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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Статистическая теория телекоммуникационных систем

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**
Направленность (профиль): **Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**
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	Из них в интерактивной форме	15	15	часов
6	Самостоятельная работа	48	48	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Общая трудоемкость	108	108	часов
		3.0	3.0	З.Е

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18174

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 7 от «27» 3 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа 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 ноября 2016 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент кафедры РТС каф. РТС _____ А. С. Бернгардт

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

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

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РЗИ _____ А. С. Задорин

Эксперты:

Ст. преподаватель каф. РТС _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 18174

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 телекоммуникационых 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 телекоммуникационых 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 применения метода статистического моделирования на ЭВМ для расчета оценок вероятностных характеристик телекоммуникационных систем, определяющих качество их функционирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая теория телекоммуникационных систем» (Б1.В.ОД.4) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Математический анализ, Радиосвязь и радиовещание, Сети и системы передачи информации, Теория вероятностей и математическая статистика, Теория электрической связи.

Последующими дисциплинами являются: Информационная безопасность телекоммуникационных систем, Моделирование систем и сетей телекоммуникаций, Основы проектирования защищенных телекоммуникационных систем, Системы радиосвязи и сети телерадиовещания.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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

В результате изучения дисциплины студент должен:

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

– **уметь** аргументировано изложить постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя – различителя параметра полезного сигнала на фоне собственного шума приемных устройств и внешних помех; выполнять типовые расчеты вероятностных характеристик оптимального обнаружителя – различителя в телекоммуникационных системах;

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

Согласована на портале № 18174

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
Из них в интерактивной форме	15	15
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	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	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
3 Математическое описание случайных сигналов и помех	4	3	3	8	18	ОПК-6
4 Спектральный анализ сигналов	3	3	0	4	10	ОПК-6
5 Гауссовские случайные процессы	3	4	4	7	18	ОПК-6
6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	3	3	0	4	10	ОПК-6
7 Оптимальные линейные системы	4	2	3	10	19	ОПК-6

Согласована на портале № 18174

8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	3	3	6	9	21	ОПК-6
9 Заключение	1	0	0	2	3	ОПК-6
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
	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
	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 эксперимен-	3	ОПК-6

Согласована на портале № 18174

	тальным данным.		
	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. 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.	3	ОПК-6
	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
	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
	Итого	3	
9 Заключение	Перспективы развития систем передачи информации.	1	ОПК-6
	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

Согласована на портале № 18174

Предшествующие дисциплины									
1 Математический анализ			+	+		+	+	+	
2 Радиосвязь и радиовещание			+	+	+	+	+	+	+
3 Сети и системы передачи информации			+	+	+		+	+	
4 Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+		+				
5 Теория электрической связи		+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины									
1 Информационная безопасность телекоммуникационных систем		+	+	+	+				
2 Моделирование систем и сетей телекоммуникаций			+	+			+		
3 Основы проектирования защищенных телекоммуникационных систем			+	+	+				
4 Системы радиосвязи и сети телерадиовещания						+	+	+	+

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	
ОПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Домашнее задание, Защита отчета, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Зачет, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Согласована на портале № 18174

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
7 семестр				
Презентации с использованием слайдов с обсуждением	5	4	6	15
Итого за семестр:	5	4	6	15
Итого	5	4	6	15

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	3	ОПК-6
	Итого	3	
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	3	ОПК-6
	Итого	3	
8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Изучение методов оценки неизвестных параметров полезных сигналов при наличии помех	6	ОПК-6
	Итого	6	
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	2	ОПК-6

Согласована на портале № 18174

	полной вероятности. Числовые характеристики случайных величин.		
	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
	Итого	3	
5 Гауссовские случайные процессы	Свойства гауссовских случайных процессов	4	ОПК-6
	Итого	4	
6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	3	ОПК-6
	Итого	3	
7 Оптимальные линейные системы	Согласованный фильтр.	2	ОПК-6
	Итого	2	
8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Оптимальное обнаружение сигнала на фоне шума	3	ОПК-6
	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
7 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6	Зачет, Опрос на занятиях
	Итого	1		
2 Сведения из теории вероятностей	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6	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	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной ра-
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		

Согласована на портале № 18174

	Подготовка к контрольным работам	3		боте, Собеседование, Тест
	Итого	8		
4 Спектральный анализ сигналов	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6	Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, Тест
	Подготовка к контрольным работам	3		
	Итого	4		
5 Гауссовские случайные процессы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Собеседование, 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	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	3		
	Итого	4		
7 Оптимальные линейные системы	Проработка лекционного материала	1	ОПК-6	Домашнее задание, Зачет, Защита отчета, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Выполнение домашних заданий	3		
	Итого	10		
8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-6	Домашнее задание, Зачет, Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	9		
9 Заключение	Проработка лекционного материала	2	ОПК-6	Зачет, Опрос на занятиях
	Итого	2		
Итого за семестр		48		
Итого		48		

Согласована на портале № 18174

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
7 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Зачет			10	10
Защита отчета		5	5	10
Контрольная работа	10	10	10	30
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе		5	5	10
Тест		5	5	10
Итого максимум за период	20	35	45	100
Нарастающим итогом	20	55	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

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	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 18174

зачтено)		

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СВЯЗИ: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. - 2015. 196 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/5858, дата обращения: 09.04.2017.

12.2. Дополнительная литература

1. Чумаков А.С. Основы статистической радиотехники: Учебное пособие.- Томск: Томский. государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2003. -394 с.:ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 59 экз.)
2. 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.)
3. 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: 09.04.2017.
4. 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.)
5. 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.)
6. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника: учебное пособие. – М.: Советское ра дио, 1966. – 677, [2] с.: ил. – 8 экз. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 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: 09.04.2017.
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: 09.04.2017.
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: 09.04.2017.
4. Анализ типового радиотехнического звена: Учебно-методическое пособие по выполнению 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: 09.04.2017.

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;

Согласована на портале № 18174

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

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

1. 1. Научно-образовательный портал ТУСУРа - http://edu.tusur.ru/
2. 2. Библиотека ТУСУРа - http://lib.tusur.ru/
3. 3. Операционная система Windows.
4. 6. 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.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -14 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 лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. YYY. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом DRAPER BARONET – 1 шт.; Мультимедийный проектор TOSHIBA – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 18 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Visual Studio 2008 EE with SP1; Microsoft Office Visio 2010; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

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. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 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,

Согласована на портале № 18174

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 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 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 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;

Согласована на портале № 18174

– 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:

– 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 № 18174

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

Статистическая теория телекоммуникационных систем

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **10.05.02 Информационная безопасность телекоммуникационных систем**
Направленность (профиль): **Безопасность телекоммуникационных систем информационного взаимодействия**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2012 года

Разработчики:
- доцент кафедры РТС каф. РТС А. С. Бернгардт

Зачет: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18174

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-6	способностью применять методы научных исследований в профессиональной деятельности	Должен знать методы статистического описания случайных сигналов принципы и основы статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии собственного шума приемных устройств и внешних помех; физический и содержательный смысл и взаимосвязь параметров сигнала, которые определяют потенциальные характеристики систем обнаружения (различения) при наличии собственного шума приемных устройств и внешних помех ; типовые структуры оптимальных систем обработки сигналов в телекоммуникационных системах при их обнаружении (различении) на фоне шума приемных устройств и внешних помех; ; Должен уметь аргументировано изложить постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя – различителя параметра полезного сигнала на фоне собственного шума приемных устройств и внешних помех; выполнять типовые расчеты вероятностных характеристик оптимального обнаружителя – различителя в телекоммуникационных системах; ; Должен владеть специальной терминологией; способами статистического описания свойств сигналов и помех; общей методологией статистического анализа и синтеза устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов в телекоммуникационных системах. ;

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	Обладает фактическими	Обладает диапазоном	Контролирует работу,

Согласована на портале № 18174

уровень)	и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-6

ОПК-6: способностью применять методы научных исследований в профессиональной деятельности.

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	методы математического описания случайных сигналов и помех принципы и основы статистической теории обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии собственного шума приемных устройств и внешних помех; физический и содержательный смысл и взаимосвязь параметров сигнала, которые определяют потенциальные характеристики систем обнаружения (различения) при наличии собственного шума приемных устройств и внешних помех; типовые структуры оптимальных систем обработки сигналов в телекоммуникационных системах при их обнаружении (различении) на фоне собственного шума	аргументировано изложить постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя – различителя параметра полезного сигнала на фоне собственного шума приемных устройств и внешних помех; выполнять типовые расчеты вероятностных характеристик систем обнаружения и передачи информации;	специальной терминологией; способами статистического описания свойств сигналов и помех; общей методологией статистического анализа устройств обработки сигналов и синтеза оптимальных систем обработки сигналов в телекомуникационных системах при наличии собственного шума приемных устройств и внешних помех.

Согласована на портале № 18174

	приемных устройств и внешних помех;		
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Зачет;	• Контрольная работа; • Домашнее задание; • Собеседование; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Зачет;	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Зачет;

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)	• методы применения научных исследований в профессиональной деятельности, содержание задач пути их решения;	• ˜ применять методы научных исследований в профессиональной деятельности, грамотно излагать содержание задач и результатов их решения;	• навыками применения методов научных исследований в профессиональной деятельности, грамотно излагает содержание задач и результатов их решения;
Хорошо (базовый уровень)	• основные применения методов научных исследований в профессиональной деятельности, содержание задач и пути их решения;	• ˜ применять основные методы научных исследований в профессиональной деятельности, понимать содержание задач и результатов их решения;	• может применять методы научных исследований в профессиональной деятельности. ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• имеет представление о применении методов научных исследований в профессиональной деятельности, содержании основных задач и результатов их решения;	• ˜ иметь представление о применении основных методов научных исследований в профессиональной деятельности, содержании задач и результатов их решения;	• имеет представление о методах научных исследований в профессиональной деятельности, способен решать поставленные задачи под наблюдением.;

Согласована на портале № 18174

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 Тестовые задания

– 1. 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. 2. 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) nm-мерный ряд распределения вероятностей реализаций. 3. Цифровой двоичный сигнал – это последовательность: 1) n непрерывных случайных величин – отсчетов случайного процесса по времени; 2) двоичных символов длиной n; 3) m-ичных символов длиной n; 4) отрезков случайного процесса. 4. Какой из перечисленных сигналов является случайным? 1) Одиночный прямоугольный импульс. 2) Периодическая последовательность импульсов. 3) Сигнал передачи данных. 4) Гармонический сигнал. 5. Для полного вероятностного описания последовательности двоичных символов длиной n нужно задать: 1) плотность вероятности каждой из величин; 2) 2m-мерный ряд распределения вероятностей реализаций; 3) математическое ожидание и дисперсию; 4) совместную плотность вероятности. 6. Какой из перечисленных сигналов является детерминированным? 1) Периодическая последовательность прямоугольных импульсов. 2) Телевизионный сигнал. 3) Телефонный сигнал. 4) Сигнал звукового вещания. 7. 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.

3.2 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, C=0,5 мкф.

3.3 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.

3.4 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 значение, дисперсия и корреляционная функция стационарного слу-

Согласована на портале № 18174

чайного 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.

3.5 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.

Согласована на портале № 18174

– Согласованный линейный фильтр. Примеры построения согласованных линейных фильтров. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех (байесовский метод). Элементы теории оценки неизвестных параметров сигнала.

3.6 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.

3.7 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

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 фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

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

4.2. Дополнительная литература

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

2. 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.)

3. 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, свободный.

4. 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.)

5. 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.)

6. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника: учебное пособие. – М.: Советское ра дио, 1966. – 677, [2] с.: ил. – 8 экз. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)

4.3. 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, свободный.

Согласована на портале № 18174

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, свободный.

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, свободный.

4. Анализ типового радиотехнического звена: Учебно-методическое пособие по выполнению 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, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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

Согласована на портале № 18174