МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы теории радиосистем передачи информации

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **1. Радиоэлектронные системы передачи информации**
2. Радиолокационные системы и комплексы
3. Радиоэлектронные системы космических комплексов
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2011 года и последующих лет

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	34	34	часов
3	Лабораторные работы	34	34	часов
4	Всего аудиторных занятий	102	102	часов
5	Самостоятельная работа	42	42	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15059

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от «25» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. РТС _____ Акулиничев Ю. П.

Заведующий обеспечивающей каф.
РТС _____ Мелихов С. В.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф.
РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

старший преподаватель ТУСУР,
кафедра РТС _____ Ноздреватых Д. О.

Согласована на портале № 15059

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является изучение основных закономерностей передачи информации в телекоммуникационных системах.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих самостоятельно проводить математический анализ физических процессов в аналоговых и цифровых устройствах формирования, преобразования и обработки сигналов, оценивать реальные и предельные возможности пропускной способности и помехоустойчи-вости телекоммуникационных систем и сетей.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы теории радиосистем передачи информации» (Б1.Б.25) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математика 1. Высшая математика, Математика 2. Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике, Основы теории радиолокационных систем и комплексов, Основы теории цепей, Радиотехнические цепи и сигналы, Статистическая радиотехника.

Последующими дисциплинами являются: Основы теории радионавигационных систем и комплексов, Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-9 способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** - физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития радиотехники, место и значение радиосистем передачи информации в современном мире; - методологические основы и принципы современной науки

– **уметь** - формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и чис-ленные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; - готовить методологическое обоснование научных исследований и технических разработок в области радиосистем передачи информации

– **владеть** - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации; - навыками методологического анализа научных исследований и их результатов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	102	102
Лекции	34	34
Практические занятия	34	34
Лабораторные работы	34	34
Самостоятельная работа (всего)	42	42
Оформление отчетов по лабораторным работам	9	9

Согласована на портале № 15059

Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	21	21
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	180	180
Зачетные Единицы	5.0	5.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	(без экзамена) Всего часов	компетенции Формируемые
6 семестр						
1 Введение	2	0	0	1	3	ОПК-9
2 Математические модели сигналов и помех	6	8	0	6	20	ОПК-9
3 Элементы цифровых систем связи	4	4	4	7	19	ОПК-9
4 Кодирование источника	6	6	0	5	17	ОПК-9
5 Методы приема цифровых сигналов	8	8	18	10	44	ОПК-9
6 Помехоустойчивое кодирование	6	8	12	12	38	ОПК-9
7 Заключение	2	0	0	1	3	ОПК-9
Итого за семестр	34	34	34	42	144	
Итого	34	34	34	42	144	

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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
6 семестр			

1 Введение	Принципы статистического анализа и синтеза радиосистем	2	ОПК-9
	Итого	2	
2 Математические модели сигналов и помех	Цифровые сигналы. Дискретные сигналы. Последователь-ность гауссовских случайных величин.Непрерывные сигналы. Основные параметры: длитель-ность, ширина спектра и динамический диапазон. Стацио-нарный гауссовский случайный процесс. Белый шум. Узко-полосный процесс. Аддитивные и мультипликативные помехи. Канал многолу-чевого распространения волн как фильтр со случайно изме-няющимися параметрами.Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех	6	ОПК-9
	Итого	6	
3 Элементы цифровых систем связи	Линейная цифровая фильтрация и генерирование последовательностей символов.Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции. Векторное представление сигналов. Спектры модулированных сигналов, межсимвольная интерференция. Последовательный и параллельный способы передачи.	4	ОПК-9
	Итого	4	
4 Кодирование источника	Собственная информация, энтропия. Избыточность и ее роль. Кодирование источника (эффективное кодирование). Цель сжатия данных и типы систем сжатия. Статистическое кодирование. Коды Шеннона-Фано, Хаффмана, блоковое кодирование. Словарные методы кодирования. Метод Лемпела–Зива. Методы сжатия с потерей информации. Цифровые каналы с помехами. Взаимная информация. Скорость создания и скорость передачи информации. Пропускная способность канала связи. Пропускная способность двоичного симметричного канала. Теоремы Шеннона о кодировании в дискретном канале с помехами.Информация в непрерывных сигналах. Пропускная способность непрерывного канала с аддитивным белым гауссов-ским шумом, формула Шеннона.	6	ОПК-9

Согласована на портале № 15059

	Итого	6	
5 Методы приема цифровых сигналов	Априорная информация о сигналах и помехах. Когерентные и некогерентные системы передачи информации.Постановка задачи об оптимальном демодуляторе (приемнике) цифровых сигналов. Критерии качества. Критерий максимума средней вероятности правильного приема. Решающая схема, построенная по правилу максимума апостериорной вероятности. Отношение правдоподобия.Оптимальный прием в канале с постоянными параметрами при наличии аддитивного белого шума. Вероятность ошиб-ки при приеме многопозиционных сигналов.Прием сигнала в условиях многолучевости. Разнесенный прием. Способы разнесения.Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Поэлементный прием цифровых сигналов и прием "в целом".	8	ОПК-9
	Итого	8	
6 Помехоустойчивое кодирование	Способность кода обнаруживать и исправлять ошибки, кодовое расстояние. Линейные блочные коды. Код Хемминга.Циклические коды. Порождающий полином. Способы кодирования и декодирования циклических кодов. Декодирование в системах с каналом переспроса. Помехоустойчивость систем с обратной связью (ОС). Кодирование в каналах с мультипликативной помехой, перемежение символов.Особенности систем передачи информации, в которых применяется помехоустойчивое кодирование.	6	ОПК-9
	Итого	6	
7 Заключение	Перспективы развития систем передачи информации.	2	ОПК-9
	Итого	2	
Итого за семестр		34	

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.

Согласована на портале № 15059

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
Предшествующие дисциплины							
1 Математика 1. Высшая математика		+	+	+	+	+	
2 Математика 2. Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике		+		+	+	+	
3 Основы теории радиолокационных систем и комплексов		+			+		
4 Основы теории цепей			+		+	+	+
5 Радиотехнические цепи и сигналы	+		+	+	+		
6 Статистическая радиотехника		+		+	+	+	
Последующие дисциплины							
1 Основы теории радионавигационных систем и комплексов		+	+		+		
2 Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы				+	+	+	+

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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	

Согласована на портале № 15059

ОПК-9	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Защита отчета, Собеседование, Компонент своевременности, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии, Расчетная работа, 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	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
6 семестр			
3 Элементы цифровых систем связи	Исследование преобразователей непрерывных величин в двоичный код.	4	ОПК-9
	Итого	4	
5 Методы приема цифровых сигналов	Исследование системы связи с временным разделением каналов с время-импульсной модуляцией. Исследование системы связи с дельта-модуляцией.Исследование помехоустойчивости приемника М-позиционных цифровых сигналов. Исследование помехоустойчивости различных методов модуляции при передаче данных. Исследование помехоустойчивости разнесенного приема	18	ОПК-9
	Итого	18	
6 Помехоустойчивое кодирование	Исследование сверточного кодирования и порогового декодирования. Исследование помехоустойчивости кода с проверкой на четность и циклического кода. Биортогональные коды.	12	ОПК-9

Согласована на портале № 15059

	Итого	12	
Итого за семестр		34	

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)	ч Трудоемкость,	компетенции Формируемые
6 семестр			
2 Математические модели сигналов и помех	Математические модели сигналов и помех. Аддитивные и мультипликативные помехи. Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех.	8	ОПК-9
	Итого	8	
3 Элементы цифровых систем связи	АЦП и ЦАП. Корреляционный приемник. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом.	4	
	Итого	4	
4 Кодирование источника	Собственная информация, энтропия, избыточность. Коды Шеннона-Фано, Хаффмана, Лемпела–Зива. Взаимная информация, скорость передачи информации, пропускная способность канала.	6	ОПК-9
	Итого	6	
5 Методы приема цифровых сигналов	Отношение правдоподобия и преобразования сигнала с шумом. Прием цифрового сигнала в канале с постоянными параметрами при наличии аддитивного белого шума. Разнесенный прием.	8	ОПК-9
	Итого	8	
6 Помехоустойчивое кодирование	Способность кода обнаруживать и исправлять ошибки, кодовое расстояние. Линейные блочные коды. Код Хемминга. Циклические коды. Декодирование в системах с каналом переспроса.	8	
	Итого	8	
Итого за семестр		34	

Согласована на портале № 15059

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 Введение	Проработка лекционного материала	1		Конспект самоподготовки
	Итого	1		
2 Математические модели сигналов и помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-9	Выступление (доклад) на занятии, Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Собеседование
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	6		
3 Элементы цифровых систем связи	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	7		
4 Кодирование источника	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	3	ОПК-9	Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	5		
5 Методы приема цифровых сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4		Выступление (доклад) на занятии, Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	10		
6 Помехоустойчивое	Подготовка к	6		Выступление (доклад) на

Согласована на портале № 15059

кодирование	практическим занятиям, семинарам			занятии, Домашнее задание, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	12		
7 Заключение	Проработка лекционного материала	1		Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Итого	1		
Итого за семестр		42		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		78		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
6 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	2	2	3	7
Домашнее задание	4	4	4	12
Конспект самоподготовки	4	4	4	12
Контрольная работа	6	8	8	22
Отчет по лабораторной работе		4	4	8
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	19	25	26	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	19	44	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

Согласована на портале № 15059

< 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. Теория электрической связи: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. . - 2015. 196 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5858, дата обращения: 11.02.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2798, дата обращения: 11.02.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория электрической связи: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1758, дата обращения: 11.02.2017.

2. Теория электрической связи: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 124 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5860, дата обращения: 11.02.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

Согласована на портале № 15059

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru.
2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru.
3. Операционная система Windows.
4. MathCad

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое 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 наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 432. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 432. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Microsoft Windows Server 2008 R2; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft Office Access 2003; VirtualBox 6.2. Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 422. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 12 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются

Согласована на портале № 15059

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

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 рассматривае-мые вопросы. Например, для методов передачи сигналов ключевым является понятие избы-точности и ее роль при передаче информации. Для методов приема общей является идея уменьшения апостериорной неопределенности относительно передаваемого сигнала по сравнению с априорной неопределенностью.

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.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

Категории студентов	Виды дополнительных оценочных средств	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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

Согласована на портале № 15059

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

Процедура оценивания результатов обучения 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 15059

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основы теории радиосистем передачи информации

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **1. Радиоэлектронные системы передачи информации**
2. Радиолокационные системы и комплексы
3. Радиоэлектронные системы космических комплексов
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2011 года и последующих лет

Разработчики:
- профессор каф. РТС Акулиничев Ю. П.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 15059

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-9	способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии	Должен знать - физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития радиотехники, место и значение радиосистем передачи информации в современном мире; - методологические основы и принципы современной науки; Должен уметь - формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и чис-ленные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; - готовить методологическое обоснование научных исследований и технических разработок в области радиосистем передачи информации; Должен владеть - математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации; - навыками методологического анализа научных исследований и их результатов;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое

Согласована на портале № 15059

		области исследования	поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-9

ОПК-9: способностью собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия радиотехнических устройств и систем; - основные закономерности исторического процесса в науке и технике, этапы исторического развития радиотехники, место и значение радиосистем передачи информации в современном мире; - методологические основы и принципы современной науки	формулировать и решать задачи, грамотно использовать математический аппарат и численные методы для анализа и синтеза радиотехнических устройств и систем; - готовить методологическое обоснование научных исследований и технических разработок в области радиосистем передачи информации	математическим аппаратом для решения задач теоретической и прикладной радиотехники, методами исследования и моделирования систем передачи информации; - навыками методологического анализа научных исследований и их результатов
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Выступление (доклад) на занятии; • Расчетная работа; • Экзамен;

Согласована на портале № 15059

	• Конспект самоподготовки; • Тест; • Собеседование; • Экзамен;	• Конспект самоподготовки; • Тест; • Собеседование; • Экзамен;	

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем;	• Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	• Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач;	• Работает при прямом наблюдении;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Вопросы на самоподготовку

– В чем разница понятий «информация» и «сигнал»? 2) Приведите примеры радиоэлектронных устройств, предназначенных не для передачи информации. 3) Назовите два основных признака того, что сигнал не несет информации. 4) Почему для математического описания сигналов используют вероятностные модели? 5) Может ли детерминированный сигнал переносить информацию? 6) Какие случайные события (величины) называются независимыми? 7) Что нужно задать для полного вероятностного описания: символа? последовательности символов? 8) Сформулируйте, в чем состоит отличие цифрового сигнала от дискретного, от непрерывного. 9) Что нужно задать для полного вероятностного описания: последовательности отсчетов сигнала; непрерывной случайной функции? 10) В чем отличие аддитивной помехи от мультипликативной? Приведите примеры каналов связи с такими помехами. 11) Какие преимущества дает представление сигналов как элементов векторного пространства? 12) В чем отличие Евклидова пространства от пространства Хемминга? 13) Будут ли линейно независимые сигналы ортогональными? – 1) Опишите этапы аналого-цифрового преобразования непрерывного сигнала. 2) Опишите этапы цифро-аналогового преобразования. 3) Изобразите обобщенную модель системы передачи информации. Опишите функции кодера и декодера. 4) Приведите несколько примеров преобразователей сообщения в первичный сигнал. 5) Зачем нужна модуляция? Назовите виды аналоговой модуляции гармонической несущей. 6) Назовите способы манипуляции гармонической несущей. Чем обусловлен выбор того или иного способа? 7) Каковы недостатки

Согласована на портале № 15059

многопозиционных методов манипуляции гармонической несущей? 8) Из каких соображений выбирается шаг квантования непрерывного сигнала по напряжению? 9) Из каких соображений выбирается шаг квантования непрерывного сигнала по времени? 10) Дайте определения терминов: сообщение, сигнал, помеха, канал связи, линия связи, многоканальная связь, многостанционный доступ, техническая скорость передачи. 11) Почему шаг квантования непрерывного сигнала по времени выбирается меньше того значения, которое следует из теоремы отсчетов? 12) Укажите стандартную частоту квантования во времени (отсчетов/с) телефонного сигнала. 13) Укажите количество разрядов в стандартном АЦП, применяемом при преобразовании телефонного сигнала. 14) Что удобнее применять на практике — коррелятор или согласованный фильтр? – 1) Чем определяется корректирующая способность кода? Поясните на примере. 2) Какие коды называются корректирующими? 3) Что значит «обнаружить ошибки» при декодировании кодовой комбинации? 4) Что значит «исправить ошибки» при декодировании кодовой комбинации? 5) Каков характерный признак, позволяющий отличить кодовую таблицу линейного блочного кода от кодовых таблиц других кодов? 6) Что такое проверочная матрица линейного блочного кода? Как она используется при обнаружении ошибок в принятой комбинации? 7) Каков характерный признак, позволяющий отличить кодовую таблицу циклического кода от кодовых таблиц других кодов? 8) Чему равно количество комбинаций в кодовой таблице линейного блочного кода? 9) Почему в проверочной матрице не может быть нулевых столбцов, строк? 10) Какой смысл имеют строки проверочной матрицы? 11) По каким признакам можно определить, что проверочная матрица принадлежит коду, способному исправить любую одиночную ошибку? 12) Чем обусловлена популярность циклических кодов? Из каких логических элементов состоят кодер и декодер? 13) В чем заключается фундаментальное свойство комбинаций циклического кода? 14) Может ли помехоустойчивый код быть безизбыточным? 15) Почему декодирование по минимуму расстояния применяется редко? 16) Являются ли сверточные коды блочными и чем обусловлена их популярность? 17) Какова цель перемежения символов? 18) Какие способы комбинирования кодов используют в системах связи? – 1) Что такое собственная информация и энтропия дискретной случайной величины? 2) При каких условиях максимальна энтропия совокупности двух символов и чему она равна? 3) Что такое избыточность дискретного источника? 4) Может ли равномерный код быть оптимальным (безизбыточным)? 5) Дайте определение взаимной информации переданного и принятого символов. Как влияет на ее величину интенсивность помех в канале связи? 6) Что такое избыточность сигнала? В каких случаях она полезна, а когда нет? 7) Когда полезно применять кодирование с малой избыточностью? 8) Какой смысл вкладывают в понятия: «кодирование источника», «канальное кодирование»? 9) Каково значение минимально-возможной средней длины кодовой комбинации? 10) Всегда ли удается закодировать сигнал так, чтобы избыточность на выходе кодера была нулевой? 11) Когда полезно кодировать блоки букв, а не отдельные буквы? 12) Какой способ разделения кодовых комбинаций применяется в кодах, обладающих малой избыточностью? 13) В чем заключается главный недостаток кодов Хаффмана и Шеннона—Фано? 14) Откуда берется кодовая таблица, используемая при кодировании кодом Лемпела—Зива? 15) От чего зависит пропускная способность непрерывного канала связи с аддитивным белым шумом? – 1) Дайте определения когерентной и некогерентной системы передачи информации (СПИ). 2) Сформулируйте задачу, решаемую демодулятором сигнала в цифровой СПИ. 3) Опишите преобразования принимаемых импульсов при демодуляции двоичного сигнала, не искаженного в канале передачи. 4) Приведите схему оптимального демодулятора двоичных сигналов в когерентной СПИ. 5) Приведите схему оптимального демодулятора двоичных сигналов в частично-когерентной СПИ при использовании ОФМ. 6) Запишите формулу для определения полной вероятности ошибки на выходе оптимального демодулятора двоичных сигналов в когерентной СПИ. 7) Запишите формулу для определения полной вероятности ошибки на выходе оптимального демодулятора двоичных сигналов в частично-когерентной СПИ при использовании ОФМ. 8) Почему в цифровых СПИ не применяются методы ОФМ с кратностью большей трех? 9) В которой из радиолиний — «Земля — ИСЗ» или «ИСЗ — Земля» — можно обеспечить более высокое качество передачи и почему? 10) Покажите, что при большом отношении сигнал/шум некогерентная СПИ мало уступает когерентной СПИ. 11) Укажите физические явления, приводящие к тому, что передаточные характеристики канала связи становятся случайными. 12) Дайте определение многолучевой линии. 13) При каких условиях становятся существенными искажения сигнала, обусловленные частотно-селективными

Согласована на портале № 15059

замираниями? 14) Какой метод является основным для повышения устойчивости связи в каналах с замираниями? 15) Опишите методы комбинирования разнесенных сигналов. 16) Почему применение автоматической регулировки усиления при одиночном приеме сигнала в канале с замираниями не уменьшает вероятности ошибки при его демодуляции? 17) Всегда ли целесообразно применять помехоустойчивое кодирование для уменьшения итоговой битовой вероятности ошибки? 18) При каких условиях можно использовать мягкую процедуру вынесения решения в процессе приема цифровых сигналов? 19) Какой обработке подвергается цифровой сигнал в регенераторе? 20) Перечислите преимущества цифровых СПИ перед аналоговыми. 21) Какова суть порогового эффекта, характерного для цифровых СПИ и проявляющегося при изменении уровня полезного сигнала по отношению к уровню помех.

3.2 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; 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.

3.3 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

Согласована на портале № 15059

способность канала. 5) Избыточность и кодирование в каналах без помех. 6) Демодуляция цифровых сигналов. 7) Многостанционный доступ. Типовые задачи. 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 СКО в 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 отдельных 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.

3.4 Вопросы на собеседование

– 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? Если это так, то чем это лучше оценки степени зависимости при помощи коэффициента корреляции?

3.5 Темы опросов на занятиях

– Цифровые сигналы. Дискретные сигналы. Последовательность гауссовских случайных величин. Непрерывные сигналы. Основные параметры: длительность, ширина спектра и динамический диапазон. Стационарный гауссовский случайный процесс. Белый шум. Узкополосный процесс. Аддитивные и мультипликативные помехи. Канал многолучевого распространения волн как фильтр со случайно изме-няющимися параметрами. Методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. Линейная цифровая фильтрация и генерирование последовательностей символов. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. Базовые методы модуляции. Многопозиционные методы модуляции. Векторное представление сигналов. Спектры модулированных сигналов, межсимвольная интерференция. Последовательный и параллельный способы передачи. Собственная информация, энтропия. Избыточность и ее роль. Кодирование источника (эффективное кодирование). Цель сжатия данных и типы систем сжатия. Статистическое кодирование. Коды Шеннона-Фано, Хаффмана, блоковое кодирование. Словарные методы кодирования. Метод Лемпела–Зива. Методы сжатия с потерей информации. Цифровые каналы с помехами. Взаимная информация. Скорость создания и скорость передачи информации. Пропускная способность канала связи. Пропускная способность двоичного симметричного канала. Теоремы Шеннона о кодировании в дискретном канале с помехами. Информация в непрерывных сигналах. Пропускная способность непрерывного канала с аддитивным белым гауссовским шумом, формула Шеннона. Априорная информация о сигналах и помехах. Когерентные и некогерентные системы передачи информации. Постановка задачи об оптимальном демодуляторе (приемнике) цифровых сигналов. Критерии качества. Критерий максимума средней вероятности правильного приема. Решающая схема, построенная по правилу максимума апостериорной вероятности. Отношение правдоподобия. Оптимальный прием в канале с постоянными параметрами при наличии аддитивного белого шума. Вероятность ошибки при приеме многопозиционных сигналов. Прием сигнала в условиях многолучевости. Разнесенный прием. Способы разнесения. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Поэлементный прием цифровых сигналов и прием "в целом". Способность кода обнаруживать и исправлять ошибки, кодовое расстояние. Линейные блочные коды. Код Хемминга. Циклические

Согласована на портале № 15059

коды. Порождающий полином. Способы кодирования и декодирования циклических кодов. Декодирование в системах с каналом переспроса. Помехоустойчивость систем с обратной связью (ОС). Кодирование в каналах с мультипликативной помехой, перемежение символов. Особенности систем передачи информации, в которых применяется помехоустойчивое кодирование.

3.6 Темы докладов

– Технология MIMO и работа при наличии мультипликативных помех. Почему удобно использовать разные методы аналитического и геометрического представления сигналов и помех. Причины широкого использования псевдослучайных последовательностей. Основные методы сжатия с потерей информации. Поэлементный прием цифровых сигналов и прием "в целом".

3.7 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 информация, 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 непрерывного отсчета. Условная дифференциальная энтропия. 51. Пропускная способность дискретного канала связи, определение. Пропускная способность двоичного симметричного канала. Пропускная способность непрерывного канала. Энергетическая и частотная эффективность. 52. Согласование канала с источником информации. Код, алфавит кода, основание кода. Классификация кодов. Кодирование источника. Теорема Шеннона для канала 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 вероятностями (1/8, 1/8, 1/4, 1/2), избыточность и эффективность до и после кодирования. 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 расстояние, 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. Систематический 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, производящий и проверочный полиномы. Требования к производящему полиному. 64. Циклические коды. Алгоритмы кодирования циклического кода, схема кодера систематического 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 вероятностей 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

Согласована на портале № 15059

ошибки. 71. Модуляция гармонической несущей цифровым сигналом. АМ, ЧМ, ФМ, относительная или дифференциальная ФМ (ОФМ). Причина ее применения. 72. Модуляция гармонической несущей аналоговым сигналом. АМ, ЧМ, ФМ, однополосная 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 ортогональных несущих цифровым сигналом (ортогональные частотно-разделенные сигналы, OFDM). 75. Компромиссы при использовании модуляции и кодирования, цели разработчика систем связи, характеристика вероятности появления ошибки, минимальная ширина полосы по Найквисту, теорема Шеннона-Хартли о пропускной способности канала. 76. Перемежение (интерливинг) символов, цели и методы применения. Варианты построения перемежителей. 77. Скремблирование. Цели применения. Построение скремблера на базе рекурсивного цифрового фильтра. 78. Множественный доступ с частотным разделением каналов. Достоинства и недостатки, междуканальные искажения. 79. Множественный доступ с временным разделением каналов. Достоинства и недостатки, 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. 87. Радиорелейные линии. Ретрансляция и регенерация сигналов.

3.8 Темы контрольных работ

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

3.9 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 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 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). Задана требуемая вероятность битовой ошибки $P_{ош}$ на выходе оптимального когерентного демодулятора $P_{ош}$ и величина ослабления в линии F. На входе приемника присутствует аддитивный белый гауссовский шум со спектральной плотностью N_o. 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

Согласована на портале № 15059

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 $P_{ош}$, если при n=1 эта величина известна [1]. Найти отношение сигнал/шум q_1, которое потребовалось бы для обеспечения той же вероятности ошибки $P_{ош}$ на выходе линии для двух случаев: 1) все регенераторы – это НРП (qНРП, дБ); 2) все регенераторы – это ОРП (qОРП, дБ).

3.10 Темы лабораторных работ

– Исследование преобразователей непрерывных величин в двоичный код.

– Исследование системы связи с временным разделением каналов с время-импульсной модуляцией. Исследование системы связи с дельта-модуляцией. Исследование помехоустойчивости приемника М-позиционных цифровых сигналов. Исследование помехоустойчивости различных методов модуляции при передаче данных. Исследование помехоустойчивости разнесенного приема

– Исследование сверточного кодирования и порогового декодирования. Исследование помехоустойчивости кода с проверкой на четность и циклического кода. Биортогональные коды.

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Теория электрической связи: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. . - 2015. 196 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5858, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Радиотехнические цепи и сигналы. Часть 1 Теория сигналов и линейные цепи: Учебное пособие / Каратаева Н. А. - 2012. 261 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2798, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория электрической связи: Учебно-методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1758, свободный.
2. Теория электрической связи: Учебно-методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. - 2015. 124 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5860, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru.
2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru.
3. Операционная система Windows.
4. MathCad

Согласована на портале № 15059