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 радиосвязи

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **5**
Семестр: **9, 10**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	10 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	8	0	8	часов
2	Практические занятия	4	4	8	часов
3	Лабораторные работы	0	8	8	часов
4	Всего аудиторных занятий	12	12	24	часов
5	Самостоятельная работа	96	92	188	часов
6	Всего (без экзамена)	108	104	212	часов
7	Подготовка и сдача зачета	0	4	4	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	216	часов
				6.0	З.Е.

Контрольные работы: 10 семестр - 1
Дифференцированный зачет: 10 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 38055

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) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

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.
ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических
систем (РТС) _____ В. А. Громов

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ С. И. Богомолов

Согласована на портале № 38055

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 радиосвязи» (Б1.В.ДВ.3.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Информатика, Статистическая теория радиотехнических систем, Теория вероятностей и математическая статистика, Устройства генерирования и формирования сигналов, Устройства приема и обработки сигналов, Цифровая обработка сигналов, Общая теория радиосвязи.

Последующими дисциплинами являются: Многоканальные цифровые системы передачи, Моделирование элементов и устройств радиосвязи (ГПО-3), Основы цифрового телевидения и видеотехника, Общая теория радиосвязи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-6 готовностью выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

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 умно-

Согласована на портале № 38055

жать 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 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		9 семестр	10 семестр
Аудиторные занятия (всего)	24	12	12
Лекции	8	8	0
Практические занятия	8	4	4
Лабораторные работы	8	0	8
Самостоятельная работа (всего)	188	96	92
Выполнение индивидуальных заданий	20	8	12
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	0	8
Проработка лекционного материала	4	4	0
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	147	80	67
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	4	4
Выполнение контрольных работ	1	0	1
Всего (без экзамена)	212	108	104
Подготовка и сдача зачета	4	0	4
Общая трудоемкость, ч	216	108	108
Зачетные Единицы	6.0		

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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
9 семестр						
1 Модуляция. Спектральный состав.	2	0	0	1	3	ПК-6

Согласована на портале № 38055

2 Частотная и энергетическая эффективность систем связи.	2	0	0	1	3	ПК-6
3 Линейные блочные коды.	2	2	0	11	15	ПК-6
4 Низкоплотностные (LDPC) коды.	0	0	0	16	16	ПК-6
5 Пропускная способность канала связи.	0	0	0	16	16	ПК-6
11 Коды Рида-Соломона.	0	2	0	12	14	ПК-6
12 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	0	0	0	8	8	ПК-6
15 Принципы MIMO.	0	0	0	16	16	ПК-6
16 Формирующий фильтр. Его роль.	0	0	0	6	6	ПК-6
17 Согласованный фильтр. Его роль.	0	0	0	8	8	ПК-6
18 Экономные (сжимающие) коды.	2	0	0	1	3	ПК-6
Итого за семестр	8	4	0	96	108	
10 семестр						
6 Экономные (сжимающие) коды.	0	0	0	0	0	
7 Сверточные коды.	0	0	4	14	18	ПК-6
8 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано.	0	2	0	15	17	ПК-6
9 Принципы модуляции OFDM	0	0	0	16	16	ПК-6
10 Циклические коды.	0	2	0	11	13	ПК-6
13 Принципы расширения спектра сигналов в системах связи.	0	0	0	16	16	ПК-6
14 Принципы синхронизации в системах связи.	0	0	0	16	16	ПК-6
19 Модуляция. Спектральный состав.	0	0	4	4	8	ПК-6
Итого за семестр	0	4	8	92	104	
Итого	8	8	8	188	212	

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
9 семестр			
1 Модуляция. Спектральный состав.	Скорость передачи информации.Пропускная способность.Пропускная способность двоичного симметричного канала связи.Пропускная способность канала со стираниями.	2	ПК-6
	Итого	2	
2 Частотная и энергетическая эффективность систем	Связь между "аналоговым" и "цифровым" отношениями сигнал-шум.Нормированная пропускная способность канала.Скорость кодирования.Теоре-	2	ПК-6

Согласована на портале № 38055

связи.	ма Шеннона, ее иллюстрация.Предел Шеннона, предел двоичного канала связи: жесткие решения и мягкие решения.		
	Итого	2	
3 Линейные блочные коды.	Порождающая матрица.Кодовая таблица.Кодовое расстояние.Кратность обнаружения, исправления и восстановления стертых символов.Определение кодового расстояния по кодовой таблице.Систематическая форма порождающей матрицы.Проверочная матрица.Синдром.Определение кодового расстояния по проверочной матрице.	2	ПК-6
	Итого	2	
18 Экономные (сжимающие) коды.	Собственная информация.Энтропия источника.Избыточность.Взаимная информация.Принципы векторного квантования источника.	2	ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

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 Информатика						+		+											
2 Статистическая теория радиотехнических систем	+												+		+				+
3 Теория вероятностей и математическая статистика						+		+											
4 Устройства генерирования и формирования сигналов	+								+				+		+	+			+
5 Устройства приема и обработки сигналов	+								+				+	+	+		+		+
6 Цифровая обработка сигналов									+				+	+	+				
7 Общая тео-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Согласована на портале № 38055

рия радиосвязи																			
Последующие дисциплины																			
1 Многоканальные цифровые системы передачи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Моделирование элементов и устройств радиосвязи (ГПО-3)	+			+			+		+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
3 Основы цифрового телевидения и видеотехника	+			+		+	+				+	+		+					+
4 Общая теория радиосвязи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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.	Сам. раб.	
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Тест, Дифференцированный зачет

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
10 семестр			
7 Сверточные коды.	Изучение сверточных кодов со скоростью кодирования 1/2: кодирование, пороговое декодирование	4	ПК-6

Согласована на портале № 38055

	и декодирование по Витерби.		
	Итого	4	
19 Модуляция. Спектральный состав.	Исследование спектров сигналов с линейной модуляцией. Изучение влияния на спектральную плотность формы импульса-носителя и корреляционной функции битовой последовательности.	4	ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

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
9 семестр			
3 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	ПК-6
	Итого	2	
11 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.	2	ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
10 семестр			
8 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано.	Некоторый дискретный источник задан вероятностями появления символов.Кодирование источника кодами Хаффмана и Шеннона-Фано: однобуквенный и двухбуквенный варианты.Вычисление избыточности до и после кодирования.	2	ПК-6
	Итого	2	

Согласована на портале № 38055

10 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	ПК-6
	Итого	2	
Итого за семестр		4	
Итого		8	

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
9 семестр				
1 Модуляция. Спектральный состав.	Проработка лекционного материала	1	ПК-6	Тест
	Итого	1		
2 Частотная и энергетическая эффективность систем связи.	Проработка лекционного материала	1	ПК-6	Тест
	Итого	1		
3 Линейные блочные коды.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6	Домашнее задание, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Выполнение индивидуальных заданий	8		
	Итого	11		
4 Низкоплотностные (LDPC) коды.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ПК-6	Конспект самоподготовки, Тест
	Итого	16		
5 Пропускная способность канала связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ПК-6	Конспект самоподготовки, Собеседование, Тест
	Итого	16		
11 Коды Рида-Соломона.	Подготовка к практиче-	2	ПК-6	Домашнее задание, Тест

Согласована на портале № 38055

	ским занятиям, семинарам			
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Итого	12		
12 Коды Боуза-Чоудхури-Хоквингема.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-6	Тест
	Итого	8		
15 Принципы MIMO.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ПК-6	Тест
	Итого	16		
16 Формирующий фильтр. Его роль.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-6	Тест
	Итого	6		
17 Согласованный фильтр. Его роль.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-6	Тест
	Итого	8		
18 Экономные (сжимающие) коды.	Проработка лекционного материала	1	ПК-6	Тест
	Итого	1		
Итого за семестр		96		
10 семестр				
7 Сверточные коды.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ПК-6	Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	14		
8 Коды Хаффмана и Шеннона-Фано.	Выполнение контрольных работ	1	ПК-6	Домашнее задание, Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Тест
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Выполнение индивидуальных заданий	12		
	Итого	15		
9 Принципы модуляции OFDM	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ПК-6	Собеседование, Тест
	Итого	16		

Согласована на портале № 38055

10 Циклические коды.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-6	Домашнее задание, Тест
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	9		
	Итого	11		
13 Принципы расширения спектра сигналов в системах связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ПК-6	Собеседование, Тест
	Итого	16		
14 Принципы синхронизации в системах связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	16	ПК-6	Тест
	Итого	16		
19 Модуляция. Спектральный состав.	Оформление отчетов по лабораторным работам	4	ПК-6	Отчет по лабораторной работе, Тест
	Итого	4		
Итого за семестр		92		
	Подготовка и сдача зачета	4		Дифференцированный зачет
Итого		192		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

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: 09.07.2018).

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: 09.07.2018).

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. Сборник компьютерных лабораторных работ по системам связи [Электронный ресурс]:

Согласована на портале № 38055

Методические указания к лабораторным работам / Новиков А. В. - 2018. 151 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7149 (дата обращения: 09.07.2018).

2. 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: 09.07.2018).

3. 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: 09.07.2018).

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:

- 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

Согласована на портале № 38055

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
- 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

Согласована на портале № 38055

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)
- 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:

Согласована на портале № 38055

- 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:
- 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:

Согласована на портале № 38055

- 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:

- 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:

Согласована на портале № 38055

- 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
- 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

Согласована на портале № 38055

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

14.1.2. 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?

Являются ли сверточные коды блочными?

Поясните эффект памяти сверточных кодов на примере кода со скоростью кодирования 1/2.

Что такое свободное расстояние кода (применительно к сверточным кодам)?

Приведите пример диаграммы состояний сверточного кода.

Что такое пропускная способность канала связи?

Приведите примеры моделей каналов связи с формулами для расчета их пропускной способности.

Почему пропускная способность двоичного симметричного канала связи с независимыми ошибками равна нулю при вероятности ошибки 1/2, а не 1?

Для каких целей вводят канал со стираниями? Что такое "стирание"?

14.1.3. 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.

14.1.4. 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).

Согласована на портале № 38055

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.

14.1.5. 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)?

14.1.6. Темы контрольных работ

Кодирование кодами Хаффмана и Шеннона-Фано.

14.1.7. Вопросы дифференцированного зачета

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.

14.1.8. Темы лабораторных работ

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

Исследование спектров сигналов с линейной модуляцией. Изучение влияния на спектраль-

Согласована на портале № 38055

ную плотность формы импульса-носителя и корреляционной функции битовой последовательности.

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 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.

Согласована на портале № 38055

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 38055