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

Статистическая теория телекоммуникационных систем

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**
Направленность (профиль) / специализация: **Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2012 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	24	24	часов
2	Практические занятия	20	20	часов
3	Лабораторные работы	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	60	60	часов
5	Самостоятельная работа	48	48	часов
6	Всего (без экзамена)	108	108	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е.

Зачет: 7 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 34181

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 11 от «26» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем, утвержденного 16.11.2016 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. РСС	_____	А. В. Фатеев

Эксперты:

Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС)	_____	Ю. В. Зеленецкая
Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов

Согласована на портале № 34181

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины СТИС - ознакомить студентов с основными принципами и методами современной статистической теории обработки сигналов в инфокоммуникационых системах, а именно:

с методами вероятностного описания случайных процессов с помощью плотностей вероятностей и моментных функций;

корреляционной и спектральной теорией случайных процессов;

методами определения характеристик случайных процессов при линейных и нелинейных преобразованиях в радиотехнических цепях;

методами синтеза оптимальных систем.

Дать навыки моделирования обьектов и процессов по типовым методикам с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих на математическом и физическом уровне понимать сущность оптимальных преобразований сигналов в инфокоммуникационых системах в условиях наличия мешающих факторов в виде собственного шума приемно-усилительных устройств и внешних помех и производить оценки вероятностных характеристик, определяющих качество их функционирования.

– Важной задачей курса является формирование базовых знаний, умений и навыков в части способностью оценивать технические возможности и вырабатывать рекомендации по построению телекоммуникационных систем и сетей, их элементов и устройств

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая теория телекоммуникационных систем» (Б1.В.ОД.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математический анализ, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория электрических цепей.

Последующими дисциплинами являются: Кодирование в телекоммуникационных системах, Методы математического моделирования, Моделирование систем и сетей телекоммуникаций.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-6 способностью применять методы научных исследований в профессиональной деятельности;

– ПК-3 способностью оценивать технические возможности и вырабатывать рекомендации по построению телекоммуникационных систем и сетей, их элементов и устройств;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** методы статистического описания случайных сигналов принципы и основы статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помех; физический и содержательный смысл и взаимосвязь параметров сигнала, которые определяют потенциальные характеристики систем обнаружения (различения) при наличии собственного шума приемных устройств; типовые структуры оптимальных систем обработки сигналов в инфокоммуникационных системах при их обнаружении (различении) на фоне шума приемных устройств;

– **уметь** аргументировано изложить постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя – различителя параметра полезного сигнала на фоне помехи; выполнять типовые расчеты вероятностных характеристик оптимального обнаружителя – различителя в инфокоммуникационных системах;

– **владеть** специальной терминологией; способами статистического описания свойств сигналов и помех; общей методологией статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов в инфокоммуникационных системах.

Согласована на портале № 34181

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	60	60
Лекции	24	24
Практические занятия	20	20
Лабораторные работы	16	16
Самостоятельная работа (всего)	48	48
Подготовка к контрольным работам	6	6
Выполнение домашних заданий	5	5
Оформление отчетов по лабораторным работам	23	23
Проработка лекционного материала	10	10
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	4
Всего (без экзамена)	108	108
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	3.0

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
7 семестр						
1 Введение	1	0	0	1	2	ОПК-6
2 Сведения из теории вероятностей	2	2	0	3	7	ОПК-6, ПК-3
3 Математическое описание случайных сигналов и помех	4	3	4	8	19	ОПК-6, ПК-3
4 Спектральный анализ сигналов	3	3	0	4	10	ОПК-6, ПК-3
5 Гауссовские случайные процессы	3	3	4	7	17	ОПК-6, ПК-3
6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	3	3	0	4	10	ОПК-6, ПК-3
7 Оптимальные линейные системы	4	3	4	10	21	ОПК-6, ПК-3
8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	3	3	4	9	19	ОПК-6, ПК-3
9 Заключение	1	0	0	2	3	ОПК-6, ПК-3

Согласована на портале № 34181

Итого за семестр	24	20	16	48	108	
Итого	24	20	16	48	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
7 семестр			
1 Введение	Информация и сигналы. Основные понятия и определения.	1	ОПК-6
	Итого	1	
2 Сведения из теории вероятностей	Основные понятия и определения теории вероятностей; теоремы сложения и умножения; надёжность системы. Описание случайных величин; дискретные и непрерывные случайные величины; плотность вероятности; функция распределения. Числовые характеристики случайных величин; математическое ожидание, СКО и дисперсия, корреляционная функция, начальный и центральный моменты. Гауссовские случайные величины.	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
3 Математическое описание случайных сигналов и помех	Понятие случайного процесса. Вероятностное описание случайных процессов. Моментные функции случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Эргодические случайные процессы. Временные средние. Описание совокупности двух случайных процессов. Свойства кореляционной и взаимно корреляционной функций. Белый шум.	4	ОПК-6, ПК-3
	Итого	4	
4 Спектральный анализ сигналов	Спектральная плотность мощности. Свойства спектральной плотности мощности. Взаимная спектральная плотность мощности. Определение моментных функций и спектральной плотности мощности по экспериментальным данным.	3	ОПК-6, ПК-3
	Итого	3	
5 Гауссовские случайные процессы	Понятие гауссовского случайного процесса и его свойства. Узкополосные гауссовские случайные процессы.	3	ОПК-6
	Итого	3	
6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	Постановка задачи анализа линейных систем. Анализ линейной системы в переходном режиме при стационарном воздействии. Имитация случайного процесса с заданной спектральной плотностью.	3	ОПК-6, ПК-3

Согласована на портале № 34181

	Формирующий фильтр. Анализ линейной системы в стационарном (установившемся режиме). Чисто белый шум и системы с ограниченной полосой пропускания. Эквивалентная шумовая полоса. Взаимная корреляционная функция входного воздействия и отклика линейной системы.		
	Итого	3	
7 Оптимальные линейные системы	Понятие оптимальной системы. Критерий оптимальности. Оптимизация систем путем подбора их параметров. Оптимальные системы, максимизирующие отношение сигнал/шум. Оптимальные системы, минимизирующие средний квадрат ошибки.	4	ОПК-6, ПК-3
	Итого	4	
8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Согласованный линейный фильтр. Примеры построения согласованных линейных фильтров. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех (байесовский метод).Элементы теории оценки неизвестных параметров сигнала.	3	ОПК-6, ПК-3
	Итого	3	
9 Заключение	Перспективы развития систем передачи информации.	1	ОПК-6, ПК-3
	Итого	1	
Итого за семестр		24	

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
Предшествующие дисциплины									
1 Математический анализ			+	+	+	+	+		
2 Теория вероятностей и математическая статистика		+	+		+			+	
3 Теория электрических цепей				+		+	+	+	
Последующие дисциплины									
1 Кодирование в телекоммуникационных системах			+						
2 Методы математического моделирования			+						
3 Моделирование систем и сетей телекоммуникаций						+	+	+	

Согласована на портале № 34181

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.	
ОПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Расчетная работа, Тест
ПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, 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	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Математическое описание случайных сигналов и помех	Статистическое описание случайных сигналов	4	ОПК-6, ПК-3
	Итого	4	
5 Гауссовские случайные процессы	Статистические свойства смеси регулярного сигнала и узкополосного стационарного гауссовского шума	4	ОПК-6
	Итого	4	
7 Оптимальные линейные системы	Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне шума	4	ОПК-6, ПК-3
	Итого	4	
8 Основы статистической теории обнаружения и	Изучение методов оценки неизвестных параметров полезных сигналов при наличии помех	4	ОПК-6, ПК-3
	Итого	4	

Согласована на портале № 34181

различения сигналов при наличии помех			
Итого за семестр		16	

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
7 семестр			
2 Сведения из теории вероятностей	Описание случайных величин. Вероятность случайного события. Формула полной вероятности. Числовые характеристики случайных величин.	2	ОПК-6, ПК-3
	Итого	2	
3 Математическое описание случайных сигналов и помех	Статистическое описание случайных сигналов. Числовые характеристики случайных сигналов.	3	ОПК-6
	Итого	3	
4 Спектральный анализ сигналов	Спектральная плотность мощности. Формула Винера-Хинчина	3	ОПК-6, ПК-3
	Итого	3	
5 Гауссовские случайные процессы	Свойства гауссовских случайных процессов	3	ОПК-6, ПК-3
	Итого	3	
6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	3	ОПК-6, ПК-3
	Итого	3	
7 Оптимальные линейные системы	Согласованный фильтр.	3	ОПК-6, ПК-3
	Итого	3	
8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Оптимальное обнаружение сигнала на фоне шума	3	ОПК-6, ПК-3
	Итого	3	
Итого за семестр		20	

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

Согласована на портале № 34181

7 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
2 Сведения из теории вероятностей	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Выполнение домашних заданий	2		
	Итого	3		
3 Математическое описание случайных сигналов и помех	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6, ПК-3	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	3		
	Итого	8		
4 Спектральный анализ сигналов	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6, ПК-3	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Подготовка к контрольным работам	3		
	Итого	4		
5 Гауссовские случайные процессы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6, ПК-3	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	7		
6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6, ПК-3	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	4		
7 Оптимальные линейные системы	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6, ПК-3	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Собеседование, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Выполнение домашних заданий	3		
	Итого	10		
8 Основы статистической теории обнаружения и	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6, ПК-3	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Контрольная работа,

Согласована на портале № 34181

различения сигналов при наличии помех	Проработка лекционного материала	1		Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	9		
9 Заключение	Проработка лекционного материала	2	ОПК-6, ПК-3	Зачет, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		
Итого за семестр		48		
Итого		48		

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
7 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Зачет			10	10
Защита отчета		5	5	10
Контрольная работа	5	5	5	15
Опрос на занятиях	3	3	3	9
Отчет по лабораторной работе			10	10
Расчетная работа		3	3	6
Собеседование			5	5
Тест		10	10	20
Итого максимум за период	13	31	56	100
Нарастающим итогом	13	44	100	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

Согласована на портале № 34181

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. 1. Чумаков А.С. Основы статистической радиотехники: Учебное пособие.- Томск: Томский. государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2003. -394 с.:ил. Доступно в библиотеке: 59 экземпляров (наличие в библиотеке ТУСУР - 59 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 59 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. 1. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники в 3 кн. Книга 1, 2-е изд., перераб. - М. : Советское радио, 1974 - 552 с. : ил., табл. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.) (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)

2. Учебное пособие «Сборник задач по теории вероятностей и математической статистике:»: обучающихся по направлениям 210400 (11.03.01) «Радиотехника», 210700 (11.03.02) «Телекоммуникации» и 210601 (11.05.01) «Радиоэлектронные системы и комплексы» / Бернгардт А. С., Чумаков А. С., Громов В. А. - 2014. 160 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4940 (дата обращения: 29.06.2018).

3. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2005. – 462[2] с. – 302 экз. (наличие в библиотеке ТУСУР - 302 экз.)

4. Горяинов В.Т. Статистическая радиотехника. Примеры и задачи: Учебное пособие для вузов / В. Т. Горяинов, А. Г. Журавлев, В. И. Тихонов; ред. В. И. Тихонов. – М.: Советское радио, 1980. - 542[2] с. – 33 экз. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Статистическая радиотехника и радиофизика: Учебно - методическое пособие для проведения лабораторных работ и самостоятельной работы студентов / Чумаков А. С. - 2012. 30 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1746 (дата обращения: 29.06.2018).

2. 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: 29.06.2018).

3. 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: 29.06.2018).

4. Анализ типового радиотехнического звена: Учебно-методическое пособие по выполне-

Согласована на портале № 34181

нию курсовой работы (расчетного задания, самостоятельной работы) по дисциплине «Статистическая радиотехника и радиофизика» / Бернгардт А. С. - 2012. 36 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1748 (дата обращения: 29.06.2018).

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. 1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru/
2. 2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru/
3. 3. : При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

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

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

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.

Согласована на портале № 34181

Программное обеспечение:
- 7-Zip
- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft Windows 7 Pro
- OpenOffice
- Opera
- PTC Mathcad13, 14

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;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip
- AVAST Free Antivirus
- Adobe Acrobat Reader
- Microsoft Windows 7 Pro
- Mozilla Firefox
- Opera
- PTC Mathcad13, 14

13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

Согласована на портале № 34181

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

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. Сигнал не несет информации, если он:
1) случайный;
2) детерминированный;
3) его мощность равна или меньше мощности шума;
4) таков, что в пункте приема часто не удается определить значение переданного сообщения.

2. Для полного вероятностного описания m-ичного символа нужно задать:
1) плотность вероятности;
2) m-мерную плотность вероятности;
3) математическое ожидание и дисперсию;
4) ряд распределения вероятности.

3. Условная вероятность появления значения xj при известном yk определяется по формуле:
1); P(xj / yk)= P(yk)
2); P(xj / yk)= P(yk) + P(xj)
3); P(xj / yk)= P(xj,yk)/P(yk)
4) P(xj / yk)= P(xj,yk) - P(yk)

4. Для полного вероятностного описания последовательности n отсчетов непрерывного сигнала нужно задать:
1) плотность вероятности каждого отсчета;
2) n-мерную плотность вероятности;
3) математические ожидания и дисперсии;
4) ряд распределения вероятностей реализаций.

Согласована на портале № 34181

5. Для полного вероятностного описания последовательности m-ичных символов длиной n нужно задать:

1) плотность вероятности каждой из величин;

2) совместную плотность вероятности;

3) математическое ожидание и дисперсию;

4) mn-мерный ряд распределения вероятностей реализаций.

6. Цифровой двоичный сигнал это:

1) последовательность n непрерывных случайных величин – отсчетов случайного процесса по времени;

2) последовательность двоичных символов длиной n;

3) последовательность m-ичных символов длиной n;

4) последовательность отрезков случайного процесса.

7. Какой из перечисленных сигналов является случайным?

1) одиночный прямоугольный импульс;

2) периодическая последовательность импульсов;

3) сигнал передачи данных;

4) гармонический сигнал.

8. Для полного вероятностного описания последовательности двоичных символов длиной n нужно задать:

1) плотность вероятности каждой из величин;

2) 2n-мерный ряд распределения вероятностей реализаций;

3) математическое ожидание и дисперсию;

4) совместную плотность вероятности.

9. Какой из перечисленных сигналов является детерминированным?

1) периодическая последовательность прямоугольных импульсов;

2) телевизионный сигнал;

3) телефонный сигнал;

4) сигнал звукового вещания.

10. Какое из перечисленных сообщений является дискретным?

1) речь;

2) музыка;

3) данные ЭВМ;

4) телевизионное изображение.

11. Для полного вероятностного описания отрезка непрерывной случайной функции нужно задать:

1) плотность вероятности каждого отсчета;

2) n-мерную плотность вероятности при $n \to \infty$;

3) математические ожидания и дисперсии;

4) ряд распределения вероятностей реализаций.

12. Модель аддитивной помехи в виде белого шума это:

1) любая мощная помеха;

2) помеха, вызванная многолучевым распространением сигнала;

3) стационарный гауссовский случайный процесс, с нулевым математическое ожиданием и равномерным спектром плотности мощности;

4) любой случайный процесс.

13. Сигнал называют узкополосным, если:

1) ширина его спектра намного меньше несущей частоты;

Согласована на портале № 34181

2) ширина его спектра меньше полосы пропускания канала;
3) его спектр расположен в диапазоне частот речевого сигнала;
4) ширина его спектра меньше 10 МГц.

14. 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.

15. Помехоустойчивость при передаче непрерывных сообщений количественно оценивается:
1) вероятностью ошибки;
2) отношением сигнал/шум;
3) среднеквадратическим отклонением принятого сигнала от переданного;
4) отношением мощности сигнала на входе к мощности шума на выходе демодулятора.

16. Оптимальным демодулятором в двоичной когерентной СПИ при наличии аддитивного белого шума является:
1) когерентный накопитель импульсов;
2) фазовый детектор;
3) согласованный фильтр с квадратичным детектором;
4) корреляционный приемник и пороговое устройство.

17. Оптимальный демодулятор в двоичной когерентной СПИ при наличии аддитивного белого шума должен:
1) воспроизвести значения амплитуды принимаемого сигнала с минимальной среднеквадратической ошибкой;
2) воспроизвести форму принимаемого импульса с минимальной среднеквадратической ошибкой;
3) указать, которое из двух значений символа передается;
4) оценить величину корреляции между принятым и ожидаемым сигналами.

18. 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.

19. Объективной характеристикой качества приема цифрового сигнала является:
1)полная вероятность ошибки (вероятность битовой ошибки) на выходе демодулятора;
2)величина среднеквадратичного отклонения принятого сигнала от переданного;
3)энергетический выигрыш ;
4) величина отношения сигнал/шум на выходе демодулятора.

20. Вероятность битовой ошибки на выходе оптимального демодулятора двоичного сигнала на фоне 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.

Согласована на портале № 34181

14.1.2. Темы опросов на занятиях

Информация и сигналы. Основные понятия и определения.

Основные понятия и определения теории вероятностей; теоремы сложения и умножения; надёжность системы. Описание случайных величин; дискретные и непрерывные случайные величины; плотность вероятности; функция распределения. Числовые характеристики случайных величин; математическое ожидание, СКО и дисперсия, корреляционная функция, начальный и центральный моменты. Гауссовские случайные величины.

Понятие случайного процесса. Вероятностное описание случайных процессов. Моментные функции случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Эргодические случайные процессы. Временные средние. Описание совокупности двух случайных процессов. Свойства кореляционной и взаимно корреляционной функций. Белый шум.

Спектральная плотность мощности. Свойства спектральной плотности мощности. Взаимная спектральная плотность мощности. Определение моментных функций и спектральной плотности мощности по экспериментальным данным.

Понятие гауссовского случайного процесса и его свойства. Узкополосные гауссовские случайные процессы.

Постановка задачи анализа линейных систем. Анализ линейной системы в переходном режиме при стационарном воздействии. Имитация случайного процесса с заданной спектральной плотностью. Формирующий фильтр. Анализ линейной системы в стационарном (установившемся режиме). Чисто белый шум и системы с ограниченной полосой пропускания. Эквивалентная шумовая полоса. Взаимная корреляционная функция входного воздействия и отклика линейной системы.

Понятие оптимальной системы. Критерий оптимальности. Оптимизация систем путем подбора их параметров. Оптимальные системы, максимизирующие отношение сигнал/шум. Оптимальные системы, минимизирующие средний квадрат ошибки.

Согласованный линейный фильтр. Примеры построения согласованных линейных фильтров. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех (байесовский метод).

Элементы теории оценки неизвестных параметров сигнала.

14.1.3. Темы домашних заданий

ЗАДАЧА №1

Записать плотность вероятности суммы z(t)=x(t)+y(t) двух некоррелированных гауссовских стационарных процессов x(t) и y(t), имеющих математические ожидания и дисперсии, равные соответственно mx =2 и my=3,

ЗАДАЧА №2

На вход интегрирующей RC-цепи поступает белый шум X(t) со спектральной плотностью S0. Найти корреляционную функцию напряжения Y(t) на емкости C.

ЗАДАЧА №3

На цепь, составленную из последовательного соединения индуктивности L и сопротивления R воздействует напряжениеX(t), представляющее собой белый шум со спектральной плотностью S0. Найдите дисперсию напряжения Y(t) на сопротивлении R.

ЗАДАЧА №4

На вход последовательной RC-цепи с параметрами цепи :R= 2 Ком, C=0,5 мкф воздействует белый шум со спектральной плотностью, равной 0.5 В2/Гц.. Определите спектральную плотность процесса на ее выходе.

ЗАДАЧА №5

На вход интегрирующей RC-цепи поступает белый шум x(t) со спектральной плотностью S0. Найти закон установления среднего квадрата отклика y(t) RC-цепи.

14.1.4. Вопросы на собеседование

1. Описание случайных процессов с помощью многомерных плотностей вероятности.
2. Квазидетерминированные случайные процессы, свойства реализаций.
3. Математическое ожидание и дисперсия случайного процесса.
4. Корреляционная функция, ковариационная функция и время корреляции случайного процесса.
5. Условие стационарности случайного процесса в широком и узком смысле. Среднее значе-

Согласована на портале № 34181

ние, дисперсия и корреляционная функция стационарного случайного процесса в широком смысле.

6. Эргодические случайные процессы. Временные средние характеристики.

7. Описание совокупности двух случайных процессов с помощью многомерных плотностей вероятности.

8. Стационарно связанные и взаимно эргодические случайные процессы.

9. Свойства корреляционной функции случайного процесса.

10. Свойства взаимной корреляционной функции.

11. Спектральная плотность и ее связь с корреляционной функцией случайного процесса.

12. Свойства спектральной плотности. Факторизация спектральной плотности.

13. Белый шум и белый шум с ограниченной по полосе спектром. Их корреляционные функции.

14. Гауссовский случайный процесс и его свойства.

15. Узкополосный гауссовский случайный процесс, его квадратурные составляющие.

16. Свойства квадратурных составляющих узкополосного гауссовского случайного процесса.

17. Одномерные плотности вероятностей огибающей и фазы узкополосного гауссовского процесса.

18. Одномерная плотность вероятностей огибающей смеси сигнала с узкополосным шумом.

19. Плотность вероятностей фазовой ошибки при наблюдении смеси сигнала с узкополосным шумом.

20. Асимптотические плотности вероятностей огибающей и фазовой ошибки при больших отношениях сигнала к шуму.

21. Свойства линейной системы. Характеристики линейной системы и связь между ними.

22. Анализ линейной системы в переходном режиме при стационарном воздействии.

23. Имитация случайного процесса с заданной спектральной плотностью. Формирующий фильтр.

24. Анализ линейной системы в установившемся режиме.

25. Эквивалентная шумовая полоса.

26. Взаимная корреляционная функция входного воздействия и отклика линейной системы.

27. Постановка задачи поиска оптимальной системы по критерию получения максимума отношения сигнал/шум и по критерию минимума среднего квадрата ошибки.

28. Оптимизация систем путем подбора их параметров.

29. Оптимальные системы, максимизирующие отношение сигнал/шум.

30. Импульсная характеристика и комплексная частотная характеристика согласованного фильтра.

31. Определение импульсной характеристики оптимального фильтра по критерию минимума среднего квадрата ошибки. (Получение интегрального уравнения).

32. Прямой метод нелинейных преобразований случайных процессов.

33. Среднее значение процессов на выходе квадратичного детектора и ФНЧ.

34. Корреляционная функция процесса на выходе квадратичного детектора.

35. Спектральная плотность процесса на выходе квадратичного детектора.

14.1.5. Зачёт

ЗАДАЧА №1

На вход интегрирующей RC-цепи поступает белый шум X(t) со спектральной плотностью S0. Найти взаимную корреляционную функцию входного воздействия X(t) и отклика Y(t) RC-цепи.

ЗАДАЧА №2

Определит вероятность того, что значения стационарного гауссовского процесса с параметрами mA=0, σA=3В превышают 2 В.

ЗАДАЧА №3

Определить вероятность того, что значение фазы узкополосного гауссовского случайного процесса находится в интервале [0, 2π/3].

ЗАДАЧА №4

Определить шумовую полосу последовательной RC-цепи с параметрами цепи: R= 2 Ком,

Согласована на портале № 34181

C=0,5 мкф.

14.1.6. Темы контрольных работ

ЗАДАЧА №1

Записать плотность вероятности суммы z(t)=x(t)+y(t) двух некоррелированных гауссовских стационарных процессов x(t) и y(t), имеющих математические ожидания и дисперсии, равные соответственно mx =2 и my=3,

ЗАДАЧА №2

Записать плотность вероятности разности z(t)=x(t)-y(t) двух некоррелированных гауссовских стационарных процессов x(t) и y(t), имеющих математические ожидания и дисперсии, равные соответственно mx =3 и my=2,

ЗАДАЧА №3

Дисперсия стационарного узкополосного гауссовского процесса равна 4 . Найдите плотность вероятностей и математическое ожидание огибающей этого процесса.

14.1.7. Темы расчетных работ

ЗАДАЧА №29

На вход интегрирующей RC-цепи поступает белый шум X(t) со спектральной плотностью S0. Найти взаимную корреляционную функцию входного воздействия X(t) и отклика Y(t) RC-цепи.

ЗАДАЧА №30

Определит вероятность того, что значения стационарного гауссовского процесса с параметрами mA=0, σA=3В превышают 2 В.

ЗАДАЧА №23

На цепь, составленную из последовательного соединения индуктивности L и сопротивления R воздействует напряжениеX(t), представляющее собой белый шум со спектральной плотностью S0. Найдите дисперсию напряжения Y(t) на сопротивлении R.

ЗАДАЧА №24

На вход последовательной RC-цепи с параметрами цепи :R= 2 Ком, C=0,5 мкф воздействует белый шум со спектральной плотностью, равной 0.5 В2/Гц.. Определите спектральную плотность процесса на ее выходе.

14.1.8. Темы лабораторных работ

Статистическое описание случайных сигналов

Статистические свойства смеси регулярного сигнала и узкополосного стационарного гауссовского шума

Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне шума

Изучение методов оценки неизвестных параметров полезных сигналов при наличии помех

14.1.9. 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 рассматриваемые вопросы. В частности, ключевым является понятие случайного процесса и его вероятностное 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.

Согласована на портале № 34181

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

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

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 34181