

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

«20» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.6 «Радиотехнические системы передачи информации»
(индекс и наименование дисциплины по учебному плану)
для подготовки магистров

Направление подготовки: 11.04.01 Радиотехника

Направленность (программа) «Системы цифровой обработки сигналов в радиолокации, связи и управлении»

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2022, 2023

Выпускающая кафедра ИРС

Кафедра-разработчик ИРС

Объем дисциплины 144/4
часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет с оценкой

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

Нижний Новгород, 2023 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 от 07.04.2022 № 13
14.03.2023 № 11

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры протокол от 20 июня 2022 г. № 9
05 июня 2023 г. № 9

Зав. кафедрой д.т.н, профессор, Рындык А.Г. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом ИРИТ,
протокол от 21 июня 2022 г. № 11
20 июня 2023 г. № 6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный № _____
Начальник МО _____

Заведующая отделом НТБ

(подпись) Н.И. Кабанина

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
1.1. Цель освоения дисциплины.....	4
1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	4
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ	8
5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.	14
5.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	14
5.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	16
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	18
6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	18
6.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЖУРНАЛОВ ПО ПРОФИЛЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
6.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ	19
7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
7.1. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	19
7.2. ПЕРЕЧЕНЬ СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	19
8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	21
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	21
10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА.....	22
10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ.....	22
10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ	22
11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
11.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА В ХОДЕ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	23
11.1.1. Типовые задания для лабораторных занятий.....	23
11.1.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации в форме экзамена для студентов очной формы обучения.....	23

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 «Радиотехнические системы передачи информации» Б1.Б.6 включена в базовую часть. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

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 «Радиотехнические системы передачи информации» является основополагающей для изучения дисциплины «Современные математические методы обработки сигналов», «Проектирование встроенных систем», также практик: научно-исследовательская работа, производственная (преддипломная).

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)¹

Таблица 1 - Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
Устройства приема и обработки сигналов ОПК-2				
Устройства генерирования и формирования сигналов ОПК-2				
Технологическая (проектно-технологическая) практика ОПК-2				
Подготовка к процеду-				

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры, формирования дисциплины Компетенции берутся из Учебного плана по направлению подготовки магистра			
	1	2	3	4
<i>ре защиты и защита ВКР ОПК-2</i>				
<i>Теория и техника радиолокации и радионавигации ОПК-3</i>				
<i>Технологическая (проектно-технологическая) практика ОПК-3</i>				
<i>Организационно-управленческая практика ОПК-3</i>				
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита ВКР ОПК-3</i>				

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-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИОПК-2.1. Применяет методы синтеза и исследования моделей.	Знать: современные методы исследования современных систем передачи информации в разных условиях работы.	Уметь: решать задачи синтеза и расчета устройств цифровой обработки сигналов в среде Matlab, оценивать техническое состояние устройств цифровой обработки сигналов.	Владеть: 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
	ИОПК-2.3. Проводит методологический анализ научного исследования и его результатов.	Знать: современные методы исследования.	Уметь: применять современные методы исследования, проводить методологический анализ научного исследования.	Владеть: средствами проведения тестирования программного обеспечения для представления результатов выполненной работы.		

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине			Оценочные средства	
					Текущего контроля	Промежуточной аттестации
ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИОПК-3.2. Использует современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности.	Знать: язык программирования Matlab.	Уметь: решать задачи цифровой обработки сигналов с использованием современных информационных и компьютерных технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач.	Владеть: компьютерными технологиями, средствами коммуникаций для решения инженерных задач.		
	ИОПК-3.3. Применяет методы математического моделирования радиотехнических устройств и систем, технологических процессов с использованием современных информационных технологий.	Знать: актуальные проблемы и современные методы исследования сложных систем передачи информации.	Уметь: решать задачи оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования в среде Matlab, оценивать полученные результаты моделирования и корректировать параметры соответствующих систем цифровой обработки сигналов.	Владеть: современными информационными и инструментальными средствами (интерактивная графическая программа GUI fdatool среды Matlab) для решения задач, связанных с моделированием устройств цифровой обработки сигналов в своей профессиональной деятельности.		

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. 144 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 5 сем
Формат изучения дисциплины	с использованием элементов электронного обучения	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:		
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68	68
занятия лекционного типа (Л)	51	51
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. Занятия и др)		
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)	72	72
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.)	36	36
Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)	36	36

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 (трудоёмкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоёмкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
ОПК-2, ОПК-3	Раздел 1. Основные принципы построения сотовых систем связи	4			2	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			
	Итого по 2 разделу	4			2				
ОПК-2, ОПК-3	Раздел 2. Преобразование аналоговой информации в дискретную форму					Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным заданием			
	Тема 2.1. Дискретизация аналогового сигнала. Спектр дискретного сигнала. Частота Найквиста. Восстановление сигнала по выборкам. Кодирование дискретных источников.	2			2				
	Тема 2.2. Квантование аналогового сигнала. Определение шага квантования в АЦП, оценка величины входной разрядности АЦП, выходной и промежуточной разрядностей цифровой системы.	2			2				
	Тема лабораторной работы: «Экономическое кодирование дискретных со-		4		1	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1], [6.2.1] -	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					
	общений»					[6.2.5]			
	Итого по 2 разделу	4	4		5				
ОПК-2, ОПК-3	Раздел 3. Пропускная способность каналов связи					Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным заданием			
	Тема 3.1 Модели каналов без памяти. Различные математические модели каналов без памяти.	4			2				
	Тема 3.2 Пропускная способность частотно ограниченного канала с гауссовским шумом.	4			3				
	Итого по 3 разделу	8			5				
	ОПК-2, ОПК-3	Раздел 4. Обнаружение сигналов на фоне шума					Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным заданием		
Тема 4.1. Модуляция каналов без памяти		6			2				
Тема 4.2. Основные критерии декодирования. вероятность битовой		6			2				

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					
	ошибки.								
	Тема лабораторной работы: «Модуляция сигналов в системах цифровой связи»		4		2	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5]	Мозговой штурм		
	Итого по 4 разделу	12	4		6				
ОПК-2, ОПК-3	Раздел 5. Помехоустойчивое кодирование/декодирование					Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным заданием			
	Тема 5.1. Сверточное кодирование. Виды представления сверточного кодера. Основные свойства сверточных кодов.	4			2				
	Тема 5.2. Алгоритм декодирования Витерби. Максимально правдоподобное кодирование. Мягкое и жесткое декодирование. Алгоритм Витерби.	4			2				
	Тема лабораторного занятия: «Помехоустойчивое блочное кодирование при		4		2	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1], [6.2.1] -	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					
	передаче дискретных сообщений»					[6.2.5]			
	Итого по 5 разделу	8	4		6				
ОПК-2, ОПК-3	Раздел 6. Свойства пространственных каналов с замираниями сигналов					Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным заданием			
	Тема 6.1. Временная, частотная и пространственная дисперсия. Релевские и Райсовские каналы.	4			4				
	Тема 6.2. Вероятность битовой ошибки в релеевском и райсовском каналах. Разнесенный прием и передача	4			2				
	Итого по 6 разделу	8			6				
	ОПК-2, ОПК-3	Раздел 7. OFDM- и CDMA-системы связи					Подготовка к лекциям [6.1.1] - [6.1.4], [6.2.1] - [6.2.5], работа над индивидуальным заданием		
Тема 7.1. OFDM-система. Стандарт 802.11a. Формирование и прием		4			2				

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					
	OFDM-сигнала. пропускная способность OFDM-системы. Расширение спектра методом прямой последовательности. RAKE-приемник. Стандарт 802.11a (Wi-Fi) IS-95.								
	Тема 7.2. CDMA-система. Стандарт IS-95. Кодовое разделение, шумоподобные сигналы.	3			2				
	Тема лабораторной работы: «Передача информации в OFDM-системах в частотно-селективном канале»		5		2	Подготовка к лабораторной работе [6.1.1], [6.2.1] - [6.2.5], [6.4.1]	Мозговой штурм		
	Итого по 7 разделу	7	5		6				
	Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)				36				
	ИТОГО по дисциплине	51	17		72				

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 занятия		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
1.	Основные принципы построения сотовых систем связи	ОПК-2, ОПК-3	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	ОПК-2, ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуального задания	Лабораторная работа: Экономное кодирование дискретных сообщений	Выполнение домашних заданий	Домашние задания
3.	Пропускная способность каналов связи	ОПК-2, ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик для дискуссий	Выполнение индивидуально-го задания	Лабораторная работа: Модуляция сигналов в системах цифровой связи	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 занятия		Самостоятельная работа	
			Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств	Процедура оценивания	Наименование оценочных средств
4.	Обнаружение сигналов на фоне шумов	ОПК-2, ОПК-3	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	ОПК-2, ОПК-3	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 замираниями сигналов	ОПК-2, ОПК-3	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
7.	OFDM- и CDMA-системы связи	ОПК-2, ОПК-3	Участие в групповых обсуждениях	Комплект тематик 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
«Радиотехнические системы передачи информации»	ОПК-2, ОПК-3	Устное собеседование по вопросам	Вопросы к зачету с оценкой	Выполнение индивидуального задания	Задания к зачету с оценкой

Таблица 5.3 - Оценочные средства дисциплины, для промежуточной аттестации

	Формируемые компетенции	Номера заданий
1	Компетенция ОПК-2, ОПК-3	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 и оценка выполнения практических работ

Вид оценивания аудиторных занятий	Технология оценивания	Описание шкалы оценивания на этапе текущего контроля			
		Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение
Работа на лекциях	Участие в групповых обсуждениях	отсутствие участия	единичное высказывание	активное участие в обсуждении	высказывание неординарных суждений с обоснованием точки зрения
Работа на лабораторных занятиях	Решение индивидуальных домашних заданий	не правильное решение	решение с ошибками	правильное решение без ошибок с отдельными замечаниями	правильное решение без ошибок
	Решение индивидуальных практических заданий	не правильное решение	решение с ошибками	правильное решение без ошибок с отдельными замечаниями	правильное решение без ошибок

При промежуточной аттестации выставляется зачет с оценкой.

Таблица 6 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Отсутствие усвоения	Не полное усвоение	Хорошее усвоение	Отличное усвоение
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы	ИОПК-2.1. Применяет методы синтеза и исследования моделей.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не освоены основные методы синтеза устройств цифровой обработки сигналов.	Фрагментарные, поверхностные знания основных методов синтеза устройств цифровой обработки сигналов	Знает основные методы синтеза устройств цифровой обработки сигналов на достаточно хорошем уровне	Имеет глубокие знания решения задач цифровой обработки сигналов
	ИОПК-2.3. Проводит методологический анализ научного исследования и его результатов.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не проводит методологический анализ научного исследования и его результатов.	Фрагментарные, поверхностные знания учебного материала, затрудняется проводить методологический анализ научного исследования и его результатов	Проводит методологический анализ научного исследования и его результатов на достаточно хорошем уровне	Имеет глубокие знания для проведения методологического анализа научного исследования и его результатов
ОПК-3 Способен приобретать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач	ИОПК-3.2. Использует современные информационные и компьютерные технологии, средства коммуникаций, способствующие повышению эффективности научной и образовательной сфер деятельности.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не использует современные информационные и компьютерные технологии для анализа основных характеристик систем сотовой связи и беспроводного Интернета.	Фрагментарное, поверхностное использование современных информационных и компьютерных технологий для анализа основных характеристик систем сотовой связи и беспроводного Интернета. Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Допускаются отдельные существенные ошибки, исправленные с помощью преподавателя.	Знает материал на достаточно хорошем уровне; представляет основные задачи в рамках постановки целей на достаточно хорошем уровне.	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
	ИОПК-3.3. Применяет методы математического моделирования радиотехнических устройств и систем, технологических процессов с использованием современных информационных технологий.	Изложение учебного материала бессистемное, неполное, не применяет методы математического моделирования радиотехнических устройств и систем.	Фрагментарное, поверхностное применение методов математического моделирования радиотехнических устройств и систем	Знает технологические процессы с использованием современных информационных технологий на достаточно хорошем уровне.	Имеет глубокие знания методов математического моделирования радиотехнических устройств и систем.

Таблица 7 - Критерии оценивания

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

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература

№	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. , на кафедре – 45 экз.
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. Всего: – 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. Всего: – 51 экз.
6.1.4	Радиосистемы передачи информации: Учеб.пособие / В.А. Васин [и др.]; Под ред.И.Б. Федорова, В.В.Калмыкова. - М.: Горячая 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. Садововский, А.С. Радиотехнические системы передачи информации : учебное пособие / А. С. Садововский, С. В. Воронов. – Ульяновск : УлГТУ, 2014. – 120 с.

6.2.5. Пространственно-временное кодирование в ММО-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 журнал "Цифровая обработка сигналов". Журнал "Цифровая обработка сигналов" (<http://www.dsps.ru>).
- 6.3.2. Информационные ресурсы России. Российская ассоциация электронных библиотек. Информационные Ресурсы России — Российская ассоциация электронных библиотек ([aselibrary.ru](http://www.aselibrary.ru)).
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))
<http://www.jitcs.ru/>

6.4.Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Радиотехнические системы передачи информации» разработаны в бумажном и электронном вариантах.

Электронные варианты методических указаний по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Радиотехнические системы передачи информации» 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.Флакман. - 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

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Лань	https://e.lanbook.com/
2	Юрайт	https://biblio-online.ru/

7.2.Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

Таблица 9.1 - Программное обеспечение (ПО), используемое студентами очного обучения

лицензионное ПО, с указанием реквизитов подтверждающего документа	ПО свободного распространения
1 Windows 7 Pro SP1 (подписка Dream Spark Premium, договор от 21.10.14);	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-

лицензионное ПО, с указанием реквизитов подтверждающего документа	ПО свободного распространения
2. Microsoft Office Professional Plus 2007 (лицензия № 64231296);	reader.html
3. Dr.Web (с/н B24l-3JB7-6EP7-BQB4 от 18.05.2020); 4. Программа для ЭВМ в составе: MATLAB. Simulink. Signal Processing Toolbox. DSP System Toolbox. Communications System Toolbox, Fixed-Point Designer Academic, (договор № Tr110373 от 21.10.14)	Zoom для дистанционного обучения, ссылка отправляется преподавателем

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В таблице 10 указан 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 РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html
	Инструменты и веб-ресурсы для веб-разработки – 100+	https://techblog.sdstudio.top/blog/instrumenty-i-veb-resursy-dlia-veb-razrabotki-100-plus

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 - синтез

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
		затвор 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 организации:

- зал электронно-информационных ресурсов (ауд. 2210 – 11 компьютеров, ауд. 6119 – 9 компьютеров);
- читальный зал открытого доступа (ауд. 6162 – 2 компьютера);
- ауд. 2303, 2202, оборудованные Wi-Fi.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры, включает в себя компьютерный класс для лабораторных занятий, (ауд. 5415 кафедры «Информационные радиосистемы» НГТУ), оснащенный необходимым оборудованием, техническими и электронными средствами обучения: персональные компьютеры, Intel Core2Duo/2 Gb RAM/HDD 250, в составе локальной вычислительной сети, без подключения к интернету.

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 «Радиотехнические системы 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, выровнять уровень знаний в группе. Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием подробно разбираются на практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и группо-

вые консультации с использованием современных информационных технологий: электронная почта, Zoom.

Иницируется 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 зачета 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, требующих применения знаний; все предусмотренные рабочей учебной программой задания выполнены в соответствии с установленными требованиями, студент способен анализировать полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

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

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4.1). 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 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 каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждое выполненное домашнее задание проверяется преподавателем.

При оценивании домашних заданий учитывается следующее:

- правильность выполнения домашней работы;
- качество устных ответов на теоретические вопросы по пройденной теме.

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;
- зачет с оценкой.

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-кодую 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 критерии максимума апостериорной вероятности и максимального правдоподобия при детектировании сигналов.
25. Чему равна вероятность битовой и символьной 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-стандарта 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?

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института ИРИТ

«__» _____ 20__ г.

Лист актуализации рабочей программы дисциплины

«_____»
индекс по учебному плану, наименование

для подготовки бакалавров/ специалистов/ магистров

Направление: {шифр – название} _____

Направленность: _____

Форма обучения _____

Год начала подготовки: _____

Курс _____

Семестр _____

а) В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 20__ г. начала подготовки.

б) В рабочую программу вносятся следующие изменения (указать на какой год начала подготовки):

1)

2)

3)

Разработчик (и): _____
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«__» _____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры ИРС

_____ протокол № _____ от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой _____

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой ИРС _____ «__» _____ 20__ г.

Методический отдел УМУ: _____ «__» _____ 20__ г.