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

Основы статистической радиотехники

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
2	Контроль самостоятельной работы	2	2	часов
3	Всего контактной работы	10	10	часов
4	Самостоятельная работа	94	94	часов
5	Всего (без экзамена)	104	104	часов
6	Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
7	Общая трудоемкость	108	108	часов
			3.0	З.Е.

Контрольные работы: 5 семестр - 1
Зачет: 5 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 46505

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 8 от «29» 6 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭО «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

ст. преподаватель Кафедра технологий электронного обучения (ТЭО) _____ П. С. Мещеряков

Заведующий обеспечивающей каф. ТЭО _____ В. В. Кручинин

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО _____ И. П. Черкашина

Заведующий выпускающей каф. ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

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

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

Согласована на портале № 46505

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

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.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы статистической радиотехники» (Б1.В.ДВ.7.2) относится к блоку 1 (вариативная часть).

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

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-7 готовностью к изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике проекта;

– ПК-16 готовностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;

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 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры

Согласована на портале № 46505

		5 семестр
Контактная работа (всего)	10	10
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	8	8
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	94	94
Подготовка к контрольным работам	24	24
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	70	70
Всего (без экзамена)	104	104
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость, ч	108	108
Зачетные Единицы	3.0	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

Названия разделов дисциплины	СРП, ч	КСР, ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр					
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах	2	2	16	18	ПК-16, ПК-7
2 Статистические модели сигналов в РТС	1		16	17	ПК-16, ПК-7
3 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	2		16	18	ПК-16, ПК-7
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	1		16	17	ПК-16, ПК-7
5 Рекурсивная фильтрация сообщений	1		16	17	ПК-16, ПК-7
6 Разрешение сигналов	1		14	15	ПК-16, ПК-7
Итого за семестр	8	2	94	104	
Итого	8	2	94	104	

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

Согласована на портале № 46505

5 семестр			
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах	Общее описание сигналов и помехКлассификация сообщений и сигналовСвойства радиосигнала как переносчика сообщенияФункция различия сигналовЧастотно-временная корреляционная функция сигналаШирина функции неопределенности вдоль осей времени и частотыПримеры функций неопределенности импульсных сигналовСтационарная случайная помеха с гауссовым распределением вероятностей. Белый шум	2	ПК-16, ПК-7
	Итого	2	
2 Статистические модели сигналов в РТС	Радиоканал и его свойстваПолезный сигнал на выходе радиоканалаМодель сигнала в однолучевом каналеМодель сигнала в многолучевом каналеНормальная (гауссовская) модель сигнала. Статистические свойства огибающей. Статистические свойства фазы. Корреляционные и спектральные свойства огибающей и фазы	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
3 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Краткая характеристика задач статистической теории. Согласованный линейный фильтр. Примеры построения согласованных фильтров. Согласованный фильтр для прямоугольного радиоимпульса. Согласованный фильтр для прямоугольного радиоимпульса с ФКМ. Согласованный фильтр для пачки М когерентных радиоимпульсов гауссовой формы. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех (байесовский метод). Другие критерии оптимальности обнаружения и различения. Различение двух детерминированных сигналов на фоне белого гауссовского шума. Структура оптимальных устройств. Статистические характеристики качества различения. Статистические характеристики качества обнаружения. Общие черты задач «сыщика» и «оптимального обнаружителя»	2	ПК-16, ПК-7
	Итого	2	
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Оценки параметров сигналов и их свойства. Основные способы формирования оценок неизвестных параметров сигналов при наличии помех. Байесовские оценки. Оценки максимального правдоподобия. Оценки неизвестных параметров методом наименьших квадратов. Статистические свойства оценок МНК. Пример оценки	1	ПК-16, ПК-7

Согласована на портале № 46505

	неизвестного скалярного параметра. Общая структурная схема оптимального измерителя параметра сигнала известной формы. Оптимальная оценка амплитуды детерминированного сигнала при наличии белого гауссовского шума. Статистические характеристики оценок максимума правдоподобия. Оптимальная оценка начальной фазы радиоимпульса. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера-Рао		
	Итого	1	
5 Рекурсивная фильтрация сообщений	Среднеквадратичная регрессия. Линейная среднеквадратичная регрессия. Рекурсивная оценка параметров линейной регрессии. Оптимальная линейная фильтрация. Фильтр Калмана	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
6 Разрешение сигналов	Общие положениия. Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. Совместное разрешение сигналов по времени запаздывания и частоте	1	ПК-16, ПК-7
	Итого	1	
Итого за семестр		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
Предшествующие дисциплины						
1 Теория вероятностей и математическая статистика		+	+	+		

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.	
ПК-7	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест
ПК-16	+	+	+	Контрольная работа, Проверка контрольных работ, Зачет, Тест

Согласована на портале № 46505

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
5 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-16, ПК-7
Итого		2	

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 Сигналы и помехи в радиотехнических системах	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	16		
2 Статистические модели сигналов в РТС	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	16		
3 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	16		
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	16		
5 Рекурсивная	Самостоятельное изуче-	12	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная

Согласована на портале № 46505

фильтрация сообщений	ние тем (вопросов) теоретической части курса			работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	16		
6 Разрешение сигналов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ПК-16, ПК-7	Зачет, Контрольная работа, Тест
	Подготовка к контрольным работам	4		
	Итого	14		
	Выполнение контрольной работы	2	ПК-16, ПК-7	Контрольная работа
Итого за семестр		94		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		98		

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. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Тисленко В. И. - 2007. 245 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 18.09.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Чумаков, А.С. Статистическая радиотехника и радиофизика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.С. Чумаков. — Электрон. дан. — Москва : ТУСУР, 2012. — 30 с. Доступ из личного кабинета студента — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/10854 (дата обращения: 18.09.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Электронный курс / Тисленко В. И. - 2018. Томск, ТУСУР, ФДО. Доступ из личного кабинета студента:
2. Мещеряков П.С. Основы статистической радиотехники [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения технических направлений подготовки, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / П.С. Мещеряков, В.В. Кручинин. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 18.09.2018).

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:

Согласована на портале № 46505

– 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. Крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования. www.elibrary.ru

2. zbMATH – математическая база данных, охватывающая материалы с конца 19 века. zbMath содержит около 4 000 000 документов, из более 3 000 журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др. zbmath.org

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 (с возможностью удаленного доступа)
– Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows (с возможностью удаленного доступа)
– Microsoft Windows (с возможностью удаленного доступа)
– 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.;
- 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.

Согласована на портале № 46505

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
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

Согласована на портале № 46505

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
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

Согласована на портале № 46505

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
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

Согласована на портале № 46505

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
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 веро-

Согласована на портале № 46505

ятностей, 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.

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

Согласована на портале № 46505

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 …
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.

Согласована на портале № 46505

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.

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 c^-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 кото-

Согласована на портале № 46505

рого полоса пропускания равна ширине спектра ЛЧМ-радиоимпульса. Температура окружающей

среды T = 300 К.

Определить приведённую ко входу мощность шумов приёмника Рш 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 А = 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 А = 0,5 мкВ с начальной фазой Ф= 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 амплитудой А = 1 В, центральной частотой f = 10 Гц и начальной фазой равной Ф = 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 А = 24 В, центральной частотой f = 27 Гц и начальной фазой равной Ф = 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;

Согласована на портале № 46505

- 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 аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки

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

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

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

Согласована на портале № 46505

– 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 № 46505