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

Системы радиосвязи

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **5**
Семестр: **9**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	9 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	18	18	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	36	36	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 9 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 37126

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) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент кафедры РТС каф. РТС	_____	А. С. Бернгардт
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ	_____	К. Ю. Попова
Заведующий выпускающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Эксперты:

Старший преподаватель каф. РТС	_____	Д. О. Ноздреватых
Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов

Согласована на портале № 37126

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение основных закономерностей передачи информации, методов построения, анализа показателей качества и оптимизации современных систем радиосвязи.

Изучение рассматриваемой дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций: профессионально-специализированная компетенция ПСК-2.3 - способностью проводить оптимизацию радиосистем передачи информации и отдельных ее подсистем

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно осваивать современные методы обработки сигналов, разра-батывать структурные и функциональные схемы систем радиосвязи, проводить математи-ческий анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирова-ния, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможно-сти пропускной способности и помехоустойчивости телекоммуникационных систем и сетей. В результате изучения дисциплины у студентов должны сформироваться знания, умения и навыки, позволяющие осваивать и использовать в своей работе современные тенденции развития систем радиосвязи.

– В курсе системы радиосвязи принят единый методологический подход к анализу и синтезу современных телекоммуникационных систем и устройств на основе вероятностных моделей сообщений, сигналов, помех и каналов в системах связи. Предусмотренные программой курса знания являются не только базой для последующего изучения специальных дисциплин, но имеют также самостоятельное значение для подготовки специалистов по специальности 210601.65 – Радиоэлектронные системы и комплексы.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Системы радиосвязи» (Б1.Б.31.4) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Основы теории радиосистем передачи информации, Радиоавтоматика, Статистическая радиотехника, Цифровая обработка сигналов.

Последующими дисциплинами являются: Каналы передачи информации, Кодирование и шифрование информации в системах связи, Компьютерное проектирование и моделирование систем связи, Проектирование радиотехнических систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПСК-2.3 способностью проводить оптимизацию радиосистем передачи информации и отдельных ее подсистем;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** основы теории функционирования инфокоммуникационных систем передачи информации; основные виды детерминированных и случайных сигналов, помех и каналов связи, уметь составлять их математические модели по типовым методикам и использовать их в расчетах; знать и уметь применять на практике методы формирования, преобразования и обработки сигналов в инфокоммуникационных системах; принципы многоканальной передачи и распределения информации; обоснованно выбирать функциональные блоки систем и сетей связи с учетом требований электромагнитной совместимости, технологичности, удобства и надежности эксплуатации, экономической и спектральной эффективности;

– **уметь** использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач; применять на практике основные положения теории помехоустойчивости дискретных и аналоговых сообщений; пропускной способности дискретных и аналоговых кана-лов; пользоваться методами помехоустойчивого и статистического кодирования; осуществлять расчет или обоснованный выбор значений параметров функциональных блоков систем связи на основе результатов анализа требований к качеству предоставляемых услуг, стремясь к их технико-экономической оп-

Согласована на портале № 37126

тимизации; быть готовым осваивать принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности используемого оборудования и средств передачи информации, осуществлять их техническую эксплуатацию.

– **владеть** специальной терминологией; методами расчета статистических и информационных характеристик сообщений, сигналов и их преобразований в электрических цепях и устройствах обработки; методами расчета основных параметров устройств и систем, используемых в Системах радиосвязи в типовых режимах.

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
		9 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	36	36
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	18	18
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Выполнение домашних заданий	1	1
Оформление отчетов по лабораторным работам	7	7
Проработка лекционного материала	18	18
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	10
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	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	Лек., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
9 семестр						
1 Виды сообщений и систем для их передачи.	1	0	0	1	2	ПСК-2.3
2 Элементы теории информации.	2	2	0	2	6	ПСК-2.3
3 Форматирование и модуляция.	4	3	6	5	18	ПСК-2.3
4 Кодирование источника.	4	3	0	3	10	ПСК-2.3
5 Кодирование канала	5	4	9	6	24	ПСК-2.3
6 Многостанционный доступ (МД).	4	3	3	4	14	ПСК-2.3

Согласована на портале № 37126

7 Принципы распределения ин-формации	4	2	0	3	9	ПСК-2.3
8 Радиорелейные линии.	2	1	0	2	5	ПСК-2.3
9 Сети и системы беспроводного радиодоступа.	3	0	0	4	7	ПСК-2.3
10 Сотовые системы радиосвязи (ССР).	4	0	0	4	8	ПСК-2.3
11 Принципы построения спутниковых систем.	3	0	0	2	5	ПСК-2.3
Итого за семестр	36	18	18	36	108	
Итого	36	18	18	36	108	

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 Виды сообщений и систем для их передачи.	Классификация радиосистем передачи информации. Характеристики передаваемых сообщений. Критерии качества радиосистемы передачи информации. Использование теории оптимальных решений при проектировании радиосистем. Общие принципы построения. Обобщенная структурная схема цифровой системы радиосвязи. Диапазоны частот и их особенности.	1	ПСК-2.3
	Итого	1	
2 Элементы теории информации.	Собственная информация, энтропия. Избыточность и ее роль. Цифровые каналы с помехами. Взаимная информация. Скорость соз-дания и скорость передачи информации. Пропускная способность канала связи, определение. Пропускная способность двоичного сим-метричного канала-Информация в непрерывных сигналах. Пропускная способ-ность непрерывного канала с аддитивным белым гауссовским шу-мом, формула Шеннона.Теоремы Шеннона о кодировании в дискретном канале с по-мехами. Согласование источника информации с каналом.	2	ПСК-2.3
	Итого	2	
3 Форматирование и модуляция.	Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразования. Основные характеристики, шумы квантования.Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции. Векторное представление сигналов. Спектры модулированных сигналов, межсимвольная интерференция.А-	4	ПСК-2.3

Согласована на портале № 37126

	приорная информация о сигналах и помехах. Когерентные и некогерентные системы передачи информации. Оптимальный прием в канале с постоянными параметрами при наличии аддитивного белого шума, корреляционный метод приема, вероятность битовой ошибки. Вероятность ошибки при приеме многопозиционных сигналов.Симплексные, ортогональные и биортогональные системы сигналов. Прием сигнала в условиях многолучевости. Разнесенный прием. Способы разнесения.Поэлементный прием цифровых сигналов и прием в « целом».Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах.		
	Итого	4	
4 Кодирование источника.	Кодирование в цифровых каналах без помех. Эффективное ко-дирование. Коды Шеннона–Фано, Хафмана, блоковое кодирование. Лемпела–Зива. Словарные методы кодирования: Лемпела–Зива. Сжатие с потерей информации. Дифференциальная ИКМ с предсказанием, дельта-модуляция. Модельное кодирование сигнала, вокодер, кодирование речи в сотовых Пропускная способность непрерывного канала с аддитивным белым гауссовским шумом, формула Шеннона. Возможность обмена полосы пропускания на мощность сигнала.	4	ПСК-2.3
	Итого	4	
5 Кодирование канала	Назначение и способы. Оптимальные системы сигналов для передачи в постоянном канале с белым шумом. Сигнально-кодовые конструкции. Симплексные коды, коды Адамара, биортогональные коды.Линейные блочные коды. Циклические коды, техника кодирования и декодирования. Коды Хэмминга, БЧХ, Рида–Соломона. Перемежение символов во времени и по частоте при наличии пакетов ошибок.Сверточные коды. Техника кодирования. Методы декодирования: максимума правдоподобия, пороговый, последовательный, алгоритм декодирования Витерби.Мягкая и жесткая процедуры декодирования. Объединение кодов: каскадные коды, турбо-коды.	5	ПСК-2.3
	Итого	5	
6 Многостанционный доступ (МД).	Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый. Структурные схемы многоканальных систем , особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств. Междуканальные помехи, причины возникновения и способы борьбы с ними.Расширение спектра: методы прямой последовательности и скачкообразной перестройки частоты. Синхронизация в системах передачи информации с многостанционным доступом.	4	ПСК-2.3

Согласована на портале № 37126

	Итого	4	
7 Принципы распределения информации	Источники информации постоянного и пульсирующего характера. Сообщение и пакет – типичные форматы. Коммутация каналов и коммутация пакетов – определения, условия применения, сравнительный анализ для сетей связи различного назначения. Оборудование центров коммутации каналов: декадно-шаговые, координатные и электронные АТС. Оборудование центров коммутации пакетов: концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, мосты, шлюзы.Дейтаграммный метод.. Коммутация пакетов с предварительным установлением соединения. Виртуальные каналы. Гибридные методы – классификация и особенности.	4	ПСК-2.3
	Итого	4	
8 Радиорелейные линии.	Общие сведения и принципы построения РРЛ. Виды модуляции, полосы частот. Регенерация сигнала. Отечественные радиорелейные системы передачи. Технические характеристики и особенности аппаратуры ЦРРЛ отечественных и зарубежных производителей.	2	ПСК-2.3
	Итого	2	
9 Сети и системы беспроводного радиодоступа.	Принципы построения. Полосы частот. Виды модуляции. Предоставляемые услуги и требования, предъявляемые к качеству принимаемых сигналов. Стандарты персональных (IEEE802.15), локальных (IEEE802.11), и региональных IEEE802.16, сетей. Технические параметры и особенности аппаратуры БД.	3	ПСК-2.3
	Итого	3	
10 Сотовые системы радиосвязи (ССР).	Принципы построения. Полосы частот. Виды модуляции. Предоставляемые услуги и требования, предъявляемые к качеству принимаемых сигналов.. Стандарты. Технические параметры и особенности аппаратуры стандартов GSM и CDMA и LTE.	4	ПСК-2.3
	Итого	4	
11 Принципы построения спутниковых систем.	Принципы построения спутниковых систем. Диапазоны частот. Параметры орбит. Эллиптическая и круговая орбиты. Особенности геостационарной орбиты.Полосы частот. Виды модуляции. Методы обработки и кодирования сигнала. Пропускная способность и скорость передачи. Многостанционный доступ. Предоставляемые услуги и требования, предъявляемые к качеству принимаемых сигналов. Земные (ЗС) и космические (КС) станции, особенности ЗС типа VSAT.	3	ПСК-2.3
	Итого	3	
Итого за семестр		36	

Согласована на портале № 37126

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
Предшествующие дисциплины											
1 Основы теории радиосистем передачи информации	+		+				+		+	+	
2 Радиоавтоматика					+	+	+				
3 Статистическая радиотехника	+	+	+	+	+						
4 Цифровая обработка сигналов			+		+	+			+	+	
Последующие дисциплины											
1 Каналы передачи информации	+				+			+	+	+	+
2 Кодирование и шифрование информации в системах связи		+		+	+		+				
3 Компьютерное проектирование и моделирование систем связи				+	+	+		+	+	+	+
4 Проектирование радиотехнических систем	+			+	+			+	+	+	+

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.	
ПСК-2.3	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 37126

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
3 Форматирование и модуляция.	Преобразователи непрерывных величин в цифровой код	3	ПСК-2.3
	Спектры импульсно-модулированных сигналов	3	
	Итого	6	
5 Кодирование канала	Коды с проверкой на четность. Циклические коды.	3	ПСК-2.3
	Сверточные коды	3	
	Ортогональные коды.	3	
	Итого	9	
6 Многостанционный доступ (МД).	Система связи с временным разделением каналов	3	ПСК-2.3
	Итого	3	
Итого за семестр		18	

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			
2 Элементы теории информации.	Математические модели сигналов и помех.Векторное представление сигналов. Скорость передачи информации. Пропускная способность канала.	2	ПСК-2.3
	Итого	2	
3 Форматирование и модуляция.	Аналого–цифровое и цифроаналоговое преобразования. Основные характеристики, шумы квантования. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Многопозиционные методы модуляции. Спектры модулированных сигналов и полоса частот, требуемая для передачи.Векторное представление сигналов. Межсимвольная интерференция.Демодуляция цифровых сигналов. Корреляционный приемник и согласованный фильтр.	3	ПСК-2.3
	Итого	3	
4 Кодирование источника.	Собственная информация, энтропия. Избыточность и ее роль. Кодирование в цифровых каналах без помех. Коды Шеннона–Фано, Хафмана, Лемпела–Зива. Цифровые каналы с помехами.	3	ПСК-2.3

Согласована на портале № 37126

	Взаимная информация. Скорость создания и скорость передачи информации. Пропускная способность канала связи, определение. Теоремы Шеннона о кодировании в дискретном канале с помехами. Пропускная способность непрерывного канала с аддитивным белым гауссовским шумом, формула Шеннона. Возможность обмена полосы пропускания на мощность сигнала.		
	Итого	3	
5 Кодирование канала	Принципы помехоустойчивого кодирования. Корректирующие коды. Линейные блочные коды. Обнаружение и исправление ошибок. Кодовое расстояние. Порождающие и.проверочные матрицы. Коды Хемминга. Циклические коды. Порождающий полином. Способы кодирования и декодирования циклических кодов. Декодирование в системах с каналом переспроса. Системы с информационной и решающей обратной связью. Помехоустойчивость систем с обратной связью (ОС). Сверточные коды (СК). Структура и основные характеристики СК. Кодирование в каналах с памятью, перемежение символов. Комбинирование кодов, понятие об итеративных, каскадных и турбокодах. Сигнально – кодовые конструкции.	4	ПСК-2.3
	Итого	4	
6 Многостанционный доступ (МД).	Способы разделения каналов при МД. Структурные схемы многоканальных систем , особенности формирования групповых сигналов и построения разделяющих устройств. Междуканальные помехи, причины возникновения и способы борьбы с ними.Расширение спектра: методы прямой последовательности и скачкообразной перестройки частоты. Синхронизация в системах передачи информации с многостанционным доступом.	3	ПСК-2.3
	Итого	3	
7 Принципы распределения информации	Коммутация каналов и коммутация пакетов – определения, условия применения, сравни-тельный анализ для сетей связи различного назначения.Дейтаграммный метод.. Коммутация пакетов с предварительным установлением соединения. Виртуальные каналы. Гибридные методы – классификация и особенности.	2	ПСК-2.3
	Итого	2	
8 Радиорелейные линии.	Общие сведения и принципы построения РРЛ. Виды модуляции, полосы частот. Регенерация сигнала. .	1	ПСК-2.3
	Итого	1	
Итого за семестр		18	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в

Согласована на портале № 37126

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 Виды сообщений и систем для их передачи.	Проработка лекционного материала	1	ПСК-2.3	Опрос на занятиях
	Итого	1		
2 Элементы теории информации.	Проработка лекционного материала	1	ПСК-2.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Выполнение домашних заданий	1		
	Итого	2		
3 Форматирование и модуляция.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-2.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	5		
4 Кодирование источника.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-2.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	3		
5 Кодирование канала	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ПСК-2.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		

Согласована на портале № 37126

	Итого	6		
6 Многостанционный доступ (МД).	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-2.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	4		
7 Принципы распределения информации	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПСК-2.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
8 Радиорелейные линии.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ПСК-2.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
9 Сети и системы беспроводного радиодоступа.	Проработка лекционного материала	4	ПСК-2.3	Домашнее задание, Опрос на занятиях, Тест, Экзамен
	Итого	4		
10 Сотовые системы радиосвязи (ССР).	Проработка лекционного материала	4	ПСК-2.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Тест
	Итого	4		
11 Принципы построения спутниковых систем.	Проработка лекционного материала	2	ПСК-2.3	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		72		

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
9 семестр				

Согласована на портале № 37126

Домашнее задание	4	4	4	12
Контрольная работа	6	6	6	18
Опрос на занятиях	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе		4	4	8
Расчетная работа	3	3	4	10
Тест	4	4	8	16
Итого максимум за период	19	23	28	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	19	42	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Системы радиосвязи: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. . - 2015. 196 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5854 (дата обращения: 05.07.2018).

2. Галкин В. А. Цифровая мобильная радиосвязь: Учебное пособие для вузов. Гриф УМО / В. А. Галкин.- 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Горячая линия-Телеком, 2012. - 592 с.: (Учебное пособие) (Специальность для высших учебных заведений). (40 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

Согласована на портале № 37126

12.2. Дополнительная литература

1. Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи. Базовые методы и характеристики: Учебное пособие для вузов / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. - М.: Эко-трендз, 2005. - 390 с.: (Библиотека МТС & GSM). (42 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 42 экз.)
2. Вернер М. Основы кодирования: Учебник для вузов: Пер. с нем. / М. Вернер; пер.: Д. К. Зигангиров. - М.: Техносфера, 2006. - 286 с. - (Мир программирования; VIII, 03). (49 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.)
3. Радиосистемы передачи информации : Учебное пособие для вузов / В. А. Васин [и др.]; ред.: И. Б. Федоров, В. В. Калмыков. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005, 471с., 50 экз. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
4. Крук Б.И., Попантонопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1 – Современные технологии/ Под ред. проф. В.П. Шувалова. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Горячая линия –Телеком 2005. – 648 с.: ил., 70 экз. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Космические системы связи: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 200 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5862 (дата обращения: 05.07.2018).
2. Теория и техника передачи информации : Методические указания по проведению лабораторных работ и организации самостоятельной работы студентов / Новиков А. В., Бернгардт А. С. - 2015. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4978 (дата обращения: 05.07.2018).
3. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов по дисциплине «Теория электрической связи». / Акулиничев Ю. П. - 2015. 124 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5860 (дата обращения: 05.07.2018).
4. Многоканальная цифровая система передачи информации: Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта расчетного задания, самостоятельной работы / Бернгардт А. С., Акулиничев Ю. П. - 2016. 41 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/6583 (дата обращения: 05.07.2018).
5. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1754 (дата обращения: 05.07.2018).

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

Согласована на портале № 37126

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

Лаборатория защищенных систем связи

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 432 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Приборы измерительные (17 шт.);
- Макеты лабораторные: "Исследование спектров импульсных модулированных сигналов", "Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код", "Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов", "Исследование системы связи с дельта-модуляцией", "Исследование биортогонального кода", "Исследование сверточного кода", "Код с проверкой на четность и циклический код";
- Компьютер WS3;
- Компьютер Celeron (4 шт.);
- Телевизор плазменный Pioneer с диагональю экрана 51;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft Windows 7 Pro
- OpenOffice
- PTC Mathcad13, 14
- Scilab

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория защищенных систем связи

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 432 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Приборы измерительные (17 шт.);
- Макеты лабораторные: "Исследование спектров импульсных модулированных сигналов", "Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код", "Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов", "Исследование системы связи с дельта-модуляцией", "Исследование биортогонального кода", "Исследование сверточного кода", "Код с проверкой на четность и циклический код";
- Компьютер WS3;
- Компьютер Celeron (4 шт.);
- Телевизор плазменный Pioneer с диагональю экрана 51;

Согласована на портале № 37126

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft Windows 7 Pro
- OpenOffice
- PTC Mathcad13, 14
- Scilab

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

Согласована на портале № 37126

компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Тестовый контроль проводится по всем разделам дисциплины [1], а именно:

Математические модели сигналов и помех

Преобразования сигналов

Кодирование канала

Кодирование источника

Демодуляция цифровых сигналов

Многоканальная передача и многостанционный доступ

Принципы построения сетей электросвязи

Всего имеется 163 тестовых вопроса.

Пример типовых вопросов для тестового контроля по разделу «Демодуляция цифровых сигналов»:

1. В когерентной СПИ генераторы несущей в передатчике и приемнике должны обладать такой стабильностью, чтобы фазы выдаваемых колебаний не расходились заметно в течение {импульса, сеанса связи, нескольких сотен импульсов}.

2. Некогерентной называется система передачи информации, в которой ожидаемые значения начальных фаз всех принимаемых импульсов {известны, неизвестны, оценивают в процессе приема}.

3. В {когерентной, некогерентной, частичнокогерентной} СПИ прием очередного импульса рассматривается как прием сигнала с известной начальной фазой.

4. В {когерентной, некогерентной, частично-когерентной} СПИ прием очередного импульса рассматривается как прием сигнала со случайной начальной фазой, равномерно распределенной в интервале $0–2\pi$.

5. Битовая вероятность ошибки на выходе демодулятора в двоичной когерентной СПИ при наличии аддитивного белого шума зависит лишь от:

1) величины разнесения несущих частот сигналов, соответствующих символам 0 и 1;

2) отношения амплитуд полезного сигнала и шума;

3) отношения энергии разностного сигнала к спектральной плотности мощности шума;

4) отношения энергий сигналов, соответствующих символам 0 и 1.

6. Помехоустойчивость при корреляционном приеме определяется:

1) величиной отношения средних мощностей сигнала и помехи на входе приемника в полосе сигнала;

2) мощностью сигнала на входе приемника;

3) мощностью шума на входе приемника;

4) отношением мощности шума на выходе приемника к мощности шума на входе.

Пример типовых вопросов для тестового контроля по разделу "Многоканальная передача и многостанционный доступ"

116. Необходимое условие возможности линейного разделения канальных сигналов без взаимных помех в многоканальной СПИ:

1) сигналы должны быть аналоговыми;

2) сигналы должны быть линейно независимыми;

3) сигналы должны быть цифровыми;

4) сигналы должны быть случайными.

117. Синхронизация не требуется:

1) в многоканальных СПИ с временным разделением каналов;

2) в многоканальных СПИ с кодовым разделением каналов.

3) в многоканальных цифровых СПИ с частотным разделением каналов;

4) в многоканальных аналоговых СПИ с частотным разделением каналов.

118. Ортогональность канальных сигналов необходима:

1) для уменьшения требуемой полосы частот;

2) для упрощения устройства разделения каналов;

Согласована на портале № 37126

3) для увеличения отношения сигнал/шум;
4) для увеличения скорости передачи информации.

119. При уплотнении каналов в системе с ВРК используют:
1) мультиплексор;
2) набор полосовых фильтров;
3) блок генераторов N гармонических колебаний и смесителей;
4) блок N генераторов ортогональных двоичных последовательностей.

120. При уплотнении каналов в системе с ЧРК используют:
1) мультиплексор;
2) набор полосовых фильтров;
3) блок генераторов N гармонических колебаний и смесителей;
4) блок N генераторов ортогональных двоичных последовательностей.

121. Отличительное свойство синхросигнала:
1) он периодически повторяется;
2) начальный и конечный символы совпадают;
3) не может появиться в информационной последовательности.

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Информация. Канал связи. Линия связи.
2. Дискретные и цифровые сигналы, их статистическое описание.
38. Код, алфавит кода, основание кода. Дискретный сигнал, как кодовая комбинация.
39. Аддитивные и мультипликативные помехи. Нормальный белый шум.
40. Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. Энергии сигналов и расстояние между ними, независимость и ортогональность сигналов.
41. Модель системы передачи информации.
42. Основная терминология в области цифровой связи.
43. Основные этапы преобразования сигнала в цифровых системах связи.
44. Дискретизация во времени непрерывного сигнала. Восстановление непрерывного сигнала из дискретного. Шум дискретизации.
45. Модуляция импульсной несущей непрерывным сигналом. АИМ, ШИМ, ВИМ, вид спектров.
46. АЦП и ЦАП. Основные характеристики, шум квантования, компандирование. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ), основной цифровой сигнал.
47. Количество информации, единицы измерения, свойства. Собственная информа-ция, энтропия, избыточность.
48. Энтропия последовательности символов. Условная энтропия, удельная энтропия, избыточность и причины ее появления.
49. Средняя взаимная информация. Скорость создания, скорость передачи и скорость потери информации. Техническая скорость передачи информации.
50. Информация в непрерывных сигналах. Дифференциальная энтропия непрерывно-го отсчета. Условная дифференциальная энтропия.
51. Пропускная способность дискретного канала связи, определение. Пропускная спо-собность двоичного симметричного канала. Пропускная способность непрерывно-го канала. Энергетическая и частотная эффективность.
52. Согласование канала с источником информации. Код, алфавит кода, основание кода. Классификация кодов. Кодирование источника. Теорема Шеннона для кана-ла без помех. Эффективные коды, принципы эффективного кодирования.
53. Код Хаффмана, пример кодирования алфавита из 4-х символов с вероятностями (1/8, 1/8, 1/4, 1/2), избыточность и эффективность до и после кодирования.
54. Код Шеннона - Фано, пример кодирования алфавита из 4-х символов с вероятно-стями (1/8, 1/8, 1/4, 1/2), избыточность и эффективность до и после кодирования.

Согласована на портале № 37126

55. Сжатие информации. Алгоритм Лемпела –Зива.

56. Кодирование в канале с помехами. Прямая и обратная теоремы о кодировании. Основные принципы помехоустойчивого кодирования. Классификация кодов.

57. Линейные блочные коды. Геометрическое представление кода. Кодовое расстоя-ние, кратность обнаруживаемых и исправляемых ошибок.

58. Линейные блочные коды с однократной проверкой на четность. Синдромные и проверочные соотношения. Схема кодера и декодера

59. Линейные блочные коды с проверкой на четность. Производящая и проверочная матрицы. Приведение к каноническому виду. Определение кодового расстояния по матрицам G и H.

60. Код Хемминга. Свойства. Структура производящей и проверочной матриц. Си-стематический код Хэмминга (7,4). Кодер и декодер.

61. Неравенство Хэмминга. Его физический смысл и значение в теории кодирования.

62. Ортогональные и биортогональные коды. Матрица Адамара.

63. Циклические коды. Основные свойства. Полиномиальное представление, произ-водящий и проверочный полиномы. Требования к производящему полиному.

64. Циклические коды. Алгоритмы кодирования циклического кода, схема кодера си-стематического кода.

65. Алгоритм декодирования циклического кода, схема декодера циклического кода.

66. Циклические коды Хэмминга, коды БЧХ.

67. Сверточные коды. Основные свойства, производящие полиномы, пример кодера со скоростью кода 1/2.

68. Понятие о матричных, каскадных и турбокодах.

69. Использование канала переспроса. Виды обратной связи. Определение вероятно-стей ошибок при работе декодера в режиме обнаружения ошибок при независимых ошибках. Битовая вероятность ошибки.

70. Определение вероятностей ошибок при работе декодера в режиме исправления ошибок при независимых ошибках. Битовая вероятность ошибки.

71. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. АМ, ЧМ, ФМ, относи-тельная или дифференциальная ФМ (ОФМ). Причина ее применения.

72. Модуляция гармонической несущей аналоговым сигналом. АМ, ЧМ, ФМ, однопо-лосная АМ (АМОБП). Вид спектров модулированных сигналов и полоса частот, требуемая для передачи.

73. Многопозиционные методы модуляции и причины их применения.

74. Межсимвольная интерференция и методы ее устранения. Модуляция ортогональ-ных несущих цифровым сигналом (ортогональные частотно-разделенные сигналы, OFDM).

75. Компромиссы при использовании модуляции и кодирования, цели разработчика систем связи, характеристика вероятности появления ошибки, минимальная ши-рина полосы по Найквисту, теорема Шеннона-Хартли о пропускной способно-сти канала.

76. Перемежение (интерливинг) символов, цели и методы применения. Варианты по-строения перемежителей.

77. Скремблирование. Цели применения. Построение скремблера на базе рекурсивно-го цифрового фильтра.

78. Множественный доступ с частотным разделением каналов. Достоинства и недо-статки, междуканальные искажения.

79. Множественный доступ с временным разделением каналов. Достоинства и недо-статки, междуканальные искажения.

80. Множественный доступ с кодовым разделением каналов.

81. Расширение спектра. Прямое расширение (Метод прямой последовательности).

82. Расширение спектра. Методы программной скачкообразной перестройки частоты.

83. Ортогональное частотное уплотнение каналов (OFDMA)

84. Демодуляция цифровых сигналов. Корреляционный приемник и согласованный фильтр.

85. Демодуляция цифровых сигналов. Когерентность (синфазность). Когерентные, квазикогерентные и некогерентные системы. Синхронизация.

86. Прием сигналов в условиях многолучевости. Методы борьбы с многолучевостью.

Согласована на портале № 37126

87. Радиорелейные линии. Ретрансляция и регенерация сигналов.

14.1.3. Темы контрольных работ

1) Математическое описание сигналов и помех.
2) Кодирование источника.
3) Кодирование канала.
4) Демодуляция и регенерация цифрового сигнала

14.1.4. Темы опросов на занятиях

1. В чем смысл разнесённого приёма сигналов и какие виды разнесения вы знаете?
2. Что изменится, если при определении всех информационных понятий изменить основание логарифма? Повлияет ли это на основные результаты, которые даёт теория информации?
3. Каково назначение кодирования в канале без помех?
4. Чем хорош или плох источник информации, обладающий большой энтропией?
5. Можно ли при помощи взаимной информации измерять степень зависимости случайных величин и ? Если это так, то чем это лучше оценки степени зависимости при помощи коэффициента корреляции?

14.1.5. Темы домашних заданий

1) Дискретизация непрерывных сигналов, АЦП и ЦАП.
2) Линейные блочные коды, коды Хэмминга.
3) Циклические коды, коды БЧХ .
4) Скорость передачи информации. Пропускная способность канала.
5) Избыточность и кодирование в каналах без помех.
6) Демодуляция цифровых сигналов.
7) Многостанционный доступ.

Типовые задачиЖ

1. Студент может получить зачет с вероятностью 0,3, не проработав весь материал, и с вероятностью 0,9, проработав весь материал курса. Какое количество информации о подготовленности студента к зачету можно получить по данным о результатах сдачи зачета? В среднем 90% студентов готовы к сдаче зачета.
2. Погрешность фазометра распределена нормально со с.к.о. 3°. Найти количество информации, получаемой при измерении значения начальной фазы радиосигнала, если она может с одинаковой вероятностью принять любое значение.
3. Вычислить пропускную способность стандартного телефонного канала с полосой (0,3 – 3,4) кГц, если шум в канале белый гауссов, а для обеспечения требуемого качества приёма необходимо иметь дБ. Как изменится это отношение при той же производительности источника, если сузить полосу канала до 0,8 кГц?
4. Сообщение на выходе источника без памяти состоит из букв, принимающих значение А и В с вероятностями 0,7 и 0,3. Произвести кодирование по методу Шеннона-Фано от-дельных букв, двух- и трехбуквенных блоков. Сравнить коды по их эффективности.
5. Составить кодовую таблицу, определить кодовое рас¬стояние и вычислить минимальное значение избыточности 3-разрядного двоичного кода, удовлетворяющего требованиям:

а) код содержит максимальное количество кодовых слов;

б) код обнаруживает все однократные ошибки;

в) код исправляет все однократные ошибки.

Построить геометрические модели полученных кодов.

14.1.6. Темы расчетных работ

Темы расчетных работ:

1) Математическое описание сигналов и помех.
2) Кодирование источника.
3) Кодирование канала.
4) Ошибки при демодуляции. Регенерация цифрового сигнала.

Типовой пример расчетной работы:

Расчетная работа 4, дата сдачи :xxx

Согласована на портале № 37126

Каждую из работ представить в виде отдельной брошюры. Все расчеты сопровождать подробными пояснениями вплоть до подстановки численных значений. После завершения всех вычислений по каждой из задач результаты округляются до двух знаков после десятичной точки и приводятся в виде таблицы в том же порядке, как они даны в задании. Последнее (дополнительное) значение в таблице ответов – это сумма S всех приведенных в ней значений (контрольная сумма).

1) Номер варианта работы равен номеру N студента в списке группы.

2) Файл в формате Word 2003 с именем “Фамилия-Группа-Номер работы” направлять по адресу: xxx@mail.ru. Использовать подтверждение об открытии сообщения. Возможно представление твердой копии.

3) Оформление в соответствии со стандартом ТУСУР. Обязательны ссылки на источники, в т. ч. студенческие.

4) Баллы по работам, представленным позже 24 час указанной даты, начисляются в половинном размере.

5) Работы, содержащие признаки копирования, даже с подстановкой собственных данных, рассматриваться не будут.

Задача 1

1) Битовая вероятность ошибки при передаче цифрового сигнала

Источник информации создает цифровой поток В мегабит в секунду. На вход ра-диолинии с выхода передатчика подается последовательность двоичных радиоимпульсов, модулированных по закону М (М=1 для АМ, М=2 для ЧМ с ортогональными сигналами, М=3 для ФМ). Задана требуемая вероятность битовой ошибки Рош на выходе опти-мального когерентного демодулятора Рош и величина ослабления в линии F. На входе приемника присутствует аддитивный белый гауссовский шум со спектральной плотно-стью No.

Определить требуемую среднюю мощность W передаваемых сигналов обоих видов (0 и 1) без использования корректирующего кода (W1), при использовании (n,k)-кода Хэмминга в режиме исправления ошибки (W2) и в режиме обнаружения ошибки (W3). Определить в каждом из режимов вероятность битовой ошибки на выходе линии связи (декодера) (РБ1, РБ2, РБ3). При расчетах считать, что вероятность ошибки в канале переспроса (режим обнаружения ошибки) пренебрежимо мала по сравнению с вероятностью появления искаженной комбинации на выходе декодера.

Примечания:

1) 1пВт=10-12 Вт.

2) При вычислении отношения сигнал/шум необходимо учитывать, что длительность передаваемых импульсов должна уменьшаться при увеличении избыточности, чтобы обеспечить заданную скорость передачи В информационных символов.

Задача 2

1) Регенерация цифрового сигнала при передаче на большие расстояния

На кабельной линии, содержащей n регенерационных участков, регенерация двоичных импульсов в полном смысле этого слова проводится лишь в обслуживаемых регенерационных пунктах (ОРП), размещенных на каждом m-м участке. На остальных участках размещены необслуживаемые регенерационные пункты (НРП), в которых входной сигнал лишь усиливается. Определить вероятность ошибки при демодуляции сигнала на выходе некогерентной линии Рош, если при n=1 эта величина известна [1].

Найти отношение сигнал/шум q1, которое потребовалось бы для обеспечения той же вероятности ошибки Рош на выходе линии для двух случаев:

1) все регенераторы – это НРП (qНРП, дБ);

2) все регенераторы – это ОРП (qОРП, дБ).

14.1.7. Темы лабораторных работ

Спектры импульсно-модулированных сигналов.

Преобразователи непрерывных величин в цифровой код.

Система связи с дельта-модуляцией.

Коды с проверкой на четность Циклические коды.

Математическое описание случайных сигналов.

Статистические свойства смеси регулярного сигнала и узкополосного стационарного гаус-

Согласована на портале № 37126

совского шума.

Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне шума.

Изучение методов оценки неизвестных параметров полезных сигналов при наличии помех.

14.1.8. Методические рекомендации

Основная рекомендация сводится к обеспечению равномерной активной работы студентов над курсом в течение учебного семестра.

При изучении курса следует стараться понять то общее, что объединяет рассматри-ваемые вопросы. В частности, ключевым является понятие случайного процесса и его ве-роятностное описание.

Лекционные занятия рекомендуется проводить с применением демонстрационного материала, например, с демонстрацией презентаций

Практические занятия и лабораторные работы также желательно проводить с использованием имеющихся на кафедре демонстрационных материалов. Используя имеющиеся оригинальные программы, ряд задач можно выполнять дома. В этом случае в аудитории основное внимание концентрируется на методике использования указанных программ.

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;

Согласована на портале № 37126

– 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 № 37126