МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая теория связи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Оптические системы и сети связи**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	6	0	6	часов
2	Практические занятия	0	4	4	часов
3	Лабораторные работы	0	4	4	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	0	4	4	часов
5	Всего аудиторных занятий	6	12	18	часов
6	Самостоятельная работа	57	96	153	часов
7	Всего (без экзамена)	63	108	171	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	0	9	9	часов
9	Общая трудоемкость	63	117	180	часов
				5.0	З.Е.

Контрольные работы: 8 семестр - 2
Экзамен: 8 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 8 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 37861

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

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 РТС 04 июля 2018 года, протокол № 12.

Разработчик:

доцент каф. РТС	_____	А. В. Новиков
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ	_____	И. В. Осипов
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	_____	С. Н. Шарангович

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов
Доцент кафедры сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)	_____	А. Ю. Попков

Согласована на портале № 37861

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.21) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Общая теория связи, Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей, Сети связи и системы коммутации, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Общая теория связи, Вычислительная техника и информационные технологии, Метрология в оптических телекоммуникационных системах, Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи, Оптические цифровые телекоммуникационные системы.

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

Согласована на портале № 37861

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	
		7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	18	6	12
Лекции	6	6	0
Практические занятия	4	0	4
Лабораторные работы	4	0	4
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	4	0	4
Самостоятельная работа (всего)	153	57	96
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	10	10	0
Выполнение индивидуальных заданий	16	8	8
Оформление отчетов по лабораторным работам	4	0	4
Проработка лекционного материала	3	3	0
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	114	36	78
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	0	4
Выполнение контрольных работ	2	0	2
Всего (без экзамена)	171	63	108
Подготовка и сдача экзамена	9	0	9
Общая трудоемкость, ч	180	63	117
Зачетные Единицы	5.0		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Согласована на портале № 37861

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	КП/КР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр							
1 Модуляция. Спектральный состав.	2	0	0	0	1	3	ОПК-5
2 Частотная и энергетическая эффективность систем связи.	2	0	0	0	11	13	ОПК-5
3 Линейные блочные коды.	0	0	0	0	8	8	ОПК-5
9 Коды Рида-Соломона.	0	0	0	0	8	8	ОПК-5
10 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	0	0	0	0	8	8	ОПК-5
13 Принципы MIMO.	0	0	0	0	12	12	ОПК-5
14 Формирующий фильтр. Его роль.	0	0	0	0	4	4	ОПК-5
15 Согласованный фильтр. Его роль.	0	0	0	0	4	4	ОПК-5
16 Экономные (сжимающие) коды.	2	0	0	0	1	3	ОПК-5
Итого за семестр	6	0	0	0	57	63	
8 семестр							
4 Экономные (сжимающие) коды.	0	0	0	4	0	0	
5 Сверточные коды.	0	0	4		4	8	ОПК-5
6 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано.	0	0	0		10	10	ОПК-5
7 Принципы модуляции OFDM	0	0	0		13	13	ОПК-5
8 Циклические коды.	0	2	0		10	12	ОПК-5
11 Принципы расширения спектра сигналов в системах связи.	0	0	0		16	16	ОПК-5
12 Принципы синхронизации в системах связи.	0	0	0		17	17	ОПК-5
17 Линейные блочные коды.	0	2	0		2	4	ОПК-5
18 Низкоплотностные (LDPC) коды.	0	0	0		16	16	ОПК-5
19 Пропускная способность канала связи.	0	0	0		8	8	ОПК-5
Итого за семестр	0	4	4	4	96	108	
Итого	6	4	4	4	153	171	

Согласована на портале № 37861

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (по лекциям)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Модуляция. Спектральный состав.	Скорость передачи информации.Пропускная способность.Пропускная способность двоичного симметричного канала связи.Пропускная способность канала со стираниями.	2	ОПК-5
	Итого	2	
2 Частотная и энергетическая эффективность систем связи.	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-5
	Итого	2	
16 Экономные (сжимающие) коды.	Собственная информация.Энтропия источника.Избыточность.Взаимная информация.Принципы векторного квантования источника.	2	ОПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
Итого		6	

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	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Предшествующие дисциплины																			
1 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Основы построения инфокоммуникационных систем и сетей	+	+		+							+	+	+						
3 Сети связи и системы коммутации	+											+							

Согласована на портале № 37861

4 Цифровая обработка сигналов							+				+	+	+						
Последующие дисциплины																			
1 Общая теория связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Вычислительная техника и информационные технологии				+		+		+	+										
3 Метрология в оптических телекоммуникационных системах	+											+							
4 Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем связи	+																		
5 Оптические цифровые телекоммуникационные системы	+																		

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

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

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

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Лек.	Прак. зан.	Лаб. раб.	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	

Согласована на портале № 37861

ОПК-5	+	+	+	+	+	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Выполнение контрольной работы, Конспект самоподготовки, Собеседование, 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
8 семестр			
5 Сверточные коды.	Изучение сверточных кодов со скоростью кодирования 1/2: кодирование, пороговое декодирование и декодирование по Витерби.	4	ОПК-5
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		4	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
8 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-5

Согласована на портале № 37861

	Итого	2	
17 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.	2	ОПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
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
7 семестр				
1 Модуляция. Спектральный состав.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-5	Тест
	Итого	1		
2 Частотная и энергетическая эффективность систем связи.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-5	Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	10		
	Итого	11		
3 Линейные блочные коды.	Выполнение индивидуальных заданий	8	ОПК-5	Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Итого	8		
9 Коды Рида-Соломона.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5	Тест
	Итого	8		
10 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5	Тест
	Итого	8		
13 Принципы MIMO.	Самостоятельное	12	ОПК-5	Тест

Согласована на портале № 37861

	изучение тем (вопросов) теоретической части курса			
	Итого	12		
14 Формирующий фильтр. Его роль.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-5	Тест
	Итого	4		
15 Согласованный фильтр. Его роль.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	4	ОПК-5	Тест
	Итого	4		
16 Экономные (сжимающие) коды.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-5	Тест
	Итого	1		
Итого за семестр		57		
8 семестр				
5 Сверточные коды.	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ОПК-5	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Итого	4		
6 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано.	Выполнение контрольных работ	2	ОПК-5	Выполнение контрольной работы, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Выполнение индивидуальных заданий	8		
	Итого	10		
7 Принципы модуляции OFDM	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	13	ОПК-5	Собеседование, Тест
	Итого	13		
8 Циклические коды.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5	Домашнее задание, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8		
	Итого	10		
11 Принципы расширения спектра сигналов в системах связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ОПК-5	Собеседование, Тест
	Итого	16		

Согласована на портале № 37861

12 Принципы синхронизации в системах связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	17	ОПК-5	Тест
	Итого	17		
17 Линейные блочные коды.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5	Домашнее задание, Тест
	Итого	2		
18 Низкоплотностные (LDPC) коды.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ОПК-5	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	16		
19 Пропускная способность канала связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ОПК-5	Конспект самоподготовки, Собеседование, Тест
	Итого	8		
Итого за семестр		96		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		162		

10. Курсовой проект / курсовая работа

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

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

Наименование аудиторных занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр		
Многоканальная цифровая система передачи информации.	4	ОПК-5
Итого за семестр	4	

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

– Многоканальная цифровая 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 Kc, бит;
– 3) средняя скорость на входе канала Vc, слов/с;
– 4) тип корректирующего кода;
– 5) тип манипуляции;
– 6) способ уплотнения каналов;

Согласована на портале № 37861

– 7) Битовая вероятность ошибки на выходе демодулятора в прямом канале Pб;
– 8) спектральная плотность мощности аддитивного белого шума на входах приемников прямого и обратного каналов
– No, Вт/Гц;
– 9) затухание в прямом и обратном каналах Gдб.
– Численные значения параметров, тип корректирующего кода, метод модуляции и способ уплотнения каналов даны в Приложении 1 пособия по курсовому проектированию.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Галкин, Вячеслав Александрович. Цифровая мобильная радиосвязь : учебное пособие для вузов. - М. : Горячая линия - Телеком , 2012. - 592 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)
2. Волков, Лев Николаевич. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики : Учебное пособие для вузов. - М. : Экотрендз , 2005. - 390[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Методы повышения энергетической и спектральной эффективности цифровой радиосвязи [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Варгаузин В.А., Цикин И.А. - СПбБХВ-Петербург, 2013. - 352 с. ISBN 978-5-9775-0878-0 - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/943520 (дата обращения: 08.07.2018).
2. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.Т. Першин. - М. НИЦ ИНФРА-М; Мн. Нов. знание, 2013. - 614 с. ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-006703-2, 600 экз. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog/product/405030 (дата обращения: 08.07.2018).
3. Скляр, Бернард. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение : Пер. с англ.. - М. : Вильямс , 2004. - 1099[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Многоканальная цифровая система передачи информации [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта расчетного задания, самостоятельной работы / Бернгардт А. С., Акулиничев Ю. П. - 2016. 41 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6583 (дата обращения: 08.07.2018).
2. Сборник компьютерных лабораторных работ по системам связи [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / Новиков А. В. - 2018. 151 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7149 (дата обращения: 08.07.2018).
3. Демодуляция цифровых сигналов. Статистический и сигнальный подходы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Новиков А. В. - 2018. 51 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7150 (дата обращения: 08.07.2018).
4. Теория электрической связи [Электронный ресурс]: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1758 (дата обращения: 08.07.2018).

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

Согласована на портале № 37861

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 431 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория информационных технологий

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

– Adobe Acrobat Reader
– Google Chrome
– LibreOffice

Согласована на портале № 37861

– PTC Mathcad13, 14

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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)

Согласована на портале № 37861

- Максимум шенноновской информации на своем выходе

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

Согласованный фильтр является:

- Линейным фильтром с постоянными параметрами
- Нелинейным фильтром с постоянными параметрами
- Линейным фильтром с переменными параметрами
- Нелинейным фильтром с переменными параметрами

Формирующий фильтр является:

- Линейным фильтром с постоянными параметрами
- Нелинейным фильтром с постоянными параметрами
- Линейным фильтром с переменными параметрами
- Нелинейным фильтром с переменными параметрами

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

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

Межсимвольная интерференция является:

- Вредной
- Полезной
- Зависит от способа формирования сигнала
- Нейтральной

Согласованный фильтр, бывает, заменяют:

- Фильтром нижних частот
- Коррелятором
- Коррелятором с фильтром нижних частот
- Фильтром верхних частот

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

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

Некогеретный прием обязательно включает в себя:

- Процесс формирования опорного колебания с точностью до частоты для последующего снятия закона модуляции
- Схему выделения сигнала "пилот-тон"
- Контур фазовой автоподстройки частоты
- Частотный детектор

Петля Костаса предназначена для:

Согласована на портале № 37861

- Автоматической подстройки частоты формируемого опорного колебания
- Снятия дифференциального кодирования символов
- Автоматической подстройки частоты формируемого опорного колебания с точностью до фазы
- Удвоения частоты формируемого колебания

Модуляция QPSK позволяет передать:
- 1.5 бита на символ
- 4 бита на символ
- 1 бит на символ
- 2 бита на символ

Модуляция GMSK позволяет передать:
- 1.5 бита на символ
- 4 бита на символ
- 1 бит на символ
- 2 бита на символ

Модуляция QAM-16 позволяет передать:
- 1.5 бита на символ
- 4 бита на символ
- 1 бит на символ
- 2 бита на символ

Более требовательна к отношению сигнал-шум модуляция:
- GMSK
- QPSK
- QAM-16
- BPSK

Более требовательна к линейности выходного усилителя мощности модуляция:
- QAM-16
- OQPSK
- GMSK
- QPSK-pi/4

Усилители мощности по степени линейности делятся на классы:
- A,B,C
- A,B,C; D,E,F
- I, II, III
- 0, 1, 2

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

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

Коды Голда примечательны:
- Идеальной автокорреляционной функцией
- Трехзначной функцией взаимной корреляции
- Своей ортогональностью
- Тем, что их изобрел мистер Голд

М-последовательности примечательны:

Согласована на портале № 37861

- Максимальным периодом
- Хорошими взаимно корреляционными свойствами
- Своей ортогональностью
- Равенством количества нулей и единиц

Коды Уолша примечательны:
- Идеальной автокорреляционной функцией
- Наличием последовательности типа "меандр"
- Своей абсолютной независимостью
- Своей ортогональностью

Для систем радиосвязи с расширенным спектром характерна:
- Лучшая защита от непреднамеренных помех и многолучевого распространения сигнала
- Более высокая битовая скорость передачи информации
- Большая плотность мощности излучаемого сигнала
- Заметность в радиоэфире

Системы с кодовым разделением каналов:
- Вытеснили другие технологии разделения каналов ввиду своей исключительности
- Применяются одновременно с другими технологиями разделения каналов
- Практически не применяются ввиду своей сложности
- Отдали "козырную масть" технологии OFDM

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

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

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

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

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

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

Помехоустойчивые коды бывают:
- Блочными и потоковыми

Согласована на портале № 37861

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

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

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

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

Число строк проверочной матрицы линейного блочного кода определяется:
- Количеством проверочных символов
- Количеством информационных символов
- Зависит от дополнительных условий
- Кодовым расстоянием кода

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

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

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

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

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

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

Согласована на портале № 37861

- P(x/y) / P(x,y)
- P(x,y) / P(x)

14.1.2. Экзаменационные вопросы

ЛИНЕЙНЫЕ БЛОЧНЫЕ КОДЫ:

Порождающая матрица. Кодовая таблица. Кодовое расстояние. Кратность обнаружения, исправления и восстановления стертых символов. Определение кодового расстояния по кодовой таблице. Систематическая форма порождающей матрицы. Проверочная матрица. Синдром. Определение кодового расстояния по проверочной матрице.

ЦИКЛИЧЕСКИЕ КОДЫ:

Фундаментальное свойство циклических кодов. Нуль-полином и его факторизация. Порождающий полином и его единственность для заданного кода. Связь порождающего полинома и порождающей матрицы. Проверочный полином, его связь с проверочной матрицей. Систематический циклический код. Систематический кодер на основе цифрового фильтра. Роль остатка от деления двух полиномов. Декодирование с исправлением ошибки. Декодирование с восстановлением стертых символов.

ЭКОНОМНЫЕ КОДЫ:

Собственная информация. Энтропия источника. Избыточность. Взаимная информация. Принципы векторного квантования источника.

Коды Хаффмана, Шеннона-Фано и Лемпеля-Зива.

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.

ЧАСТОТНАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМ СВЯЗИ:

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.

14.1.3. Вопросы на собеседование

В чем особенность кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема?

Являются ли коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема циклическими?

Является ли циклический код Хемминга (7, 4) кодом БЧХ?

14.1.4. Темы индивидуальных заданий

Строки производящей матрицы линейного блочного (n, 3)-кода — это три nразрядные комбинаций (младший разряд — справа), которые в двоичной форме

представляют десятичные числа g0, g1, g2. Найти: кодовое расстояние dкод, максимальные кратности гарантированно обнаруживаемых qo и исправляемых qи ошибок. Закодировать двоичную комбинацию, соответствующую десятичному числу in, затем двоичную комбинацию на выходе кодера представить в форме десятичного числа out.

Двоичные комбинации, соответствующие пяти десятичным числам (n, in, g0, g1, g2)

из задачи 5, считать строками проверочной матрицы H кода (n, n − 5).

Определить: способен ли этот код обнаружить любую однократную ошибку

(d = 1, если способен, d = 0 в противном случае);

способен ли этот код исправить любую однократную ошибку (c = 1, если способен, c = 0 в противном случае).

Статистические свойства троичного источника без памяти определяются рядом

распределения, заданным в задаче 1 задания.

1) Определить энтропию источника и его избыточность.

2) Произвести кодирование источника двоичными кодами Хаффмана, Шеннона—

Фано и равномерным кодом.

3) Произвести блоковое кодирование источника блоками по два символа двоичными кодами Хаффмана, Шеннона—Фано и равномерным кодом.

4) Сравнить коды по избыточности.

Согласована на портале № 37861

14.1.5. Темы домашних заданий

Задана порождающая матрица некоторого линейного блочного кода. Определить, составляя кодовую таблицу, параметры (n, k, d) кода, а также избыточность.

Задана порождающая матрица линейного блочного кода. Привести ее к систематической форме и найти проверочную матрицу.

Дан порождающий полином циклического кода. Записать порождающую и проверочную матрицы соответствующего линейного блочного кода.

14.1.6. Вопросы на самоподготовку

Чем коды Рида-Соломона отличаются от кодов Боуза-Чоудхури-Хоквингема?

В чем особенность кодов с низкой плотностью проверок на четность (LDPC)? Почему при их использовании отпадает надобность в интерливинге?

В чем особенность кода Лемеля-Зива-Уэлча (LZW) по сравнению с кодом Лемпеля-Зива (LZ77, LZ78)?

Почему техника OFDM не была реализована сразу после ее теоретического обоснования? Какой "трюк" позволил сделать это в настоящее время?

Перечислите основные достоинства и недостатки модуляции OFDM.

Чем платят за повышение частотной эффективности (перечислите известные вам параметры)?

Расскажите о природе неоднозначности работы петли Костаса на примере модуляции BPSK (ФМн)?

14.1.7. Темы лабораторных работ

Изучение сверточных кодов со скоростью кодирования 1/2: кодирование, пороговое декодирование и декодирование по Витерби.

14.1.8. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Многоканальная цифровая система передачи информации.

14.1.9. Темы контрольных работ

Кодирование кодами Хаффмана и Шеннона-Фано.

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

Согласована на портале № 37861

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 № 37861