

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: **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 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.
ТОР _____

А. А. Гельцер

Эксперты:

доцент каф. ТОР _____

С. И. Богомолов

Заведующий кафедрой телекомму-
никаций и основ радиотехники
(ТОР) _____

А. А. Гельцер

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, эквалайзирования 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, эквалайзирования 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 |
|---|--------|
| ≥ 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 | 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. 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 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

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 синхронизации 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.