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 (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
2	Контроль самостоятельной работы	4	4	часов
3	Всего контактной работы	16	16	часов
4	Самостоятельная работа	124	124	часов
5	Всего (без экзамена)	140	140	часов
6	Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
7	Общая трудоемкость	144	144	часов
			4.0	З.Е.

Контрольные работы: 4 семестр - 2
Зачет: 4 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 28.02.2018
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 45693

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 1 от «30» 10 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 №_____.

Разработчики:

старший преподаватель каф. ТЭО _____ А. В. Гураков

доцент каф. РТС _____ А. С. Аникин

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО _____ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф. РСС _____ А. В. Фатеев

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО) _____ Ю. В. Морозова

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

Согласована на портале № 45693

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение основ статистической теории синтеза оптимальных устройств обработки при решении задач различения, обнаружения и оценки параметров полезных сигналов при наличии помех в системах радиосвязи, радиолокации, радионавигации;

изучение способов обработки сигналов и помех в устройствах обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помехи в виде собственного шума приемника.

1.2. Задачи дисциплины

– изучить статистическую методологию описания случайных сигналов;

– изучить статистические свойства и характеристики смеси регулярного сигнала и гауссовского шума;

– изучить взаимосвязь параметров регулярного сигнала и его частотно временной корреляционной функции;

– изучить характеристики линейного согласованного фильтра и принципы его построения для типовых сигналов;

– изучить характеристики и устройства оптимального различения (обнаружения) сигнала на фоне шума;

– изучить способы построения и алгоритмы обработки сигналов в оптимальных устройствах оценки параметров сигнала

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: Теория вероятностей и математическая статистика.

Последующими дисциплинами являются: Многоканальные цифровые системы передачи, Радиотехнические системы, Радиотехнические цепи и сигналы.

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** физический смысл статистических характеристик случайных сигналов; взаимосвязь параметров полезного сигнала и параметров его частотно-временной корреляционной функции; постановку и методологию решения задач статистического синтеза оптимальных систем различения, обнаружения и оценки параметров радиосистемах связи , локации и навигации; типовые структуры статистически оптимальных устройств различения, обнаружения и оценки параметров радиосигналов на фоне белого гауссовского шума;

– **уметь** изложить постановку задачи синтеза оптимальных устройств обнаружения, различения и оценки параметров сигналов на фоне шума в терминах статистической теории проверки гипотез и теории оценок; представить обобщенные структурные схемы обнаружителя и различителя детерминированных сигналов и пояснить их работу; оценить влияние параметров радиосигнала и гауссовской помехи на потенциальные помехоустойчивости и точности систем радиосвязи, локации и навигации.

– **владеть** существующей в среде специалистов терминологией для статистической описания свойств сигналов и помех на основе методов статистической радиотехники.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

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

Согласована на портале № 45693

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Контактная работа (всего)	16	16
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	12	12
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Самостоятельная работа (всего)	124	124
Подготовка к контрольным работам	64	64
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	60	60
Всего (без экзамена)	140	140
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость, ч	144	144
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	СРП, ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
4 семестр					
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах.	2	4	20	22	ОПК-5, ПК-4
2 Статистические модели сигналов в радиотехнических системах.	2		20	22	ОПК-5, ПК-4
3 Основы статической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех.	2		21	23	ОПК-5, ПК-4
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала.	2		21	23	ОПК-5, ПК-4
5 Рекурсивная фильтрация сообщений.	2		21	23	ОПК-5, ПК-4
6 Разрешение сигналов.	2		21	23	ОПК-5, ПК-4
Итого за семестр	12	4	124	140	
Итого	12	4	124	140	

Согласована на портале № 45693

5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах.	Общее описание сигналов и помех. Классификация сообщений и помех. Свойства радиосигнала как переносчика сообщения. Функция различия сигнала. Частотно-временная корреляционная функция сигнала. Ширина функции неопределенности вдоль осей время частота. Примеры функций неопределенности импульсных сигналов. Стационарная случайная помеха с гауссоовым распределение вероятности. Белый шум.	2	ОПК-5, ПК-4
	Итого	2	
2 Статистические модели сигналов в радиотехнических системах.	Радиоканал и его свойства. Полезный сигнал на выходе радиоканала. Модели сигнала в однолучевом и много лучевом каналах. Нормальная (гауссова) модель сигнала. Статистические, корреляционные и спектральные свойства огибающей и фазы.	2	ОПК-5, ПК-4
	Итого	2	
3 Основы статической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех.	Краткая характеристика задач статистической теории. Согласованный линейный фильтр. Примеры построения согласованных фильтров. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех. Другие критерии оптимальности обнаружения и различения. Различие двух детерминированных сигналов на фоне белого гауссова шума. Структура оптимальных устройств.	2	ОПК-5, ПК-4
	Итого	2	
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала.	Оценки параметров сигнала и их свойства. Основные способы формирования оценок неизвестных параметров сигналов при наличии помех. Статистические свойства оценок МНК. Пример оценки неизвестного скалярного параметра. Общая структурная схема оптимального измерителя параметра сигнала известной формы. Оптимальная оценка амплитуды детерминированного сигнала при наличии белого гауссова шума. Статистические характе-	2	ОПК-5, ПК-4

Согласована на портале № 45693

	ристики оценок максимума правдоподобия. Оптимальная оценка начальной фазы радиоимпульса. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера-Рао.		
	Итого	2	
5 Рекурсивная фильтрация сообщений.	Среднеквадратичная регрессия, Линейная среднеквадратичная регрессия. Рекурсивная оценка параметров линейной регрессии. Оптимальная линейная фильтрация. Фильтры Калмана.	2	ОПК-5, ПК-4
	Итого	2	
6 Разрешение сигналов.	Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. Совместное разрешение сигналов по времени запаздывания и частоте.	2	ОПК-5, ПК-4
	Итого	2	
Итого за семестр		12	

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
Предшествующие дисциплины						
1 Теория вероятностей и математическая статистика	+	+	+	+		+
Последующие дисциплины						
1 Многоканальные цифровые системы передачи	+	+	+	+	+	+
2 Радиотехнические системы	+	+	+	+	+	+
3 Радиотехнические цепи и сигналы	+	+	+	+	+	+

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
	СРП	КСР	Сам. раб.	
ОПК-5	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест
ПК-4	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест

Согласована на портале № 45693

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

7. Лабораторные работы

Не предусмотрено РУП.

8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
4 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-5, ПК-4
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ОПК-5, ПК-4
Итого		4	

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
4 семестр				
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОПК-5, ПК-4	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	10		
	Итого	20		
2 Статистические модели сигналов в радиотехнических системах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОПК-5, ПК-4	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	10		
	Итого	20		
3 Основы статической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОПК-5, ПК-4	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	11		
	Итого	21		
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОПК-5, ПК-4	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	11		

Согласована на портале № 45693

сигнала.	Итого	21		
5 Рекурсивная фильтрация сообщений.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОПК-5, ПК-4	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	11		
	Итого	21		
6 Разрешение сигналов.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ОПК-5, ПК-4	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	11		
	Итого	21		
	Выполнение контрольной работы	4	ОПК-5, ПК-4	Контрольная работа
Итого за семестр		124		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		128		

10. Контроль самостоятельной работы (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. Тисленко В.И. Статистическая теория радиотехнических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Тисленко. - Томск: ФДО, ТУСУР, 2016. - 160 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 08.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Энатская, Н. Ю. Математическая статистика и случайные процессы [Электронный ресурс]: учебное пособие для прикладного бакалавриата / Н. Ю. Энатская. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 201 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/E7144E93-751A-44FD-A63F-B50F18195681 (дата обращения: 08.09.2018).

2. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / М. Ю. Застела [и др.] ; под общ. ред. М. Ю. Застела. — 3-е изд., пер. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 495 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/1D0A646B-ECE9-4299-9D90-D34211AAE984 (дата обращения: 08.09.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Аникин А.С. Статистическая теория радиотехнических систем [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / А.С. Аникин , С. В. Мелихов. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 08.09.2018).

2. Тисленко В.И. Статистическая теория радиотехнических систем : электронный курс /

Согласована на портале № 45693

В.И. Тисленко. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2016. Доступ из личного кабинета студента.

3. Аникин А. С. Статистическая теория радиотехнических систем [Электронный ресурс]: примеры решения задач / А. С. Аникин. – Томск : ФДО ТУСУР, 2016. – 10 с. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 08.09.2018).

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. Рекомендуется использовать источники из списка https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (со свободным доступом). ЭБС «Юрайт»: www.biblio-online.ru (доступ из личного кабинета студента по ссылке https://biblio.fdo.tusur.ru/). ЭБС «Лань»: www.e.lanbook.com (доступ из личного кабинета студента по ссылке http://lanbook.fdo.tusur.ru).

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 дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice (с возможностью удаленного доступа)

13.1.2. 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.;

Согласована на портале № 45693

- 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.

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…

а) пространственной корреляционной функцией
б) передаваемыми данными
в) передаваемым сообщением
г) процессом
д) помехой
е) сигналом

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

а) корреляционной функцией
б) функцией рассогласования

Согласована на портале № 45693

в) структурной функцией
г) процессом
д) дисперсией
е) интервалом корреляции

3. Количественную оценку динамики (быстроты) изменения случайного процесса во времени отражает …
а) корреляционная функция
б) функция рассогласования
в) структурной функцией
г) математическое ожидание
д) дисперсия
е) интервал корреляции

4. Для стационарного случайного процесса …
а) математическое ожидание меняется во времени
б) математическое ожидание постоянно во времени
в) интервал корреляции постоянно возрастает
г) интервал корреляции постоянно убывает
д) плотность вероятности меняется во времени
е) функция распределения изменяется во времени

5. Для нестационарного случайного процесса …
а) функция распределения не меняется во времени
б) плотность вероятности постоянна во времени
в) интервал корреляции постоянно возрастает
г) интервал корреляции постоянно убывает
д) плотность вероятности меняется во времени
е) 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 …
а) стационарного процесса
б) нестационарного процесса
в) квазидетерминированного процесса
г) широкополосного процесса
д) узкополосного процесса
е) неэргодического процесса
ж) эргодического процесса

7. Случайный процесс, знание реализации которого в прошлом, даёт возможность восстановить эту реализацию в будущем, называется…
а) стационарным
б) нестационарным
в) квазидетерминированным
г) широкополосным
д) узкополосным
е) неэргодическим
ж) эргодическим

8. Усреднённый по совокупности реализаций случайного процесса квадрат модуля спектра называется…
а) корреляционной функцией

Согласована на портале № 45693

б) спектральной плотностью мощности
в) дисперсией
г) энергетическим спектром
д) математическим ожиданием
е) интервалом корреляции
ж) эргодическим свойством

9. Чем шире спектральная плотность мощности случайного процесса, тем …
а) меньше мощность случайного процесса
б) больше математическое ожидание случайного процесса
в) меньше математическое ожидание случайного процесса
г) уже пик корреляционной функции случайного процесса
д) шире пик корреляционной функции случайного процесса
е) больше интервал корреляции
ж) более стационарным становится случайный процесс

10. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности случайного процесса связаны…
а) неравенством Парсеваля
б) законом сохранения энергии
в) формулой Винера-Хинчина
г) уравнением Винера-Хопфа
д) преобразованием Лапласа
е) преобразованием Гильберта
ж) Z-преобразованием

11. Случайный стационарный процесс с равномерной спектральной плотностью мощности на всех частота называют…
а) розовым шумом
б) белым шумом
в) шумом, ограниченным по полосе
г) шумом, центрированным по частоте
д) гауссовским процессом
е) релеевским процессом
ж) процессом с равномерным в полосе спектром

12. Теоретически бесконечно большая мощность характерна для…
а) розового шума
б) релеевского процесса
в) зелёного шума
г) шума, ограниченного по полосе
д) шума, центрированного по частоте
е) гауссовского процесса
ж) белого шума
з) процесса с равномерным в полосе спектром

13. Корреляционная функция в виде дельта функции характерна для…
а) розового шума
б) шума, ограниченного по полосе
в) белого шума
г) шума, центрированного по частоте
д) гауссовского процесса
е) зелёного шума
ж) процесса с равномерным в полос

Согласована на портале № 45693

з) более стационарным становится шум

14. Корреляционная функция в виде функции типа «sin(x)/x» характерна для…
а) розового шума
б) шума, ограниченного по полосе
в) белого шума
г) шума, центрированного по частоте
д) гауссовского процесса
е) зелёного шума
ж) 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…
а) розового шума
б) шума, ограниченного по полосе
в) белого шума
г) шума, центрированного по частоте
д) гауссовского процесса
е) зелёного шума
ж) процесса с равномерным в полосе спектром

16. Чем шире полоса ограниченного по полосе белого шума, тем …
а) меньше мощность шума
б) больше математическое ожидание шума
в) меньше математическое ожидание шума
г) больше мощность шума
д) меньше размах реализаций шума
е) больше интервал корреляции
ж) более стационарным становится шум

17. Чем меньше полоса ограниченного по полосе белого шума, тем …
а) меньше мощность шума
б) больше математическое ожидание шума
в) меньше математическое ожидание шума
г) больше мощность шума
д) меньше размах реализаций шума
е) больше интервал корреляции
ж) более стационарным становится шум

18. Случайный процесс, у которого ширина спектральной плотности мощности много больше центральной частоты, называется…
а) стационарным
б) нестационарным
в) квазидетерминированным
г) широкополосным
д) узкополосным
е) неэргодическим
ж) эргодическим

19. Случайный процесс, у которого ширина спектральной плотности мощности много меньше центральной частоты, называется…
а) стационарным
б) нестационарным
в) квазидетерминированным

Согласована на портале № 45693

г) широкополосным
д) узкополосным
е) неэргодическим
ж) эргодическим

20. Медленно меняющаяся огибающая характерна только для …
а) стационарного процесса
б) нестационарного процесса
в) квазидетерминированного процесса
г) широкополосного процесса
д) узкополосного процесса
е) неэргодического процесса
ж) эргодического процесса

14.1.2. Зачёт

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.…
а) пространственно-временной корреляционной функцией,
б) передаваемыми данными,
в) передаваемым сообщением,
г) процессом,

2. Плотность распределения вероятности значений сообщения, заданная для определённых моментов времени, выражается через произведение одномерных плотностей распределения вероятностей, когда значения сообщения …
а) зависимы.
б) коррелированы;
в) некоррелированы.
г) случайны.

3. К виду модуляции первой степени в радиотехнических системах с поднесущей непрерывного типа относятся…
а) АМ.
б) АМн
в) ВИМ.
г) ЧМн.

4. Помехоустойчивость и точность радиотехнических систем при наличии помех определяется только ….
а) энергией сигнала.
б) мощностью шума.
в) энергией сигнала и мощностью шума.
г) среднеквадратической длительностью сигнала.

5. Размерность энергетического спектра случайного процесса …
а) Вт.
б) Дж/Гц.
в) Вт/Гц.
г) Вт/Гц.

6. Если по принятой реализации сигнала на заданном интервале времени следует наилучшим образом определять значение искомого параметра одного сигнала в присутствии другого, то такая задача называется задачей…
а) различения.

Согласована на портале № 45693

б) разрешения.
в) оценки параметров сигнала.
г) фильтрации.

7. Критерием оптимальности различения при байесовском походе является…
а) максимум отношения сигнал/шум.
б) минимум ошибки различения сигналов.
в) максимум вероятности различения.
г) минимум среднего риска.

8. Коэффициент взаимной корреляции двух различных аналоговых сигналов принимает значения в интервале …
а) от минус бесконечности до плюс бесконечности.
б) от - 2 до 2.
в) от - 1 до 1.
г) от - 0,5 до 0,5.

9. . Отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра возрастает в связи с тем, что …
а) отсчёты полезного сигнала складываются по мощности, а отсчёты шума по амплитуде напряжения.
б) отсчёты полезного сигнала складываются по амплитуде напряжения, а отсчёты шума по мощности.
в) отсчёты полезного сигнала и шума складываются по мощности.
г) отсчёты полезного сигнала и шума складываются по амплитуде напряжения.

10. . В случае векторного параметра сигнала его оценка представляет собой …
а) тензор.
б) матрицу.
в) скаляр.
г) вектор.

11. Функция, определяющая затраты потребителя оценок по причине расхождения оценки и истинного значения параметра, называется …
а) функцией ошибки.
б) сигнальной функцией.
в) функцией потерь.
г) функцией затрат.

12. Байесовская оценка параметра сигнала при квадратичной функции потерь соответствует…
а) медиане апостериорного распределения вероятностей неизвестного параметра.
б) апостериорному среднему значению неизвестного параметра.
в) апостериорной дисперсии неизвестного параметра.
г) максимальному значению апостериорного распределения вероятностей неизвестного параметра.

13. Смещение оценки параметра уменьшается при увеличении объёма выборки для …
а) условных байесовских оценок.
б) оценок по методу наименьших квадратов.
в) оценок по методу максимального правдоподобия.
г) оценок по методу минимума среднего квадрата ошибки.

14. Несмещённая оценка параметра сигнала называется эффективной, если её дисперсия …

Согласована на портале № 45693

а) максимальна.
б) равна границе Крамера-Рао.
в) не больше границы Крамера-Рао.
г) не меньше границе Крамера-Рао.

15. Вероятность правильного обнаружения максимальна при заданной вероятности ложной тревоги для критерия.…
а) минимума среднего риска,
б) минимума взвешенной вероятности ошибки,
в) идеального наблюдателя,
г) Неймана-Пирсона.

16. Наилучшая помехоустойчивость характерна сигналам, имеющим … модуляцию.
а) АМ.
б) ЧМ.
в) ФМ.
г) ШИМ (96).

17. Косинусная и синусная квадратурные составляющие узкополосного сигнала отличаются по фазе на ... градусов.
а) 0.
б) 180.
в) 90.
г) 45.

18. Характеристика разрешения сигналов, введённая Вудвордом, вычисляется как интеграл от …
а) временной автокорреляционной функции.
б) частотной автокорреляционной функции.
в) квадрата временной автокорреляционной функции.
г) квадрата частотной автокорреляционной функции.

19. Математическая модель полезного сообщения в задачах марковской фильтрации представляет собой …
а) систему уравнений первого порядка для вектора переменных состояния.
б) систему из стационарных гауссовских сообщений.
в) систему корреляционных функций.
г) формирующий фильтр.

20. Оценка параметров по мере поступления данных реализуется …
а) методом максимального правдоподобия.
б) =фильтром Калмана.
в) фильтром Винера.
г) Байесовским методом.

14.1.3. Темы контрольных работ

Статистическая теория радиотехнических систем (примеры типовых заданий для контрольной работы с автоматизированной проверкой).

1. Задан непериодический импульсный радиосигнал с прямоугольной огибающей амплитудой 1 В, центральной частотой 10 Гц и начальной фазой равной 3 радиан.

Определить ширину (в секундах) огибающей временной корреляционной функции радиосигнала на уровне 0,75, если его длительность равна 3 с. При расчёте энергии сигнала пренебречь вкладом высокочастотной составляющей.

Согласована на портале № 45693

2. Задан радиоимпульс с ЛЧМ-модуляцией, у которого параметр, определяющий длительность радиоимпульса, 5 1/с, а параметр, определяющий частотную модуляцию, 100 рад/с^2.

Определить коэффициент сжатия временной автокорреляционной функции радиоимпульса с ЛЧМ-модуляцией.

3. Сигнал на входе приёмника представляет собой сумму сигналов регулярной составляющей амплитудой 5 В и сигнала случайной составляющей, квадратурные компоненты которого имеют нормальное распределение с нулевым средним значением при напряжении 10 В.

Определить вероятность P того, что сигнал на выходе коррелятора приёмника не превысит порог h обнаружения, составляющий X=50 % от математического ожидания напряжения сигнала на входе приёмника.

4. РЛС на частоте 50 Гц излучает друг за другом два радиоимпульса s1(t) и s2(t) прямоугольной огибающей, длительностью t = 0,1 нс и амплитудой A = 0,5 мкВ, причём начальная фаза первого радиоимпульса s1(t) равна нулю, а начальная фаза второго радиоимпульса s2(t) равна 0,5 радиан. После отражения этих радиоимпульсов от цели, без ослабления принимаются приёмником, на выходе которого имеется различитель.

Определить полную вероятность P ошибочного различения сигналов по критерию «идеального наблюдателя». Температура окружающей среды составляет T = 400 К. При расчёте энергии сигнала пренебречь вкладом высокочастотной составляющей. Постоянную Больцмана принять равной 1,38·10-23 Дж/К.

5. Сигнал на входе приёмника РЛС представляет собой сумму сигналов регулярной составляющей и сигнала случайной составляющей, квадратурные компоненты которого имеют при напряжении 10 В нормальное распределение с нулевым средним значением. Вероятность того, что сигнал на выходе коррелятора приёмника не превысит порог h обнаружения, составляющий 50 % от математического ожидания напряжения сигнала на входе приёмника, равна P = 60 %.

Определить амплитуду A сигнала регулярной составляющей и среднеквадратическое напряжение суммарного сигнала, поступающего на вход приёмника РЛС, предполагая закон распределения огибающей Релеевским.

6. РЛС излучает ЛЧМ-радиоимпульс с параметрами: k = 5 с^-1 (определяет длительность радиоимпульса) и b = 100 рад/с^2 (определяет частотную модуляцию). Приёмник имеет входные усилительные каскады с коэффициентом шума kш = 3 и идеальным полосовым фильтром, у которого полоса пропускания равна ширине спектра ЛЧМ-радиоимпульса. Температура окружающей среды T = 300 K.

Определить приведённую ко входу мощность шумов приёмника Pш и минимальный интервал времени Δt между отсчётами шума, при котором отсчёта шума являются некоррелированными.

7. Когерентная РЛС излучает ФКМ-радиосигнал, состоящий из n = 10 парциальных импульсов длительностью t = 0,05 с, имеющих прямоугольную огибающую амплитудой A = 10 В.

Определить разницу Δq между отношением сигнал/шум на выходе согласованного фильтра приёмника qвых и его входе qвх, если температура окружающей среды составляет T = 200 К. При расчёте энергии сигнала пренебречь вкладом высокочастотной составляющей.

8. РЛС на частоте f = 50 Гц излучает радиоимпульс прямоугольной огибающей, длительностью t = 0,1 нс и амплитудой A = 0,5 мкВ с начальной фазой φ = 0,5 радиан. (Условие для приемника – полностью известный сигнал).

Определить вероятность F ложной тревоги обнаружителя сигналов по критерию Неймана-Пирсона, если пороговое значение zp составляет s = 10 % от отношения сигнал/шум qвых по напряжению на выходе согласованного фильтра. Температура окружающей среды составляет T = 400 К. При расчёте энергии сигнала пренебречь вкладом высокочастотной составляющей.

9. Задан непериодический импульсный радиосигнал с прямоугольной огибающей амплиту-

Согласована на портале № 45693

дой A = 1 В, центральной частотой f = 10 Гц и начальной фазой равной φ = 1 радиан.

Определить ширину (в Гц) частотной корреляционной функции радиосигнала на уровнях c1 = 0,75 и c2 = 0,25, если его длительность равна τ = 5 с. При расчёте интегральной ширины сигнала пренебречь вкладом высокочастотной составляющей.

10. Задан непериодический импульсный радиосигнал с прямоугольной огибающей амплитудой A = 24 В, центральной частотой f = 27 Гц и начальной фазой равной φ = 29 радиан.

Определить среднее напряжение радиосигнала U на активной нагрузке сопротивлением R = 50 Ом, если его длительность равна τ = 10 с. Все результаты округлять до целого. При расчёте интегральной ширины и энергии радиосигнала пренебречь вкладом высокочастотной составляющей.

14.1.4. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

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	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 45693

аппарата	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 № 45693