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 - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиолокационные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	34	34	часов
2	Практические занятия	32	32	часов
3	Всего аудиторных занятий	66	66	часов
4	Самостоятельная работа	42	42	часов
5	Всего (без экзамена)	108	108	часов
6	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4.0	4.0	З.Е.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2018

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 23.08.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Согласована на портале № 46903

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 11.08.2016 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

доцент каф. РТС _____ А. С. Аникин

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Эксперты:

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

Старший преподаватель кафедры радиотехнических систем (РТС) _____ Д. О. Ноздреватых

Согласована на портале № 46903

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины "Статистическая теория радиотехнических систем" - обеспечить у студентов умения привлекать физико-математический аппарат и выявлять естественнонаучную сущность проблем, а также знаниями принципов и методов формирования и обработки сигналов для решения задач обнаружения, различения и оптимизации оценки параметров радиосигнала существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределённости. В рамках дисциплины студенты приобретут навыки моделирования прохождения сигналов через линейные цепи и обработки сигналов 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.

– Знания этой дисциплины являются не только базой для последующего изучения дисциплин, но имеют также самостоятельное значение.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Статистическая теория радиотехнических систем» (Б1.Б.26) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Статистическая радиотехника, Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике.

Последующими дисциплинами являются: Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-5 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ПК-10 способностью решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ;

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.

Согласована на портале № 46903

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Аудиторные занятия (всего)	66	66
Лекции	34	34
Практические занятия	32	32
Самостоятельная работа (всего)	42	42
Оформление отчетов по лабораторным работам	2	2
Проработка лекционного материала	20	20
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	20	20
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость, ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	Лек., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Введение	1	0	1	2	ОПК-5
2 Сигналы и помехи в радиосистемах	4	8	12	24	ОПК-5
3 Статистические модели сигналов	10	8	17	35	ОПК-5, ПК-10
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	11	8	8	27	ОПК-5, ПК-10
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	8	8	4	20	ОПК-5, ПК-10
Итого за семестр	34	32	42	108	
Итого	34	32	42	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
6 семестр			

Согласована на портале № 46903

1 Введение	Информация и сигналы. Основные понятия и определения.	1	ОПК-5
	Итого	1	
2 Сигналы и помехи в радиосистемах	Свойства радиосигнала как переносчика сообщения. Функция различия сигналов. Частотно-временная корреляционная функция сигнала. Ширина функции неопределённости вдоль оси частоты и времени. Стационарная случайная помеха с гауссовым распределением вероятностей. Белый шум.	4	ОПК-5
	Итого	4	
3 Статистические модели сигналов	Радиоканал и его свойства. Модели сигналов в однолучевом и многолучевом каналах. Нормальная модель сигнала и её статистические характеристики. Корреляционные и спектральные свойства огибающей и фазы.	10	ОПК-5, ПК-10
	Итого	10	
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Понятие о согласованном линейном фильтре. Примеры согласованных фильтров для различных типов радиосигналов. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех. Критерии оптимальности обнаружения и различения. Статистические характеристики качества обнаружения и различения.	11	ОПК-5, ПК-10
	Итого	11	
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Основные способы формирования оценок неизвестных параметров сигналов при наличии помех. Байесовские оценки и оценки МНК. Оптимальная оценка амплитуды детерминированного сигнала на фоне аддитивного белого гауссовского шума.	8	ОПК-5, ПК-10
	Итого	8	
Итого за семестр		34	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

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
Предшествующие дисциплины					
1 Математика		+	+	+	+

Согласована на портале № 46903

2 Статистическая радиотехника		+	+	+	+
3 Теория вероятностей и статистика в радиоэлектронике	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины					
1 Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств		+	+	+	+

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	+	+	+	Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-10	+	+		Экзамен, 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.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
2 Сигналы и помехи в радиосистемах	Статистическое описание случайных сигналов. Расчёт автокорреляционных функций радиосигналов.	8	ОПК-5
	Итого	8	
3 Статистические модели сигналов	Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне шума.	8	ОПК-5, ПК-10
	Итого	8	
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Методы оценки неизвестных параметров полезных сигналов при наличии помех.	8	ОПК-5, ПК-10
	Итого	8	
5 Основы статистической теории оценок неизвестных	Числовые характеристики гауссовских случайных процессов	8	ОПК-5
	Итого	8	

Согласована на портале № 46903

параметров сигнала			
Итого за семестр		32	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Введение	Проработка лекционного материала	1	ОПК-5	Опрос на занятиях, Тест
	Итого	1		
2 Сигналы и помехи в радиосистемах	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-5	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	8		
	Итого	12		
3 Статистические модели сигналов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	10	ОПК-5	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	17		
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-5	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-5	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	1		
	Итого	4		
Итого за семестр		42		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		78		

Согласована на портале № 46903

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
6 семестр				
Опрос на занятиях	10	15	15	40
Отчет по лабораторной работе	5	5	5	15
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	20	25	25	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	45	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

Согласована на портале № 46903

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Статистическая теория радиотехнических систем [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2016. 160 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6554 (дата обращения: 26.11.2018).

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 [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / Тисленко В. И. - 2016. 43 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6546 (дата обращения: 26.11.2018).

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.

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 про-

Согласована на портале № 46903

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

Согласована на портале № 46903

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 …

a) математическое ожидание меняется во времени
b) математическое ожидание постоянно во времени
c) интервал корреляции постоянно возрастает
d) интервал корреляции постоянно убывает

Согласована на портале № 46903

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

Согласована на портале № 46903

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
g) более стационарным становится шум

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

a) меньше мощность шума
b) больше математическое ожидание шума

Согласована на портале № 46903

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?
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.

Согласована на портале № 46903

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 опросов на занятиях

Информация и сигналы. Основные понятия и определения.

Свойства радиосигнала как переносчика сообщения. Функция различия сигналов. Частотно-временная корреляционная функция сигнала. Ширина функции неопределённости вдоль оси частоты и времени. Стационарная случайная помеха с гауссовым распределением вероятностей. Белый шум.

Радиоканал и его свойства. Модели сигналов в однолучевом и многолучевом каналах. Нормальная модель сигнала и её статистические характеристики. Корреляционные и спектральные свойства огибающей и фазы.

Понятие о согласованном линейном фильтре. Примеры согласованных фильтров для раз-

Согласована на портале № 46903

личных типов радиосигналов. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех. Критерии оптимальности обнаружения и различения. Статистические характеристики качества обнаружения и различения.

Основные способы формирования оценок неизвестных параметров сигналов при наличии помех. Байесовские оценки и оценки МНК. Оптимальная оценка амплитуды детерминированного сигнала на фоне аддитивного белого гауссовского шума.

14.1.4. Темы лабораторных работ

Статистическое описание случайных сигналов и помех.

Исследование статистических свойств смести сигнала и аддитивного узкополосного гауссовского шума.

Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне аддитивного узкополосного гауссовского 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-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, адапти-

Согласована на портале № 46903

рованных 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 № 46903