**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» _____12_____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ОБЩАЯ ТЕОРИЯ РАДИОСВЯЗИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 14 | 14 | часов |
| Практические занятия | 14 | 14 | часов |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 | часов |
| Самостоятельная работа | 100 | 100 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 144 | 144 | часов |
| | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 6 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск

Согласована на портале № 55709

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Формирование представлений об особенностях современных и перспективных систем радиосвязи.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение методов модуляции и кодирования, используемых в современных системах радиосвязи, а также способов формирования и обработки сигналов в системах радиосвязи.
2. Приобретение навыков компьютерного моделирования систем радиосвязи.
3. Овладение навыками чтения справочной документации, в том числе на английском языке.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Индекс дисциплины: Б1.В.ДВ.03.01.

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** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |
| ПКР-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ | ПКР-1.1. Умеет строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем. | Уметь составлять кодовую таблицу линейного блочного кода по его матрице. Приводить матрицы линейных блочных кодов к систематической форме. Определять кодовое расстояние линейного блочного кода по его проверочной матрице, а также по кодовой таблице. Делить и умножать полиномы над полем Галуа GF(p) двумя способами: алгебраически и с помощью цифровых фильтров. Факторизовать полиномы с помощью программы компьютерной алгебры SymPy. Находить обратную матрицу дискретного преобразования Фурье над полем Галуа GF(p). Составлять диаграмму состояний и решетку сверточного кода. Составлять дерево кода Хаффмана. Составлять код Шеннона-Фано. Составлять таблицу кода Лемпеля-Зива. Вычислять энтропию заданного источника. Вычислять избыточность до и после кодирования сжимающим кодом. Вычислять пропускную способность двоичного симметричного канала связи и канала со стираниями. На качественном уровне изображать спектральные диаграммы сигналов с модуляциями: амплитудной (АМ), фазовой (ФМ), частотной (ЧМ) и OFDM. Вычислять спектральную плотность мощности по заданной функции корреляции цифрового потока. Определять уровень боковых лепестков в спектре сигнала. Анализировать "глазковые" диаграммы и сигнальные созвездия. Выбирать вид модуляции. Выбирать класс выходного усилителя мощности исходя из вида модуляции. Моделировать сигналы с АМ, ФМ, ЧМ и OFDM модуляциями и их спектральные плотности мощности |
| | ПКР-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования. | Владеть методами компьютерного моделирования современных и перспективных систем радиосвязи, а также элементами проектирования таких систем. |

Согласована на портале № 55709

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-4. Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | ПКР-4.1. Знает принципы построения технического задания при разработке деталей, узлов и устройств радиотехнических систем. | Знать роль модуляции в системах передачи информации. Различие между аналоговой и<br>цифровой модуляцией. Роль формирующих фильтров и влияние межсимвольной интерференции.<br>Смысл спектральной плотности мощности белого шума. Базовые методы модуляции: амплитудную (АМ), фазовую (ФМ) и частотную (ЧМ). Спектральный состав сигналов для основных методов модуляции: амплитудной, частотной и фазовой. Особенности ЧМ с непрерывной фазой. Взаимосвязь методов модуляции с классами выходных усилителей мощности. Принципы модуляции<br>множества ортогональных поднесущих (OFDM). Роль OFDM при наличии многолучевости. Влияние фазового шума на производительность систем связи. Отношение сигнал-шум для цифровых<br>систем связи. Про энергетическую и частотную эффективность систем связи. Принципы синхронизации в системах связи. Петлю Костаса. Детектор Гарднера. Об ухудшении степени однозначности фазы восстановленной несущей с ростом битовой скорости передачи. Принципы расширения<br>спектра сигналов в системах связи. Структурные схемы и особенности трех поколений цифровых<br>систем связи по методам формирования и обработки сигналов: аналоговые, гибридные и цифровые. Схемы автоматической цифровой регулировки усиления. Фундаментальное свойство линейных блочных кодов. Правило кодирования линейным блочным кодом. Структуру порождающих и<br>проверочных матриц линейного блочного кода в систематической форме. Правило вычисления<br>синдрома линейного блочного кода по проверочной матрице. Роль синдрома при обнаружении/исправлении ошибок, а также восстановлении стертых символов. Способ распределения синдромов<br>по классам смежности. Правило определения кодового расстояния линейного блочного кода по кодовой таблице. Способ определения кратностей гарантированно обнаруживаемых, гарантированно исправляемых ошибок, а также гарантированно восстанавливаемых стертых символов. Границы<br>Синглтона, Хемминга и неравенство Гилберта для корректирующих кодов. Фундаментальное свойство циклических кодов. Правило составления порождающих полиномов циклических кодов. Правило кодирования циклическим кодом в систематической и несистематической формах. Связь порождающих и проверочных полиномов циклического кода с порождающими и проверочными матрицами соответствующего линейного блочного кода. Способ деления и умножения полиномов с<br>помощью цифровых фильтров, соответственно, рекурсивных и трансверсальных. Роль остатка от<br>3 38531 |
| | ПКР-4.2. Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации. | Уметь составлять кодовую таблицу линейного блочного кода по его матрице. Приводить матрицы линейных блочных кодов к систематической форме. Определять кодовое расстояние линейного блочного кода по его проверочной матрице, а также по кодовой таблице. Делить и умножать полиномы над полем Галуа GF(p) двумя способами: алгебраически и с помощью цифровых фильтров. Факторизовать полиномы с помощью программы компьютерной алгебры SymPy. Находить обратную матрицу дискретного преобразования Фурье над полем Галуа GF(p). Составлять<br>диаграмму состояний и решетку сверточного кода. Составлять дерево кода Хаффмана. Составлять<br>код Шеннона-Фано. Составлять таблицу кода Лемпеля-Зива. Вычислять энтропию заданного источника. Вычислять избыточность до и после кодирования сжимающим кодом. Вычислять пропускную способность двоичного симметричного канала связи и канала со стираниями. На качественном уровне изображать спектральные диаграммы сигналов с модуляциями: амплитудной<br>(АМ), фазовой (ФМ), частотной (ЧМ) и OFDM. Вычислять спектральную плотность мощности по<br>заданной функции корреляции цифрового потока. Определять уровень боковых лепестков в спектре сигнала. Анализировать "глазковые" диаграммы и сигнальные созвездия. Выбирать вид модуляции. Выбирать класс выходного усилителя мощности исходя из вида модуляции. Моделировать<br>сигналы с АМ, ФМ, ЧМ и OFDM модуляциями и их спектральные плотности мощности |
| | ПКР-4.3. Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами. | Владеет навыками оформления проектно-конструкторской документации в соответствии со стандартами. |

Согласована на портале № 55709

## 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** | 44 | 44 |
| Лекционные занятия | 14 | 14 |
| Практические занятия | 14 | 14 |
| Лабораторные занятия | 16 | 16 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 100 | 100 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 45 | 45 |
| Подготовка к тестированию | 40 | 40 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | 10 |
| Написание отчета по лабораторной работе | 5 | 5 |
| **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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | | | |
| 1 Модуляция. Спектральный состав. | 1 | 2 | 4 | 6 | 13 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль. | 1 | 2 | - | 2 | 5 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 3 Частотная манипуляция с непрерывной фазой. | - | - | - | 2 | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 4 Экономные (сжимающие) коды. | 1 | 2 | - | 6 | 9 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 5 Пропускная способность каналов связи. | 1 | 1 | - | 6 | 8 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 6 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи. | 1 | 1 | - | 6 | 8 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 7 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано. | 1 | - | - | 8 | 9 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 8 Коды Лемпеля-Зива и Лемпеля-Зива-Уэлча. | 1 | - | - | 6 | 7 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 9 Кодирование речи в системах радиосвязи. | - | - | 4 | 6 | 10 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 10 Принципы синхронизации в системах радиосвязи. | - | - | - | 2 | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |

Согласована на портале № 55709

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи. | 1 | 1 | - | 4 | 6 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 12 Автоматическая регулировка усиления в системах радиосвязи. | - | - | - | 2 | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 13 Принципы модуляции OFDM. | - | - | - | 2 | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 14 Принципы MIMO. | 1 | - | - | 4 | 5 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 15 Линейные блочные коды. | 2 | 2 | - | 10 | 14 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 16 Циклические коды | 1 | 2 | 4 | 6 | 13 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 17 Коды Рида-Соломона | 1 | 1 | 2 | 6 | 10 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 18 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема. | - | - | - | 6 | 6 | ПКР-1 |
| 19 Низкоплотностные (LDPC) коды. | - | - | - | 2 | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 20 Сверточные коды. | 1 | - | 2 | 6 | 9 | ПКР-1, ПКР-4 |
| 21 Сигнально-кодовые конструкции. | - | - | - | 2 | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| Итого за семестр | 14 | 14 | 16 | 100 | 144 | |
| Итого | 14 | 14 | 16 | 100 | 144 | |

### 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 Модуляция. Спектральный состав. | Роль модуляции в системах передачи информации. Различие аналоговой и цифровой модуляции.- Требования к спектрам сигналов в современных системах передачи информации. Тепловой шум. Спектральная плотность мощности сигнала. Спектры сигналов с АМ, ФМ, ЧМ и OFDM модуляциями. Три поколения цифровых систем связи: аналоговые, гибридные и цифровые. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль. | Спектральная плотность случайной последовательности импульсов прямоугольной формы. Скорость спада мощности в зависимости от частоты. Необходимость сглаживания фронтов импульсов.Фильтр "приподнятого" косинуса. Особенности реализации фильтра в цифровом виде: влияние на формируемый спектр факторов дискретности и ограниченности по времени импульсной характеристики; влияние цифро-аналогового преобразователя. Тепловой шум как ограничитель производительности систем связи. Согласованный фильтр как фильтр, доставляющий максимум отношению сигнал-шум при наличии аддитивного белого шума. Необходимость согласования амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) формирующего фильтра с АЧХ согласованного. Фильтр "корень" из "приподнятого" косинуса. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 3 Частотная манипуляция с непрерывной фазой. | Оформление отчетов по лабораторным работам. | 0 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | - | |
| 4 Экономные (сжимающие) коды. | Собственная информация. Энтропия источника. Избыточность. Взаимная информация. Принципы векторного квантования источника. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 5 Пропускная способность каналов связи. | Скорость передачи информации. Пропускная способность. Пропускная способность двоичного симметричного канала связи. Пропускная способность канала со стираниями. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи. | Связь между "аналоговым" и "цифровым" отношениями сигнал-шум. Нормированная пропускная способность канала. Скорость кодирования. Теорема Шеннона, ее иллюстрация. Предел Шеннона, предел двоичного канала связи: жесткие решения и мягкие решения. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 7 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано. | Построение кодового дерева кода Хаффмана по вероятностям символов. Построение кодовой таблицы кода Шеннона-Фано по вероятностям символов. Префиксное свойство кодов. Расчет средней длины кодового слова полученного кода. Расчет избыточности до и после кодирования. Принципы многобуквенного кодирования. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 8 Коды Лемпеля-Зива и Лемпеля-Зива-Уэлча. | Составление таблицы-словаря кода Лемпеля-Зива. Достоинства и недостатки кода Лемпеля-Зива. Составление таблицы-словаря кода Лемпеля-Зива-Уэлча. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 9 Кодирование речи в системах радиосвязи. | Исследование системы связи с дельта-модуляцией, состоящей из генератора сигналов, модулятора, линии передачи, демодулятора и осциллографа-вольтметра. | 0 | ПКР-1 |
| | Итого | - | |
| 10 Принципы синхронизации в системах радиосвязи. | Проработка лекционного материала. | 0 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | - | |
| 11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи. | Достоинства сигналов с расширенным спектром. Псевдослучайные последовательности (М-последовательности). Коды Голда. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 12 Автоматическая регулировка усиления в системах радиосвязи. | Проработка лекционного материала. | 0 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | - | |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 13 Принципы модуляции OFDM. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам, проработка лекционного материала. | 0 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | - | |
| 14 Принципы MIMO. | Классификация MIMO: SISO (классический вариант), SIMO (разнесенный прием), MISO (разнесенная передача), SU-MIMO (однопользовательское пространственное уплотнение), MU-MIMO (многопользовательское пространственное уплотнение).Структурные схемы MIMO согласно классификации. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 15 Линейные блочные коды. | Порождающая матрица. Кодовая таблица. Кодовое расстояние. Кратность обнаружения, исправления и восстановления стертых символов. Определение кодового расстояния по кодовой таблице. Систематическая форма порождающей матрицы. Проверочная матрица. Синдром. Разложение векторного пространства на смежные классы. Определение кодового расстояния по проверочной матрице | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16 Циклические коды | Фундаментальное свойство циклических кодов. Нуль-полином и его факторизация. Порождающий полином и его единственность для заданного кода. Связь порождающего полинома и порождающей матрицы. Проверочный полином, его связь с проверочной матрицей. Систематический циклический код. Систематический кодер на основе цифрового фильтра. Роль остатка от деления двух полиномов. Декодирование с исправлением ошибки. Декодирование с восстановлением стертых символов. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 17 Коды Рида-Соломона | Элементы поля Галуа GF(p^q), где p - простое число (2, 3, 5, 7, 11...) как q-мерные вектора из p-значных символов. Операции умножения и сложения. Порождающий полином кодов Рида-Соломона.- Граница Синглтона. Проверочный полином кодов Рида-Соломона. Способ кодирования через дискретное преобразование Фурье (ДПФ).Способ обращения матрицы ДПФ. Декодирование кода Рида-Соломона с исправлением ошибок. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 18 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 0 | ПКР-1 |
| | Итого | - | |
| 19 Низкоплотностные (LDPC) коды. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса, проработка лекционного материала. | 0 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | - | |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 20 Сверточные коды. | Порождающие полиномы. Схема кодирующего устройства. Диаграмма состояний кодера. Разрешенные кодовые последовательности. Свободное расстояние кода. Пороговое декодирование кода. Решетка кода. Алгоритм декодирования по Витерби. | 1 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 1 | |
| 21 Сигнально-кодовые конструкции. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 0 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | - | |
| | Итого за семестр | 14 | |
| | Итого | 14 | |

### 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** | | | |
| 1 Модуляция. Спектральный состав. | Расчет спектральной плотности импульсов треугольной формы на основе известной спектральной плотности импульсов прямоугольной формы. Расчет корреляционных функций для некоторых видов модуляции: с линейным преобразованием битов (сумма и разность), с чередованием полярности (AMI, ЧПИ), с циклическим преобразованием (MLT-3).Расчет спектральных плотностей по корреляционным функциям. Построение соответствующих графиков, их анализ. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль. | Вычисление предельных значений частотной характеристики (ЧХ) фильтра "приподнятого" косинуса для особенных частот. Построение "от руки" графиков амплитудной ЧХ и импульсной характеристики (ИХ) фильтра. Расчет на компьютере с помощью дискретного преобразования Фурье амплитудной ЧХ фильтра по дискретной и финитной ИХ фильтра. Построение "от руки" отклика формирующего фильтра (до цифро-аналогового преобразователя) на заданную битовую последовательность. Расчет предельных значений частотной характеристики (ЧХ) фильтра типа "корень" из "приподнятого" косинуса для особенных частот с помощью программы компьютерной алгебры SymPy.Построение "от руки" графиков амплитудной ЧХ и импульсной характеристики (ИХ) фильтра. Расчет на компьютере с помощью дискретного преобразования Фурье амплитудной ЧХ фильтра по дискретной и финитной ИХ фильтра. Построение "от руки" отклика согласованного фильтра (в цифровом виде) на заданный входной сигнал. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 4 Экономные (сжимающие) коды. | Определение собственной информации. Определение энтропии источника. Определение избыточности источника. Определение взаимной информации. Изучение принципов векторного квантования источника. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Пропускная способность каналов связи. | Вычисление пропускной способности различных каналов связи. | 1 | ПКР-1 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи. | Построение с помощью компьютера графиков зависимости предельной энергетической эффективности кода (дБ) от скорости кодирования (от 0 до 1) для двоичной модуляции (жесткие решения и мягкие решения) и при отсутствии модуляции как таковой.Иллюстрация с помощью компьютера предельного энергетического выигрыша от кодирования. | 1 | ПКР-1 |
| | Итого | 1 | |
| 11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи. | Генерация псевдослучайных последовательностей (М-последовательностей) с помощью цифровых фильтров.Свойства М-последовательностей.Коды Голда. | 1 | ПКР-1 |
| | Итого | 1 | |
| 15 Линейные блочные коды. | Составление кодовой таблицы.Определение кодового расстояния по кодовой таблице.Определение кратности гарантированного обнаружения, исправления и восстановления стертых символов.Приведение порождающей матрицы к систематической форме.Связь порождающей матрицы с проверочной.Синдром. Декодирование с исправлением однократных ошибок.Разложение векторного пространства на смежные классы. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |
| 16 Циклические коды | Определение порождающей матрицы по порождающему полиному.Определение проверочного полинома по порождающему.Кодирование систематическим кодом.Проверка фундаментального свойства циклического кода.Нахождение частного и остатка от деления двух полиномов: алгебраически и с помощью цифрового фильтра.Корректор: декодирование с исправлением однократных ошибок. | 2 | ПКР-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 17 Коды Рида-Соломона | а Операции с элементами над полем Галуа GF(p^q).Определение порождающего полинома кода Рида-Соломона.Определение проверочного полинома кода Рида-Соломона.Приведение порождающих и проверочных матриц, записанных в циклической форме, к систематической форме.Кодирование кодом Рида-Соломона через матрицу дискретного преобразования Фурье (ДПФ).Вычисление обратной матрицы ДПФ.Декодирование кода Рида-Соломона с исправлением однократной и двукратной ошибки. | 1 | ПКР-1 |
| | Итого | 1 | |
| | 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** | | | |
| 1 Модуляция. Спектральный состав. | Изучение спектров сигналов с линейной модуляцией. Показывается влияние формы импульсаносителя и функции корреляции битовой последовательности на спектр формируемого сигнала | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Некогерентная демодуляция бинарного частотного манипулированного сигнала | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 4 | |
| 9 Кодирование речи в системах радиосвязи. | Исследование системы связи с дельта-модуляцией, состоящей из генератора сигналов, модулятора, линии передачи, демодулятора и осциллографавольтметра. | 4 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 16 Циклические коды | Изучение циклических кодов (7, 4). Систематическое кодирование и декодирование с исправлением однократных ошибок. Моделирование двоичного симметричного канала с независимыми ошибками. Оценка вероятности ошибки после декодирования. | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Изучение схемы систематического кодера циклического кода (15, 11) на основе рекурсивного цифрового фильтра. Изучение принципов деления двух полиномов с помощью таких фильтров. | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 4 | |
| 17 Коды Рида-Соломона | Исследование кода Рида-Соломона над полем GF(p), где p - простое число. Изучается вариант кодирования s(x) = a(x)*g(x), а также декодирование с исправлением ошибок по синдрому - остатку от деления. | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 2 | |
| 20 Сверточные коды. | Изучение сверточных кодов со скоростью кодирования 1/2: кодирование, пороговое декодирование и декодирование по Витерби. | 2 | ПКР-1, ПКР-4 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

### 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

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |

Согласована на портале № 55709

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Модуляция. Спектральный состав. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль. | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| 3 Частотная манипуляция с непрерывной фазой. | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| 4 Экономные (сжимающие) коды. | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПКР-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Пропускная способность каналов связи. | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПКР-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 6 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи. | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПКР-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 7 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано. | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| 8 Коды Лемпеля-Зива и Лемпеля-Зива-Уэлча. | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |

Согласована на портале № 55709

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 9 Кодирование речи в системах радиосвязи. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 6 | | |
| 10 Принципы синхронизации в системах радиосвязи. | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| 11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 12 Автоматическая регулировка усиления в системах радиосвязи. | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| 13 Принципы модуляции OFDM. | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| 14 Принципы MIMO. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 15 Линейные блочные коды. | Подготовка к зачету с оценкой | 5 | ПКР-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 5 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 10 | | |

Согласована на портале № 55709

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 16 Циклические коды | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 6 | | |
| 17 Коды Рида-Соломона | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 6 | | |
| 18 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема. | Подготовка к зачету с оценкой | 3 | ПКР-1 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ПКР-1 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 19 Низкоплотностные (LDPC) коды. | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| 20 Сверточные коды. | Подготовка к зачету с оценкой | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 2 | ПКР-1, ПКР-4 | Лабораторная работа |
| | Написание отчета по лабораторной работе | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Отчет по лабораторной работе |
| | Итого | 6 | | |

Согласована на портале № 55709

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 21 Сигнально-кодовые конструкции. | Подготовка к зачету с оценкой | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой |
| | Подготовка к тестированию | 1 | ПКР-1, ПКР-4 | Тестирование |
| | Итого | 2 | | |
| Итого за семестр | | 100 | | |
| Итого | | 100 | | |

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

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

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

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ПКР-1 | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе |
| ПКР-4 | + | | + | + | Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Отчет по лабораторной работе |

## 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** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 0 | 0 | 50 | 50 |
| Лабораторная работа | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Тестирование | 0 | 0 | 20 | 20 |
| Отчет по лабораторной работе | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Итого максимум за период | 10 | 10 | 80 | 100 |
| Нарастающим итогом | 10 | 20 | 100 | 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 |

Согласована на портале № 55709

| | |
|---|---|
| < 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. Галкин, Вячеслав Александрович. Цифровая мобильная радиосвязь [Текст] : учебное пособие для вузов / В. А. Галкин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 592 с. : ил. - (Учебное пособие. Специальность для высших учебных заведений). - Библиогр.: с. 580-581. - Предм. указ.: с. 582-585. - ISBN 978-5-9912-0185-8 : 774.40 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

2. Волков, Лев Николаевич. 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. : ил., табл., портр. - (Библиотека МТС & GSM). - Библиогр.: с. 388-390. - ISBN 5-88405-071-2 : 269.01 р. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.).

3. Теория радиосвязи: Учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт - 2015. 197 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5856.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Теория электрической связи: Учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт - 2015. 196 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5858.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Сборник компьютерных лабораторных работ по системам связи: Методические указания к лабораторным работам / А. В. Новиков - 2018. 151 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7149.

2. Демодуляция цифровых сигналов. Статистический и сигнальный подходы: Учебное пособие / А. В. Новиков - 2018. 51 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7150.

3. 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.

#### 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:**

Согласована на портале № 55709

– 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

1. 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 тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

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

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

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

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass,

Согласована на портале № 55709

черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Adobe Acrobat Reader;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

### 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, 201 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

Согласована на портале № 55709

### 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 Модуляция. Спектральный состав. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Частотная манипуляция с непрерывной фазой. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Экономные (сжимающие) коды. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Пропускная способность каналов связи. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 8 Коды Лемпеля-Зива и Лемпеля-Зива-Уэлча. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 Кодирование речи в системах радиосвязи. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 10 Принципы синхронизации в системах радиосвязи. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 12 Автоматическая регулировка усиления в системах радиосвязи. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 13 Принципы модуляции OFDM. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 14 Принципы MIMO. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 15 Линейные блочные коды. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 16 Циклические коды | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |

Согласована на портале № 55709

| | | | |
|---|---|---|---|
| 17 Коды Рида-Соломона | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 18 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема. | ПКР-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 19 Низкоплотностные (LDPC) коды. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 20 Сверточные коды. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Отчет по лабораторной работе | Темы лабораторных работ |
| 21 Сигнально-кодовые конструкции. | ПКР-1, ПКР-4 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

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 |
| 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 |

Согласована на портале № 55709

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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. Согласованный фильтр обеспечивает:
   - Минимально короткий по времени отклик на своем выходе
   - Максимальное отношение сигнал-шум на своем выходе в определенный момент времени, при условии, что шум — белый
   - Снятие закона модуляции (демодуляцию)
   - Максимум шенноновской информации на своем выходе
2. Формирующий фильтр обеспечивает:
   - Формирование квадратурных сигналов с заданной формой спектральной плотности
   - Формирование узкополосного сигнала на некоторой несущей частоте
   - Формирование ортогональных по времени квадратурных сигналов
   - Формирование тактовых импульсов для символьной синхронизации
3. Согласованный фильтр является:
   - Линейным фильтром с постоянными параметрами
   - Нелинейным фильтром с постоянными параметрами
   - Линейным фильтром с переменными параметрами

Согласована на портале № 55709

- Нелинейным фильтром с переменными параметрами

4. Формирующий фильтр является:
   - Линейным фильтром с постоянными параметрами
   - Нелинейным фильтром с постоянными параметрами
   - Линейным фильтром с переменными параметрами
   - Нелинейным фильтром с переменными параметрами
5. Параметр Roll-off factor формирующего фильтра типа "приподнятый" косинус позволяет:
   - Изменить уровень межсимвольной интерференции на своем выходе
   - Изменить ширину спектра формируемого сигнала
   - Изменить скорость спада мощности вне основной полосы формируемого сигнала
   - Изменить амплитуду формируемого сигнала
6. Межсимвольная интерференция — это:
   - Когда время прихода импульса является случайной величиной с ненулевой дисперсией
   - Когда импульс влияет на соседние импульсы, накладываясь на них своими "хвостами"
   - Когда длительность импульса является случайной величиной с ненулевой дисперсией
   - Процесс формирования группового сигнала в системах с кодовым разделением каналов
7. Межсимвольная интерференция является:
   - Вредной
   - Полезной
   - Зависит от способа формирования сигнала
   - Нейтральной
8. Согласованный фильтр, бывает, заменяют:
   - Фильтром нижних частот
   - Коррелятором
   - Коррелятором с фильтром нижних частот
   - Фильтром верхних частот
9. Коррелятор — это устройство, которое вычисляет:
   - Интеграл по времени от входного сигнала
   - Произведение опорного сигнала и входного
   - Интеграл по времени от произведения опорного сигнала и входного
   - Свертку опорного сигнала с входным
10. Когерентный прием обязательно включает в себя:
    - Амплитудный детектор
    - Схему выделения сигнала "пилот-тон"
    - Контур фазовой автоподстройки частоты
    - Процесс формирования опорного колебания с точностью до фазы для последующего снятия закона модуляции
11. Некогеретный прием обязательно включает в себя:
    - Процесс формирования опорного колебания с точностью до частоты для последующего снятия закона модуляции
    - Схему выделения сигнала "пилот-тон"
    - Контур фазовой автоподстройки частоты
    - Частотный детектор
12. Петля Костаса предназначена для:
    - Автоматической подстройки частоты формируемого опорного колебания
    - Снятия дифференциального кодирования символов
    - Автоматической подстройки частоты формируемого опорного колебания с точностью до фазы
    - Удвоения частоты формируемого колебания
13. Модуляция QPSK позволяет передать:
    - 1.5 бита на символ
    - 4 бита на символ
    - 1 бит на символ
    - 2 бита на символ
14. Модуляция GMSK позволяет передать:
    - 1.5 бита на символ
    - 4 бита на символ

Согласована на портале № 55709

- 1 бит на символ
- 2 бита на символ

15. Модуляция QAM-16 позволяет передать:
    - 1.5 бита на символ
    - 4 бита на символ
    - 1 бит на символ
    - 2 бита на символ
16. Более требовательна к отношению сигнал-шум модуляция:
    - GMSK
    - QPSK
    - QAM-16
    - BPSK
17. Более требовательна к линейности выходного усилителя мощности модуляция:
    - QAM-16
    - OQPSK
    - GMSK
    - QPSK-pi/4
18. Усилители мощности по степени линейности делятся на классы:
    - A,B,C
    - A,B,C; D,E,F
    - I, II, III
    - 0, 1, 2
19. Мощность теплового шума на входе малошумящего усилителя приемника прямо пропорциональна:
    - Коэффициенту шума малошумящего усилителя
    - Полосе частот принимаемого радиосигнала
    - Несущей частоте принимаемого радиосигнала
    - Существует сама по себе и ни от чего не зависит
20. Коэффициент шума малошумящего усилителя это:
    - Отношение сигнал-шум на входе усилителя, деленное на отношение сигнал-шум на его выходе
    - Уровень собственного шума усилителя, в dBm
    - Величина kT, где T — температура окружающей среды, k — постоянная Больцмана
    - Разница коэффициентов усиления усилителя (в dB), измеренных для двух опорных температур
21. Коды Голда примечательны:
    - Идеальной автокорреляционной функцией
    - Трехзначной функцией взаимной корреляции
    - Своей ортогональностью
    - Тем, что их изобрел мистер Голд
22. М-последовательности примечательны:
    - Максимальным периодом
    - Хорошими взаимно корреляционными свойствами
    - Своей ортогональностью
    - Равенством количества нулей и единиц
23. Коды Уолша примечательны:
    - Идеальной автокорреляционной функцией
    - Наличием последовательности типа "меандр"
    - Своей абсолютной независимостью
    - Своей ортогональностью
24. Для систем радиосвязи с расширенным спектром характерна:
    - Лучшая защита от непреднамеренных помех и многолучевого распространения сигнала
    - Более высокая битовая скорость передачи информации
    - Большая плотность мощности излучаемого сигнала
    - Заметность в радиоэфире
25. Системы с кодовым разделением каналов:
    - Вытеснили другие технологии разделения каналов ввиду своей исключительности

Согласована на портале № 55709

- Применяются одновременно с другими технологиями разделения каналов
- Практически не применяются ввиду своей сложности
- Отдали "козырную масть" технологии OFDM

26. Коэффициент расширения спектра в современных (4G) системах радиосвязи варьируется в пределах:
- (4-512)
- (256-1024)
- (4-64)
- (32-128)

27. Коэффициент расширения спектра равен 256. Отношение сигнал-шум после сжатия (по времени) сигнала с расширенным спектром увеличится на:
- 110 dB
- 48 dB
- 24 dB
- 55 dB

28. Помехоустойчивое кодирование основано на:
- Дублировании символов
- Введении избыточности по определенным правилам
- Скремблировании сообщений псевдослучайными кодами
- Введении избыточности по случайным правилам

29. Кодирование источника основано на:
- Скремблировании сообщений псевдослучайными кодами
- Методах шифрования
- Существовании избыточности, мера которой может быть выражена шенноновской энтропией
- Неравновероятности символов сообщения

30. Линейные блочные коды примечательны тем, что полностью определяются:
- Набором порождающих полиномов
- Порождающим полиномом
- Порождающей матрицей
- Кодовой таблицей

31. Энтропия некоторого источника информации определяется как:
- Среднее значение собственной информации
- Максимальное значение собственной информации
- Минимальное значение собственной информации
- Медианное значение собственной информации

32. Помехоустойчивые коды бывают:
- Блочными и потоковыми
- Регулярными и нерегулярными
- Однородными и неоднородными
- Статическими и динамическими

33. Информация по К. Шеннону выражается как:
- Логарифм обратной вероятности
- Величина обратной вероятности
- Логарифм вероятности
- Логарифм модуля вероятности

34. Сверточные коды примечательны тем, что полностью определяются:
- Набором порождающих полиномов
- Кодовой таблицей
- Порождающей матрицей
- Порождающим полиномом

35. Строки порождающей матрицы линейного блочного кода должны быть:
- Ненулевыми
- Разными
- Линейно-независимыми
- Линейно-зависимыми

36. Число строк проверочной матрицы линейного блочного кода определяется:

Согласована на портале № 55709

- Количеством проверочных символов
- Количеством информационных символов
- Зависит от дополнительных условий
- Кодовым расстоянием кода

37. Свойство префикса некоторого кода (например, кодов Хаффмана или Шеннона-Фано) заключается в том, что:
- Ни одна приставка некоторого кодового слова не является кодовым словом
- Все приставки являются кодовыми словами
- Кодовые слова имеют одинаковую длину
- Кодовые слова имеют разную длину

38. Код Лемпеля-Зива (Lempel-Ziv) является:
- Словарным кодом
- Древовидным кодом подобно коду Хаффмана
- Кодом с хеш-таблицей (hash table)
- Кодом с линейным предсказанием

39. Коды Рида-Соломона примечательны тем, что они:
- Дают максимально возможное кодовое расстояние и являются недвоичными
- Являются недвоичными
- Имеют порождающий полином, который не раскладывается на множители
- Имеют кодовое расстояние, равное количеству проверочных символов

40. Столбцы проверочной матрицы линейного блочного кода фактически являются:
- Запрещенными кодовыми словами
- Разрешенными кодовыми словами
- Синдромами для однократных ошибок
- Векторами однократных ошибок

41. Кодовое расстояние линейного блочного кода можно определить по проверочной матрице кода как:
- Количество ненулевых столбцов
- Максимальное количество линейно-независимых столбцов матрицы минус единица
- Максимальное количество линейно-независимых столбцов матрицы
- Максимальное количество линейно-независимых столбцов матрицы плюс единица

42. Величина взаимной информации по К. Шеннону определяется как логарифм отношения вероятностей:
- P(x/y) / P(x)
- P(x) / P(x/y)
- P(x/y) / P(x,y)
- P(x,y) / P(x)

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. ЛИНЕЙНЫЕ БЛОЧНЫЕ КОДЫ: Порождающая матрица. Кодовая таблица. Кодовое расстояние. Кратность обнаружения, исправления и восстановления стертых символов. Определение кодового расстояния по кодовой таблице. Систематическая форма порождающей матрицы. Проверочная матрица. Синдром. Определение кодового расстояния по проверочной матрице.
2. ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОДЫ: Фундаментальное свойство циклических кодов. Нуль-полином и его факторизация. Порождающий полином и его единственность для заданного кода. Связь порождающего полинома и порождающей матрицы. Проверочный полином, его связь с проверочной матрицей. Систематический циклический код. Систематический кодер на основе цифрового фильтра. Роль остатка от деления двух полиномов. Декодирование с исправлением ошибки. Декодирование с восстановлением стертых символов.
3. ЭКОНОМНЫЕ КОДЫ: Собственная информация. Энтропия источника. Избыточность. Взаимная информация. Принципы векторного квантования источника. Коды Хаффмана, Шеннона-Фано и Лемпеля-Зива.
4. ЧАСТОТНАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ СВЯЗИ: Связь между "аналоговым" и "цифровым" отношениями сигнал-шум. Нормированная пропускная способность канала. Скорость кодирования. Теорема Шеннона, ее

Согласована на портале № 55709

иллюстрация. Предел Шеннона, предел двоичного канала связи: жесткие решения и мягкие решения.

5. КОДЫ РИДА-СОЛОМОНА: Элементы поля Галуа GF(p^q), где p - простое число (2, 3, 5, 7, 11...) как q-мерные вектора из p-значных символов. Операции умножения и сложения. Порождающий полином кодов РидаСоломона. Граница Синглтона. Проверочный полином кодов Рида-Соломона. Способ кодирования через дискретное преобразование Фурье (ДПФ). Способ обращения матрицы ДПФ. Декодирование кода Рида-Соломона с исправлением ошибок.
6. LDPC КОДЫ: Принцип построения проверочных матриц. Способ вычисления порождающей матрицы по проверочной. Принцип итеративного декодирования с мягкими решениями.
7. МОДУЛЯЦИЯ. СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ: Роль модуляции в системах передачи информации. Различие аналоговой и цифровой модуляции. Требования к спектрам сигналов в современных системах передачи информации. Тепловой шум. Спектральная плотность мощности сигнала. Спектры сигналов с АМ, ФМ, ЧМ и OFDM модуляциями. Три поколения цифровых систем связи: аналоговые, гибридные и цифровые.
8. ФОРМИРУЮЩИЙ ФИЛЬТР. ЕГО РОЛЬ: Спектральная плотность случайной последовательности импульсов прямоугольной формы. Скорость спада мощности в зависимости от частоты. Необходимость сглаживания фронтов импульсов. Фильтр "приподнятого" косинуса. Особенности реализации фильтра в цифровом виде: влияние на формируемый спектр факторов дискретности и ограниченности по времени импульсной характеристики; влияние цифроаналогового преобразователя.
9. СОГЛАСОВАННЫЙ ФИЛЬТР. ЕГО РОЛЬ: Тепловой шум как ограничитель производительности систем связи. Согласованный фильтр как фильтр, доставляющий максимум отношению сигнал-шум при наличии аддитивного белого шума. Необходимость согласования амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) формирующего фильтра с АЧХ согласованного. Фильтр "корень" из "приподнятого" косинуса.
10. ПРИНЦИПЫ СИНХРОНИЗАЦИИ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ: Когерентность при приеме и обработке сигнала. Восстановление несущей частоты. Петля Костаса. Восстановление тактовых импульсов. Детектор Гарднера.
11. ПРИНЦИПЫ РАСШИРЕНИЯ СПЕКТРА СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ СВЯЗИ: Достоинства сигналов с расширенным спектром. Псевдослучайные последовательности (М-последовательности). Коды Голда.
12. ПРИНЦИПЫ МОДУЛЯЦИИ OFDM: Иллюстрация недостатка частотного разделения каналов. Иллюстрация ортогональности несущих при выполнении операции дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Необходимость циклического префикса для снижения вредного влияния многолучевости. Параметры модуляции OFDM в системах связи 4G LTE. Структурные схемы передатчика и приемника с OFDM.
13. ПРИНЦИПЫ MIMO: Классификация MIMO: SISO (классический вариант), SIMO (разнесенный прием), MISO (разнесенная передача), SU-MIMO (однопользовательское пространственное уплотнение), MUMIMO (многопользовательское пространственное уплотнение). Структурные схемы MIMO согласно классификации.
14. СВЕРТОЧНЫЕ КОДЫ: Порождающие полиномы. Схема кодирующего устройства. Диаграмма состояний кодера. Разрешенные кодовые последовательности. Свободное расстояние кода. Пороговое декодирование кода. Решетка кода. Алгоритм декодирования по Витерби.
15. СИГНАЛЬНО-КОДОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ: Иллюстрация выигрыша, даваемого сигнально-кодовыми конструкциями, на примерах

### 9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Изучение спектров сигналов с линейной модуляцией. Показывается влияние формы импульсаносителя и функции корреляции битовой последовательности на спектр формируемого сигнала
2. Некогерентная демодуляция бинарного частотного манипулированного сигнала
3. Исследование системы связи с дельта-модуляцией, состоящей из генератора сигналов, модулятора, линии передачи, демодулятора и осциллографавольтметра.

Согласована на портале № 55709

4. Изучение циклических кодов (7, 4). Систематическое кодирование и декодирование с исправлением однократных ошибок. Моделирование двоичного симметричного канала с независимыми ошибками. Оценка вероятности ошибки после декодирования.
5. Изучение схемы систематического кодера циклического кода (15, 11) на основе рекурсивного цифрового фильтра. Изучение принципов деления двух полиномов с помощью таких фильтров.
6. Исследование кода Рида-Соломона над полем GF(p), где p - простое число. Изучается вариант кодирования s(x) = a(x)*g(x), а также декодирование с исправлением ошибок по синдрому - остатку от деления.
7. Изучение сверточных кодов со скоростью кодирования 1/2: кодирование, пороговое декодирование и декодирование по Витерби.

### 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 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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) |

Согласована на портале № 55709

| | | |
|---|---|---|
| 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.

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 № 55709

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «16» 11 2018 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. РСС | А.В. Фатеев | Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Заведующий обеспечивающей каф. РТС | С.В. Мелихов | Согласовано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. РСС | Ю.В. Зеленецкая | Согласовано, 1f099a64-e28d-4307-a5f6-d9d92630e045 |
| 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 № 55709