**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: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Многоканальные цифровые системы передачи**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **5**
Семестр: **9, 10**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 9 семестр | 10 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 8 | 0 | 8 | часов |
| 2 | Практические занятия | 4 | 4 | 8 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 0 | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 12 | 20 | 32 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 24 | 115 | 139 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 36 | 135 | 171 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 0 | 9 | 9 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 36 | 144 | 180 | часов |
| | | | | 5.0 | З.Е. |

Контрольные работы: 10 семестр - 1
Экзамен: 10 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 30753

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 13 от «7» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. ТОР _____ С. И. Богомолов

Заведующий обеспечивающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

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 № 30753

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Изучение студентами общих принципов построения и функционирования многоканальных цифровых систем передачи (МЦСП).

Изучение принципов организации цифровых линейных трактов (ЦЛТ).

Ознакомление с техническими характеристиками и перспективами развития современных средств связи.

Приобретение необходимых практических навыков построения проводных и беспроводных сетей

### 1.2. Задачи дисциплины

– Изучение физических принципов построения и теоретических основ построения и функционирования многоканальных системы передачи информации.

– Получение необходимых знаний по структурной организации многоканальной радиосвязи и радиодоступа.

– Изучение характеристик и стандартов современных систем многоканальной радиосвязи.

– Ознакомление с перспективами развития элементной базы цифровых систем связи.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Многоканальные цифровые системы передачи» (Б1.В.ОД.11) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Общая теория радиосвязи, Радиотехнические системы, Многоканальные цифровые системы передачи.

Последующими дисциплинами являются: Научно-исследовательская работа (рассред.), Проектирование радиотехнических систем, Многоканальные цифровые системы передачи.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** принципы построения современных систем цифровой связи; методы расчета типовых аналоговых и цифровых устройств многоканальных цифровых систем передачи информации; современные и перспективные направления развития телекоммуникационных сетей и систем; принципы синхронизации в современных системах цифровой связи; основные причины возникновения ошибок при передаче цифровой информации по линейным трактам современное состояние цифровых устройств обработки сигналов и перспективные направления её развития; требования стандартизации, метрологического обеспечения при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи.

– **уметь** формулировать основные технические требования к цифровым системам; проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем, оценивать основные проблемы, связанные с эксплуатацией и внедрением цифровых систем передачи в современные телекоммуникационные сети; объяснять назначение и принципы работы основных узлов цифровых систем передачи.

– **владеть** навыками экспериментального исследования работы устройств цифровой связи в рамках физического и математического моделирования; навыками оценки влияния различных факторов на основные параметры каналов и трактов цифровых систем передачи; навыками компьютерного проектирования и расчета аналоговых, цифровых и микропроцессорных телекоммуникационных устройств.

Согласована на портале № 30753

## 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 | |
|---|---|---|---|
| | | 9 семестр | 10 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 32 | 12 | 20 |
| Лекции | 8 | 8 | |
| Практические занятия | 8 | 4 | 4 |
| Лабораторные работы | 16 | | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 139 | 24 | 115 |
| Выполнение домашних заданий | 10 | | 10 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 20 | | 20 |
| Проработка лекционного материала | 3 | 3 | |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 77 | 17 | 60 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | 4 | 6 |
| Выполнение контрольных работ | 19 | | 19 |
| Всего (без экзамена) | 171 | 36 | 135 |
| Подготовка и сдача экзамена | 9 | | 9 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 36 | 144 |
| Зачетные Единицы | 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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | | | | |
| 1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | 3 | 2 | 0 | 9 | 14 | ПК-6 |
| 2 Методы организации каналов множественного доступа. | 3 | 2 | 0 | 9 | 14 | ПК-6 |
| 3 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи. | 2 | 0 | 0 | 6 | 8 | ПК-6 |
| Итого за семестр | 8 | 4 | 0 | 24 | 36 | |
| 10 семестр | | | | | | |

Согласована на портале № 30753

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи. | 0 | 0 | 4 | 23 | 27 | ПК-6 |
| 5 Методы организации каналов множественного доступа. | 0 | 0 | 8 | 46 | 54 | ПК-6 |
| 6 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | 0 | 2 | 0 | 27 | 29 | ПК-6 |
| 7 Системы мобильной связи | 0 | 2 | 4 | 19 | 25 | ПК-6 |
| Итого за семестр | 0 | 4 | 16 | 115 | 135 | |
| Итого | 8 | 8 | 16 | 139 | 171 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | |
| 1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурный модулятор. Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M. Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK. Модуляция π/4DQPSK. Ортогональная модуляция. Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM. | 3 | ПК-6 |
| | Итого | 3 | |
| 2 Методы организации каналов множественного доступа. | Классификация методов уплотнения каналов. Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал. Временное синхронное и асинхронное уплотнение каналов, защитный интервал. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA. Кодовое уплотнение каналов, обобщенная структура, ортогональные и квазиортогональные ансамблисигналов. Синхронное кодовое уплотнение каналов. Асинхронное кодовое уплотнение каналов, системная помеха. Широкополосные каналы связи. Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра Преобразование формы и спектра сигнала в широкополосном канале с прямым расширением спектра. | 3 | ПК-6 |
| | Итого | 3 | |
| 3 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи. | Алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП. Нелинейные ПСП, структурная схема генератора нелинейной ПСП с внешней и внутренней логической функцией. Линейные ПСП максимальной длины, | 2 | ПК-6 |

Согласована на портале № 30753

| | | | |
|---|---|---|---|
| | структурная схема генератора М-последовательности. | | |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 8 | |
| Итого | | 8 | |

### 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 | 7 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Общая теория радиосвязи | + | + | + | | | | + |
| 2 Радиотехнические системы | | | | | + | + | |
| 3 Многоканальные цифровые системы передачи | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | |
| 1 Научно-исследовательская работа (рассред.) | + | + | + | | | | |
| 2 Проектирование радиотехнических систем | + | + | + | | | | |
| 3 Многоканальные цифровые системы передачи | + | + | + | + | + | + | + |

### 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. | |
| ПК-6 | + | + | + | + | Контрольная работа, Домашнее задание, 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.

Согласована на портале № 30753

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 10 семестр | | | |
| 4 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи. | OFDM Модуляция | 4 | ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Методы организации каналов множественного доступа. | Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA | 4 | ПК-6 |
| | Процедура эквалайзирования в OFDMA | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 7 Системы мобильной связи | Процедура частотной синхронизации в OFDM системах связи | 4 | ПК-6 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

## 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 |
|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | |
| 1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Методы организации каналов множественного доступа. | Широкополосные каналы связи. | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| 10 семестр | | | |
| 6 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | Алгоритмы формирования м-последовательностей и кодов Голда | 2 | ПК-6 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Системы мобильной | Система с кодовым разделением каналов стандар- | 2 | ПК-6 |

Согласована на портале № 30753

| | | | |
|---|---|---|---|
| связи | та IS-95. | | |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 8 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 9 семестр | | | | |
| 1 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-6 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 9 | | |
| 2 Методы организации каналов множественного доступа. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-6 | Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 6 | | |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 9 | | |
| 3 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 5 | ПК-6 | Опрос на занятиях, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 6 | | |
| Итого за семестр | | 24 | | |
| 10 семестр | | | | |
| 4 Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-6 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоре- | 15 | | |

Согласована на портале № 30753

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | тической части курса | | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 23 | | |
| 5 Методы организации каналов множественного доступа. | Выполнение контрольных работ | 19 | ПК-6 | Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 15 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | | |
| | Итого | 46 | | |
| 6 Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-6 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 15 | | |
| | Выполнение домашних заданий | 10 | | |
| | Итого | 27 | | |
| 7 Системы мобильной связи | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 15 | ПК-6 | Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 19 | | |
| Итого за семестр | | 115 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 148 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

2. Цифровая обработка сигналов : Учебное пособие для вузов / А. Б. Сергиенко. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2007. - 750[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Волков, Л.Н. 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: Методическое пособие к лабораторным работам / Демидов А. Я. - 2012. 24 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1609, дата обращения: 24.01.2017. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1609 (дата обращения: 15.06.2018).
2. Многоканальные цифровые системы передачи: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / Демидов А. Я. - 2014. 25 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4185, дата обращения: 24.01.2017. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4185 (дата обращения: 15.06.2018).
3. Многоканальные системы цифровой радиосвязи: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе/ Демидов А. Я. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1598, дата обращения: 24.01.2017. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1598 (дата обращения: 15.06.2018).
4. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Крюков Я. В., Рогожников Е. В., Шибельгут А. А. - 2015. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5107 (дата обращения: 15.06.2018).
5. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей. Часть 1. Системы передачи: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы / Пуговкин А. В. - 2012. 62 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1267 (дата обращения: 15.06.2018).

#### 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. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" http://window.edu.ru/ (свободный доступ);
2. Университетская информационная система РОССИЯ uisrussia.msu.ru (доступ по IP-адресам ТУСУРа.);
3. Информационные, справочные и нормативные базы данных - https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 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, те-

Согласована на портале № 30753

кущего 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:

– Adobe Acrobat Reader
– LibreOffice
– Microsoft Windows 8.1 и ниже
– Qucs
– Scilab

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

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:

– Adobe Acrobat Reader
– Keysight SystemVue
– LibreOffice
– Qucs
– Scilab
– WinDjView

**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.

Согласована на портале № 30753

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

1. Множественный доступ с частотным разделением, способ устранения межканальных помех.

/ Фильтрация сигнала по частоте / Введение защитного интервала и фильтрация сигнала по частоте / Введение защитного интервала / Разнесение канальных сигналов по времени /

2. Множественный доступ с временным разделением, способ устранения межканальных помех

/ пользователи на интервале кадра ведут передачу последовательно / пользователи ведут передачу на разных частотах / каждому пользователю в кадре выделяется временное окно, в течении которого он ведет передачу, для устранения межканальных помех в каждом окне вводится защитный интервал, в течении передача не ведется / пользователи на интервале кадра ведут передачу последовательно и в данные вставляют защитный интервал /

3. Множественный доступ с кодовым разделением, способ устранения межканальных помех

/ кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода и каждый код передается последовательно во времени / кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода и каждый код передается на своей частоте / кодовые каналы организуются на основе присвоения каждому каналу индивидуального кода и между кодами вводится защитный интервал / кодовые каналы организуются на основе присвое-

Согласована на портале № 30753

ния каждому каналу индивидуального кода, условием отсутствия межканальных помех является ортогональность кодов /

4. Множественной доступ с ортогональным частотным разделением, условия отсутствия межканальных помех

/ каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является ортогональность поднесущих в выделенной системе полосе частот / каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является фильтрация канальных сигналов по частоте / каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является введение защитного интервала в OFDM символ / каждый канал ведет передачу на поднесущих в выделенной полосе частот, условием отсутствия межканальных помех является введение защитного интервала по частоте /

5. Какими параметрами определяется требуемая полоса пропускания цифрового канала связи

/ скоростью передачи информации / скоростью канального кодирования / скоростью канального кодирования / скоростью передачи символа модуляции /

6. Символ модуляции в цифровых каналах связи…

/ Определенный на конечном интервале времени сигнал, переносящий биты сообщения / определенный на конечном интервале времени сигнал, в параметры которого отображены (записаны) биты сообщения / транспортный сигнал, переносящий информацию / битовый сигнал, переносящий сообщение /

7. Квадратурное представление узкополосного сигнала

/ $S(t) = i(t)\cos(\omega t) - q(t)\sin(\omega t)$, где $i(t)$ и $q(t)$ медленно меняющиеся амплитуды, соответственно синфазная и квадратурная / $S(t) = A(t)\cos(\omega t)$, где $A(t)$ действительная медленно меняющаяся амплитуда / $S(t) = i(t)\cos(\omega t) - q(t)\sin(\omega t)$, где $i(t)$ и $q(t)$ комплексные медленно меняющиеся амплитуды, соответственно, синфазная и квадратурная / $S(t) = i(t)\cos(\omega t)$ где $i(t)$ комплексная медленно меняющаяся амплитуда /

8. Определение OFDM символа:

/ Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения обратного дискретного преобразования Фурье, в коэффициенты которого отображены символы сообщения / Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения прямого дискретного преобразования Фурье / Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения прямого дискретного преобразования Фурье, в коэффициенты которого отображены символы сообщения / Дискретные отсчеты OFDM символа являются результатом выполнения обратного дискретного преобразования Фурье /

9. Как определяется скорость передачи информации

/ Скорость, с которой передаются биты / Скорость, с которой источник генерирует биты сообщения / Скорость, с которой передаются биты сообщения после кодирования / Скорость, с которой передаются символы модуляции /

10. Как определяется скорость канального кодирования Скорость, с которой передаются символы кода

/ Скорость, с которой кодер генерирует биты кода / Скорость, с которой передаются биты сообщения после кодирования / Отношение скорости передачи информации к скорости передачи символов кода /

11. Широкополосные каналы связи.…

/ Каналы с шириной спектра сигнала намного большей скорости передачи информации / Каналы с шириной спектра сигнала намного большей несущей / Каналы с шириной спектра сигнала сравнимой с несущей / Каналы с высокой скоростью передачи информации /

12. Широкополосные сигналы …

/ Сигналы для которых произведение ширины спектра на интервал определения намного больше единицы / Сигналы с шириной спектра намного большей несущей / Сигналы с шириной спектра сравнимой с несущей / Сигналы с высокой скоростью передачи информации /

13. Сколько бит кодируется в одном символе QAM-16?

/ 2 / 16 / 8 / 4 /

Согласована на портале № 30753

14. Для какого вида цифровой манипуляции символьная и информационная скорость совпадают? / 8PSK / 16QAM / QPSK / BPSK /

15. Система транковой связи TETRA, модуляция…

/ QAM-4 / BPSK / π/4DQPSK / QAM-16 /

16. Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока разбита на уровни:

- пакет;
- кадр;
- мультикадр;
- гиперкадр.

В каком элементе структуры реализован метод временного уплотнения каналов

/ мультикадр / пакет / кадр / гиперкадр /

17. Какому условию должны удовлетворять генерирующие полиномы М-последовательности

/ ортогональности / полиномы должны быть простыми / степень полинома должна быть равна длине регистра сдвига / коэффициенты полинома могут принимать значения 0 или 1 /

18. На основе каких псевдослучайных последовательностей осуществляется кодовое уплотнение каналов в системе мобильной связи стандарта IS-95

/ коды Голда 6-го порядка / м-последовательности 6-го порядка / функции Уолша 6-го порядка / м-последовательности 15-го порядка /

19. С какой целью в системе транковой связи TETRA организуются логические пакеты…

/ уплотнения каналов / передачи служебных команд / синхронизации / оптимизации распределения служебной информации в групповом потоке /

20. С какой целью в системе транковой связи TETRA в логические пакеты мобильной станции вводится защитный интервал…

/ устранения межсимвольной помехи / передачи служебных команд / синхронизации / устранения межканальной помехи /

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Квадратурное представление узкополосного сигнала, квадратурная модуляция.
2. Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция QAM-M.
3. Частотная манипуляция с минимальным сдвигом MSK.
4. Модуляция π/4DQPSK.
5. Ортогональная модуляция.
6. Ортогональное частотное мультиплексирование данных OFDM.
7. OFDM модуляция - циклический префикс
8. Методы организация каналов множественного доступа.
9. Частотное не ортогональное уплотнение каналов, защитный интервал.
10. Временное уплотнение каналов, защитный интервал/
11. Частотное ортогональное уплотнение каналов OFDMA.
12. Кодовое уплотнение каналов, обобщенная структура.
13. Широкополосные каналы связи. Широкополосные сигналы, база сигнала, коэффициент расширения спектра.
14. Псевдослучайные последовательности, алгоритм формирования линейных ПСП, структурная схема генератора линейной ПСП.
15. Нелинейные ПСП, структурная схема генератора нелинейной ПСП с внешней и внутренней логической функцией.
16. Линейные ПСП максимальной длины, структурная схема генератора М-последовательности.
17. Принцип повторного использования частот в сотовых системах связи. Дуплексный режим работы.
18. Система транковой связи TETRA. Временная структура группового потока. Обобщенная структура канала.
19. Система мобильной связи с кодовым разделением каналов. Стандарт IS-95 Общая характеристика системы, технические параметры.

Согласована на портале № 30753

20. Стандарт IS-95. Базовая станция. Ансамбли кодирующих ПСП и их назначение.

21. Стандарт IS-95. Состав, назначение и организация кодовых каналов базовой станции.

22. LTE – метод организации каналов множественного доступа, структура кадра типа 2 (TDD), слоты, субфреймы.

23. LTE – Нисходящий канал (Downlink), физические каналы, ресурсная сетка, ресурсные блоки.

24. LTE – Нисходящий канал , формирование OFDMA символа, основные процедуры.

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Цифровые системы передачи

### 14.1.4. Темы опросов на занятиях

Методы цифровой модуляции в многоканальных цифровых системах связи.

Методы организации каналов множественного доступа.

Псевдослучайные последовательности в многоканальных системах связи.

Системы мобильной связи.

### 14.1.5. Темы домашних заданий

Методы модуляции в цифровых системах передачи.

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Процедура частотной синхронизации в OFDM системах связи

Метод множественного доступа с частотным разделением каналов OFDMA

OFDM Модуляция

Процедура эквалайзирования в OFDMA

## 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;

Согласована на портале № 30753

– 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 № 30753