**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ОБЩАЯ ТЕОРИЯ СВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Квантовые и оптические системы связи**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 28 | 28 | часов |
| Практические занятия | 14 | 14 | часов |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 | часов |
| Самостоятельная работа | 42 | 42 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| Общая трудоемкость | 144 | 144 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестации | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 6 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80753

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Способность применять современные теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств электросвязи и информатики.

2. Готовность к организации работ по практическому использованию и внедрению результатов исследований.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Ознакомить студентов с основными принципами и методами современной статистической теории обработки сигналов, а именно: с методами вероятностного описания случайных процессов; корреляционной и спектральной теорией случайных процессов; методами синтеза оптимальных систем.

2. Ознакомить студентов с основными технологиями электрической связи. В первую очередь, с важнейшими технологиями и системами беспроводного доступа, принципами их функционирования и методами оценки пропускной способности; влиянием многолучёвости каналов распространения на пропускную способностью беспроводных каналов; используемыми методами модуляции и помехоустойчивого кодирования; использованием пространственно-временных методов передачи; способами выравнивания характеристик канала; технологией модуляции на нескольких несущих; широкополосными системами передачи; технологиями мультиплексирования каналов; сотовой организацией сетей связи.

3. Формирование базовых знаний, умений и навыков в части применения метода статистического моделирования на ЭВМ при построении телекоммуникационных систем и сетей, их элементов и устройств.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills – SHS).

Индекс дисциплины: Б1.О.03.10.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 80753

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных | ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных | Знать основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных |
| | ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований | Уметь выбирать эффективную методику экспериментальных исследований |
| | ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных | Владеть навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 66 | 66 |
| Лекционные занятия | 28 | 28 |
| Практические занятия | 14 | 14 |
| Лабораторные занятия | 24 | 24 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 42 | 42 |
| Подготовка к тестированию | 34 | 34 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 8 | 8 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 144 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 4 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|

Согласована на портале № 80753

| 6 семестр | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Введение | 2 | - | - | 4 | 6 | ОПК-2 |
| 2 Математические модели сигналов и помех | 4 | 2 | - | 4 | 10 | ОПК-2 |
| 3 Преобразования сигналов в каналах связи. Модуляция. | 4 | 2 | 12 | 8 | 26 | ОПК-2 |
| 4 Кодирование источника | 4 | 2 | - | 4 | 10 | ОПК-2 |
| 5 Кодирование канала | 4 | 4 | 12 | 8 | 28 | ОПК-2 |
| 6 Демодуляция цифровых сигналов | 4 | 2 | - | 5 | 11 | ОПК-2 |
| 7 Многоканальная передача и многостанционный доступ. Широкополосная беспроводная связь | 4 | 2 | - | 5 | 11 | ОПК-2 |
| 8 Принципы распределения информации | 2 | - | - | 4 | 6 | ОПК-2 |
| Итого за семестр | 28 | 14 | 24 | 42 | 108 | |
| Итого | 28 | 14 | 24 | 42 | 108 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Введение | Исторический очерк развития систем и сетей связи. Идеи и персоны. | 2 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Математические модели сигналов и помех | Цифровые сигналы. Символ, алфавит, основание кода. Вероятностное описание последовательности символов. Примеры цифровых сигналов. Дискретные сигналы. Непрерывные сигналы. Основные параметры: длительность, ширина спектра и динамический диапазон. Белый шум. Узкополосный процесс. Примеры непрерывных сигналов. Аддитивные и мультипликативные помехи. Канал многолучевого распространения волн как фильтр со случайно изменяющимися параметрами. Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 80753

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Преобразования сигналов в каналах связи. Модуляция. | Модель системы передачи информации. Кодирование и декодирование цифровых сигналов. Основные задачи кодирования. Аналого–цифровое и цифроаналоговое преобразования. Основные характеристики, шумы квантования. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции. Векторное представление сигналов. Спектры модулированных сигналов, межсимвольная интерференция. Модуляция гармонической несущей непрерывным сигналом: Спектры модулированных сигналов и полоса частот, требуемая для передачи. Аналоговые, дискретные и цифровые каналы передачи сигналов. Последовательный и параллельный способы передачи. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Кодирование источника | Собственная информация, энтропия. Избыточность и ее роль. Кодирование в цифровых каналах без помех. Коды Шеннона–Фано, Хафмана, Лемпела–Зива. Цифровые каналы с помехами. Взаимная информация. Скорость создания и скорость передачи информации. Пропускная способность канала связи, определение. Пропускная способность двоичного симметричного канала. Теоремы Шеннона о кодировании в дискретном канале с помехами. Информация в непрерывных сигналах. Дифференциальная энтропия непрерывного отсчета. Условная дифференциальная энтропия. Пропускная способность непрерывного канала с аддитивным белым гауссовским шумом, формула Шеннона. Возможность обмена полосы пропускания на мощность сигнала. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 80753

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Кодирование канала | Принципы помехоустойчивого кодирования. Корректирующие коды. Линейные блочные коды. Обнаружение и исправление ошибок. Кодовое расстояние. Порождающие и проверочные матрицы. Коды Хемминга.Циклические коды. Порождающий полином. Способы кодирования и декодирования циклических кодов. Декодирование в системах с каналом переспроса. Системы с информационной и решающей обратной связью. Помехоустойчивость систем с обратной связью (ОС). Сверточные коды (СК). Структура и основные характеристики СК. Кодирование в каналах с памятью,<br>перемежение символов. Комбинирование кодов,<br>понятие об итеративных, каскадных и турбокодах.<br>Сигнально – кодовые конструкции. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Демодуляция цифровых сигналов | Априорная информация о сигналах и помехах. Когерентные и некогерентные системы передачи информации. Постановка задачи об оптимальном демодуляторе (приемнике) цифровых сигналов. Критерии качества. Оптимальный прием в канале с постоянными параметрами при наличии аддитивного белого шума. Корреляционный приемник, согласованный фильтр. Сравнительная оценка помехоустойчивости АМ, ЧМ, ФМ сигналов. Относительная фазовая модуляция. Вероятность ошибки при приеме многопозиционных сигналов. Прием<br>сигнала в условиях многолучевости. Разнесенный<br>прием. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 80753

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Многоканальная передача и многостанционный доступ. Широкополосная беспроводная связь | Основные положения теории разделения сигналов в системах многоканальной связи. Многостанционный доступ с частотным и временным методами разделения каналов. Структурные схемы многоканальных систем с ЧРК и ВРК, особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств. Междуканальные помехи. Многостанционный доступ с кодовым разделением каналов. Принципы генерирования и свойства ортогональных и псевдослучайных (шумоподобных) последовательностей. Пропускная способность систем многоканальной связи. Влияние взаимных помех на пропускную способность канала. Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов (OFDMA).Синхронизация в системах передачи информации | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Принципы распределения информации | Перспективы развития инфокоммуникационных систем. | 2 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| | Итого за семестр | 28 | |
| | Итого | 28 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 2 Математические модели сигналов и помех | Цифровые сигналы. Символ, алфавит, основание кода. Вероятностное описание последовательности символов. Примеры цифровых сигналов. Дискретные сигналы. Непрерывные сигналы. Основные параметры: длительность, ширина спектра и динамический диапазон. Белый шум. Узкополосный процесс. .Аддитивные и мультипликативные помехи. Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. | 2 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 80753

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Преобразования сигналов в каналах связи. Модуляция. | Аналого–цифровое и цифроаналоговое преобразования. Основные характеристики, шумы квантования. Векторное представление сигналов. Модуляция гармонической несущей непрерывным сигналом. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции. Спектры модулированных сигналов и полоса частот, требуемая для передачи. Межсимвольная интерференция. | 2 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Кодирование источника | Собственная информация, энтропия. Избыточность и ее роль. Кодирование в цифровых каналах без помех. Коды Шеннона–Фано, Хафмана, Лемпела–Зива. Цифровые каналы с помехами. Взаимная информация. Скорость создания и скорость передачи информации. Пропускная способность канала связи, определение. Пропускная способность двоичного симметричного канала. Теоремы Шеннона о кодировании в дискретном канале с помехами. Информация в непрерывных сигналах. Дифференциальная энтропия непрерывного отсчета. Условная дифференциальная энтропия. Пропускная способность непрерывного канала с аддитивным белым гауссовским шумом, формула Шеннона. Возможность обмена полосы пропускания на мощность сигнала. | 2 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 80753

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 Кодирование канала | Принципы помехоустойчивого кодирования. Корректирующие коды. Линейные блочные коды. Обнаружение и исправление ошибок. Кодовое расстояние. Порождающие и.проверочные матрицы.<br>Коды Хемминга. Циклические коды. Порождающий полином. Способы кодирования и декодирования циклических кодов. Декодирование в системах с каналом переспроса. Системы с информационной и решающей обратной связью. Помехоустойчивость систем с обратной связью (ОС).<br>Сверточные коды (СК). Структура и основные характеристики СК. Кодирование в каналах с памятью, перемежение символов. Комбинирование кодов,<br>понятие об итеративных, каскадных и турбокодах.<br>Сигнально – кодовые конструкции. | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Демодуляция цифровых сигналов | Априорная информация о сигналах и помехах. Когерентные и некогерентные системы передачи информации. Синхронизация и фазирование. Оптимальный прием в канале с постоянными параметрами при наличии аддитивного белого шума. Корреляционный приемник, согласованный фильтр.-<br>Сравнительная оценка помехоустойчивости АМ,<br>ЧМ, ФМ сигналов. Относительная фазовая модуляция. Вероятность ошибки при приеме многопозиционных сигналов. Прием сигнала в условиях многолучевости. Разнесенный прием. Регенерация<br>цифрового сигнала в ретрансляторах. | 2 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 80753

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 Многоканальная передача и многостанционный доступ. Широкополосная беспроводная связь | Многостанционный доступ с частотным и временным методами разделения каналов. Структурные схемы многоканальных систем с ЧРК и ВРК, особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств. Междуканальные помехи. Многостанционный доступ с кодовым разделением каналов. Принципы генерирования и свойства ортогональных и псевдослучайных (шумоподобных) последовательностей. Пропускная способность систем многоканальной связи. Основы технологии ортогонального частотного разделения каналов (OFDMA). | 2 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 14 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 3 Преобразования сигналов в каналах связи. Модуляция. | Преобразователи непрерывных величин в цифровой код | 4 | ОПК-2 |
| | Система связи с дельта-модуляцией | 4 | ОПК-2 |
| | Спектры импульсно-модулированных сигналов | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 12 | |
| 5 Кодирование канала | Коды с проверкой на четность. Циклические коды. | 4 | ОПК-2 |
| | Сверточные коды | 4 | ОПК-2 |
| | Ортогональные коды | 4 | ОПК-2 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 24 | |
| Итого | | 24 | |

### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Согласована на портале № 80753

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| 1 Введение | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Математические модели сигналов и помех | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 3 Преобразования сигналов в каналах связи. Модуляция. | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Кодирование источника | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 5 Кодирование канала | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 8 | | |
| 6 Демодуляция цифровых сигналов | Подготовка к тестированию | 5 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| 7 Многоканальная передача и многостанционный доступ. Широкополосная беспроводная связь | Подготовка к тестированию | 5 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 5 | | |
| 8 Принципы распределения информации | Подготовка к тестированию | 4 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| | Итого за семестр | 42 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| | Итого | 78 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 80753

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-2 | + | + | + | + | Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| Лабораторная работа | 0 | 0 | 40 | 40 |
| Тестирование | 0 | 0 | 30 | 30 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | | | 70 | 100 |
| Нарастающим итогом | | | 70 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

| Баллы на дату текущего контроля | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК | 2 |

### 6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | 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) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Общая теория связи: Учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт - 2015. 194 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5857.

Согласована на портале № 80753

### 7.2. 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.: Эко-трендз, 2005. - 390 с.: (Библиотека МТС & GSM). (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.).
2. Вернер М. Основы кодирования: Учебник для вузов: Пер. с нем. / М. Вернер; пер.: Д. К. Зигангиров. - М.: Техносфера, 2006. - 286 с. - (Мир программирования; VIII, 03). (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.).
3. Крук Б.И., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 – Современные технологии/ Под ред. проф. В.П. Шувалова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия –Телеком 2005. – 648 с.: ил., 70 экз. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.).

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория электрической связи: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Ю. П. Акулиничев - 2012. 202 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1758.
2. Теория электрической связи: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы / Ю. П. Акулиничев - 2015. 124 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5860.
3. Многоканальная цифровая система передачи информации: Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта расчетного задания, самостоятельной работы / А. С. Бернгардт, Ю. П. Акулиничев - 2016. 41 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6583.
4. Организация самостоятельной работы: Учебно-методическое пособие / Д. О. Ноздреватых, Б. Ф. Ноздреватых - 2018. 23 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7867.

#### 7.3.2. 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.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

### 8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие

Согласована на портале № 80753

тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория защищенных систем связи: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 432 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Приборы измерительные (17 шт.);
- Макеты лабораторные: "Исследование спектров импульсных модулированных сигналов", "Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код", "Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов", "Исследование системы связи с дельта-модуляцией", "Исследование биортогонального кода", "Исследование сверточного кода", "Код с проверкой на четность и циклический код";
- Компьютер WS3;
- Компьютер Celeron (4 шт.);
- Телевизор плазменный Pioneer с диагональю экрана 51;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- AVAST Free Antivirus;
- Adobe Acrobat Reader;
- Far Manager;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория защищенных систем связи: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 432 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Приборы измерительные (17 шт.);
- Макеты лабораторные: "Исследование спектров импульсных модулированных сигналов", "Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код", "Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов", "Исследование системы связи с дельта-модуляцией", "Исследование биортогонального кода", "Исследование сверточного кода", "Код с проверкой на четность и циклический код";
- Компьютер WS3;
- Компьютер Celeron (4 шт.);
- Телевизор плазменный Pioneer с диагональю экрана 51;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- AVAST Free Antivirus;
- Adobe Acrobat Reader;
- Free Pascal Lazarus (версия 1.6);
- Google Chrome;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

Согласована на портале № 80753

### 8.4. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

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

## 9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|
| 1 Введение | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 80753

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Математические модели сигналов и помех | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Преобразования сигналов в каналах связи. Модуляция. | ОПК-2 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Кодирование источника | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 5 Кодирование канала | ОПК-2 | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 6 Демодуляция цифровых сигналов | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 7 Многоканальная передача и многостанционный доступ. Широкополосная беспроводная связь | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 8 Принципы распределения информации | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |

Согласована на портале № 80753

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Цифровой сигнал с основанием кода m это:
   1) последовательность двоичных символов;
   2) последовательность n непрерывных случайных величин – отсчетов случайного процесса по времени;
   3) последовательность m-ичных символов длиной n;
   4) последовательность отрезков случайного процесса.
2. При передаче двоичной последовательности по радиолинии наименьшая полоса потребуется при использовании:
   1) АМ;

Согласована на портале № 80753

2) ФМ;
3) КАМ-4;
4) КАМ-16.

3. Чтобы увеличить корректирующую способность кода, нужно:
   1) увеличить количество символов в кодовой комбинации;
   2) уменьшить количество избыточных символов;
   3) увеличить кодовое расстояние кода;
   4) уменьшить кодовое расстояние и увеличить избыточность кода.
4. Кодовое расстояние кода численно равно:
   1) расстоянию между двумя наиболее часто применяемыми кодовыми комбинациями;
   2) количеству символов, в которых различаются две наиболее близкие друг к другу комбинации в кодовой таблице;
   3) минимальному весу кодовой комбинации;
   4) наиболее вероятному значению кратности возникающих ошибок.
5. При проведении проверок на четность основной операцией является:
   1) вычисление остатка от деления чисел;
   2) мультиплексирование символов;
   3) накопление символов;
   4) суммирование символов по модулю 2.
6. Если при декодировании линейного блочного кода синдром оказался равным нулю, то можно гарантировать, что:
   1) в принятой комбинации нет ошибок;
   2) такая комбинация есть в кодовой таблице;
   3) в принятой комбинации возможно наличие ошибок, но код способен их исправить;
   4) принятая комбинация безнадежно искажена помехами.
7. Для полного вероятностного описания последовательности двоичных символов длиной n нужно задать:
   1) плотность вероятности каждой из величин;
   2) 2n - мерный ряд распределения вероятностей реализаций;
   3) математическое ожидание и дисперсию;
   4) совместную плотность вероятности.
8. Укажите стандартную частоту квантования во времени (отсчетов/с) телефонного сигнала.
   1) 4 КГц;
   2) 20 КГц;
   3) 22 КГц;
   4) 8КГц
9. Фильтрация аналогового сигнала с помощью ФНЧ перед дискретизацией по времени:
   1) позволяет уменьшить шум дискретизации по времени;
   2) позволяет увеличить шаг квантования по уровню;
   3) позволяет увеличить шаг дискретизации по времени.
   4) позволяет уменьшить шум квантования по уровню.
10. Восстановление непрерывного сигнала из последовательности осуществляется с помощью:
    1) согласованного фильтра;
    2) системы с фазовой автоподстройки частоты;
    3) фильтра нижних частот с прямоугольной частотной характеристикой;
    4) коррелятора.
11. Современные корректирующие коды ориентированы на обнаружение (исправление):
    1) любых ошибок;
    2) ошибок большой кратности;
    3) ошибок малой кратности;
    4) нетипичных ошибок.
12. В системах с переспросом код, применяемый в прямом канале, используется для:
    1) исправления одиночных ошибок и обнаружения остальных;
    2) исправления ошибок;
    3) обнаружения ошибок;

Согласована на портале № 80753

4) передачи с минимальной избыточностью. 13.

13. Среднее количество информации, приходящееся на один символ источника, это:
    1) собственная информация;
    2) энтропия источника;
    3) пропускная способность;
    4) избыточность источника
14. Энтропия 8-ричного источника с равномерным распределением вероятностей равна:
    1) 8бит/символ;
    2) 4 бита/символ;
    3) 3 бита/символ;
    4) 1бит/символ.
15. Избыточность в сообщении:
    1) всегда приносит пользу;
    2) всегда приносит вред;
    3) иногда нужна для повышения помехоустойчивости;
    4) нужна всегда, но в минимальном количестве.
16. Необходимое условие возможности линейного разделения канальных сигналов без взаимных помех в многоканальной СПИ:
    1) сигналы должны быть аналоговыми;
    2) сигналы должны быть линейно независимыми;
    3) сигналы должны быть цифровыми;
    4) сигналы должны быть случайными
17. Для разделения каналов в системе с ЧРК используют:
    1) набор N корреляционных приемников;
    2) набор N полосовых фильтров;
    3) фазовую автоподстройку частоты;
    4) демультиплексор
18. Вероятность битовой ошибки на выходе оптимального демодулятора в двоичной когерентной СПИ при наличии аддитивного белого шума зависит лишь от:
    1) величины разнесения несущих частот сигналов, соответствующих символам 0 и 1;
    2) мощности шума на на входе;
    3) отношения амплитуд полезного сигнала и шума на входе приемника;
    4) отношения энергии разностного сигнала к спектральной плотности мощности шума;
19. Оптимальным демодулятором в двоичной когерентной СПИ при наличии аддитивного белого шума является:
    1) когерентный накопитель импульсов;
    2) фазовый детектор;
    3) согласованный фильтр с квадратичным детектором;
    4) корреляционный приемник и пороговое устройство.
20. При одинаковой средней мощности полезного сигнала наиболее часто при демодуляции ошибки возникают при использовании:
    1) АМ;
    2) ОФМ;
    3) КАМ-16;
    4) ЧМ.
21. Для разделения каналов в системе с ЧРК используют:
    1) набор N корреляционных приемников;
    2) набор N полосовых фильтров;
    3) фазовую автоподстройку частоты;
    4) демультиплексор.
22. Сеть называется синхронной, если:
    1) в каждом узле проводится фазовая автоподстройка частоты несущей;
    2) осуществляется передача тактовых импульсов из единого центра во все узлы сети;
    3) во всех узлах проводится согласование скоростей входных цифровых потоков при их временном мультиплексировании;
    4) совместно с информационными импульсами передаются импульсы тактовой синхронизации.

Согласована на портале № 80753

23. Синхронизация не требуется:
    1) в многоканальных СПИ с временным разделением каналов;
    2) в многоканальных СПИ с кодовым разделением каналов.
    3) в многоканальных цифровых СПИ с частотным разделением каналов;
    4) в многоканальных аналоговых СПИ с частотным разделением каналов.
24. Свойством сети с коммутацией пакетов является:
    1) гарантируется пропускная способность для взаимодействующих абонентов;
    2) трафик реального времени передается без задержки;
    3) каждая порция данных снабжается адресом;
    4) сеть может отказать абоненту в установлении соединения.
25. В плезиохронной цифровой сети связи является обязательным решение проблемы:
    1) восстановления символов, стертых при демодуляции;
    2) фазовой автоподстройки частоты несущей при радиосвязи;
    3) обнаружения и исправления ошибок;
    4) согласования скоростей входных цифровых потоков при их временном мультиплексировании.
26. Сеть называется синхронной, если:
    1) в каждом узле проводится фазовая автоподстройка частоты несущей;
    2) осуществляется передача тактовых импульсов из единого центра во все узлы сети;
    3) во всех узлах проводится согласование скоростей входных цифровых потоков при их временном мультиплексировании;
    4) совместно с информационными импульсами передаются импульсы тактовой синхронизации.
27. Регенерация сигнала обязательно осуществляется в узлах сети:
    1) с коммутацией каналов;
    2) с коммутацией пакетов;
    3) когерентной;
    4) некогерентной

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Информация. Канал связи. Линия связи.
2. Дискретные и цифровые сигналы, их статистическое описание.
3. Код, алфавит кода, основание кода. Дискретный сигнал, как кодовая комбинация.
4. Статистическое описание непрерывных (аналоговых) сигналов.
5. Аддитивные и мультипликативные помехи. Нормальный белый шум. Канал с многолучевым распространением сигнала. Флуктуации амплитуд и фаз сигналов. Разнесенный прием. Способы разнесенного приема.
6. Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. Скалярное произведение. Энергии сигналов и расстояние между ними, независимость и ортогональность сигналов.
7. Преобразования сигналов цифровой СПИ. Модель системы передачи информации.
8. Дискретизация во времени непрерывного сигнала. Восстановление непрерывного сигнала из дискретного. Шум дискретизации и способы его уменьшения .
9. Модуляция импульсной несущей непрерывным сигналом. АИМ, ШИМ, ВИМ. Структура спектров.
10. АЦП и ЦАП. Основные характеристики, шум квантования, компандирование. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ), основной цифровой сигнал.
11. Количество информации, единицы измерения, свойства. Собственная информация, энтропия, избыточность.
12. Энтропия последовательности символов. Условная энтропия, удельная энтропия, избыточность и причины ее появления.
13. Средняя взаимная информация. Скорость создания, скорость передачи и скорость потери информации. Техническая скорость передачи информации.
14. Пропускная способность дискретного канала связи, определение. Пропускная способность двоичного симметричного канала. Зависимость пропускной способности от вероятности битовой ошибки
15. Пропускная способность непрерывного канала. Теорема Шеннона.

Согласована на портале № 80753

16. Согласование канала с источником информации. Код, алфавит кода, основание кода. Классификация кодов.
17. Кодирование источника. Теорема Шеннона для канала без помех. Эффективные коды, принципы эффективного кодирования.
18. Код Хаффмана, пример кодирования алфавита из 4-х символов с заданным рядом распределения, избыточность и эффективность до и после кодирования.
19. Код Шеннона - Фано, пример кодирования алфавита из 4-х символов с заданным рядом распределения, избыточность и эффективность до и после кодирования.
20. Сжатие информации. Алгоритм Лемпела –Зива. Алгоритмы формирования кодовых последовательностей и словарей в кодере и декодере. Пример кодирования и декодирования.
21. Кодирование в канале с помехами. Прямая и обратная теоремы о кодировании. Основные принципы помехоустойчивого кодирования. Классификация кодов.
22. Линейные блочные коды. Геометрическое представление кода. Кодовое расстояние, кратность обнаруживаемых и исправляемых ошибок.
23. Линейные блочные коды с однократной проверкой на четность. Синдромные и проверочные соотношения. Схема кодера и декодера
24. Линейные блочные (n, k) коды с многократными проверками на четность. Производящая и проверочная матрицы. Приведение к каноническому виду. Определение кодового расстояния по матрицам G и H.
25. Код Хемминга. Свойства. Структура производящей и проверочной матриц. Систематический код Хэмминга (7,4). Кодер и декодер. 26.
26. Неравенство Хэмминга для линейных блочных кодов. Его физический смысл и значение в теории кодирования.
27. Циклические коды. Основные свойства. Полиномиальное представление, производящий и проверочный полиномы. Требования к производящему полиному.
28. Циклические коды. Алгоритмы кодирования циклического кода, схема кодера систематического на базе рекурсивного линейного фильтра на примере циклического кода Хемминга (7,4).
29. Циклические коды. Алгоритмы декодирования циклического кода, схема декодера циклического кода Хемминга (7,4) на базе рекурсивного линейного фильтра.
30. Определение вероятностей ошибок при работе декодера в режиме обнаружения ошибок при независимых ошибках. Использование канала переспроса. Вероятность битовой ошибки.
31. Определение вероятностей ошибок при работе декодера в режиме исправления ошибок при независимых ошибках. Расчет вероятности битовой ошибки на выходе декодера.
32. Понятие о циклических кодах кодах БЧХ.
33. Сверточные коды. Структура и основные характеристики. Производящие полиномы, пример систематического кода со степенью кодирования 1/3.
34. Понятие о матричных, каскадных и турбокодах.
35. Ортогональные и биортогональные коды. Матрица Адамара. Функции Уолша.
36. Псевдослучайные последовательности. Формирование псевдослучайной (ПСП) m –последовательности на основе рекурсивного цифрового фильтра. Корреляционные свойства.
37. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. АМ, ЧМ, ФМ, относительная или дифференциальная ФМ (ОФМ). Причина ее применения. Вид спектров модулированных сигналов и полоса частот, требуемая для передачи.
38. Модуляция гармонической несущей аналоговым сигналом. АМ, ЧМ, ФМ, однополосная АМ (АМОБП). Вид спектров модулированных сигналов и полоса частот, требуемая для передачи.
39. Многопозиционные методы модуляции и причины их применения. Многопозиционная амплитудная модуляция. Геометрическое представление. Достоинства и недостатки.
40. Многопозиционные методы модуляции и причины их применения. Многопозиционная фазовая модуляция. Геометрическое представление. Достоинства и недостатки.
41. Многопозиционные методы модуляции и причины их применения. Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция. Геометрическое представление. Достоинства и недостатки.

Согласована на портале № 80753

42. Априорная информация о сигналах и помехах. Роль систем синхронизации и АПЧ. Когерентные, квазикогерентные и некогерентные системы передачи информации.
43. модуляция цифровых сигналов. Корреляционный приемник и согласованный фильтр.
44. Демодуляция цифровых сигналов. Виды априорной неопределенности. Когерентность и синхронность. Синхронизация. Виды синхронизации.
45. Демодуляция цифровых сигналов. Когерентность и синхронность.. Когерентный приемник АМ сигнала.
46. Демодуляция цифровых сигналов. Виды априорной неопределенности. Когерентность и синхронность. Когерентный приемник ФМ сигналов.
47. Демодуляция цифровых сигналов. Виды априорной неопределенности. Когерентность и синхронность. Некогерентный приемник АМ сигнала.
48. Вероятность ошибки приема для двоичной системы сигналов при белом гауссовском шуме. Сравнительная оценка помехоустойчивости АМ, ЧМ, ФМ сигналов .
49. Перемежение (интерливинг) символов, цели применения. Варианты построения перемежителей.
50. Скремблирование. Цели применения. Построение скремблера на базе рекурсивного цифрового фильтра – генератора псевдослучайной последовательности.
51. Основные положения теории разделения сигналов в системах многоканальной связи. Условия разделимости сигналов, групповой сигнал.
52. Множественный доступ с частотным разделением каналов. Достоинства и недостатки, причины появления междуканальных искажений и способы их устранения.
53. Множественный доступ с временным разделением каналов. Достоинства и недостатки, причины появления междуканальных искажений и способы их устранения.
54. Множественный доступ с кодовым разделением каналов. Достоинства и недостатки, причины появления междуканальных искажений и способы их устранения.
55. Шумоподобные (сложные) сигналы. Расширение спектра передаваемого сигнала. Прямое расширение спектра. (Метод прямой последовательности).
56. Шумоподобные (сложные) сигналы. Расширение спектра передаваемого сигнала. Метод программной скачкообразной перестройки частоты.
57. Прием сигналов в условиях многолучевости. Методы борьбы с многолучевостью.
58. Радиорелейные линии. Ретрансляция и регенерация сигналов. Расчет вероятности ошибки на выходе двухпролетной линии при использовании ретранслятора (НРП) или регенератора(ОРП).
59. Телекоммуникационные сети. Структура и состав сети.
60. Телекоммуникационные сети. Методы коммутации в коммутируемой сети.

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Преобразователи непрерывных величин в цифровой код
2. Система связи с дельта-модуляцией
3. Спектры импульсно-модулированных сигналов
4. Коды с проверкой на четность. Циклические коды.
5. Сверточные коды
6. Ортогональные коды

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам

Согласована на портале № 80753

учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. 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.

Согласована на портале № 80753

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 № 80753

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «11» 11 2023 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Заведующий обеспечивающей каф. РТС | А.А. Мещеряков | Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704 |
| Начальник учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР | А.М. Заболоцкий | Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52 |
| Старший преподаватель, каф. РТС | Д.О. Ноздреватых | Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. РТС | П.А. Полянских | Разработано, 5f5b6d4b-74fa-48c5-bc98-5d9d9521f2ca |
| Ассистент, каф. РТС | Е.С. Паскаль | Разработано, 5dc0481f-7659-40dd-ab8f-33d0e4292386 |

Согласована на портале № 80753