МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Программируемые радиотехнические устройства**
Форма обучения: **заочная**
Кафедра: **телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **4, 5**
Семестр: **8, 9**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	8 семестр	9 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	6		6	часов
Практические занятия	2	8	10	часов
Самостоятельная работа	28	58	86	часов
Контрольные работы		2	2	часов
Подготовка и сдача зачета		4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	36	72	108 3	часов з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр	Количество
Зачет	9	
Контрольные работы	9	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80615

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучить статистическое описание сигналов и помех.
2. Изложить методы синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения и различения сигналов на фоне помех.
3. Познакомить с методами синтеза оптимальных алгоритмов оценки параметров сигналов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Подробно рассмотреть описание случайных сигналов и помех с помощью многомерных плотностей вероятностей и функционалов плотности вероятности.
2. Раскрыть сущность квазидетерминированных сигналов.
3. Сформировать знания о статистических свойствах случайных сигналов в однолучевом и многолучевом каналах, а также о функции различия и корреляционной функции случайных сигналов.
4. Раскрыть спектральные свойства помех.
5. Сформировать знания о постановке задачи синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения сигналов на фоне помех.
6. Рассмотреть байесовский метод обнаружения и различения сигналов с учётом критериев оптимальности, а также разъяснить примеры структур оптимальных устройств и статистических характеристик качеств обнаружения и различения.
7. Сформировать знания о постановке задачи синтеза алгоритмов оценки параметров сигналов.
8. Изучить основы байесовского метода, метода максимального правдоподобия и наименьших квадратов в задаче оценки параметров сигналов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.06.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 80615

ПК-1. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает типовые методы математического моделирования, используемые в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем	Знает методы анализа и поиска функций неопределённости, структуры обнаружителя/различителя и устройства оценки параметров сигналов для реализации методов математического моделирования, используемых в специализируемых прикладных программах для проектирования и разработки радиотехнических систем.
	ПК-1.2. Умеет выполнять моделирование физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ	Умеет анализировать характеристики оптимального обнаружителя (различителя) и устройства оценки параметра полезного сигнала на фоне помехи путём моделирования физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ.
	ПК-1.3. Владеет типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ	Владеет способностью самостоятельно определять модели сигналов для типовых методик разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ комплексов.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		8 семестр	9 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	18	8	10
Лекционные занятия	6	6	
Практические занятия	10	2	8
Контрольные работы	2		2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	86	28	58
Подготовка к тестированию	30	16	14
Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	12	12	
Подготовка к контрольной работе	8		8
Подготовка к зачету	36		36
Подготовка и сдача зачета	4		4
Общая трудоемкость (в часах)	108	36	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	1	2

5. Структура и содержание дисциплины

Согласована на портале № 80615

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без зачета)	Формируемые компетенции
8 семестр					
1 Введение	2	-	4	6	ПК-1
2 Функция различия сигналов	2	2	20	24	ПК-1
3 Понятие о радиоканале	2	-	4	6	ПК-1
Итого за семестр	6	2	28	36	
9 семестр					
4 Статистические модели сигналов	-	2	18	22	ПК-1
5 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	-	2	20	22	ПК-1
6 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	-	4	20	24	ПК-1
Итого за семестр	0	8	58	66	
Итого	6	10	86	102	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
1 Введение	Статистическая радиотехника в радиотехнических системах и системах связи. Классы задач, решаемых радиотехническими системами. Общее описание сигналов и помех. Классификация сообщений и сигналов.	2	ПК-1
	Итого	2	
2 Функция различия сигналов	Понятие функции различия сигналов. Частотно-временная корреляционная функция сигнала. Ширина функции неопределённости вдоль оси частоты и времени. Стационарная случайная помеха с гауссовым распределением вероятностей. Белый шум.	2	ПК-1
	Итого	2	
3 Понятие о радиоканале	Радиоканал и его свойства.	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		6	
9 семестр			

Согласована на портале № 80615

4 Статистические модели сигналов	Модели сигналов в однолучевом и многолучевом каналах. Нормальная модель сигнала и её статистические характеристики. Корреляционные и спектральные свойства огибающей и фазы. Статистические свойства смеси регулярного сигнала и узкополосного стационарного гауссовского шума.	-	ПК-1
	Итого	-	
5 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.	-	ПК-1
	Итого	-	
6 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.	-	ПК-1
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		6	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
9 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПК-1
Итого за семестр		2	
Итого		2	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
2 Функция различия сигналов	Статистическое описание случайных сигналов.	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 80615

	Итого за семестр	2	
9 семестр			
4 Статистические модели сигналов	Статистические свойства огибающей и фазы смеси регулярного сигнала и узкополосного стационарного гауссова шума	2	ПК-1
	Итого	2	
5 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне шума	2	ПК-1
	Итого	2	
6 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Оценка неизвестных параметров сигналов при наличии помех	4	ПК-1
	Итого	4	
	Итого за семестр	8	
	Итого	10	

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
8 семестр				
1 Введение	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	4		
2 Функция различия сигналов	Подготовка к тестированию	8	ПК-1	Тестирование
	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	12	ПК-1	Задачи и упражнения
	Итого	20		
3 Понятие о радиоканале	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	4		
	Итого за семестр	28		
9 семестр				
4 Статистические модели сигналов	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к зачету	12	ПК-1	Зачёт
	Итого	18		

Согласована на портале № 80615

5 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	6	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к зачету	12	ПК-1	Зачёт
	Итого	20		
6 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-1	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Подготовка к зачету	12	ПК-1	Зачёт
	Итого	20		
Итого за семестр		58		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		90		

5.8. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	Задачи и упражнения, Зачёт, Контрольная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Статистические методы обработки сигналов в радиотехнических системах: Учебное пособие / В. И. Тисленко - 2007. 245 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2123.

2. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 164 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/473180.

7.2. Дополнительная литература

1. Аверина, Т. А. Численные методы. Алгоритмы моделирования систем со случайной структурой : учебное пособие для вузов / Т. А. Аверина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 156 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/494174.

2. Пригарин, С. М. Статистическое моделирование многомерных гауссовских распределений : учебное пособие для вузов / С. М. Пригарин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 83 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/494790.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 80615

1. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и организации самостоятельной работы по курсу / В. И. Тисленко - 2011. 43 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2120.

7.3.2. 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. 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 достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LibreOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы),

Согласована на портале № 80615

расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.4. 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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение	ПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Функция различия сигналов	ПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

Согласована на портале № 80615

3 Понятие о радиоканале	ПК-1	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Статистические модели сигналов	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков

Согласована на портале № 80615

5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой параметр сигнала переносит полезное сообщение La(t) для радиотехнической системы измерения дальности? Ответы: а) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*f0*(t-La(t)/c)+psi); б) s(t, La(t)) = La(t)/c*cos(2*pi*f0*t+psi); в) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*(La(t)/c)*t+psi); г) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*f0*t+La(t)/c).
2. Какой параметр сигнала переносит полезное сообщение La(t) для радиотехнической системы измерения пеленга по принятым сигналам с выхода амплитудного ограничителя? Ответы: а) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*f0*(t-La(t))+psi); б) s(t, La(t)) = La(t)*cos(2*pi*f0*t+psi); в) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*La(t)*t+psi); г) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*f0*t+La(t)).
3. Оцифрованы три сигнала в три момента времени и получены следующие отсчёты: s1=[1, 2, 3] для первого сигнала, s2=[4, 5, 6] для второго сигнала и s3=[7, 8, 9] для третьего сигнала. Определите меру различия между первым и вторым сигналами относительно первого сигнала. Ответы: а) 0,086; б) 2,2; в) 35; г) 56.
4. Высокая точность измерения параметров по высокочастотному сигналу определяется: а) шириной автокорреляционной функцией; б) уровнем боковых лепестков автокорреляционной функции; в) крутизной в области пика автокорреляционной функции; г) величиной пика автокорреляционной функции.
5. Какую базу имеет радиосигнал эффективной амплитудной 3 В, длительностью 50 мс, начальной фазой 15 радиан и шириной спектра 1000 Гц, и к какому типу следует его отнести: а) 50, сложный; б) 0,15, простой; в) 45; сложный; г) 0,003, сложный.
6. Для радиотехнической системы задан зондирующий сигнал базой 10000, длительностью 1 мс, а приёмный тракт характеризуется коэффициентом шума 3. Определите мощность шума на выходе приёмного тракта, согласованного с сигналом. Ответы: а) 10*10^-14 Вт;

Согласована на портале № 80615

б) 12,5*10^-14 Вт; в) 12,5*10^-11 Вт; г) 10*10^-11 Вт.

7. Для радиотехнической системы задан зондирующий сигнал базой 10000 и отношение сигнал/шум на входе приёмного тракта, равное 10. Чему равно отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра приёмного тракта: а) 1000; б) 10000000; в) 500; г) 20000000.
8. Укажите функцию потерь при байесовской оценке по минимуму среднеквадратической ошибки. Ответ: а) линейная; б) квадратическая; в) модульная; г) простая.
9. Спектральная плотность мощности шумов приёмного тракта равна N0 = 10 Вт/Гц, а длительность импульсного радиосигнала равна 0,2 с. Чему равно среднеквадратическое отклонение оптимальной оценки амплитуды радиосигнала известной формы. Ответы: а) 1,414; б) 7,071; в) г) 0,141; г) 0,707.
10. Отношение сигнал/шум по мощности на выходе согласованного фильтра равно 10. Чему равно среднеквадратическое отклонение оптимальной оценки фазы? Ответы: а) 3,162 рад; б) 0,316 рад; в) 0,1 рад; г) 31,62 рад.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. В чем принципиальное отличие сигнала и помехи?
2. Почему РТС извлечения информации относят к системам с внешней модуляцией, а РТС передачи информации —к системам с внутренней модуляцией?
3. В чем отличие аддитивной помехи от мультипликативной?
4. В чем различие детерминированного и статистического подходов к решению задач анализа и синтеза РТС? Почему детерминированный подход несостоятелен?
5. Перечислите функции и параметры, задание которых связано с понятием «статистическое описание» случайной функции.
6. В чем отличие детерминированной, квазидетерминированной и случайной функций?
7. В чем отличие аналогового и цифрового сообщений?
8. Запишите общее выражение сигнала —переносчика сообщения.
9. В чем отличие сигналов с одноступенчатой и двухступенчатой модуляцией? Приведите примеры осциллограмм.
10. Что есть функция различия сигналов и каков ее смысл?
11. Запишите выражение функции различия двух сигналов по одному информативному параметру x, когда он не является энергетическим.
12. Запишите в общем виде частотно-временную корреляционную функцию узкополосного радиосигнала.
13. Запишите выражение временной автокорреляционной функции (АКФ) узкополосного радиосигнала в действительной и комплексной форме.
14. Запишите выражение комплексной огибающей временной АКФ узкополосного радиосигнала и обоснуйте тот факт, что это медленная функция времени.
15. Что есть функция неопределенности (ФН) радиосигнала и каковы ее свойства?
16. В чем сущность принципа неопределенности в радиолокации?
17. Какие параметры радиосигнала определяют ширину ФН вдоль осей время-частота? Как влияет энергия сигнала на ФН?
18. Что есть база радиосигнала и в чем различие сигналов с простой и сложной модуляцией?
19. Почему для сигнала с простой модуляцией уменьшение ширины пика ФН по оси времени непременно приводит (при постоянной мощности) к снижению энергии этого сигнала?
20. Почему для сигнала со сложной модуляцией уменьшение ширины пика ФН по оси времени не приводит (при постоянной мощности) к снижению энергии этого сигнала?
21. В каком случае ширина огибающей радиосигнала и ширина огибающей временной АКФ этого сигнала примерно одинаковы? Когда они могут различаться на несколько порядков?
22. Изобразите графически временную АКФ одиночного радиоимпульса с прямоугольной огибающей и простой модуляцией.
23. Изобразите графически временную АКФ одиночного ФКМ радиоимпульса с прямоугольной огибающей. Какова величина боковых максимумов этой функции но сравнению с главным пиком?
24. Почему для полноты вероятностного описания случайного сигнала необходимо привлечение плотностей распределения вероятностей более чем 1-го порядка?

Согласована на портале № 80615

25. Какая функция определяет спектральные свойства случайного стационарного процесса, поясните ее вероятностный смысл и физическую единицу измерения?
26. Какой случайный процесс называют нормальным и каковы его особенности?
27. Что означает тот факт, что шум белый?
28. Что означает тот факт, что шум стационарный и гауссов?
29. Какое влияние оказывает фазовая (или частотная) модуляция сигнала на вид частотной автокорреляционной функции сигнала и почему?

9.1.3. Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

1. Согласованный фильтр для прямоугольного радиоимпульса с простой и ФКМ модуляцией.
2. Модель сигнала в многолучевом канале.
3. Среднеквадратичная регрессия.
4. Оптимальная линейная фильтрация. Фильтр Калмана.
5. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера-Рао.

9.1.4. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Составить статистическую модель принятого сигнала от неподвижной цели на выходе приёмника радиотехнической системы.
2. Составить статистическую модель принятого сигнала от подвижной не маневрирующей цели на выходе приёмника радиотехнической системы.
3. Составить статистическую модель принятого сигнала от подвижной маневрирующей цели на выходе приёмника радиотехнической системы.
4. Разработать алгоритм различения принятых сигналов для системы радиосвязи с модуляцией BPSK.
5. Разработать алгоритм различения принятых сигналов для системы радиосвязи с модуляцией QPSK.
6. Разработать алгоритм обнаружения принятых сигналов от неподвижной цели на выходе приёмника радиотехнической системы.
7. Разработать алгоритм обнаружения принятых сигналов от подвижной не маневрирующей цели на выходе приёмника радиотехнической системы.
8. Разработать алгоритм обнаружения принятых сигналов от подвижной маневрирующей цели на выходе приёмника радиотехнической системы.

9.2. 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 осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

Согласована на портале № 80615

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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;

Согласована на портале № 80615

– 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.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «11» 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, b84f9d06-d731-4645-a26c-4b95ce5bb9b9
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. ТОР	Е.В. Рогожников	Согласовано, 89e0aaec-be8a-4f7b-bd1a-f43585db8135
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, РТС	А.С. Аникин	Разработано, 90a9b589-4503-47e5-999f-a5e10963c1fa

Согласована на портале № 80615