МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы радиодоступа

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные занятия	20	20	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	84	84	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7766

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от « 8 » 11 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 2014-10-30 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

ст. преподаватель каф. ТОР _____ Абенов Р. Р.

доцент каф. ТОР _____ Демидов А. Я.

Заведующий обеспечивающей каф. ТОР _____ Демидов А. Я.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ Демидов А. Я.

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____ Богомолов С. И.

Согласована на портале № 7766

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение студентами современных методов и средств построения и функционирования многоканальных систем радиодоступа третьего и четвертого поколения.

1.2. Задачи дисциплины

– Основная задача - формирование у студентов знаний, умений и навыков, позволяющих проводить самостоятельный анализ возможности и целесообразности использования различных методов организации каналов множественного доступа, а также формирование навыков организации современных систем радиодоступа.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы радиодоступа» (Б1.В.ДВ.2.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Научно-исследовательская работа в семестре (рассред.), Радиотехнические системы передачи информации, Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

– ОПК-4 способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области;

– ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

– ПК-1 способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов;

– ПК-2 способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - основные принципы построения систем радиодоступа; - принципы синхронизации в современных системах множественного доступа; - методы исследования помехозащищенности систем передачи информации по каналам связи с частотно временным рассеянием; - методы моделирования систем цифровой радиосвязи в пакетах прикладных программ.

– **уметь** - формулировать основные технические требования к цифровым системам передач; -анализировать основные процессы, связанные с формированием, передачей и приемом сигналов систем связи; -оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; - представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

– **владеть** - проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области систем радиодоступа; -оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов цифровых систем передачи; -навыками работы с пакетами программ для моделирования систем цифровой радиосвязи.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры

Согласована на портале № 7766

		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	18	18
Практические занятия	22	22
Лабораторные занятия	20	20
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Проработка лекционного материала	38	38
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	26	26
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Методы цифровой модуляции в системах множественного радиодоступа.	4	6	4	16	30	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
2	Методы организации каналов в системах множественного доступа.	2	4	4	12	22	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
3	Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	2	2	4	14	22	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
4	Системы мобильной связи четвертого поколения G4. Физический уровень LTE.	2	10	0	18	30	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
5	Физический уровень LTE, нисходящий канал (Downlink).	4	0	4	12	20	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2

Согласована на портале № 7766

6	Физический уровень LTE, восходящий канал (Uplink).	4	0	4	12	20	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	18	22	20	84	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в системах множественного радиодоступа.	Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M. Ортогональная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM. Пик фактор.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
2 Методы организации каналов в системах множественного доступа.	Кодовое уплотнение каналов CDMA. Многочастотное кодовое уплотнение MC-CDMA. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA, формирование OFDMA символа. Частотное ортогональное уплотнение каналов, формирование SC-FDMA символа.	2	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
3 Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	Модели каналов распространением распространения радиоволн, каналы с частотно-временным рассеянием. Передаточная характеристика канала. Оценка параметров каналов с частотно-временным рассеянием. Эквалайзирования передаточной характеристики каналов с частотно-временным рассеянием	2	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
4 Системы мобильной связи четвертого поколения G4. Физический уровень LTE.	Физический уровень LTE, документ ETSI 3GPP TS36.211 V10.3.0. Структура кадра в режимах частотного и временного дуплекса (FDD и TDD). Частотно-временной ресурс системы, ресурсная сетка ресурсные блоки, ресурсные элементы.	2	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	

Согласована на портале № 7766

5 Физический уровень LTE, нисходящий канал (Downlink).	Физические каналы и физические сигналы Downlink. Обобщенная структура формирования OFDMA символа физического канала PDSCH.. Модуляция, пространственное мультиплексирование. Пилотные сигналы, распределение в ресурсной сетке. Сигналы позиционирования. Сигналы синхронизации.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
6 Физический уровень LTE, восходящий канал (Uplink).	Физические каналы и физические сигналы Uplink. Обобщенная структура формирования SC-FDMA символа физического канала PUSCH. Модуляция, пространственное мультиплексирование. Канал случайного доступа PRACH.	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины							
1	Научно-исследовательская работа в семестре (рассред.)		+	+	+		
2	Радиотехнические системы передачи информации	+	+	+	+		
3	Устройства приема и обработки дискретных и аналоговых сигналов	+	+	+	+		
Последующие дисциплины							
1	Преддипломная практика		+	+	+		

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

	Виды занятий	Формы контроля

Согласована на портале № 7766

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
ОПК-4	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
ОПК-5	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
ПК-1	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
ПК-2	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в системах множественного радиодоступа.	OFDM модуляция: формирование OFDM символа.	4	ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	

Согласована на портале № 7766

2 Методы организации каналов в системах множественного доступа.	OFDM модуляция: прием и обработка OFDM символа.	4	ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
3 Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
5 Физический уровень LTE, нисходящий канал (Downlink).	Процедура первичной синхронизация в LTE.	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
6 Физический уровень LTE, восходящий канал (Uplink).	Процедура эквалайзирования в LTE	4	ОПК-2, ОПК-4, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		20	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в системах множественного радиодоступа.	Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция	2	ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	OFDM модуляция.	4	
	Итого	6	
2 Методы организации каналов в системах множественного доступа.	Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.	4	ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	4	
3 Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	Канал с частотно-временным рассеянием.	2	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2
	Итого	2	
4 Системы мобильной связи четвертого поколения G4. Физический уровень LTE.	Псевдослучайные последовательности Задова-Чу, первичная синхронизация в LTE.	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2
	Псевдослучайные последовательности Голда, вторичная синхронизация в LTE.	2	
	Формирование канала PDSCH в LTE.	2	
	Формирование канала PUSCH в LTE.	2	

Согласована на портале № 7766

	Канал PRACH в LTE.	2	
	Итого	10	
Итого за семестр		22	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
3 семестр				
1 Методы цифровой модуляции в системах множественного радиодоступа.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ОПК-4	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
2 Методы организации каналов в системах множественного доступа.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ОПК-5, ПК-1, ПК-2, ОПК-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
3 Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике, Экзамен
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	14		
4 Системы мобильной связи четвертого поколения G4. Физический уровень LTE.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ОПК-4, ПК-2, ПК-1, ОПК-5	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям,	2		

Согласована на портале № 7766

	семинарам			
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	18		
5 Физический уровень LTE, нисходящий канал (Downlink).	Проработка лекционного материала	8	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
6 Физический уровень LTE, восходящий канал (Uplink).	Проработка лекционного материала	8	ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1, ПК-2	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
Итого за семестр		84		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		120		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Конспект самоподготовки	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	15	15	10	40
Отчет по практике	5	5	5	15
Итого максимум за период	25	25	20	70
Экзамен				30

Согласована на портале № 7766

Нарастающим итогом	25	50	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Крук Б.И., Попандопуло В.И., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3 томах. – Современные технологии.- Изд. 4е , доп. И испр. – М.: Горячая линия – Телеком. 2012. [Электронный ресурс]. - https://e.lanbook.com/reader/book/5185/#1

2. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. Цифровые системы передачи: Учебное пособие для ВУЗов / под редакцией А.Д. Моченова. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 376 стр. [Электронный ресурс]. - https://e.lanbook.com/reader/book/5168/#1

12.2. Дополнительная литература

1. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М. : Экотрендз, 2005. - 390[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

2. Цифровая связь : Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М. : Радио и связь, 2000. - 798[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1609, свободный.

2. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе_ / Демидов А. Я. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1598, свободный.

Согласована на портале № 7766

3. Многоканальные цифровые системы передачи: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4185, свободный.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://e.lanbook.com/
2. http://www.dsplib.ru/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитории 309, 314-а, 314-б и 318 каф. ТОР оборудованы электронными вычислительными машинами с необходимым программным обеспечением SystemVue 2015.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 7766

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Системы радиодоступа

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- ст. преподаватель каф. ТОР Абенов Р. Р.
- доцент каф. ТОР Демидов А. Я.

Экзамен: 3 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 7766

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	Должен знать - основные принципы построения систем радиодоступа; - принципы синхронизации в современных системах множественного доступа; - методы исследования помехозащищенности систем передачи информации по каналам связи с частотно временным рассеянием; - методы моделирования систем цифровой радиосвязи в пакетах прикладных программ. ; Должен уметь - формулировать основные технические требования к цифровым системам передач; -анализировать основные процессы, связанные с формированием, передачей и приемом сигналов систем связи; -оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; - представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы; ; Должен владеть - проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области систем радиодоступа; -оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов цифровых систем передачи; -навыками работы с пакетами программ для моделирования систем цифровой радиосвязи. ;
ОПК-4	способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области	
ОПК-5	готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	
ПК-1	способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов	
ПК-2	способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия

Согласована на портале № 7766

	изучаемой области с пониманием границ применимости	творческих решений, абстрагирования проблем	работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	• основные принципы построения систем радиодоступа • принципы синхронизации в современных системах множественного доступа	• формулировать основные технические требования к цифровым системам передач	• навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований в научноисследовательских работах в области систем радиодоступа
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Согласована на портале № 7766

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает принципы построения систем радиодоступа.; • Знаком с общими принципами построения систем радиодоступа.;	• Умеет составлять техническое задание.; • Грамотно выдвигает технические требования к системам радиодоступа.;	• Владеет навыками обработки экспериментальных данных и анализа теоретических исследований. ;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные принципы построения систем радиодоступа, а также методы их моделирования.;	• Способен выдвигать технические требования к системам радиодоступа. ;	• Способен планировать и проводить эксперименты в предметной области. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знаком с общими принципами построения систем радиодоступа.;	• Умеет работать с технической документацией. ;	• Способен проводить теоретические исследования.;

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в своей предметной области.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	• методы исследования помехозащищенности систем передачи информации по каналам связи с частотно временным рассеянием	• оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети	• навыками, позволяющими оценить влияние различных факторов на основные параметры каналов цифровых систем передачи
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Отчет по практике; • Экзамен;

Согласована на портале № 7766

	• Экзамен;	• Экзамен;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает основные этапы развития систем связи, знать поколения мобильной связи.; • Знать направления и основные проблемы развития систем радиодоступа.;	• Умеет работать с современными научными публикациями.; • Умеет проводить патентный поиск. ;	• Владеет навыками оформления научных работ и их публикаций.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает о разрабатываемых системах радиодоступа, а также выдвигаемые требования к будущим стандартам связи. ;	• Может искать и анализировать научные работы в предметной области.;	• Владеет навыками работы с научными публикациями, а также методами их поиска.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает основные тенденции развития систем радиодоступа.;	• Работает с материалами научных публикаций.;	• Владеет навыками работы с технической литературой.;

2.3 Компетенция ОПК-5

ОПК-5: готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	• методы моделирования систем цифровой радиосвязи в пакетах прикладных программ	• представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы	• навыками работы с пакетами программ для моделирования систем цифровой радиосвязи
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Отчет по практике;

Согласована на портале № 7766

	самоподготовки; • Отчет по практике; • Экзамен;	самоподготовки; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Свободно владеет моделированием отдельных узлов систем радиодоступа. ; • Свободно выполняет настройку и отладку модели.;	• Аргументированно защищает результаты своей работы.; • Способен качественно оформлять результаты своей работы.;	• Свободно пользуется программным пакетом, может выполнять любые задачи уровня моделирования узлов радиодоступа.;
Хорошо (базовый уровень)	• Способен моделировать отдельные узлы систем радиодоступа.;	• Умеет презентабельно докладывать результаты своей работы.; • Умеет качественно оформлять результаты своей работы.;	• Хорошо ориентируется в программном пакете моделирования.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Моделирует обобщенные системы передачи информации.;	• Умеет оформлять и представлять результаты своей работы.;	• Владеет навыками работы в пакете моделирования на базово уровне.;

2.4 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	• методы исследования помехозащищенности систем передачи информации по каналам связи с частотно временным рассеянием	• оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети	• навыками, позволяющими оценить влияние различных факторов на основные параметры каналов цифровых систем передачи
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 7766

Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Знает принципы построения систем радиодоступа. Знает подходы теоретических и экспериментальных исследований систем радиодоступа. ;	• Самостоятельно осуществляет постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов.;	• Владеет навыками обработки экспериментальных данных и анализа теоретических исследований;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает основные принципы построения систем радиодоступа, а также методы их моделирования. ;	• Самостоятельно осуществляет формирование плана реализации исследования в соответствии с поставленной задачей, осуществляет выбор методов исследования и обработку результатов.;	• Способен планировать и проводить эксперименты в предметной области ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знаком с общими принципами построения систем радиодоступа.;	• Осуществляет выбор методов исследования и обработку результатов в соответствии с планом реализации исследования.;	• Способен проводить теоретические исследования ;

2.5 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	• методы моделирования систем цифровой радиосвязи в пакетах прикладных программ	• анализировать основные процессы, связанные с формированием, передачей и приемом	• навыками работы с пакетами программ для моделирования систем цифровой радиосвязи

Согласована на портале № 7766

		сигналов систем связи	
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Отчет по практике; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Домашнее задание; • Экзамен; • Отчет по практике; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.

Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Свободно владеет моделированием отдельных узлов систем радиодоступа ; • Свободно выполняет отладку и оптимизацию модели ;	• Способен качественно оформлять результаты своей работы. ; • Аргументированно защищает результаты своей работы. ;	• Свободно пользуется программным пакетом, может выполнять любые задачи уровня моделирования узлов радиодоступа. ;
Хорошо (базовый уровень)	• Способен моделировать процессы работы отдельных узлов систем радиодоступа ;	• Умеет качественно оформлять результаты своей работы. ; • Умеет презентабельно докладывать результаты своей работы. ;	• Хорошо ориентируется в программном пакете моделирования. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Моделирует обобщенные системы передачи информации ;	• Умеет оформлять и представлять результаты своей работы. ;	• Владеет навыками работы в пакете моделирования на базовом уровне. ;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– Ортогональная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM. Кодовое уплотнение каналов CDMA. Модели каналов распространением распространения радиоволн, каналы с частотно-временным рассеянием. Физический уровень LTE, документ ETSI

Согласована на портале № 7766

3GPP TS36.211 V10.3.0. Структура кадра в режимах частотного и временного дуплекса (FDD и TDD). Физические каналы и физические сигналы Downlink. Обобщенная структура формирования OFDMA символа физического канала PDSCH. Сигналы синхронизации. Физические каналы и физические сигналы Uplink. Обобщенная структура формирования SC-FDMA символа физического канала PUSCH.

3.2 Темы домашних заданий

– Эквалайзирование передаточной характеристики каналов с частотно-временным рассеянием. Формирование OFDMA символа. Физический уровень LTE, документ ETSI 3GPP TS36.211 V10.3.0. Физические каналы и физические сигналы Downlink. Физические каналы и физические сигналы Uplink.

3.3 Экзаменационные вопросы

– Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M. Ортогональная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM. Пик-фактор. Кодовое уплотнение каналов CDMA. Многочастотное кодовое уплотнение MC-CDMA. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA, формирование OFDMA символа. Частотное ортогональное уплотнение каналов, формирование SC-FDMA символа. Модели каналов распространением распространения радиоволн, каналы с частотно-временным рассеянием. Передаточная характеристика канала. Оценка параметров каналов с частотно-временным рассеянием. Эквалайзирование передаточной характеристики каналов с частотно-временным рассеянием Физический уровень LTE, документ ETSI 3GPP TS36.211 V10.3.0. Структура кадра в режимах частотного и временного дуплекса (FDD и TDD). Частотно-временной ресурс системы, ресурсная сетка ресурсные блоки, ресурсные элементы. Физические каналы и физические сигналы Downlink. Обобщенная структура формирования OFDMA символа физического канала PDSCH. Модуляция, пространственное мультиплексирование. Пилотные сигналы, распределение в ресурсной сетке. Сигналы позиционирования. Сигналы синхронизации. Физические каналы и физические сигналы Uplink. Обобщенная структура формирования SC-FDMA символа физического канала PUSCH. Модуляция, пространственное мультиплексирование. Канал случайного доступа PRACH.

3.4 Тематика практики

– Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция
– OFDM модуляция.
– Канал с частотно-временным рассеянием.

3.5 Темы лабораторных работ

– OFDM модуляция: формирование OFDM символа.
– OFDM модуляция: прием и обработка OFDM символа.
– Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA.
– Процедура первичной синхронизация в LTE.
– Процедура эквалайзирования в LTE

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Крук Б.И., Попандопуло В.И., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие в 3 томах. – Современные технологии.- Изд. 4е , доп. И испр. – М.: Горячая линия – Телеком. 2012. [Электронный ресурс]. - https://e.lanbook.com/reader/book/5185/#1

2. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. Цифровые системы передачи: Учебное пособие для ВУЗов / под редакцией А.Д. Моченова. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. – 376 стр. [Электронный ресурс]. - https://e.lanbook.com/reader/book/5168/#1

Согласована на портале № 7766

4.2. Дополнительная литература

1. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М. : Экотрендз, 2005. - 390[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)
2. Цифровая связь : Пер. с англ. / Джон Прокис; Ред. пер. Д. Д. Кловский, Пер. Д. Д. Кловский, Пер. Б. И. Николаев. - М. : Радио и связь, 2000. - 798[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 7 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1609, свободный.
2. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе_ / Демидов А. Я. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1598, свободный.
3. Многоканальные цифровые системы передачи: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4185, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. https://e.lanbook.com/
2. http://www.dsplib.ru/

Согласована на портале № 7766