**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Технологии построения инфокоммуникационных систем и сетей

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 | 18 | 18 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 24 | 24 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 60 | 60 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 84 | 84 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е. |

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 38328

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТОР «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент каф. ТОР | _____ | Е. В. Рогожников |
| 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 кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) | _____ | С. И. Богомолов |
| Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) | _____ | В. А. Громов |
| Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС) | _____ | Д. О. Ноздреватых |

Согласована на портале № 38328

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Дисциплина «Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем» является важной дисциплиной в общепрофессиональной подготовке дипломированного специалиста по направлению 11.04.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, радиоэлектронные системы передачи информации, позволяющей обучить студентов принципам и основным методам моделирования современных сетей и систем телекоммуникаций. Освоить общие теории передачи сигналов в условиях многолучевого канала распространения сигналов, теорию цифровой обработки сигналов, методам анализа и синтеза сетей связи, качественные показатели и показатели надежности функционирования систем. В процессе изучения дисциплины студенты получают знания и навыки, необходимые для проектирования и эксплуатации современных телекоммуникационных сетей и систем.

### 1.2. Задачи дисциплины

– –рассмотрение принципов и особенностей построения цифровых высокоскоростных систем передачи информации с использованием беспроводных каналов связи;

– – изучение принципов моделирования систем и сетей телекоммуникаций

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Технологии построения инфокоммуникационных систем и сетей» (Б1.В.ОД.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Цифровая обработка сигналов систем связи.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

– ОПК-5 готовностью учитывать при проведении исследований, проектировании, организации технологических процессов и эксплуатации инфокоммуникационных систем, сетей и устройств мировой опыт в вопросах технического регулирования, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности;

– 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** Существующие виды модуляции используемые в современных системах вязи. Существующие методы доступа. Методы синхронизации. Методы оценки и устранения влияния канала связи на передаваемый сигнал. Существующие методы помехоустойчивого кодирования, в том числе применяемые в системах вязи 4-го поколения.

– **уметь** Использовать способы и методы моделирования различных телекоммуникационных систем, многостанционного доступа, принципы и концепции построения и организации систем связи при проектировании телекоммуникационных систем.

– **владеть** навыками моделирования систем и сетей телекоммуникаций навыками расчета скорости передачи информации, навыками проектирования системы беспроводной связи,

## 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 |

Согласована на портале № 38328

| | | |
|---|---|---|
| Аудиторные занятия (всего) | 60 | 60 |
| Лекции | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные работы | 24 | 24 |
| Самостоятельная работа (всего) | 84 | 84 |
| Выполнение домашних заданий | 6 | 6 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 32 | 32 |
| Проработка лекционного материала | 4 | 4 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 20 | 20 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 22 | 22 |
| 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 Введение | 1 | 4 | 0 | 10 | 15 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-8 |
| 2 Помехозащищенность, защита передаваемой информации. Влияние канала связи. | 4 | 2 | 4 | 20 | 30 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-8 |
| 3 Цифровая модуляция, методы доступа. | 4 | 4 | 8 | 20 | 36 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-8 |
| 4 Синхронизация | 4 | 4 | 6 | 13 | 27 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-8 |
| 5 Стандарты современных систем связи | 4 | 4 | 6 | 21 | 35 | ОПК-4, ОПК-5, ПК-8 |
| 6 Заключение | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | ПК-8 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 24 | 84 | 144 | |
| Итого | 18 | 18 | 24 | 84 | 144 | |

Согласована на портале № 38328

**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 Введение | Предмет и задачи курса. Инфокоммуникационные сети и системы. Основные принципы построения моделей инфокоммуникационных сетей. | 1 | ОПК-4 |
| | Итого | 1 | |
| 2 Помехозащищенность, защита передаваемой информации. Влияние канала связи. | Канальное кодирование. Рандомизациябитовой последовательности. Помехоустойчивое кодирование. Блочные коды. Циклические коды. Сверточные коды. Оптимальные диапазоны частот радиолиний для мобильных и стационарных радиостанций. Энергетические потенциалы радиолиний, работающих отраженными сигналами. Каналы связи только с Гауссовскими шумами. Многолучевой беспроводной канал связи. Импульсная характеристика и передаточная функция канала связи. Каналы связи только с Гауссовскими шумами. Многолучевой беспроводной канал связи. Импульсная характеристика и передаточная функция канала связи. Оценка канала связи. Алгоритмы эквалайзирования. Время когерентности канала связи. Полоса когерентности канала связи. | 4 | ОПК-4, ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Цифровая модуляция, методы доступа. | Амплитудная модуляция, фазовая модуляция, частотная модуляция, квадратурная амплитудная модуляция. Модуляцияс ортогональным частотным мультиплексированием OFDM, OFDMA, SCFDMA | 4 | ОПК-5, ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Синхронизация | Временная синхронизация. Частотная синхронизация. Сигнально-кодовые конструкции. Временная синхронизация в OFDM системах связи. Частотная синхронизация в OFDM системах связи. Алгоритмы оценки временного и частотного сдвига для систем связи. | 4 | ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Стандарты современных систем связи | Алгоритмы обработки и преобразованиясигналов в системах связи 4-го поколения. Обзор стандарта IEEE802.16e.Обзор стандарта ETSITS 136 216 v.10. Алгоритмы синхронизации в системах связи 4-го поколения. Алгоритмы помехоустойчивого кодирования в системах связи 4-го поколения. | 4 | ОПК-4, ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 38328

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Заключение | Итоги изучения учебной дисциплины. Перспективы развития телекоммуникационных сетей и систем. | 1 | ПК-8 |
| | Итого | 1 | |
| 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 Цифровая обработка сигналов систем 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-4 | + | + | + | + | Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ОПК-5 | + | + | + | + | Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПК-8 | + | + | + | + | Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, 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 № 38328

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 2 Помехозащищенность, защита передаваемой информации. Влияние канала связи. | Сверточное помехоустойчивое кодирование. Алгоритм декодирования Витерби. Моделирование канала связи с частотно-селективными замираниями. Моделирование канала связи с АБГШ. | 4 | ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Цифровая модуляция, методы доступа. | OFDM модуляция. OFDMA модуляция. SCFDMA модуляция. Оценка канала связи/эквалайзирование в OFDM системах.Рассчет пик-фактора. Технология MIMO. | 8 | ОПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Синхронизация | Временная синхронизация в OFDM системах связи. Частотная синхронизация в OFDM системах связи. Исследование влияния ошибки временной синхронизации на вероятность битовой ошибки в OFDM системах связи. Исследованиевлияния ошибки частотной синхронизации на вероятность битовой ошибки в OFDM системах связи | 6 | ОПК-5 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Стандарты современных систем связи | Моделирование физического уровня системы связи mobile WiMAX. Моделирование физического уровня системы связи LTE. | 6 | ПК-8 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 24 | |

## 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 Введение | Бюджет линии радиосвязи | 2 | ОПК-4, ПК-8 |
| | Расчет зон покрытия по модели Окамура-Хата | 2 | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Помехозащищенность, защита передаваемой информации. Влияние канала связи. | Согласованная фиотрация | 2 | ОПК-5 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 38328

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Цифровая модуляция, методы доступа. | Цифровые виды модуляции. DQPSK модуляция. Цифровые виды модуляции OFDM | 4 | ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Синхронизация | Корреляционная обработка | 4 | ОПК-4 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Стандарты современных систем связи | Радиорелейные линии связи | 4 | ПК-8 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |

## 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 Введение | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-8, ОПК-5 | Тест |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 2 Помехозащищенность, защита передаваемой информации. Влияние канала связи. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-5, ПК-8 | Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Выполнение домашних заданий | 2 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Цифровая модуляция, методы доступа. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ОПК-5, ПК-8, ОПК-4 | Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Самостоятельное изуче- | 4 | | |

Согласована на портале № 38328

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ние тем (вопросов) теоретической части курса | | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Выполнение домашних заданий | 2 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 4 Синхронизация | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-8, ОПК-5 | Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Выполнение домашних заданий | 1 | | |
| | Итого | 13 | | |
| 5 Стандарты современных систем связи | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ОПК-4, ПК-8 | Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | |
| | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 4 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Выполнение домашних заданий | 1 | | |
| | Итого | 21 | | |
| 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 | | | | |
| Домашнее задание | 6 | 8 | 8 | 22 |
| Отчет по лабораторной | 8 | 8 | 8 | 24 |

Согласована на портале № 38328

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| работе | | | | |
| Тест | 8 | 8 | 8 | 24 |
| Итого максимум за период | 22 | 24 | 24 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 22 | 46 | 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 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Основы радиосвязи [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Романюк ; Министерство образования Российской Федерации, Московский государственный институт электронной техники (технический университет) (М.). - М. : Юрайт, 2011. - 288 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 15 экз.)

2. 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.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение : Пер. с англ. / Б. Скляр ; пер. Гроза Е. Г., пер. А. В. Назаренко, ред. А. В. Назаренко. - 2-е изд. - М. : Вильямс, 2003. – 1099 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 13 экз.)

2. Аналоговое и цифровое радиовещание : Учебное пособие для вузов / Сергей Всеволодович Мелихов ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск : ТУСУР, 2002. - 251 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 80 экз.)

Согласована на портале № 38328

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория построения инфокоммуникационных систем и сетей [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам / Рогожников Е. В. - 2012. 35 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2618 (дата обращения: 17.07.2018).
2. Теория построения инфокоммуникационных систем и сетей [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для практических занятий и самостоятельной работы / Вершинин А. С., Рогожников Е. В. - 2012. 38 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2619 (дата обращения: 17.07.2018).
3. Основы построения систем беспроводного широкополосного доступа [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие для лабораторных работ / Я. В. Крюков, Е. В. Рогожников, А. А. Шибельгут - 2015. 49 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5107 (дата обращения: 17.07.2018).
4. Системы LTE [Электронный ресурс]: Лабораторный практикум / Я. В. Крюков, А. Я. Демидов, К. Ю. Попова - 2015. 14 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4982 (дата обращения: 17.07.2018).
5. Телекоммуникационные технологии [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Е. В. Рогожников - 2018. 33 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8319 (дата обращения: 17.07.2018).
6. Многоканальные цифровые системы передачи [Электронный ресурс]: Методическое пособие к практическим занятиям по специальностям для всех технических направлений радиотехнического факультета / А. Я. Демидов - 2014. 25 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4185 (дата обращения: 17.07.2018).

#### 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

## 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.

Согласована на портале № 38328

**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:

– Microsoft Windows 7 Pro

**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.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– 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.

Согласована на портале № 38328

### 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. При использовании модуляции QAM 16, один отсчет на выходе модулятора соответствует:

- 2 битам,
- 8 битам,
- 4 битам,
- 1 биту,

2. При OFDM модуляции пилотные поднесущие формируются:
- Во временной области,
- В частотной области,
- И во временной и в частотной области

3. При OFDM модуляции циклический префикс добавляется
- Во временной области,
- В частотной области ,
- И во временной и в частотной области,

4. Циклический префикс используется для
- Временной синхронизации,
- Частотной синхронизации,
- Для защиты от межсимвольной интерференции,

5. Межсимвольная интерференция в OFDM вызвана
- Временем передачи сигнала,
- Многолучевостью распространения,
- Ошибкой частотной синхронизации.

6. Передаточная функция описывает канал связи
- Во временной области,
- В частотной области,

Согласована на портале № 38328

- Как во временной так и в частотной области

7. Импульсная характеристика описывает канал связи
-Во временной области
-В частотной области
-Как во временной так и в частотной области

8. Доплеровский сдвиг частоты зависит от:
-Несущей частоты
- Скорости передатчика
- Оба варианта

9. К какому искажению созвездия приведет ошибка временной синхронизации при использовании технологии OFDM
- Фазовому набегу,
- Зашумлению созвездия,
- Оба варианта.

10. Вероятность битовой ошибки это
-Количество ошибочно демодулированных бит,
-Отношение количества ошибочно демодулированных бит к общему количеству переданных бит,
-Отношение мощности сигнала к мощности шума

11. Время когерентности канала распространения радиоволн зависти от
-Вида используемой модуляции
-Скорости света
-Доплеровского сдвига частоты
-Мощности сигнала передатчика

12. В системах связи с использованием технологии MIMO 4x4 сигналы передающих антенн передаются

-Одновременно в одной полосе частот
-Одновременно в разных частотных диапазонах
-В разное время в одном частотном диапазоне
-В разное время в разных частотных диапазонах

13. Выберите тип модуляции, обеспечивающий наименьшую скорость передачи информации
-QPSK
-BPSK
-QAM 16

14. В системах связи с использованием технологии MIMO 2x2 сигналы передающих антенн передаются
-Одновременно в одной полосе частот
-Одновременно в разных частотных диапазонах
-В разное время в одном частотном диапазоне
-В разное время в разных частотных диапазонах

15. При увеличении позиционности модуляции, помехозащищенность системы связи
-Улучшается
-Ухудшается

Согласована на портале № 38328

-Не изменяется

16. Каково назначение защитных интервалов в частотной области при использовании технологии OFDM

-Оценка канала,
-Эквалайзирование
-Защита от межсимвольной интерференции
-Защита от внеполосного излучения

17. Какой тип разделения передаваемых и принимаемых сигналов используется при реализации технологии полнодуплексной беспроводной связи?

-Временное
-Частотное
-Поляризационное
-Никакой тип из перечисленных

18. Затухание сигнала больше на частоте:

-3 ГГц
-10 ГГц
- 65 ГГц

19. Какие данные мы получаем на выходе модулятора:

-Биты
-Комплексные числа
-Шум
-Импульсный сигнал

20. Чаще многолучевое распространение характерно для

- Космос
- Радио релейная линия
- Город
- Морская поверхность

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Структурная схема QAM модулятора, 2. Технология OFDM, 3. Технология OFDMA, 4. Физический смысл прямого и обратного преобразования Фурье, 5. Передаточная функция канала связи (Импульсная характеристика канала связи), 6. Структура сверточного кодера, 7. Декодирование сверточных кодов, 8. Что такое эквалайзирование, 9. Пилотные сигналы и пилотные поднесущие, 10. Способы оценки канала связи, 11. Многолучевой канал связи, влияние на передаваемый сигнал, 12. АБГШ, влияние белого шума на передаваемый сигнал, 13. Частота дискретизации, время дискретизации 14. Время когерентности и полоса когерентности канала связи. 15. Временная синхронизация и ее влияние на работу системы связи, 16. Частотная синхронизация и ее влияние на работу системы связи, 17. Фазовые шумы и их влияние на работу системы связи, 18. Технология XPIC 19. Технология MIMO 20. Полнодуплексная беспроводная связь 21. Преобразования сигналов на физическом уровне системы WiMAX, 22. Преобразование сигналов на физическом уровне системы LTE.

### 14.1.3. Темы домашних заданий

Помехоустойчивое кодирование. Блочные коды. Циклические коды. Сверточные коды. Оптимальные диапазоны частот радиолиний для мобильных и стационарных радиостанций. Энергетические потенциалы радиолиний, работающих отраженными сигналами. Каналы связи только с Гауссовскими шумами. Многолучевой беспроводной канал связи. Импульсная характеристика и передаточная функция канала связи. Каналы связи только с Гауссовскими шумами. Многолучевой беспроводной канал связи. Импульсная характеристика и передаточная функция канала связи. Оценка канала связи. Алгоритмы эквалайзирования. Время когерентности канала связи. Полоса когерентности канала связи. Амплитудная модуляция, фазовая модуляция, частотная модуляция,

Согласована на портале № 38328

квадратурная амплитудная модуляция. Модуляция с ортогональным частотным мультиплексированием OFDM, OFDMA, SCFDMA. Временная синхронизация. Частотная синхронизация. Сигнально-кодовые конструкции. Временная синхронизация в OFDM системах связи. Частотная синхронизация в OFDM системах связи. Алгоритмы оценки временного и частотного сдвига для систем связи.

#### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Сверточное помехоустойчивое кодирование. Алгоритм декодирования Витерби. Моделирование канала связи с частотно-селективными замираниями. Моделирование канала связи с АБГШ. OFDM модуляция. OFDMA модуляция. SCFDMA модуляция. Оценка канала связи/эквалайзирование в OFDM системах. Рассчет пик-фактора. Технология MIMO. Временная синхронизация в OFDM системах связи. Частотная синхронизация в OFDM системах связи. Исследование влияния ошибки временной синхронизации на вероятность битовой ошибки в OFDM системах связи. Исследование влияния ошибки частотной синхронизации на вероятность битовой ошибки в OFDM системах связи Моделирование физического уровня системы связи mobile WiMAX. Моделирование физического уровня системы связи 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;

Согласована на портале № 38328

– 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 № 38328