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 радиотехнических систем

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная**
Факультет: **ЗиВФ, Заочный и вечерний факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	8	0	8	часов
2	Практические занятия	2	6	8	часов
3	Всего аудиторных занятий	10	6	16	часов
4	Самостоятельная работа	62	57	119	часов
5	Всего (без экзамена)	72	63	135	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	0	9	9	часов
7	Общая трудоемкость	72	72	144	часов
				4.0	З.Е.

Контрольные работы: 6 семестр - 1
Экзамен: 6 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 35647

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) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
доцент каф. РТС _____ А. С. Аникин

Заведующий обеспечивающей каф.
РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ЗиВФ _____ И. В. Осипов

Заведующий выпускающей каф.
ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических
систем (РТС) _____ В. А. Громов

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ С. И. Богомолов

Согласована на портале № 35647

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины СР - ознакомить студентов с основными принципами и методами современной статистической теории обработки сигналов в радиоэлектронных 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 объектов 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 радиоэлектронных 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 радиоэлектронных систем, определяющих качество их функционирования.

– Предусмотренные программой курса СР знания являются не только базой для последующего изучения специальных дисциплин, но имеют также самостоятельное значение.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая теория радиотехнических систем» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Теория вероятностей и математическая статистика.

Последующими дисциплинами являются: Общая теория радиосвязи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных;

– ПК-4 способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов радиотехнических устройств и систем;

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 радиоэлектронных 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 радиоэлектронных 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 радиоэлектронных системах.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в табли-

Согласована на портале № 35647

це 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	16	10	6
Лекции	8	8	
Практические занятия	8	2	6
Самостоятельная работа (всего)	119	62	57
Оформление отчетов по лабораторным работам	4	4	0
Проработка лекционного материала	18	18	0
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	57	0	57
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	40	40	0
Всего (без экзамена)	135	72	63
Подготовка и сдача экзамена	9	0	9
Общая трудоемкость, ч	144	72	72
Зачетные Единицы	4.0		

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр					
1 Введение	1	0	2	3	ОПК-5
2 Сведения из теории вероятностей	1	0	8	9	ОПК-5, ПК-4
3 Математическое описание случайных сигналов и помех	1	0	12	13	ОПК-5, ПК-4
4 Спектральный анализ сигналов	1	0	12	13	ОПК-5, ПК-4
5 Гауссовские случайные процессы	2	2	16	20	ОПК-5, ПК-4
6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	2	0	12	14	ПК-4
Итого за семестр	8	2	62	72	
6 семестр					
7 Оптимальные линейные системы	0	2	23	25	ОПК-5, ПК-4
8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	0	4	34	38	ПК-4

Согласована на портале № 35647

Итого за семестр	0	6	57	63	
Итого	8	8	119	135	

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
5 семестр			
1 Введение	Информация и сигналы. Основные понятия и определения.	1	ОПК-5
	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.	1	ОПК-5, ПК-4
	Итого	1	
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.	1	ОПК-5, ПК-4
	Итого	1	
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.	1	ПК-4
	Итого	1	
5 Гауссовские случайные процессы	Понятие гауссовского случайного процесса и его свойства. Узкополосные гауссовские случайные процессы.	2	ПК-4
	Итого	2	
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.	2	ПК-4

Согласована на портале № 35647

	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	2	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

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
Предшествующие дисциплины								
1 Математика		+	+	+	+	+	+	+
2 Теория вероятностей и математическая статистика		+	+		+			
Последующие дисциплины								
1 Общая теория радиосвязи		+	+			+		+

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.	Сам. раб.	
ОПК-5	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-4	+	+	+	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Согласована на портале № 35647

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
5 Гауссовские случайные процессы	Числовые характеристики гауссовских случайных процессов	2	ОПК-5
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
6 семестр			
7 Оптимальные линейные системы	Описание случайных величин. Вероятность случайного события. Формула полной вероятности. Числовые характеристики случайных величин.	1	ПК-4, ОПК-5
	Статистическое описание случайных сигналов. Числовые характеристики случайных сигналов.	1	
	Итого	2	
8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Спектральная плотность мощности. Формула Винера-Хинчина	2	ПК-4
	Числовые характеристики гауссовских случайных процессов	1	
	Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	1	
	Итого	4	
Итого за семестр		6	
Итого		8	

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
5 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	2	ОПК-5	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	2		
2 Сведения из теории вероятностей	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-5, ПК-4	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного	2		

Согласована на портале № 35647

	материала			
	Итого	8		
3 Математическое описание случайных сигналов и помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-5, ПК-4	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	12		
4 Спектральный анализ сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ОПК-5	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
5 Гауссовские случайные процессы	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-5, ПК-4	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	16		
6 Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	8	ПК-4	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	12		
Итого за семестр		62		
6 семестр				
7 Оптимальные линейные системы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	23	ПК-4	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Тест
	Итого	23		
8 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	34	ПК-4	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	34		
Итого за семестр		57		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		128		

Согласована на портале № 35647

10. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено РУП.

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2016. 160 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6554 (дата обращения: 30.06.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1989. – 654 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 32 экз.)
2. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Тисленко В. И. - 2016. 43 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6546 (дата обращения: 30.06.2018).

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. 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.

Согласована на портале № 35647

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория группового проектного обучения / Лаборатория радиоэлектронных средств защиты телекоммуникационных систем

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

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 406 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Сканер Canon CanoScan LidelOO USB;
- Генератор Г4-218 ВЧ сигналов;
- Генератор ГЗ-109;
- Генератор Г4-144;
- Генератор Г5-63 (№24029);
- Генератор Г5-63 (№26448);
- Рабочие станции на базе процессора Pentium-4 (12 шт.);
- Линейный источник питания HY3003;
- Линейный источник питания HY3003;
- Паяльная станция Quick 936 ESD;
- Цифровой анализатор спектра GSP-810;
- Цифровой генератор сигналов ГСС-80;
- Цифровой осциллограф EZ Digital DS 1150;
- Рабочее место регулировщика С4-1200Р;
- Рабочее место регулировщика С4-1200Р;
- Измеритель ИККПО «Обзор-304/1»;
- Многофункциональный измерительно-вычислительный комплекс National Instruments;
- Анализатор спектра N9000F-CFG005;
- Отладочный модуль Instant SDR Kit;
- Осциллограф MSOX3054A;
- Принтер лазерный HP LaserJet P2035;
- Рабочие станции на базе процессора Pentium - i5 (12 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– PTC Mathcad13, 14

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

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

Состав оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;

Согласована на портале № 35647

- 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. Функцию пространственных координат и времени, содержащие полезную для потребителя информацию, которая подлежит воспроизведению в системах передачи информации или извлечению в системах извлечения информации, называют…

a) пространственной корреляционной функцией
b) передаваемыми данными
c) передаваемым сообщением
d) процессом
e) помехой
f) сигналом

2. Математическое ожидание от произведения значений процесса в два произвольных момента времени называют …

a) корреляционной функцией
b) функцией рассогласования
c) структурной функцией
d) процессом
e) дисперсией
f) интервалом корреляции

3. Количественную оценку динамики (быстроты) изменения случайного процесса во времени отражает …

a) корреляционная функция
b) функция рассогласования
c) структурной функцией
d) математическое ожидание
e) дисперсия
f) интервал корреляции

4. Для стационарного случайного процесса …

Согласована на портале № 35647

a) математическое ожидание меняется во времени
b) математическое ожидание постоянно во времени
c) интервал корреляции постоянно возрастает
d) интервал корреляции постоянно убывает
e) плотность вероятности меняется во времени
f) функция распределения изменяется во времени

5. Для нестационарного случайного процесса …
a) функция распределения не меняется во времени
b) плотность вероятности постоянна во времени
c) интервал корреляции постоянно возрастает
d) интервал корреляции постоянно убывает
e) плотность вероятности меняется во времени
f) дисперсия постоянна во времени

6. Равенство статистических характеристик случайного процесса, полученного усреднением по времени одной реализации и усреденением в некоторый момент времени одной реализации характерно для …
a) стационарного процесса
b) нестационарного процесса
c) квазидетерминированного процесса
d) широкополосного процесса
e) узкополосного процесса
f) неэргодического процесса
g) эргодического процесса

7. Случайный процесс, знание реализации которого в прошлом, даёт возможность восстановить эту реализацию в будущем, называется…
a) стационарным
b) нестационарным
c) квазидетерминированным
d) широкополосным
e) узкополосным
f) неэргодическим
g) эргодическим

8. Усреднённый по совокупности реализаций случайного процесса квадрат модуля спектра называется…
a) корреляционной функцией
b) спектральной плотностью мощности
c) дисперсией
d) энергетическим спектром
e) математическим ожиданием
f) интервалом корреляции
g) эргодическим свойством

9. Чем шире спектральная плотность мощности случайного процесса, тем …
a) меньше мощность случайного процесса
b) больше математическое ожидание случайного процесса
c) меньше математическое ожидание случайного процесса
d) уже пик корреляционной функции случайного процесса
e) шире пик корреляционной функции случайного процесса
f) больше интервал корреляции
g) более стационарным становится случайный процесс

10. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности случайного процесса связаны…
a) неравенством Парсеваля
b) законом сохранения энергии
c) формулой Винера-Хинчина

Согласована на портале № 35647

d) уравнением Винера-Хопфа
e) преобразованием Лапласа
f) преобразованием Гильберта
g) Z-преобразованием

11. Случайный стационарный процесс с равномерной спектральной плотностью мощности на всех частота называют…

a) розовым шумом
b) белым шумом
c) шумом, ограниченным по полосе
d) шумом, центрированным по частоте
e) гауссовским процессом
f) релеевским процессом
g) процессом с равномерным в полосе спектром

12. Теоретически бесконечно большая мощность характерна для…

a) розового шума
b) релеевского процесса
c) зелёного шума
d) шума, ограниченного по полосе
e) шума, центрированного по частоте
f) гауссовского процесса
g) белого шума
i) процесса с равномерным в полосе спектром

13. Корреляционная функция в виде дельта функции характерна для…

a) розового шума
b) шума, ограниченного по полосе
c) белого шума
d) шума, центрированного по частоте
e) гауссовского процесса
f) зелёного шума
g) процесса с равномерным в полосе спектром

14. Корреляционная функция в виде функции типа «sin(x)/x» характерна для…

a) розового шума
b) шума, ограниченного по полосе
c) белого шума
d) шума, центрированного по частоте
e) гауссовского процесса
f) зелёного шума
g) процесса с равномерным в полосе спектром

15. Корреляционная функция в виде произведения функции типа «sin(x)/x» на синусоиду с некоторой высокой частотой характерна для…

a) розового шума
b) шума, ограниченного по полосе
c) белого шума
d) шума, центрированного по частоте
e) гауссовского процесса
f) зелёного шума
g) процесса с равномерным в полосе спектром

16. Чем шире полоса ограниченного по полосе белого шума, тем …

a) меньше мощность шума
b) больше математическое ожидание шума
c) меньше математическое ожидание шума
d) больше мощность шума
e) меньше размах реализаций шума
f) больше интервал корреляции

Согласована на портале № 35647

g) более стационарным становится шум

17. Чем меньше полоса ограниченного по полосе белого шума, тем …

a) меньше мощность шума

b) больше математическое ожидание шума

c) меньше математическое ожидание шума

d) больше мощность шума

e) меньше размах реализаций шума

f) больше интервал корреляции

g) более стационарным становится шум

18. Случайный процесс, у которого ширина спектральной плотности мощности много больше центральной частоты, называется…

a) стационарным

b) нестационарным

c) квазидетерминированным

d) широкополосным

e) узкополосным

f) неэргодическим

g) эргодическим

19. Случайный процесс, у которого ширина спектральной плотности мощности много меньше центральной частоты, называется…

a) стационарным

b) нестационарным

c) квазидетерминированным

d) широкополосным

e) узкополосным

f) неэргодическим

g) эргодическим

20. Медленно меняющаяся огибающая характерна только для …

a) стационарного процесса

b) нестационарного процесса

c) квазидетерминированного процесса

d) широкополосного процесса

e) узкополосного процесса

f) неэргодического процесса

g) эргодического процесса

14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Что такое случайная функция?

2. Что такое случайный процесс?

3. Что такое реализация случайного процесса?

4. Что такое квазидетерминированный сигнал?

5. Что такое математическое ожидание случайного процесса?

6. Что такое дисперсия случайного процесса?

7. Что такое корреляционная функция? Что показывает корреляционная функция случайного процесса?

8. Что такое интервал (временной) корреляции?

9. Что такое стационарный случайный процесс? Пояснить графически.

10. Что такое нестационарный случайный процесс? Пояснить графически.

11. В чём состоит эргодическое свойство случайного процесса? Приведите пример.

12. Укажите свойства корреляционной функции?

13. Что такое спектральная плотность мощности случайного процесса? Каковы её свойства?

14. Как связана спектральная плотность мощности и корреляционная функция случайного процесса? Пояснить рисунком.

15. Что такое белый шум? Какова спектральная плотность мощности и корреляционная функция спектральной плотности мощности?

Согласована на портале № 35647

16. Как вычисляется мощность случайного процесса ? Чему равна мощность белого шума ? Как зависит мощность ограниченного по полосе шума от полосы ?

17. Что такое узкополосный случайный процесс? Поясните рисунком.

18. Что такое широкополосный случайный процесс? Поясните рисунком.

19. Что такое квадратурные составляющие, огибающая и фаза случайного процесса?

20. Какова плотность распределения огибающей и фазы узкополосного случайного процесса?

21. Какова плотность распределения огибающей и фазы смеси узкополосного случайного процесса и гармонического сигнала при малом и большом отношении сигнал/шум?

22. Что такое нелинейная цепь? Что такое линейная цепь?

23. Какими характеристиками описываются линейные цепи? Как связан отклик линейной системы с входным воздействием?

24. Как преобразуются статистические характеристики случайного процесса при нестационарном режиме в результате прохождения через линейную цепь? Объяснить математически и объяснить физический смысл полученных математических выражений.

25. Как преобразуются статистические характеристики случайного процесса при стационарном режиме в результате прохождения через линейную цепь? Объяснить математически и объяснить физический смысл полученных математических выражений.

26. Объясните процедуру имитации случайного процесса с заданной спектральной плотностью.

27. Что такое формирующий фильтр?

28. В каких случаях шум, ограниченный по полосе, можно считать белым шумом ?

29. Что такое эквивалентная шумовая полоса ? Как вычисляется эквивалентная шумовая полоса ?

30. Как связаны корреляционная функция входного воздействия и отклика линейной цепи ?

31. Что такое оптимальная система ? Что такое критерий оптимальности ?

32. Какие критерии оптимальности используются при проектировании радиотехнических систем ? Какие требования предъявляются к критериям оптимальности?

33. Объясните процедуру оптимизации линейных систем путём подбора их параметров ?

34. Объясните процедуру оптимизации систем по критерию максимизации отношения сигнал/шум ?

35. Объясните процедуру оптимизации систем по критерию минимизации среднего квадрата ошибки ?

36. Классификация нелинейных преобразований ?

37. Прямой метод исследования нелинейных преобразований случайных процессов ?

38. Чему равно отношение сигнал/шум на выходе звена, состоящего из квадратичного детектора и фильтра низких частот ?

39. Чему равно отношение сигнал/шум на выходе звена, состоящего из линейного детектора и фильтра низких частот ?

Типовые задачи:

1) 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.

2) На вход последовательной RC-цепи с параметрами цепи: R= 2 кОм, C = 0,5 мкФ воздействует белый шум со спектральной плотностью, равной 0,5 (В(^2))/Гц.. Определите спектральную плотность процесса на ее выходе.

14.1.3. Темы контрольных работ

1. Тема "Спектральный анализ сигналов". Задача: спектральная плотность случайного процесса на входе интегратора равномерна в полосе -fв/2 до fв/2. Найти спектральную плотность случайного процесса на выходе фильтра при комнатной температуре.

2. Тема "Отклик линейных систем на воздействие случайных сигналов". На входе RC-фильтра низких частот подаётся белый шум. Найти отклик этого фильтра в переходном и устано-

Согласована на портале № 35647

вившемся режимах.

3. Тема "Оптимальные линейные системы". Задан радиоимпульс длительностью Ti и амплитудой Ai на частоте fi с начальной фазой phi0. Найти оптимальный по критерию максимума отношения сигнал/шум передаточную функцию фильтра.

4. Тема: "Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех". Определить вероятность правильного обнаружения и ложной тревоги для радиосигнала, наблюдаемого на фоне аддитивного шума в полосе 100 Гц при комнатной температуре, если отношение сигнал/шум составляет 10 дБ.

14.1.4. 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.

14.1.5. Темы лабораторных работ

Статистическое описание случайных сигналов

Статистические свойства смеси регулярного сигнала и узкополосного стационарного гауссовского

шума.

Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне шума.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

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

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 35647

двигательного аппарата	самостоятельные работы, вопросы к зачету	
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 № 35647