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

Цифровая связь

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 (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
2	Лабораторные работы	8	8	часов
3	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
4	Всего контактной работы	22	22	часов
5	Самостоятельная работа	118	118	часов
6	Всего (без экзамена)	140	140	часов
7	Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
			4.0	З.Е.

Контрольные работы: 6 семестр - 1
Зачет: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 46524

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от « 29 » 6 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 ТЭО «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

ассистент каф. ТЭО	_____	Д. С. Шульц
доцент каф. РТС	_____	В. П. Пушкарев

Заведующий обеспечивающей каф. ТЭО	_____	В. В. Кручинин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО	_____	И. П. Черкашина
Заведующий выпускающей каф. РСС	_____	А. В. Фатеев

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)	_____	Ю. В. Морозова
Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС)	_____	Ю. В. Зеленецкая

Согласована на портале № 46524

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Цифровая связь» (Б1.В.ДВ.5.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы построения компьютерных сетей, Основы статистической радиотехники, Теория вероятностей и математическая статистика, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Многоканальные цифровые системы передачи, Радиоавтоматика, Устройства генерирования и формирования сигналов, Устройства приема и обработки сигналов.

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 умножать полиномы над полем Галуа GF(2) двумя способами: алгебраически и с помощью цифровых фильтров. Составлять диаграмму состояний и решетку сверточного кода.

Согласована на портале № 46524

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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная работа (всего)	22	22
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	12	12
Лабораторные работы	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	118	118
Подготовка к контрольным работам	24	24
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Подготовка к лабораторным работам	4	4
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	82	82
Всего (без экзамена)	140	140
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Модуляция. Спектральный состав	1	4	2	16	21	ПК-6
2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль. Частотная манипуляция с непрерывной фазой.	1	0		9	10	ПК-6
3 Экономные (сжимающие) коды	1	0		9	10	ПК-6
4 Пропускная способность каналов связи.	1	0		9	10	ПК-6

Согласована на портале № 46524

5 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи.	1	0		9	10	ПК-6
6 Принципы синхронизации в системах связи	1	0		9	10	ПК-6
7 Принципы расширения спектра сигналов в системах связи	1	0		9	10	ПК-6
8 Принципы модуляции OFDM	1	0		8	9	ПК-6
9 Линейные блочные коды	1	0		8	9	ПК-6
10 Циклические коды	1	0		8	9	ПК-6
11 Коды Рида-Соломона	1	0		8	9	ПК-6
12 Сверточные коды	1	4		16	21	ПК-6
Итого за семестр	12	8	2	118	140	
Итого	12	8	2	118	140	

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 Модуляция. Спектральный состав	Роль модуляции в системах передачи информации.Различие аналоговой и цифровой модуляции. Требования к спектрам сигналов в современных системах передачи информации.Тепловой шум.Спектральная плотность мощности сигнала. Спектры сигналов с АМ, ФМ, ЧМ и OFDM модуляциями.Три поколения цифровых систем связи: аналоговые, гибридные и цифровые.	1	ПК-6
	Итого	1	
2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль. Частотная манипуляция с непрерывной фазой.	Спектральная плотность случайной последовательности импульсов прямоугольной формы. Скорость спада мощности в зависимости от частоты. Необходимость сглаживания фронтов импульсов. Фильтр "приподнятого" косинуса.Особенностиреализации фильтра в цифровом виде: влияние на формируемый спектр факторов дискретности и ограниченности по времени импульсной характеристики; влияние цифро-аналогового преобразователя. Тепловой шум как ограничитель производительности систем	1	ПК-6

Согласована на портале № 46524

	связи. Согласованный фильтр как фильтр, доставляющий максимум отношению сигнал-шум при наличии аддитивного белого шума.Необходимость согласования амплитудночастотной характеристики (АЧХ) формирующего фильтра с АЧХ согласованного. Фильтр "корень" из "приподнятого" косинуса.		
	Итого	1	
3 Экономные (сжимающие) коды	Собственная информация. Энтропия источника. Избыточность. Взаимная информация. Принципы векторного квантования источника	1	ПК-6
	Итого	1	
4 Пропускная способность каналов связи.	Скорость передачи информации. Пропускная способность.Пропускная способность двоичного симметричного канала связи.Пропускная способность канала со стираниями.	1	ПК-6
	Итого	1	
5 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи.	Связь между "аналоговым" и "цифровым" отношениями сигнал-шум. Нормированная пропускная способность канала. Скорость кодирования. Теорема Шеннона, ее иллюстрация.Предел Шеннона, предел двоичного канала связи: жесткие решения и мягкие решения.	1	ПК-6
	Итого	1	
6 Принципы синхронизации в системах связи	Когерентность при приеме и обработке сигнала. Восстановление несущей частоты. Петля Костаса. Восстановление тактовых импульсов. Детектор Гарднера.	1	ПК-6
	Итого	1	
7 Принципы расширения спектра сигналов в системах связи	Достоинства сигналов с расширенным спектром. Псевдослучайные последовательности (М-последовательности). Коды Голда	1	ПК-6
	Итого	1	
8 Принципы модуляции OFDM	Иллюстрация недостатка частотного разделения каналов. Иллюстрация ортогональности несущих при выполнении операции дискретного преобразования Фурье (ДПФ). Необходимость циклического префикса для снижения вредного влияния многолучевости. Параметры модуляции OFDM в системах связи 4G LTE. Структурные схемы передатчикаи приемника с OFDM.	1	ПК-6

Согласована на портале № 46524

	Итого	1	
9 Линейные блочные коды	Порождающая матрица. Кодовая таблица. Кодовое расстояние.Кратность обнаружения, исправления и восстановления стертых символов. Определение кодового расстояния по кодовой таблице.Систематическая форма порождающей матрицы. Проверочная матрица. Синдром. Разложение векторного пространства на смежные классы. Определение кодового расстояния по проверочной матрице	1	ПК-6
	Итого	1	
10 Циклические коды	Фундаментальное свойство циклических кодов. Нуль-полином и его факторизация. Порождающий полином и его единственность для заданного кода. Связь порождающего полинома и порождающей матрицы.Проверочный полином, его связь с проверочной матрицей. Систематический циклический код.Систематический кодер на основе цифрового фильтра. Роль остатка от деления двух полиномов. Декодирование с исправлением ошибки. Декодирование с восстановлением стертых символов.	1	ПК-6
	Итого	1	
11 Коды Рида-Соломона	Исследование кода Рида-Соломона над полем GF(p)	1	ПК-6
	Итого	1	
12 Сверточные коды	Порождающие полиномы. Схема кодирующего устройства. Диаграмма состояний кодера. Разрешенные кодовые последовательности. Свободное расстояние кода. Пороговое декодирование кода. Решетка кода. Алгоритм декодирования по Витерби	1	ПК-6
	Итого	1	
Итого за семестр		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	8	9	10	11	12
Предшествующие дисциплины												

Согласована на портале № 46524

1 Основы построения компьютерных сетей	+	+	+	+		+				+		+
2 Основы статистической радиотехники	+	+				+	+					
3 Теория вероятностей и математическая статистика			+	+								
4 Цифровая обработка сигналов								+				
Последующие дисциплины												
1 Многоканальные цифровые системы передачи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Радиоавтоматика						+						
3 Устройства генерирования и формирования сигналов	+	+					+	+				
4 Устройства приема и обработки сигналов	+	+				+	+	+				

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	Сам. раб.	
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Зачет, Тест

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
6 семестр			
1 Модуляция. Спектральный состав	Лабораторная работа "Изучение спектров сигналов с линейной модуляцией"	4	ПК-6
	Итого	4	
12 Сверточные коды	Лабораторная работа "Изучение сверточных кодов со скоростью	4	ПК-6

Согласована на портале № 46524

	кодирования 1/2: кодирование, пороговое декодирование и декодирование по Витерби"		
	Итого	4	
Итого за семестр		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	ПК-6
Итого		2	

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 Модуляция. Спектральный состав	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	16		
2 Формирующий и согласованный фильтры. Их роль. Частотная манипуляция с непрерывной фазой.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	9		
3 Экономные (сжимающие) коды	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	9		

Согласована на портале № 46524

4 Пропускная способность каналов связи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	9		
5 Частотная и энергетическая эффективность систем радиосвязи.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	9		
6 Принципы синхронизации в системах связи	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	9		
7 Принципы расширения спектра сигналов в системах связи	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	7	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	9		
8 Принципы модуляции OFDM	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
9 Линейные блочные коды	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
10 Циклические коды	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест

Согласована на портале № 46524

	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
11 Коды Рида-Соломона	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	8		
12 Сверточные коды	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	8	ПК-6	Зачет, Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	2		
	Итого	16		
	Выполнение контрольной работы	2	ПК-6	Контрольная работа
Итого за семестр		118		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		122		

10. Контроль самостоятельной работы (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, В.А. Цифровая мобильная радиосвязь [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Галкин. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2012. — 592 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/5143 (дата обращения: 18.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Новиков, А. В. Демодуляция цифровых сигналов. Статистический и сигнальный подходы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Новиков А. В. — Томск: ТУСУР, 2018. — 51 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 18.09.2018).

2. Рихтер С.Г. Кодирование и передача речи в цифровых системах подвижной радиосвязи [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.Г. Рихтер. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 304 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/76502 (дата обращения: 18.09.2018).

Согласована на портале № 46524

3. Акулиничев Ю. П., Теория электрической связи [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. . — Томск: ТУСУР, 2015. — 196 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 18.09.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Акулиничев, Ю. П. Теория электрической связи [Электронный ресурс]: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Ю. П. Акулиничев. — Томск: ТУСУР, 2012. — 202 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 18.09.2018).

2. Новиков А. В. Сборник компьютерных лабораторных работ по системам связи [Электронный ресурс]: Методические указания к лабораторным работам / Новиков А. В. — Томск: ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 18.09.2018).

3. Пушкарев В.П. Цифровая связь: электронный курс / В.П. Пушкарев – Томск ТУСУР, ФДО, 2018. Доступ из личного кабинета студента

4. Пушкарев В.П. Цифровая связь [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / В.П. Пушкарев, В.В. Кручинин. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 18.09.2018).

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. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (в свободном доступе).

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;

Согласована на портале № 46524

- 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
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
– Microsoft Windows
– 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
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
– MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
– Microsoft Windows
– OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)
– Scilab (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.

Согласована на портале № 46524

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:

а) Минимально короткий по времени отклик на своем выходе

б) Максимальное отношение сигнал-шум на своем выходе в определенный момент времени при условии, что шум — белый

в) Снятие закона модуляции (демодуляцию)

г) Максимум шенноновской информации на своем выходе

2. Формирующий фильтр обеспечивает:

а) Формирование квадратурных сигналов с заданной формой спектральной плотности

б) Формирование узкополосного сигнала на некоторой несущей частоте

в) Формирование ортогональных по времени квадратурных сигналов

г) Формирование тактовых импульсов для символьной синхронизации

3. Согласованный фильтр является:

а) Линейным фильтром с постоянными параметрами

б) Нелинейным фильтром с постоянными параметрами

в) Линейным фильтром с переменными параметрами

г) Нелинейным фильтром с переменными параметрами

4. Формирующий фильтр является:

а) Линейным фильтром с постоянными параметрами

б) Нелинейным фильтром с постоянными параметрами

в) Линейным фильтром с переменными параметрами

г) Нелинейным фильтром с переменными параметрами

5. Параметр Roll-off factor формирующего фильтра типа "приподнятый" косинус позволяет:

а) Изменить уровень межсимвольной интерференции на своем выходе

б) Изменить ширину спектра формируемого сигнала

в) Изменить скорость спада мощности вне основной полосы формируемого сигнала

Согласована на портале № 46524

г) Изменить амплитуду формируемого сигнала

6. Межсимвольная интерференция — это:
а) Когда время прихода импульса является случайной величиной с ненулевой дисперсией
б) Когда импульс влияет на соседние импульсы, накладываясь на них своими "хвостами"
в) Когда длительность импульса является случайной величиной с ненулевой дисперсией
г) Процесс формирования группового сигнала в системах с кодовым разделением каналов

7. Межсимвольная интерференция является:
а) Вредной
б) Полезной
в) Зависит от способа формирования сигнала
г) Нейтральной

8. Согласованный фильтр, бывает, заменяют:
а) Фильтром нижних частот
б) Коррелятором
в) Коррелятором с фильтром нижних частот
г) Фильтром верхних частот

9. Коррелятор — это устройство, которое вычисляет:
а) Интеграл по времени от входного сигнала
б) Произведение опорного сигнала и входного
в) Интеграл по времени от произведения опорного сигнала и входного
г) Свертку опорного сигнала с входным

10. Когерентный прием обязательно включает в себя:
а) Амплитудный детектор
б) Схему выделения сигнала "пилот-тон"
в) Контур фазовой автоподстройки частоты
г) Процесс формирования опорного колебания с точностью до фазы для последующего снятия закона модуляции

11. Некогеретный прием обязательно включает в себя:
а) Процесс формирования опорного колебания с точностью до частоты для последующего снятия закона модуляции
б) Схему выделения сигнала "пилот-тон"
в) Контур фазовой автоподстройки частоты
г) Частотный детектор

12. Петля Костаса предназначена для:
а) Автоматической подстройки частоты формируемого опорного колебания
б) Снятия дифференциального кодирования символов
в) Автоматической подстройки частоты формируемого опорного колебания с точностью до фазы
г) Удвоения частоты формируемого колебания

13. Модуляция QPSK позволяет передать:
а) 1.5 бита на символ
б) 4 бита на символ
в) 1 бит на символ
г) 2 бита на символ

14. Модуляция GMSK позволяет передать:

Согласована на портале № 46524

а) 1.5 бита на символ
б) 4 бита на символ
в) 1 бит на символ
г) 2 бита на символ

15. Модуляция QAM-16 позволяет передать:
а) 1.5 бита на символ
б) 4 бита на символ
в) 1 бит на символ
г) 2 бита на символ

16. Более требовательна к отношению сигнал-шум модуляция:
а) GMSK
б) QPSK
в) QAM-16
г) BPSK

17. Более требовательна к линейности выходного усилителя мощности модуляция:
а) QAM-16
б) OQPSK
в) GMSK
г) QPSK-pi/4

18. Усилители мощности по степени линейности делятся на классы:
а) A,B,C
б) A,B,C; D,E,F
в) I, II, III
г) 0, 1, 2

19. Мощность теплового шума на входе малошумящего усилителя приемника прямо пропорциональна:
а) Коэффициенту шума малошумящего усилителя
б) Полосе частот принимаемого радиосигнала
в) Несущей частоте принимаемого радиосигнала
г) Существует сама по себе и ни от чего не зависит

20. Коэффициент шума малошумящего усилителя это:
а) Отношение сигнал-шум на входе усилителя, деленное на отношение сигнал-шум на его выходе
б) Уровень собственного шума усилителя, в dBm
в) Величина kT, где T — температура окружающей среды, k — постоянная Больцмана
г) Разница коэффициентов усиления усилителя (в dB), измеренных для двух опорных температур

14.1.2. Темы контрольных работ

Цифровая связь.

Текстовая контрольная работа "Битовая вероятность ошибки при передаче цифрового сигнала".

Источник информации создает цифровой поток B мегабит в секунду. На вход радиолинии с выхода передатчика подается последовательность двоичных радиоимпульсов, модулированных по закону M (M=1 для АМ, M=2 для ЧМ с ортогональными сигналами, M=3 для ФМ). Средняя мощность переда-ваемых сигналов обоих видов (0 и 1) равна W. Задана величина ослабления в линии F. На входе приемника присутствует аддитивный белый гауссовский шум со спектральной плотностью No. Определить битовую вероятность ошибки на выходе идеальной когерентной

Согласована на портале № 46524

системы связи без использования корректирующего кода (Рош1) и при использовании (n,k)-кода Хэмминга (Рош2).

Варианты представлены в таблице:

N	M	F, дБ	n	k	B, Мбит/с	W, Вт	N_o, пВт/Гц
0	1	57	63	57	0.9	0.9	0.2
1	2	61	127	120	0.4	0.7	0.1
2	1	66	63	57	0.1	0.6	0.3
3	1	66	1023	1013	0.2	0.4	0.1
4	2	53	511	502	0.3	0.5	0.8
5	1	45	511	502	0.3	0.1	0.9
6	2	53	511	502	0.4	0.6	0.8
7	1	52	1023	1013	0.9	0.9	0.9
8	3	49	1023	1013	0.6	0.3	0.4
9	3	67	15	11	0.5	0.4	0.1
10	2	59	63	57	0.5	0.6	0.6
11	2	55	7	4	0.5	0.9	0.9
12	3	45	63	57	0.7	0.3	0.9
13	1	65	15	11	0.3	0.8	0.1
14	2	59	15	11	0.7	0.9	0.1
15	2	72	511	502	0.2	0.9	0.1
16	3	54	255	247	0.4	0.3	0.4
17	3	55	511	502	0.9	0.5	0.1
18	3	54	511	502	0.9	0.1	0.3
19	2	58	63	57	0.9	0.7	0.4
20	2	61	7	4	0.3	0.7	0.3

14.1.3. Зачёт

1. Коды Голда примечательны:
а) Идеальной автокорреляционной функцией
б) Трехзначной функцией взаимной корреляции
в) Своей ортогональностью
г) Тем, что их изобрел мистер Голд

2. М-последовательности примечательны:
а) Максимальным периодом
б) Хорошими взаимно корреляционными свойствами
в) Своей ортогональностью
г) Равенством количества нулей и единиц

3. Коды Уолша примечательны:
а) Идеальной автокорреляционной функцией
б) Наличием последовательности типа "меандр"
в) Своей абсолютной независимостью
г) Своей ортогональностью

4. Для систем радиосвязи с расширенным спектром характерна:
а) Лучшая защита от непреднамеренных помех и многолучевого распространения сигнала
б) Более высокая битовая скорость передачи информации
в) Большая плотность мощности излучаемого сигнала

Согласована на портале № 46524

г) Заметность в радиоэфире

5. Системы с кодовым разделением каналов:
а) Вытеснили другие технологии разделения каналов ввиду своей исключительности
б) Применяются одновременно с другими технологиями разделения каналов
в) Практически не применяются ввиду своей сложности
г) Отдали "козырную масть" технологии OFDM

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

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

8. Помехоустойчивое кодирование основано на:
а) Дублировании символов
б) Введении избыточности по определенным правилам
в) Скремблировании сообщений псевдослучайными кодами
г) Введении избыточности по случайным правилам

9. Кодирование источника основано на:
а) Скремблировании сообщений псевдослучайными кодами
б) Методах шифрования
в) Существовании избыточности, мера которой может быть выражена шенноновской энтропией
г) Неравновероятности символов сообщения

10. Линейные блочные коды примечательны тем, что полностью определяются:
а) Набором порождающих полиномов
б) Порождающим полиномом
в) Порождающей матрицей
г) Кодовой таблицей

11. Энтропия некоторого источника информации определяется как:
а) Среднее значение собственной информации
б) Максимальное значение собственной информации
в) Минимальное значение собственной информации
г) Медианное значение собственной информации

12. Помехоустойчивые коды бывают:
а) Блочными и потоковыми
б) Регулярными и нерегулярными
в) Однородными и неоднородными
г) Статическими и динамическими

13. Информация по К. Шеннону выражается как:

Согласована на портале № 46524

а) Логарифм обратной вероятности
б) Величина обратной вероятности
в) Логарифм вероятности
г) Логарифм модуля вероятности

14. Сверточные коды примечательны тем, что полностью определяются:
а) Набором порождающих полиномов
б) Кодовой таблицей
в) Порождающей матрицей
г) Порождающим полиномом

15. Строки порождающей матрицы линейного блочного кода должны быть:
а) Ненулевыми
б) Разными
в) Линейно-независимыми
г) Линейно-зависимыми

16. Число строк проверочной матрицы линейного блочного кода определяется:
а) Количеством проверочных символов
б) Количеством информационных символов
в) Зависит от дополнительных условий
г) Кодовым расстоянием кода

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

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

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

20. Столбцы проверочной матрицы линейного блочного кода фактически являются:
а) Запрещенными кодовыми словами
б) Разрешенными кодовыми словами
в) Синдромами для однократных ошибок
г) Векторами однократных ошибок

14.1.4. Темы лабораторных работ

Лабораторная работа "Изучение спектров сигналов с линейной модуляцией"

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

14.1.5. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль

Согласована на портале № 46524

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;

Согласована на портале № 46524

– 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 № 46524