .....	25
10.2.    Методические указания для занятий лекционного типа .....	26
10.3.    Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.....	26
10.4.    Методические указания по самостоятельной работе обучающихся .....	26
<b>11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>27</b>
11.1.    Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости .....	27
11.1.1.    Типовые задания для лабораторных занятий .....	27
11.1.2.    Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов очной формы обучения .....	27

# **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

## **1.1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является развитие компетенций в области цифровой обработки сигналов, а также применения алгоритмического подхода при выборе структуры и параметров систем сотовой связи и беспроводного Интернета и анализе основных характеристик таких систем для решения профессиональных задач.

## **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)**

Задачи освоения дисциплины:

- разработка алгоритмов в области основных методов формирования, приема и обработки сигналов в системах сотовой связи и беспроводного Интернета;
- применение среды разработки для тестирования проектов;
- проявление системного и алгоритмического мышления при составлении отчетов по лабораторным работам.

# **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина «Основы теории радиосистем передачи информации» Б1.В.ОД.19 включена в вариативную часть. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данной специальности.

Дисциплина базируется на дисциплинах «Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем», «Теория и техника радиолокации и радионавигации», «Аппаратные средства цифровой обработки сигналов», «Применение цифровой обработки сигналов».

Дисциплина «Основы теории радиосистем передачи информации» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Современные математические методы обработки сигналов», «Проектирование встроенных систем», также практик: научно-исследовательская работа, производственная (преддипломная).

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

Таблица 1- Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
<i>ПКС-1</i>											
<i>Основы компьютерного проектирования РЭС</i>											
<i>Статистическая теория радиотехнических систем</i>											
<i>Радиоавтоматика</i>											
<i>Функциональное моделирование</i>											
<i>Радиотехнические системы</i>											
<i>Цифровая обработка сигналов</i>											
<i>Основы техники радио-</i>											

Наименование дисциплин, формирующими компетенцию совместно приема	Семестры, формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
Радиопередающие устройства											
Цифровые процессоры и обработка сигналов											
Программные средства цифровой обработки сигналов											
Современные математические методы обработки сигналов											
Основы теории радиолокационных систем и комплексов											
Сетевые информационные технологии											
Основы теории радионавигационных систем и комплексов											
Основы теории радиосистем и комплексов управления											
Основы теории радиосистем передачи информации											
Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы											
Микроэлектронные устройства СВЧ											
Интегральная СВЧ схемотехника											
Электродинамика и распространение радиоволн. Дополнительные главы											
Направляющие и колебательные системы СВЧ											
Телевидение и видеотехника											
Цифровая аудио- и видеотехника											
Электронные СВЧ и квантовые приборы											
Оптоэлектронные и квантовые приборы СВЧ											
Электропреобразовательные устройства РЭС											
Электропитание устройств систем телекоммуникаций											
Лабораторный практикум по проектированию											

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B
интегрированных модулей цифровой обработки сигналов											
Научно-исследовательская работа									■		
Преддипломная практика										■	■
Выполнение и защита ВКР											■
ПКС-2											
Оптические устройства в радиотехнике							■				
Устройства СВЧ и антенны							■				
Основы техники радиоприема							■				
Радиопередающие устройства							■				
Основы теории радиолокационных систем и комплексов									■		
Основы теории радионавигационных систем и комплексов									■		
Основы теории радиосистем и комплексов управления									■	■	
Основы теории радиосистем передачи информации										■	
Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы										■	
Преддипломная практика										■	■
Выполнение и защита ВКР											■

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			
ПКС-1. Способен проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, выполнять моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществлять тестирование радиоэлектронных комплексов с использованием современных аппаратных и программных средств	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, владеет технологией автоматической обработки информации.	<b>Знать:</b> современные методы исследования современных систем передачи информации в различных условиях работы.	<b>Уметь:</b> решать задачи синтеза и расчета устройств цифровой обработки сигналов в среде Matlab, оценивать техническое состояние устройств цифровой обработки сигналов.	<b>Владеть:</b> современными информационными и инструментальными средствами (интерактивная графическая программа GUI fdatool среды Matlab) для решения задач, связанных с проектированием устройств цифровой обработки сигналов в своей профессиональной деятельности и тестирования программного обеспечения.	Выполнение индивидуального задания – 15 заданий	Вопросы для устного собеседования – 15 вопросов
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по техническому обслуживанию и ремонту радиоэлектронных средств»), решает задачи разработки методов и алгоритмов моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, и эффективного проведения тестирования работы программного обеспечения						
ПКС-2 Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектрон-	ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, осу-	<b>Знать:</b> современные методы исследования современных систем передачи информации.	<b>Уметь:</b> решать задачи расчета характеристик радиоэлектронных устройств передачи информации на основе методов математического моде-	<b>Владеть:</b> современными информационными и инструментальными средствами (интерактивная графическая программа GUI fdatool среды		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ных комплексов	ществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств.		лирования в среде Matlab, оценивать полученные результаты моделирования и корректировать параметры соответствующих систем цифровой обработки сигналов.	Matlab) для решения задач, связанных с моделированием и расчета характеристик радиоэлектронных устройств передачи информации.		
Освоение дисциплины причастно к ТФ С/02.6 (ПС 06.005 «Специалист по техническому обслуживанию и ремонту радиоэлектронных средств»), решает задачи расчетов характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов и осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств						

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет бзач.ед. 216 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3.1 - 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
		10 (A) сем
<b>Формат изучения дисциплины</b>		с использованием элементов электронного обучения
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>1. Контактная работа:</b>		
<b>1.1. Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
занятия лекционного типа (Л)	51	51
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)		
лабораторные работы (ЛР)	34	34
<b>1.2. Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)		
текущий контроль, консультации по дисциплине	6	6
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)		
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>98</b>	<b>98</b>
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.)	98	98
Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.1-Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)		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									
		Лекции	Лабораторные работы								
ПКС-1 ПКС-2	<b>Раздел 1. Основные принципы построения сотовых систем связи</b>	4		Самостоятельная работа студентов (час)	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.5]. Работа над индивиду-						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				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 (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
						альным заданием							
	<b>Итого по 1 разделу</b>	<b>4</b>			<b>14</b>								
ПКС-1 ПКС-2	<b>Раздел 2. Преобразование аналоговой информации в дискретную форму</b>					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.5]. Работа над индивидуальным заданием							
	<b>Тема 2.1</b> Дискретизация аналогового сигнала. Спектр дискретного сигнала. Частота Найквиста. Восстановление сигнала по выборкам. Кодирование дискретных источников.	2			6								
	<b>Тема 2.2</b> Квантование аналогового сигнала. Определение шага квантования в АЦП, оценка величины входной разрядности АЦП, выходной и промежуточной разрядностей цифровой системы.	2			6								
	<b>Тема лабораторной работы:</b> «Экономическое кодирование дискретных сообщений»	8		2	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.2.1], [6.2.5]. Работа	Мозговой штурм							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				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 (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
					над индивидуальным заданием								
	<b>Итого по 2 разделу</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>14</b>								
ПКС-1 ПКС-2	<b>Раздел 3. Пропускная способность каналов связи</b>	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.4], [6.2.1], [6.2.5]. Работа над индивидуальным заданием											
	<b>Тема 3.1</b> Модели каналов без памяти. Различные математические модели каналов без памяти.	4			7								
	<b>Тема 3.2.</b> Пропускная способность частотно ограниченного канала с гауссовским шумом.	4			7								
	<b>Итого по 3 разделу</b>	<b>8</b>			<b>14</b>								
ПКС-1 ПКС-2	<b>Раздел 4.Обнаружение сигналов на фоне шума</b>	Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным заданием											
	<b>Тема 4.1.</b> Модуляция каналов без памяти	6			6								

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				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 (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	<b>Тема 4.2.</b> Основные критерии декодирования вероятность битовой ошибки.	6			6								
	<b>Тема лабораторной работы:</b> «Модуляция сигналов в системах цифровой связи»		8		2	Подготовка к лабораторной работе[6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5]	Мозговой штурм						
	<b>Итого по 4 разделу</b>	<b>12</b>	<b>8</b>		<b>14</b>								
ПКС-1 ПКС-2	<b>Раздел 5. Помехоустойчивое кодирование/декодирование</b>				Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным заданием								
	<b>Тема 5.1.</b> Сверточное кодирование. Виды представления сверточного кодера. Основные свойства сверточных кодов.	4			6								
	<b>Тема 5.2.</b> Алгоритм декодирования Виттерби. Максимально правдоподобное кодирование. Мягкое и жесткое декодирование. Алгоритм Виттерби.	4			6								
	<b>Тема лабораторного за-</b>		8		2	Подготовка к	Мозговой штурм						

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				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 (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
	<b>ния: «Помехоустойчивое блочное кодирование при передаче дискретных сообщений»</b>					лабораторной работе[6.1.1], [6.2.1] - [6.2.5]							
	<b>Итого по 5 разделу</b>	<b>8</b>	<b>8</b>		<b>14</b>								
ПКС-1 ПКС-2	<b>Раздел 6. Свойства пространственных каналов с замираниями сигналов</b>					Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным заданием							
	<b>Тема 6.1.</b> Временная, частотная и пространственная дисперсия. Релеевские и Райсовские каналы.	4			7								
	<b>Тема 6.2.</b> Вероятность битовой ошибки в релеевском и райсовском каналах. Разнесенный прием и передача	4			7								
	<b>Итого по 6 разделу</b>	<b>8</b>			<b>14</b>								
ПКС-1 ПКС-2	<b>Раздел 7. OFDM- и CDMA- системы связи</b>					Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным за-							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				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 (час)								
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия									
					данием								
	<b>Тема 7.1.</b> OFDM-система. Стандарт 802.11a. Формирование и прием OFDM-сигнала. пропускная способность OFDM-системы. Расширение спектра методом прямой последовательности. RAKE-приемник. Стандарт 802.11a (Wi-Fi) IS-95.	4			6								
	<b>Тема 7.2.</b> CDMA-система. Стандарт IS-95. Кодовое разделение, шумоподобные сигналы.	3			6								
	<b>Тема лабораторной работы:</b> «Передача информации в OFDM-системах в частотно-селективном канала»		10		2	Подготовка к лабораторной работе[6.1.1], [6.2.1] - [6.2.5], [6.4.1]	Мозговой штурм						
	<b>Итого по 7 разделу</b>	7	10		14								
	Подготовка к экзамену (контроль)				27								
	<b>ИТОГО по дисциплине</b>	51	34		98								

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

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

Для выполнения процедур оценивания составлен паспорт оценочных средств

Таблица 5.1 - Паспорт оценочных средств (текущая аттестация)

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
1.	Основные принципы построения сотовых систем связи	ПКС-1 ПКС-2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторная работа: Экономное кодирование дискретных сообщений	Выполнение домашних заданий	Домашние задания
2.	Преобразование аналоговой информации в дискретную форму	ПКС-1 ПКС-2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторная работа: Экономное кодирование дискретных сообщений	Выполнение домашних заданий	Домашние задания

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
3.	Пропускная способность каналов связи	ПКС-1 ПКС-2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторная работа: Модуляция сигналов в системах цифровой связи	Выполнение домашних заданий	Домашние задания
4.	Обнаружение сигналов на фоне шумов	ПКС-1 ПКС-2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторная работа: Модуляция сигналов в системах цифровой связи	Выполнение домашних заданий	Домашние задания
5.	Помехоустойчивое кодирование/декодирование	ПКС-1 ПКС-2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторная работа: Помехоустойчивое блочное кодирование при передаче дискретных сообщений	Выполнение домашних заданий	Домашние задания
6.	Свойства пространственных каналов с замириями сигналов	ПКС-1 ПКС-2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторная работа: Помехоустойчивое блочное кодирование при передаче дискретных сообщений	Выполнение домашних заданий	Домашние задания

Номер раздела	Наименование раздела дисциплины	Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Лекционные занятия		Лабораторные работы		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
7.	OFDM- и CDMA-системы связи	ПКС-1 ПКС-2	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематики для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторная работа: Передача информации в OFDM-системах в частотно-селективном канале	Выполнение домашних заданий	Домашние задания

Таблица 5.2 - Паспорт оценочных средств (промежуточная аттестация)

Наименование дисциплины	Формируемые компетенции	Знаниевая компонента		Деятельностная компонента	
		Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
«Основы теории радиосистем передачи информации»	ПКС-1, ПКС-2	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к экзамену	Выполнение индивидуального задания	Задания к экзамену

Таблица 5.3 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	Компетенция ПКС-1, ПКС-2	1-15

Комплект оценочных средств является неотъемлемой частью ФОС и хранится на кафедре «Информационные радиосистемы».

## 5.2.Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Таблица 5.4- При текущем контроле (контрольные недели) и оценка выполнения лабораторных работ

Шкала оценивания	Экзамен
40<R≤50	Отлично
30<R≤40	Хорошо
20<R≤30	Удовлетворительно
0<R≤20	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентовоценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

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 max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПКС-1. Способен проводить разработку методов, алгоритмов приема, передачи и обработки сигналов, выполнять моделирование радиолокационных систем и устройств, осуществлять тестирование радиоэлектронных комплексов с использованием современных аппаратных и программных средств	ИПКС-1.1. Разрабатывает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, владеет технологией автоматической обработки информации.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены разработка методов и алгоритмов моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, не владеет технологией автоматической обработки информации	Фрагментарные, поверхностная разработка методов и алгоритмов моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах, не владеет технологией автоматической обработки информации	Знает разработку методов и алгоритмов моделирования процессов в радиоэлектронике на достаточно хорошем уровне	Имеет глубокие знания в разработке методов и алгоритмов моделирования процессов в радиоэлектронике.
ПКС-2 Способен разрабатывать структурные, функциональные, принципиальные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, осуществлять техническое обслуживание радиоэлектронных комплексов	ИПКС-2.2. Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов, не осуществляет проверку функционирования радиоэлектронных устройств.	Фрагментные, поверхностные знания учебного материала, затрудняется проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов.	Проводит расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов на достаточно хорошем уровне.	Имеет глубокие знания для проведения расчетов характеристик радиоэлектронных систем и комплексов.

Таблица 7 - Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » 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 « <b>хорошо</b> » 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 « <b>удовлетворительно</b> » 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 « <b>неудовлетворительно</b> » 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

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
6.1.1	Пространственная обработка сигналов в многоканальных радиолокационных системах [Электронные текстовые данные]: Учеб.пособие / А.В. Ястребов [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород: [Изд-во НГТУ], 2020.	В библиотеке – 1 экз., накафедре – 45экз.
6.1.2	Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов: Учеб.пособие / А.Оппенгейм, Р.Шафер. - М.: Техносфера, 2012.	2012 г. – 3 экз. 2007 г. – 9 экз. <b>Всего:</b> – 12 экз.
6.1.3	Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: Учеб.пособие / А.Б. Сергиенко. -СПб.: БХВ-Петербург, 2011.	2011 г. – 30 экз. 2006 г. – 21 экз. <b>Всего:</b> – 51экз.
6.1.4	Радиосистемы передачи информации: Учеб.пособие / В.А. Васин [и др.]; Под ред.И.Б. Федорова, В.В.Калмыкова. - М.: Го-рячая линия-Телеком, 2005.	1 экз.

### 6.2. Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

6.2.1. Пространственная обработка сигналов в многоканальных радиолокационных системах [Электронные текстовые данные]: Учеб.пособие / А.В. Ястребов [и др.]; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород: [Изд-во НГТУ], 2020. В библиотеке – 2 экз.

- 6.2.2. Корниенко, В. Т. Обеспечение безопасности передачи информации в радиотехнических системах с примерами в проектах LabVIEW : учебное пособие / В. Т. Корниенко. — Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2016. — 80 с.
- 6.2.3. Акулиничев, Ю. П. Радиотехнические системы передачи информации: учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт. — Москва : ТУСУР, 2015. — 196 с.
- 6.2.4. Садомовский, А.С. Радиотехнические системы передачи информации : учебное пособие / А. С. Садомовский, С. В. Воронов. — Ульяновск : УлГТУ, 2014. — 120 с.
- 6.2.5. Пространственно-временное кодирование в MIMO-системах радиосвязи: учебное пособие / В.Т. Ермолаев [и др.];НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород: [Б.и.], 2013.**В библиотеке – 4 экз.**

### **6.3.Перечень журналов по профилю дисциплины:**

- 6.3.1. Научно-технический и научно-производственный журнал Информационные технологии Журнал "Информационные технологии" ([novtex.ru/IT/](http://novtex.ru/IT/))
- 6.3.2. Информационные ресурсы России. Российская ассоциация электронных библиотек. Информационные Ресурсы России — Российская ассоциация электронных библиотек (aselibrary.ru).  
[http://www.aselibrary.ru/press\\_center/journal/irr/](http://www.aselibrary.ru/press_center/journal/irr/)
- 6.3.3. Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы». Журнал «Информационные технологии и вычислительные системы» - About journal (jitcs.ru)  
<http://www.jitcs.ru/>

### **6.4.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы теории радиосистем передачи информации» в бумажном варианте находятся на кафедре «Информационные системы», в библиотеке НГТУ им. Р.Е.Алексеева. Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторных работ отправляются на электронные адреса групп.

- 6.4.1. Передача информации в OFDM-системах: Метод.указ.к лаб.раб.по дисц."Радиотехнические системы и передачи информации" для студ.спец.200700- "Радиотехника" очной формы обучения / НГТУ им.Р.Е.Алексеева, Каф."Информ.радиосистемы"; Сост.:Е.А.Маврычев, А.Г.Флаксман. - Н.Новгород: [Б.и.], 2011.

## **7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

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

### **7.1.Перечень информационных справочных систем**

Таблица 8 -Перечень электронных библиотечных систем

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

### **7.2.Перечень свободно распространяемого программного обеспечения**

Таблица 9.1 - Программное обеспечение, используемое студентами очного обучения

<b>лицензионное ПО, с указанием реквизитов подтверждающего документа</b>	<b>ПО свободного распространения</b>
1 Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договорот 21.10.14); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025); 4. ПрограммадляЭВМвсоставе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html</a>  Zoom для дистанционного обучения, ссылка отправляется преподавателем

### **Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

В таблице10указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 10 - 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	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	<a href="https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus">https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus</a>

## 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 11 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 11 - 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	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

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

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организаций:

Таблица 12 - 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	Читальный зал НТБ - помещение	1. Рабочие места студента, оснащенные переносным	1. Microsoft Windows 10 Professional (подписка DreamSpark Premium, дого-

	для самостоятельной работы студентов № 2202 учебного корпуса № 2	оборудованием (ноутбук HP – 21 шт.) 2. ПК на базе Intel (R) CPU 2140, 1.6 ГГц., ОЗУ 2Гб, 160 ГБ HDD, монитор 17" – 1 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.	вор № 0509/КМРот 15.10.18) 2. ConsultantPlus(договор №0332100025422000043 от 09.01.2023) 3. Техэксперт (Гражданского-правовой договор № 0332100025422000048 от 23.01.2023) 4. АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.) 5. MicrosoftOffice 2007 (Номер лицензии - 44804588) Предустановленная ОС 6. MicrosoftWindows - 21 шт. 7. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025)
2	Зал электронных ресурсов НТБ № 2210 учебного корпуса № 2	2. ПК – 2 шт. на базе IntelCeleron(R) CPU E3400, 2.6 ГГц., ОЗУ 2Гб, 250 ГБ HDD, ПК – 1 шт., монитор 17" - 3 шт. ПК подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета 1. Рабочее место студента - 3	1. Microsoft Windows 10 Professional (подпискаDreamSpark Premium, договор № 0509/КМРот 15.10.18) 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025) ConsultantPlus(договор №0332100025422000043 от 09.01.2023) 3. Техэксперт (Гражданского-правовой договор № 332100025422000048 от 23.01.2023) 4. АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.) 5. Microsoft Office2007 (Номер лицензии - 44804588) 6. НЭБ РФ (Договор №101/НЭБ/1020) 7. Openoffice (свободное ПО)
3	Читальный зал НТБ № 6119 учебно-лабораторного корпуса № 6	Рабочее место студента - 50.	
4	Зал электронных ресурсов НТБ - помещение для самостоятельной работы студентов № 6162 учебно-лабораторного корпуса № 6	1. ПК – 1 шт. на базе IntelGenuine(R) CPU 2140 1.6 ГГц., ОЗУ 1024 МБ, 160 ГБ HDD, ПК – 1 шт. на базе AMD athlon(tm) II X2 250, 3 ГГц, ОЗУ 2 Гб, 500 ГБ HDD, монитор 17" – 2 шт. 2. Рабочее место студента - 2	1. Microsoft Windows XP Professional (номерлицензии – 43178980) Microsoft Windows 7 Professional (подпискаDreamSpark Premium, договор № 0509/КМРот 15.10.18) 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025) АИБС «МегаПро» версия 3. (Договор № 28-14/19-41 от 23 октября 2019г.) 3. MicrosoftOffice2007 (Номер лицензии - 44804588) 4. НЭБ РФ (Договор №101/НЭБ/1020) 5. Openoffice 4.1.7 (свободное ПО) 6. P7 Офис (с/н 5260001439) 7. AdobeReader (проприетарное ПО) 8. (Гражданского-правовой договор № 0332100025422000048 от 23.01.2023)
5	Компьютерный класс № 5415	1. Персональные компьютеры, Intel Core2Duo/2 Gb RAM/HDD 250, в составе локальной вы-	1. Windows 7 Pro SP1 (подпискаDreamSpark Premium, дого-

	учебно-лабораторного корпуса № 5	числительной сети, без подключения к интернету. 2. Рабочее место студента - 6.	вопр № 0509/КМРот 15.10.18); 2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296); 3. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024 до 30.05.2025); 4. ПрограммадляЭВМсоставе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academ- ic, (договор № Tr110373 от 21.10.14). 5. Распространяемое по свободной ли- цензии - GNU LinuxSlackware 13.37; - Adobe Acrobat Reader; - Altera Quartus II web edition.
--	----------------------------------	---	--

## **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.

При преподавании дисциплины «Основы теории радиосистем передачи информации», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Весь лекционный материал курса может сопровождаться компьютерными презентациями, в которых наглядно преподносятся материал различных разделов курса и что дает возможность обсудить материал со студентами во время чтения лекций, активировать их деятельность при освоении материала. Электронные материалы лекций в период дистанционного обучения отправляются по электронной почте на адреса групп и могут быть получены до чтения лекций и проработаны студентами в ходе самостоятельной работы.

На лекциях, лабораторных занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнить уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на лабораторных занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, Zoom.

Инициируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

**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 заданиями, вопросами, 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 излагает учебный материал; справляется с заданиями, вопросами, требующими 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 типа**

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблицы 4.1, 4.2, 4.3). 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 лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **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 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 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, указанных в Разделе 9. 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**

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

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая для студентов очной формы обучения:

- выполнение домашних заданий;
- экзамен.

#### **11.1.1. Типовые задания для лабораторных занятий**

1. Поясните механизм возникновения замираний сигналов.
2. Оптимизация системы связи с разнесенным приемом.
3. Поясните на векторной диаграмме согласованный прием сигналов.
4. Поясните на векторной диаграмме прием сигналов на фоне пространственно-коррелированной помехи.
5. Статистические модели каналов связи.
6. Математическое представление канала связи во временной и частотной области.
7. Стационарные и нестационарные каналы связи.
8. Возникновение пространственной декорреляции сигналов в многолучевом канале
9. Пропускная способность системы передачи информации в канале с шумом.
10. Принцип работы CDMA систем.
11. Принцип работы OFDM систем.
12. Алгоритм максимума апостериорной вероятности.
13. Алгоритм оценки импульсной характеристики канала в системе связи с использованием обучающего сигнала.

#### **11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов очной формы обучения**

1. Пояснить модель двоичного симметричного канала без памяти и найти его пропускную способность
2. Построить графики вероятности ошибки в гауссовом шумовом канале и в релеевском канале для сигналов двоичной фазовой модуляции. Пояснить результат.
3. Найти скорость передачи данных в OFDM-системе связи при заданных параметрах.
4. Перечислить основные способы представления сверточного кодера.

5. Привести значения основных параметров стандартов 802.11a и IS-95.
6. Нарисовать функциональную схему системы связи и пояснить назначение отдельных блоков.
7. Каковы основные принципы построения сотовых систем связи?
8. Что такое гексагональная структура сети и повторное использование частот?
9. В чем заключается процедура передачи пользователя от одной базовой станции к другой?
10. Каковы основные принципы разделения пользователей?
11. Каким является спектр дискретного сигнала?
12. Пояснить эффект наложения спектров при дискретизации.
13. В чем заключается смысл теоремы Котельникова?
14. Какова информационная емкость источника сообщений?
15. В чем заключается алгоритм кодирования Хаффмена?
16. Пояснить равномерную и неравномерную импульсно-кодовую модуляцию.
17. Что такое логарифмический компрессор?
18. В чем заключается смысл теоремы о наибольшей энтропии гауссовой случайной величины?
19. Чему равна пропускная способность частотно ограниченного канала с гауссовским шумом?
20. В чем заключается смысл теоремы Шеннона о кодировании в канале с шумами?
21. Что такое двоичная и квадратурная фазовая модуляция?
22. Что такое квадратурная амплитудная модуляция?
23. Что представляет собой ортогональные многомерные сигналы с частотным сдвигом?
24. Пояснить критерий максимума апостериорной вероятности и максимального правдоподобия при детектировании сигналов.
25. Чему равна вероятность битовой и символной ошибки в канале с гауссовским шумом для основных модуляций сигналов?
26. Каким является коэффициент использования полосы в системах связи, использующих ортогональные и неортогональные сигналы?
27. Нарисовать диаграммы представлений сверточного кодера.
28. В чем заключается максимально правдоподобное декодирование?
29. Пояснить принцип декодирования на основе алгоритма Витерби.
30. В чем заключается смысл квадратичной формулы Введенского при учете влияния земной поверхности?
31. Что такое крупномасштабные и мелкомасштабные замирания сигналов?
32. Какова природа релеевских и райсовских замираний сигналов?
33. Понятие двумерной модели Кларка и доплеровского спектра Джейка.
34. Какова вероятность битовой ошибки в релеевском и райсовском каналах?
35. Функциональная схема OFDM-системы и ее основные составляющие.
36. Пояснить основные принципы формирования и приема OFDM-сигналов.
37. Нарисовать функциональную схему CDMA-системы.
38. Пояснить метод расширения спектра прямой последовательностью.
39. Каковы основные параметры OFDM-стандарта беспроводного Интернета?
40. Каковы основные параметры CDMA-стандартов систем мобильной связи?
41. Как изменяется вероятность битовой ошибки в релеевском канале в зависимости от числа приемных антенн?
42. Как влияет корреляция сигналов на вероятность битовой ошибки в релеевском канале при приеме на две разнесенные антенны?
43. Пояснить основные методы неадаптивной разнесенной передачи.
44. Что такое адаптивная разнесенная передача?