МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы радиодоступа

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **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 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	3 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	22	22	часов
3	Лабораторные работы	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 2018

Согласована на портале № 38520

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 15 от «28» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины 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 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

ст. преподаватель каф. ТОР	_____	Р. Р. Абенов
доцент, зав. каф. ТОР	_____	А. А. Гельцер
Заведующий обеспечивающей каф. ТОР	_____	А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. ТОР	_____	А. А. Гельцер

Эксперты:

доцент каф. ТОР	_____	С. И. Богомолов
Заведующий кафедрой телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)	_____	А. А. Гельцер

Согласована на портале № 38520

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: Моделирование устройств и систем связи, Системы мобильной связи.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, 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 обучающийся 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
Лекции	18	18

Согласована на портале № 38520

Практические занятия	22	22
Лабораторные работы	20	20
Самостоятельная работа (всего)	84	84
Оформление отчетов по лабораторным работам	20	20
Проработка лекционного материала	46	46
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	180	180
Зачетные Единицы	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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
3 семестр						
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	16	26	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
3 Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	2	4	4	14	24	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
4 Системы мобильной связи четвертого поколения G4. Физический уровень LTE.	2	8	0	14	24	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 за семестр	18	22	20	84	144	
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

Согласована на портале № 38520

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 сигналы, распределение в ресурсной сетке. Сигналы позиционирования. Сигналы синхронизации.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	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 представлены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 38520

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 Системы мобильной связи	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины						
1 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты	+	+	+	+	+	+
2 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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-3	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ОПК-4	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-8	+	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в системах	OFDM модуляция: формирование OFDM символа.	4	ОПК-3, ОПК-4,
	Итого	4	

Согласована на портале № 38520

множественного радиодоступа.			ПК-8
2 Методы организации каналов в системах множественного доступа.	OFDM модуляция: прием и обработка OFDM символа.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
3 Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
5 Физический уровень LTE, нисходящий канал (Downlink).	Процедура первичной синхронизация в LTE.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
6 Физический уровень LTE, восходящий канал (Uplink).	Процедура эквалайзирования в LTE	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
Итого за семестр		20	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр			
1 Методы цифровой модуляции в системах множественного радиодоступа.	Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция	2	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	OFDM модуляция.	4	
	Итого	6	
2 Методы организации каналов в системах множественного доступа.	Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
3 Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	Канал с частотно-временным рассеянием.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
4 Системы мобильной связи четвертого поколения G4. Физический уровень LTE.	Псевдослучайные последовательности Задова-Чу, первичная синхронизация в LTE.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Формирование канала PUSCH в LTE.	2	
	Канал PRACH в LTE.	2	
	Итого	8	
Итого за семестр		22	

Согласована на портале № 38520

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-3, ОПК-4, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
2 Методы организации каналов в системах множественного доступа.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	16		
3 Оценка параметров каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, 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	6	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	14		
5 Физический уровень LTE, нисходящий канал (Downlink).	Проработка лекционного материала	8	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		

Согласована на портале № 38520

6 Физический уровень LTE, восходящий канал (Uplink).	Проработка лекционного материала	8	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
Итого за семестр		84		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		120		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные 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				
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	15	15	10	40
Тест	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)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)

Согласована на портале № 38520

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 [Электронный ресурс]: Учебное пособие в 3 томах. – Современные технологии.- Изд. 4е , доп. И испр. – М. Горячая линия – Телеком. 2012. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/5185/#1 (дата обращения: 09.07.2018).

2. Крухмалев В.В., Гордиенко В.Н., Моченов А.Д. Цифровые системы передачи [Электронный ресурс]: Учебное пособие для ВУЗов / под редакцией А.Д. Моченова. – 2-е изд., перераб. И доп. – М. Горячая линия – Телеком, 2012. – 376 стр. - Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/5168/#1 (дата обращения: 09.07.2018).

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.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Многоканальные системы цифровой радиосвязи [Электронный ресурс]: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1609 (дата обращения: 09.07.2018).

2. Многоканальные системы цифровой радиосвязи [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе_ / Демидов А. Я. - 2012. 45 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1598 (дата обращения: 09.07.2018).

3. Многоканальные цифровые системы передачи [Электронный ресурс]: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4185 (дата обращения: 09.07.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информаци-

Согласована на портале № 38520

онно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh»

2. 2. Теория и практика ЦОС http://www.dsplib.ru/

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория «Вычислительный зал» / Компьютерный класс

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 318 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска маркерная;
- Экран для проектора;
- 8 рабочих станций на базе процессоров AMD Athlon II X2;
- 2 рабочих станций на базе процессоров Core 2 Duo;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Keysight SystemVue

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная аудитория «Цифровая связь» основана совместно с Keysight Technologies

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 309 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- 10 рабочих станций на базе процессоров Intel Core i5;
- Доска магнитно-маркерная Brauberg;
- Отладочные платы DE0-NANO на базе ПЛИС Altera Cyclone IV (4 шт.);
- Отладочные платы DE0-CV-board на базе ПЛИС Cyclone V (6 шт.);
- Стойки с телекоммуникационным оборудованием "TETRA" (оборудование транкинговой беспроводной связи) с системой питания и вентиляции;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– Keysight SystemVue
– Mathworks Matlab

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 38520

расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

В чем заключается ключевое отличие технологий физического уровня стандарта 4G от 3G?
использование неортогональных методов частотного мультиплексирования
использование цифровой модуляции
предоставление доступа в Интернет
использование схемы мультиплексирования OFDMA

Физический уровень сетей LTE реализован на базе двух технологий:
OFDMA и CDMA
OFDMA и SC-RSMA
TDMA и FDMA
OFDMA и SC-FDMA

Согласована на портале № 38520

Что можно отнести к недостаткам OFDM?

Использование защитных интервалов снижает эффективность метода

Метод чувствителен к эффекту Доплера

Технология характеризуется высоким уровнем пик-фактора, что приводит к чрезмерным энергетическим затратам, поэтому в восходящей линии используется SC-FDMA

Нет правильного ответа

Все ответы верны

Длительность кадра в стандарте LTE составляет

100 мкс

1 мс

2 мс

10 мс

В системе LTE канал PDCCH – это…

физический канал для передачи HARQ ACK/NACK в ответ при передаче информации "вверх".

физический канал передачи вещательной информации.

физический канал передачи запросов случайного доступа.

физический нисходящий канал управления для передачи служебной информации.

Для оценки состояния радиоканала в системе LTE…

используются слепые методы оценки

выделена специальной преамбула

используется зашифрованные символы

используются пилотные поднесущие

Хэндовер – это…

задержка отдельных пакетов приложений, в частности, VoIP

смена обслуживающего шлюза

излишняя загрузка служебных каналов, приводящая к потерям сеансов связи

эстафетная передача активного (т. е. находящегося в режиме сеанса связи или соединения) абонента при пересечении им различных географических зон.

Сколько бит кодируется в одном символе QAM-16?

2

16

8

4

Структура кадра LTE, применяемого как в полнодуплексном, так и полудуплексном FDD-режимах, предполагает деление кадра на 20 слотов, каждый из которых имеет длительность

5 мс

10 мс

1 мс

0,5 мс

Для какого вида цифровой манипуляции символьная и информационная скорость совпадают?

8PSK

16QAM

QPSK

BPSK

Согласована на портале № 38520

Ортогональность ансамбля сигналов означает, что…

все сигналы этого ансамбля имеют одинаковую амплитуду и частоту, но различную начальную фазу

среднее значение всех сигналов ансамбля стремится к нулю

взаимно-корреляционная функция двух любых различных сигналов из этого ансамбля не имеет выраженного максимума

скалярное произведение между двумя любыми различными сигналами из этого ансамбля равно нулю

Ансамбль сигналов с ортогональным частотным разнесением принято называть…

набором гармоник

частотной модуляцией

полным набором гармоник

OFDM-сигналом

Циклический префикс OFDM-символа – это…

часть OFDM-символа, известная на приемной стороне

специальная преамбула для обнаружения начала символа

защитный интервал, состоящий из неиспользуемых поднесущих

копия части OFDM-символа, взятая “с конца” полезного интервала

Циклический префикс OFDM-символа необходим для…

устранения влияния канала распространения радиоволн

согласованной фильтрации

повышения скорости передачи

сохранения ортогональности

Сколько поднесущих охватывает один ресурсный блок?

7

6

15

12

Сколько SC-FDMA-символов входит в один ресурсный блок в режиме работы с расширенным циклическим префиксом?

15

12

7

6

Скремблирование – это…

обратимое преобразование информации в целях сокрытия от неавторизованных лиц, с предоставлением, в это же время, авторизованным пользователям доступа к ней

процесс преобразования сигнала из формы, удобной для непосредственного использования информации, в форму, удобную для передачи, хранения или автоматической переработки

вид помехоустойчивого кодирования

обратимое преобразование цифрового потока без изменения скорости передачи с целью получения свойств случайной последовательности

В качестве пилотной последовательности в системе LTE используются…

последовательности Баркера

функции Уолша

Согласована на портале № 38520

коды Голда
последовательности Задова-Чу

Периодическая автокорреляционная функция последовательности Задова-Чу…
не имеет ярко выраженного максимума
имеет множество максимумов
является плавно нарастающей функцией
является дельта-функцией

Пилотные сигналы необходимы для…
устранения межсимвольной интерференции
оценки смещения по времени
оценки частотного сдвига
оценки передаточной характеристики канала

14.1.2. 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.

14.1.3. Темы опросов на занятиях

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.

14.1.4. 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.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории	Виды дополнительных оценочных	Формы контроля и оценки

Согласована на портале № 38520

обучающихся	материалов	результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 38520