

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор департамента образования

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**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: **Системы радиосвязи и радиодоступа**

Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**

Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**

Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**

Курс: **3, 4**

Семестр: **6, 7**

Учебный план набора 2016 года

**Распределение рабочего времени**

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	4	8	12	часов
2	Лабораторные работы	4	4	8	часов
3	Контроль самостоятельной работы	2	2	4	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	0	4	4	часов
5	Всего контактной работы	10	18	28	часов
6	Самостоятельная работа	53	81	134	часов
7	Всего (без экзамена)	63	99	162	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	9	9	18	часов
9	Общая трудоемкость	72	108	180	часов
				5.0	З.Е.

Контрольные работы: 6 семестр - 1; 7 семестр - 1

Экзамен: 6, 7 семестр

Курсовой проект / курсовая работа: 7 семестр

Томск 2018

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭО «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_.

Разработчик:

ст. преподаватель каф. ТЭО \_\_\_\_\_ П. С. Мещеряков

Заведующий обеспечивающей каф.  
ТЭО

\_\_\_\_\_ В. В. Кручинин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО \_\_\_\_\_ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф.  
ТОР

\_\_\_\_\_ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)

\_\_\_\_\_ Ю. В. Морозова

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)

\_\_\_\_\_ С. И. Богомолов

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование представлений об особенностях современных и перспективных систем передачи информации.

### 1.2. Задачи дисциплины

- Изучение современных методов модуляции и кодирования.
- Приобретение навыков компьютерного моделирования систем связи.
- Овладение навыками чтения справочной документации, в том числе на английском языке.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Общая теория связи» (Б1.Б.19) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Общая теория связи, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Теория вероятностей и математическая статистика, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Общая теория связи, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая практика), Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-5 способностью использовать нормативную и правовую документацию, характерную для области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи);

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- **знать** Фундаментальное свойство линейных блочных кодов. Правило кодирования линейным блочным кодом. Структуру порождающих и проверочных матриц линейного блочного кода в систематической форме. Правило вычисления синдрома линейного блочного кода по проверочной матрице. Роль синдрома при обнаружении/исправлении ошибок, а также восстановлении стертых символов. Правило определения кодового расстояния линейного блочного кода по кодовой таблице. Способ определения кратностей гарантированно обнаруживаемых, гарантированно исправляемых ошибок, а также гарантированно восстанавливаемых стертых символов. Фундаментальное свойство циклических кодов. Правило кодирования циклическим кодом в систематической и несистематической формах. Способ деления и умножения полиномов с помощью цифровых фильтров, соответственно, рекурсивных и трансверсальных. Роль остатка от деления при декодировании циклических кодов. Особенности сверточных кодов. Алгоритм Витерби декодирования сверточных кодов. Особенности кодов с разреженными проверками на четность (LDPC). Способ мягкого итеративного декодирования кодов LDPC. Определение энтропии источника. Способы вычисления энтропии источника. Связь между взаимной зависимостью символов и энтропией источника. Принципы векторного квантования сообщений. Способ построения кода Хаффмана. Способ построения кода Шеннона-Фано. Способ расчета нижней границы для средней длины кода. Способ вычисления избыточности до и после кодирования. Способ вычисления пропускной способности каналов. Роль модуляции в системах передачи информации. Различие между аналоговой и цифровой модуляцией. Спектральный состав сигналов для основных методов модуляции: амплитудной, частотной и фазовой. Роль формирующих фильтров и влияние межсимвольной интерференции. Взаимосвязь методов модуляции с классами выходных усилителей мощности. Принципы модуляции множества ортогональных несущих (OFDM). Влияние фазового шума на производительность систем связи. Отношение сигнал-шум для цифровых систем связи. Об энергетической и частотной эффективности систем связи.

- **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  $GF(2)$  двумя способами: алгебраически и с помощью цифровых

фильтров. Составлять диаграмму состояний и решетку сверточного кода. Составлять дерево кода Хаффмана. Составлять код Шеннона-Фано. 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.

– **владеть** Методами компьютерного моделирования современных и перспективных систем связи. Элементами проектирования современных и перспективных систем связи.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		6 семестр	7 семестр
Контактная работа (всего)	28	10	18
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	12	4	8
Лабораторные работы	8	4	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) (КСР (КП/КР))	4	0	4
Самостоятельная работа (всего)	134	53	81
Подготовка к контрольным работам	24	16	8
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	10	0	10
Подготовка к лабораторным работам	8	4	4
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	92	33	59
Всего (без экзамена)	162	63	99
Подготовка и сдача экзамена	18	9	9
Общая трудоемкость, ч	180	72	108
Зачетные Единицы	5.0		

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	КСР (КП/КР), ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр							
1 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИГНАЛОВ И ПОМЕХ	1	0	2	0	12	13	ОПК-5
2 ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ	1	0		0	12	13	ОПК-5

3 ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ. ШИФРОВАНИЕ	1	4		0	17	22	ОПК-5
4 ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ	1	0		0	12	13	ОПК-5
Итого за семестр	4	4	2	0	53	63	
7 семестр							
5 ДЕМОДУЛЯЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ	3	4	2	4	28	35	ОПК-5
6 МНОГОКАНАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА И МНОГОСТАНЦИОННЫЙ ДОСТУП	3	0			30	33	ОПК-5
7 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ	2	0			23	25	ОПК-5
Итого за семестр	8	4	2	4	81	99	
Итого	12	8	4	4	134	162	

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИГНАЛОВ И ПОМЕХ	Информация и сигналы .Цифровые сигналы. Дискретные сигналы.Непрерывные сигналы.Аддитивные и мультипликативные помехи .Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех	1	ОПК-5
	Итого	1	
2 ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ	Модель системы передачи информации .Элементы преобразователей .Преобразование неэлектрических сигналов в электрические.Квантование во времени непрерывного сигнала .Модуляция импульсной несущей дискретным сигналом.Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразованияЛинейная цифровая фильтрация и генерирование последовательностей символов .Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом.Корреляционный прием и согласованная фильтрация.Модуляция гармонической несущей непрерывным сигналом.	1	ОПК-5
	Итого	1	
3	Корректирующие коды.Линейные блоч-	1	ОПК-5

ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ. ШИФРОВАНИЕ	ные коды .Коды Хэмминга .Коды Рида–Малера .Циклические коды.Применение канала переспроса .Свёрточные коды .Шифрование		
	Итого	1	
4 ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ	Собственная информация и избыточность (цифровые сигналы) .Кодирование источника.Взаимная информация .Пропускная способность канала и теоремы о кодировании в цифровом канале с помехами .Пропускная способность непрерывного канала с шумом.	1	ОПК-5
	Итого	1	
Итого за семестр		4	
7 семестр			
5 ДЕМОДУЛЯЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ	Роль априорной информации.Когерентные системы .Некогерентные системы .Частично-когерентные системы .Прием сигнала в условиях многолучевости .Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах.Особенности СПИ, в которых применяется помехоустойчивое кодирование	3	ОПК-5
	Итого	3	
6 МНОГОКАНАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА И МНОГОСТАНЦИОННЫЙ ДОСТУП	Методы многостанционного доступа.Многостанционный доступ с частотным разделением каналов.Многостанционный доступ с временным разделением каналов.Многостанционный доступ с кодовым разделением каналов.Синхронизация в СПИ с многостанционным доступом	3	ОПК-5
	Итого	3	
7 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ	Определения, классификация, структуры сетей .Коммутация каналов и коммутация пакетов .Центры коммутации.Дейтаграммный метод передачи и передача с предварительным установлением соединения .Начала теории телетрафика	2	ОПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		12	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин
------------------------	---

	1	2	3	4	5	6	7
<b>Предшествующие дисциплины</b>							
1 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+	+
2 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей		+					+
3 Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+		+	+	
4 Цифровая обработка сигналов			+		+	+	
<b>Последующие дисциплины</b>							
1 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+	+
2 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая практика)	+	+	+	+	+		+
3 Преддипломная практика	+	+	+	+	+	+	+

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КСР	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	
ОПК-5	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе

#### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

#### 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>			
3 ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ. ШИФРОВАНИЕ	изучить способы декодирования;научиться составлять диаграммы и решётки кода	4	ОПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
<b>7 семестр</b>			

5 ДЕМОДУЛЯЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ	изучить способ формирования ЧМ-сигнала с непрерывной фазой;изучить способ некогерентной обработки ЧМ-сигнала;измерить вероятность ошибки от соотношения сигнал – шум в канале	4	ОПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		8	

### 8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-5
7 семестр			
1	Контрольная работа	2	ОПК-5
Итого		4	

### 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ СИГНАЛОВ И ПОМЕХ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	12		
2 ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	12		
3 ПОМЕХОУСТОЙЧИВОЕ КОДИРОВАНИЕ. ШИФРОВАНИЕ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9	ОПК-5	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	17		



4 ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	12		
	Выполнение контрольной работы	2	ОПК-5	Контрольная работа
Итого за семестр		53		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
7 семестр				
5 ДЕМОДУЛЯЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИГНАЛОВ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20	ОПК-5	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	28		
6 МНОГОКАНАЛЬНАЯ ПЕРЕДАЧА И МНОГОСТАНЦИОННЫЙ ДОСТУП	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	20	ОПК-5	Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест, Экзамен
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	10		
	Итого	30		
7 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	19	ОПК-5	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	23		
	Выполнение контрольной работы	2	ОПК-5	Контрольная работа
Итого за семестр		81		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		152		

#### 10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Трудоемкость самостоятельной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость самостоятельной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр		
1) Выбор численных значений параметров корректирующего кода, при которых обеспечивается минимальная битовая вероятность ошибки на выходе декодера; 2) разработка детальной функциональной схемы кодера и декодера заданного корректирующего кода либо составление программы кодирования и декодирования для персонального компьютера (по выбору студента); 3) вычисление вероятности ошибки при приеме кодового слова и битовой вероятности ошибки на выходе декодера; 4) оценка частоты появления ошибок и заключение о ее соответствии назначению системы; 4) выбор способов введения и численных значений параметров синхросигналов; 5) выбор методов селекции синхросигналов в приемном устройстве; 6) выбор численных значений параметров модуляции в первой и, в случае необходимости, последующих ступенях уплотнения; 7) расчет значений всех временных интервалов, определяющих структуру цифровых канальных и (при временном уплотнении каналов) группового сигналов; 8) расчет полос частот, необходимых для передачи каждого из канальных сигналов с учетом полосы обратного канала, полосы группового сигнала и сигнала (сигналов) на выходе системы; 9) разработка способа сопряжения системы с аналоговой аппаратурой частотного уплотнения телефонных каналов для передачи групповых сигналов по одному или нескольким арендуемым стандартным трактам; 10) разработка функциональной схемы системы в целом для передачи в одном направлении.	4	ОПК-5
Итого за семестр	4	

### 10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

– Многоканальная когерентная СПИ предназначена для передачи цифровых сигналов от  $M$  однотипных источников информации по одному или нескольким арендуемым стандартным аналоговым каналам и характеризуется следующими параметрами:

- 1) число каналов  $M$ ;
- 2) длина двоичной кодовой комбинации (слова) на входе канала  $K_c$ , бит;
- 3) средняя скорость на входе канала  $V_c$ , слов/с;
- 4) тип корректирующего кода;
- 5) тип манипуляции;
- 6) способ уплотнения каналов;
- 7) суммарная средняя мощность сигналов на входе приемника в прямом канале  $P, W_t$ ;
- 8) спектральная плотность мощности аддитивного белого шума на входах приемников

прямого и обратного каналов

- $N_0, W_t/\Gamma$ ц;

– 9) суммарная средняя мощность сигналов на входе приемника в каналах переспроса  $R_{обр}, W_t$ .

– Численные значения параметров, тип корректирующего кода, тип манипуляции и способ уплотнения каналов выбираются в зависимости от варианта.

## **11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся**

Рейтинговая система не используется.

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **12.1. Основная литература**

1. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи [Электронный ресурс]: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2005. – 129 с. Ч.1. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

2. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи [Электронный ресурс]: Учебное пособие. В 2-х частях. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2007. — Ч.2. — 87 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

### **12.2. Дополнительная литература**

1. Долгих, Д.А. Основы цифровой радиосвязи [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Д.А. Долгих. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 16 с. — Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10983> (дата обращения: 15.09.2018).

### **12.3. Учебно-методические пособия**

#### **12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Мещеряков П.С. Общая теория связи [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения технических направлений подготовки, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / П.С. Мещеряков, В.В. Кручинин. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

2. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи: Электронный курс – Томск: ТУСУР, ФДО. 2018. Доступ из личного кабинета студента.

3. Новиков А. В. Общая теория связи [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов ФДО направлений подготовки 11.03.01 «Радиотехника» и 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи» / А. В. Новиков. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. – 50 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

4. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи. Многоканальная система передачи информации [Электронный ресурс]: Методические указания по курсовому проектированию. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2007. — 37 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

5. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие. В 2-х частях. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2005. – Ч.1 – 57 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

6. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи [Электронный ресурс]: учебное методическое пособие. В 2-х частях. — Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2007. — Ч.2. — 40 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: <https://study.tusur.ru/study/library/> (дата обращения: 15.09.2018).

#### **12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)

2. zbMATH – математическая база данных, охватывающая материалы с конца 19 века. zbMath содержит около 4 000 000 документов, из более 3 000 журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др.

3. [zbmath.org](http://zbmath.org)

4. ЭБС «Лань»: [www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com) (доступ из личного кабинета студента по ссылке <http://lanbook.fdo.tusur.ru>).

**13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение**

**13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины**

**13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome (с возможностью удаленного доступа)
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows (с возможностью удаленного доступа)
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)

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

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome (с возможностью удаленного доступа)
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows (с возможностью удаленного доступа)
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)

### **13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

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

## **14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

### **14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации**

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

### 14.1.1. Тестовые задания

1. 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
  - 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. некогерентный 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:
- 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
  - 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

### 14.1.2. Экзаменационные тесты

1. 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
2. Величина взаимной информации по К. Шеннону определяется как логарифм отношения вероятностей:
  - $P(x/y) / P(x)$
  - $P(x) / P(x/y)$
  - $P(x/y) / P(x,y)$
  - $P(x,y) / P(x)$
3. Сигнал не несет информации, если он:
  - 1) случайный;
  - 2) детерминированный;
  - 3) его мощность равна или меньше мощности шума;
  - 4) таков, что в пункте приема часто не удастся определить значение переданного сообщения.
4. Для полного вероятностного описания  $m$ -ичного символа нужно задать:
  - 1) плотность вероятности;
  - 2)  $m$ -мерную плотность вероятности;
  - 3) математическое ожидание и дисперсию;
  - 4) ряд распределения.
5. При передаче сигнала с понижением скорости ширина его спектра:
  - 1) увеличивается;
  - 2) уменьшается;
  - 3) не меняется;
  - 4) не меняется, но сам спектр сдвигается в область более низких частот.
6. Для полного вероятностного описания отрезка непрерывной случайной функции нужно задать:
  - 1) плотность вероятности каждого отсчета;
  - 2)  $n$ -мерную плотность вероятности при  $n \rightarrow \infty$ ;
  - 3) математические ожидания и дисперсии;
  - 4) ряд распределения вероятностей реализаций.
7. Комбинации 0110110, 1010001, 0111110 сложите по модулю 2 и результат представьте в десятичной форме.
8. При передаче двоичной последовательности по радиолинии наибольшая полоса потребуется при использовании:
  - 1) АМ;
  - 2) ЧМ;
  - 3) ФМ;
  - 4) ОФМ.
9. Декодирование по минимуму расстояния применяется для:
  - 1) обнаружения и (или) исправления ошибок в кодовой комбинации;
  - 2) определения кодового расстояния применяемого кода;
  - 3) определения расстояния между кодовыми комбинациями применяемого кода;
  - 4) повышения отношения сигнал/шум.
10. Кодовое расстояние кода численно равно:
  - 1) расстоянию между двумя наиболее часто применяемыми кодовыми комбинациями;
  - 2) количеству символов, в которых различаются две наиболее близкие друг к другу комбинации в кодовой таблице;
  - 3) минимальному весу кодовой комбинации;
  - 4) наиболее вероятному значению кратности возникающих ошибок.



11. Энтропия некоторого источника информации определяется как:

- Среднее значение собственной информации
- Максимальное значение собственной информации
- Минимальное значение собственной информации
- Медианное значение собственной информации

12. Помехоустойчивые коды бывают:

- Блочными и потоковыми
- Регулярными и нерегулярными
- Однородными и неоднородными
- Статическими и динамическими

13. Информация по К. Шеннону выражается как:

- Логарифм обратной вероятности
- Величина обратной вероятности
- Логарифм вероятности
- Логарифм модуля вероятности

14. Сверточные коды примечательны тем, что полностью определяются:

- Набором порождающих полиномов
- Кодовой таблицей
- Порождающей матрицей
- Порождающим полиномом

15. Строки порождающей матрицы линейного блочного кода должны быть:

- Ненулевыми
- Разными
- Линейно-независимыми
- Линейно-зависимыми

16. Число строк проверочной матрицы линейного блочного кода определяется:

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

17. 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

18. Код Лемпеля-Зива (Lempel-Ziv) является:

- Словарным кодом
- Древовидным кодом подобно коду Хаффмана
- Кодом с хеш-таблицей (hash table)
- Кодом с линейным предсказанием

19. 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

20. Столбцы проверочной матрицы линейного блочного кода фактически являются:

- Запрещенными кодовыми словами
- Разрешенными кодовыми словами
- Синдромами для однократных ошибок
- Векторами однократных ошибок

### 14.1.3. Темы контрольных работ

Вероятностное описание символа

Вероятностное описание двух символов

Аналого-цифровое преобразование непрерывных сигналов  
Нормальные случайные величины  
Корректирующие коды  
Линейные блочные коды  
Битовая вероятность ошибки при передаче цифрового сигнала  
Регенерация цифрового сигнала при передаче на большие расстояния

#### **14.1.4. Темы лабораторных работ**

изучить способы декодирования;  
научиться составлять диаграммы и решётки кода  
изучить способ формирования ЧМ-сигнала с непрерывной фазой;  
изучить способ некогерентной обработки ЧМ-сигнала;  
измерить вероятность ошибки от соотношения сигнал – шум в канале

#### **14.1.5. Темы курсовых проектов / курсовых работ**

Многоканальная когерентная СПИ предназначена для передачи цифровых сигналов от  $M$  однотипных источников информации по одному или нескольким арендуемым стандартным аналоговым каналам и характеризуется следующими параметрами:

- 1) число каналов  $M$ ;
- 2) длина двоичной кодовой комбинации (слова) на входе канала  $K_c$ , бит;
- 3) средняя скорость на входе канала  $V_c$ , слов/с;
- 4) тип корректирующего кода;
- 5) тип манипуляции;
- 6) способ уплотнения каналов;
- 7) суммарная средняя мощность сигналов на входе приемника в прямом канале  $P$ , Вт;
- 8) спектральная плотность мощности аддитивного белого шума на входах приемников прямого и обратного каналов  
 $N_0$ , Вт/Гц;
- 9) суммарная средняя мощность сигналов на входе приемника в каналах переспроса  $R_{обр}$ , Вт.

Численные значения параметров, тип корректирующего кода, тип манипуляции и способ уплотнения каналов выбираются в зависимости от варианта.

#### **14.1.6. 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 необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

#### **14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоро-

вья 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.