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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Системы радиодоступа

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки (специальность): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Инфокоммуникационные системы беспроводного широкополосного доступа**
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 № 7762

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) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 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 № 7762

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.1.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Моделирование устройств и систем связи, Научно-исследовательская работа в семестре (рассред.), Теория и техника передачи информации, Формирование и обработка сигналов систем связи.

Последующими дисциплинами являются: Производственная (преддипломная) практика.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС;

– ОПК-4 способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации;

– ПК-8 готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС;

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
		3 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60

Согласована на портале № 7762

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-3, ОПК-4, ПК-8
2	Методы организации каналов в системах множественного доступа.	2	4	4	12	22	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
3	Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	2	2	4	14	22	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
4	Системы мобильной связи четвертого поколения G4. Физический уровень LTE.	2	10	0	18	30	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
5	Физический уровень LTE, нисходящий канал (Downlink).	4	0	4	12	20	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
6	Физический уровень LTE, восходящий канал (Uplink).	4	0	4	12	20	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	18	22	20	84	144	

Согласована на портале № 7762

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-3, ОПК-4, ПК-8
	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-3, ОПК-4, ПК-8
	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-3, ОПК-4, ПК-8
	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-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	2	
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	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8

Согласована на портале № 7762

	сигналы, распределение в ресурсной сетке. Сигналы позиционирования. Сигналы синхронизации.		
	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-3, ОПК-4, ПК-8
	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	Моделирование устройств и систем связи		+	+	+		
2	Научно-исследовательская работа в семестре (рассред.)		+	+	+		
3	Теория и техника передачи информации	+	+	+	+		
4	Формирование и обработка сигналов систем связи	+	+	+	+		
Последующие дисциплины							
1	Производственная (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 № 7762

Компетенции	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-3	+				Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе
ОПК-4	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Отчет по практике
ПК-8	+				Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе

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

Согласована на портале № 7762

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	
	OFDM модуляция.	4	
	Итого	6	
2 Методы организации каналов в системах множественного доступа.	Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.	4	
	Итого	4	
3 Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	Канал с частотно-временным рассеянием.	2	ОПК-4
	Итого	2	
4 Системы мобильной связи четвертого поколения G4. Физический уровень LTE.	Псевдослучайные последовательности Задова-Чу, первичная синхронизация в LTE.	2	ОПК-4
	Псевдослучайные последовательности Голда, вторичная синхронизация в LTE.	2	
	Формирование канала PDSCH в LTE.	2	
	Формирование канала PUSCH в LTE.	2	
	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	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-4	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе,

Согласована на портале № 7762

радиодоступа.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		Отчет по практике, Экзамен
	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-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-4	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-4	Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	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-4	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 7762

	Итого	12		
6 Физический уровень LTE, восходящий канал (Uplink).	Проработка лекционного материала	8	ОПК-4	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
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)

Согласована на портале № 7762

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.
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 № 7762

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): **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль): **Инфокоммуникационные системы беспроводного широкополосного доступа**
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 № 7762

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-3	способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС	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 реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации	
ПК-8	готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС	

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 № 7762

	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-3

ОПК-3: способностью осваивать современные и перспективные направления развития ИКТиСС.

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	• 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; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен; • Экзамен;

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть

Согласована на портале № 7762

Отлично (высокий уровень)	• Знает основные этапы развития систем связи, знать поколения мобильной связи; • Знает 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;

2.2 Компетенция ОПК-4

ОПК-4: способностью реализовывать новые принципы построения инфокоммуникационных систем и сетей различных типов передачи, распределения, обработки и хранения информации.

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 № 7762

	• 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 ПК-8

ПК-8: готовностью использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии, методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в научно-исследовательских работах в области ИКТиСС.

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 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	• Отчет по	• Отчет по	• Отчет по

Согласована на портале № 7762

средства оценивания	лабораторной работе; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	лабораторной работе; • Экзамен; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	лабораторной работе; • 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)	• 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;

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 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

Согласована на портале № 7762

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

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.)

Согласована на портале № 7762

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 № 7762