

**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**

Документ подписан электронной подписью  
Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
Владелец: Троян Павел Ефимович  
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Системы радиодоступа**

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки / специальность: **11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**

Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы передачи информации**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**

Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**

Курс: **2**

Семестр: **3**

Учебный план набора 2018 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

## 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.  
РТС

\_\_\_\_\_ С. В. Мелихов

Эксперты:

доцент каф. ТОР

\_\_\_\_\_ С. И. Богомолов

Доцент кафедры радиотехнических  
систем (РТС)

\_\_\_\_\_ В. А. Громов

## 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: 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
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
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.

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 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 множественного радиодоступа.	OFDM модуляция: формирование OFDM символа.	4	ОПК-3, ОПК-4, ПК-8
	Итого	4	
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	Метод множественного доступа с частотным раз-	4	ОПК-3,

каналов, эквалайзирование передаточной характеристики.	делением каналов OFDMA.		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	

### 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		
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	4		



	лабораторным работам			
	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
$\geq 90\%$ 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	Е (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	Ф (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. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>

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), 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 зрения** 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

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 специальная преамбула

используются 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

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  
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 обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки 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.