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 учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 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: **Видеоинформационные технологии**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра телевидения и управления (ТУ)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2021 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	78	78	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	180	часов
	5	5	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	6

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 67465

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).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.О.05.06.
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		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1. Знает фундаментальные законы естественных наук и математики	Знать математические основы для решения технических задач.
	ОПК-1.2. Умеет анализировать проблемы, процессы и явления в области физики, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в профессиональной области	Уметь анализировать системы связи, процессы и явления, которые в них происходят, использовать на практике базовые знания и методы физических исследований, а также умеет применять методы решения математических задач в системах связи.
	ОПК-1.3. Владеет практическими навыками решения инженерных задач	Владеть практическими навыками решения задач по системам связи.

Согласована на портале № 67465

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 приемы по обработке информации с системах связи.
	ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований	Уметь выбирать методики исследований для систем связи.
	ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных	Владеть навыками проведения исследований в системах связи, обработки и представления полученных данных.
Профессиональные компетенции		
ПКР-22. Способен проводить расчеты по проекту сетей, сооружений и средств инфокоммуникаций в соответствии с техническим заданием с использованием как стандартных методов, приемов и средств автоматизации проектирования, так и самостоятельно создаваемых оригинальных программ	ПКР-22.1. Знает нормативно-правовые, нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем видеосвязи, строительство объектов связи	Знать нормативно-правовые, нормативно-технические и организационно-методические документы, регламентирующие проектную подготовку, внедрение и эксплуатацию систем связи (телекоммуникационных систем).
	ПКР-22.2. Умеет выявлять и анализировать преимущества и недостатки вариантов проектных решений, оценивать риски, связанные с реализацией проекта построения видеоинформационных систем	Уметь анализировать полученные системы связи, тестировать их, выявлять неточности и устранять их.
	ПКР-22.3. Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки проектной документации для построения видеоинформационных систем	Владеет навыками сбора исходных данных, необходимых для разработки системы связи.

Согласована на портале № 67465

ПКР-23. Способен осуществлять подготовку типовых технических проектов и первичный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации на различные инфокоммуникационные объекты национальным и международным стандартам и техническим регламентам	ПКР-23.1. Знает принципы системного подхода в проектировании видеоинформационных систем	Знать принципы системного подхода в проектировании систем связи (телекоммуникаций).
	ПКР-23.2. Знает современные технические решения создания объектов и систем видеосвязи и ее компонентов, новейшее оборудование и программное обеспечение	Знать современные технические решения создания объектов и систем связи (телекоммуникационных систем) и ее компонентов.
	ПКР-23.3. Владеет навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами	Владеть навыками оформления проектной документации в соответствии со стандартами и техническими регламентами в области связи.

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 5 зачетных единиц, 180 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	78	78
Подготовка к тестированию	62	62
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	16
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	180	180
Общая трудоемкость (в з.е.)	5	5

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						

Согласована на портале № 67465

1 Модуляция. Спектральный состав.	2	2	4	12	20	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль.	2	2	-	6	10	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
3 Частотная манипуляция с непрерывной фазой.	-	-	-	6	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
4 Экономные (сжимающие) коды.	2	2	-	6	10	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
5 Пропускная способность каналов связи.	2	1	-	6	9	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
6 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи.	2	1	-	6	9	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
7 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано.	2	-	-	2	4	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
8 Коды Лемпеля-Зива и Лемпеля-ЗивaУэлча.	2	-	-	1	3	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
9 Кодирование речи в системах радиосвязи.	2	-	4	3	9	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
10 Принципы синхронизации в системах радиосвязи.	-	-	-	1	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи.	2	1	-	1	4	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
12 Автоматическая регулировка усиления в системах радиосвязи.	-	-	-	1	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
13 Принципы модуляции OFDM.	-	-	-	1	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
14 Принципы MIMO.	2	-	-	1	3	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
15 Линейные блочные коды.	2	2	-	1	5	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
16 Циклические коды.	2	2	8	2	14	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
17 Коды Рида-Соломона.	2	1	4	2	9	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
18 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	-	-	-	1	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
19 Низкоплотностные (LDPC) коды.	-	-	-	1	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
20 Сверточные коды.	2	-	4	12	18	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
21 Сигнально-кодовые конструкции.	-	-	-	6	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
Итого за семестр	28	14	24	78	144	
Итого	28	14	24	78	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)

Согласована на портале № 67465

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.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
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.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	

Согласована на портале № 67465

3 Частотная манипуляция с непрерывной фазой.	Оформление отчетов по лабораторным работам.	0	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	-	
4 Экономные (сжимающие) коды.	Собственная информация. Энтропия источника. Избыточность. Взаимная информация. Принципы векторного квантования источника.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
5 Пропускная способность каналов связи.	Скорость передачи информации. Пропускная способность. Пропускная способность двоичного симметричного канала связи. Пропускная способность канала со стираниями.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
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.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
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.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
8 Коды Лемпеля-Зива и Лемпеля-ЗиваУэлча.	Составление таблицы-словаря кода Лемпеля-Зива. Достоинства и недостатки кода Лемпеля-Зива. Составление таблицы-словаря кода Лемпеля-Зива-Уэлча.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	

Согласована на портале № 67465

9 Кодирование речи в системах радиосвязи.	Исследование системы связи с дельта-модуляцией, состоящей из генератора сигналов, модулятора, линии передачи, демодулятора и осциллографа-вольтметра.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
10 Принципы синхронизации в системах радиосвязи.	Проработка лекционного материала.	0	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	-	
11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи.	Достоинства сигналов с расширенным спектром. Псевдослучайные последовательности (Мпоследовательности). Коды Голда.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
12 Автоматическая регулировка усиления в системах радиосвязи.	Проработка лекционного материала.	0	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	-	
13 Принципы модуляции OFDM.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам, проработка лекционного материала.	0	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	-	
14 Принципы MIMO.	Классификация MIMO: SISO(классический вариант), SIMO (разнесенный прием), MISO (разнесенная передача), SUMIMO (однопользовательское пространственное уплотнение), MU-MIMO (многопользовательское пространственное уплотнение).Структурные схемы MIMO согласно классификации.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	

Согласована на портале № 67465

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	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
16 Циклические коды.	Фундаментальное свойство циклических кодов. Нульполином 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.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	

Согласована на портале № 67465

17 Коды Рида-Соломона.	Элементы поля Галуа GF(p^q), где p - простое число (2, 3, 5, 7, 11...) как q-мерные вектора из рзначных 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.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
18 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	0	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	-	
19 Низкоплотностные (LDPC) коды.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса, проработка лекционного материала.	0	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	-	
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.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
21 Сигнально-кодовые конструкции.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	0	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	-	
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			

Согласована на портале № 67465

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	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
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	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	
4 Экономные (сжимающие) коды.	Определение собственной информации. Определение энтропии источника. Определение избыточности источника. Определение взаимной информации. Изучение принципов векторного квантования источника.	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	

Согласована на портале № 67465

5 Пропускная способность каналов связи.	Вычисление пропускной способности различных каналов связи.	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	1	
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	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	1	
11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи.	Генерация псевдослучайных последовательностей (М-последовательностей) с помощью цифровых фильтров.Свойства М-последовательностей. Коды Голда.	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	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	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	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	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	2	

Согласована на портале № 67465

17 Коды Рида-Соломона.	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	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	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	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Некогерентная демодуляция бинарного частотного манипулированного сигнала	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	4	
9 Кодирование речи в системах радиосвязи.	Исследование системы связи с дельтамодуляцией, состоящей из генератора сигналов, модулятора, линии передачи, демодулятора и осциллографавольтметра.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	4	

Согласована на портале № 67465

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.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Изучение схемы систематического кодера циклического кода (15, 11) на основе рекурсивного цифрового фильтра. Изучение принципов деления двух полиномов с помощью таких фильтров.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	8	
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.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	4	
20 Сверточные коды.	Изучение сверточных кодов со скоростью кодирования 1/2: кодирование, пороговое декодирование и декодирование по Витерби.	4	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23
	Итого	4	
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

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Модуляция. Спектральный состав.	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа
	Итого	12		

Согласована на портале № 67465

2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль.	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	6		
3 Частотная манипуляция с непрерывной фазой.	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	6		
4 Экономные (сжимающие) коды.	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	6		
5 Пропускная способность каналов связи.	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	6		
6 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи.	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	6		
7 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано.	Подготовка к тестированию	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	2		
8 Коды Лемпеля-Зива и Лемпеля-ЗиваУэлча.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	1		
9 Кодирование речи в системах радиосвязи.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа
	Итого	3		
10 Принципы синхронизации в системах радиосвязи.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	1		
11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	1		
12 Автоматическая регулировка усиления в системах радиосвязи.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	1		

Согласована на портале № 67465

13 Принципы модуляции OFDM.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	1		
14 Принципы MIMO.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	1		
15 Линейные блочные коды.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	1		
16 Циклические коды.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа
	Итого	2		
17 Коды Рида-Соломона.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа
	Итого	2		
18 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	1		
19 Низкоплотностные (LDPC) коды.	Подготовка к тестированию	1	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	1		
20 Сверточные коды.	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа
	Итого	12		
21 Сигнально-кодовые конструкции.	Подготовка к тестированию	6	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование
	Итого	6		
Итого за семестр		78		

Согласована на портале № 67465

	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
	Итого	114		

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.	
ОПК-1	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ОПК-2	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-22	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПКР-23	+	+	+	+	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	10	10	20
Тестирование	0	20	30	50
Экзамен				30
Итого максимум за период		30	40	100
Нарастающим итогом		30	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.

Согласована на портале № 67465

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 бинарных цифровых сигналов. Статистический подход: Учебное пособие / А. В. Новиков - 2016. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6059.

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.

4. 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.

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;

Согласована на портале № 67465

– 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

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;
- Free Pascal Lazarus (версия 1.6);
- GIMP;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Opera;
- Opera Developer;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Согласована на портале № 67465

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;
- Free Pascal Lazarus (версия 1.6);
- GIMP;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows 7 Pro;
- Mozilla Firefox;
- OpenOffice;
- Opera;
- Opera Developer;
- 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, 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

Согласована на портале № 67465

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 Модуляция. Спектральный состав.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Частотная манипуляция с непрерывной фазой.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Экономные (сжимающие) коды.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Пропускная способность каналов связи.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 67465

7 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Коды Лемпеля-Зива и Лемпеля-ЗиваУэлча.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Кодирование речи в системах радиосвязи.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Принципы синхронизации в системах радиосвязи.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 Принципы расширения спектра в системах радиосвязи.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
12 Автоматическая регулировка усиления в системах радиосвязи.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
13 Принципы модуляции OFDM.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
14 Принципы MIMO.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
15 Линейные блочные коды.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
16 Циклические коды.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 67465

17 Коды Рида-Соломона.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
18 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
19 Низкоплотностные (LDPC) коды.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
20 Сверточные коды.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
21 Сигнально-кодовые конструкции.	ОПК-1, ОПК-2, ПКР-22, ПКР-23	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
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

Согласована на портале № 67465

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 или 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:
   а) Минимально короткий по времени отклик на своем выходе
   б) Максимальное отношение сигнал-шум на своем выходе в определенный момент времени, при условии, что шум — белый
   в) Снятие закона модуляции (демодуляцию)
   г) Максимум шенноновской информации на своем выходе
2. Формирующий фильтр обеспечивает:
   а) Формирование квадратурных сигналов с заданной формой спектральной плотности
   б) Формирование узкополосного сигнала на некоторой несущей частоте
   в) Формирование ортогональных по времени квадратурных сигналов
   г) Формирование тактовых импульсов для символьной синхронизации
3. Согласованный фильтр является:
   а) Линейным фильтром с постоянными параметрами
   б) Нелинейным фильтром с постоянными параметрами
   в) Линейным фильтром с переменными параметрами
   г) Нелинейным фильтром с переменными параметрами
4. Формирующий фильтр является:
   а) Линейным фильтром с постоянными параметрами
   б) Нелинейным фильтром с постоянными параметрами
   в) Линейным фильтром с переменными параметрами
   г) Нелинейным фильтром с переменными параметрами
5. Параметр Roll-off factor формирующего фильтра типа "приподнятый" косинус позволяет:

Согласована на портале № 67465

а) Изменить уровень межсимвольной интерференции на своем выходе
б) Изменить ширину спектра формируемого сигнала
в) Изменить скорость спада мощности вне основной полосы формируемого сигнала
г) Изменить амплитуду формируемого сигнала

6. Межсимвольная интерференция — это:
а) Когда время прихода импульса является случайной величиной с ненулевой дисперсией
б) Когда импульс влияет на соседние импульсы, накладываясь на них своими "хвостами"
в) Когда длительность импульса является случайной величиной с ненулевой дисперсией
г) Процесс формирования группового сигнала в системах с кодовым разделением каналов
7. Межсимвольная интерференция является:
а) Вредной
б) Полезной
в) Зависит от способа формирования сигнала
г) Нейтральной
8. Согласованный фильтр, бывает, заменяют:
а) Фильтром нижних частот
б) Коррелятором
в) Коррелятором с фильтром нижних частот
г) Фильтром верхних частот
9. Коррелятор — это устройство, которое вычисляет:
а) Интеграл по времени от входного сигнала
б) Произведение опорного сигнала и входного
в) Интеграл по времени от произведения опорного сигнала и входного
г) Свертку опорного сигнала с входным
10. Когерентный прием обязательно включает в себя:
а) Амплитудный детектор
б) Схему выделения сигнала "пилот-тон"
в) Контур фазовой автоподстройки частоты
г) Процесс формирования опорного колебания с точностью до фазы для последующего снятия закона модуляции

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

Согласована на портале № 67465

способность двоичного симметричного канала. Зависимость пропускной способности от вероятности битовой ошибки
15. Пропускная способность непрерывного канала. Теорема Шеннона.
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. 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.

Согласована на портале № 67465

41. Многопозиционные методы модуляции и причины их применения. Многопозиционная квадратурная амплитудная модуляция. Геометрическое представление. Достоинства и недостатки.
42. Априорная информация о сигналах и помехах. Роль систем синхронизации и АПЧ. Когерентные, квазикогерентные и некогерентные системы передачи информации.
43. Демодуляция 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. 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 дельтамодуляцией, состоящей из генератора сигналов, модулятора, линии передачи, демодулятора и осциллографавольтметра.
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.

Согласована на портале № 67465

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)
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

Согласована на портале № 67465

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 № 67465

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «19» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТУ	Т.Р. Газизов	Согласовано, dccabe2f-73cc-455a-90f8-2fcc230a841e
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. ТУ	А.В. Бусыгина	Согласовано, 7d0bdef1-6f57-4269-9fbe-4beb03053805
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
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Разработано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

Согласована на портале № 67465