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.
«22» _____02_____ 2023 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: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Самостоятельная работа	94	94	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	6	6	часов
Контрольные работы	4	4	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
		3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет	5	
Контрольные работы	5	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 78167

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 № 78167

ПК-1. Способен выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов по типовым методикам для решения профессиональных задач	ПК-1.1. Знает приемы математического и компьютерного моделирования объектов и процессов по типовым методикам	Знать как строить физические и математические модели сигналов с использованием математического моделирования
	ПК-1.2. Умеет выполнять математическое и компьютерное моделирование объектов и процессов по типовым методикам для решения профессиональных задач	Уметь строить физические и математические модели сигналов в модулях, узлах, блоков радиотехнических устройств и систем
	ПК-1.3. Владеет приемами математического и компьютерного моделирования объектов и процессов по типовым методикам для решения профессиональных задач	Владеть навыками компьютерного моделирования в прикладных программных продуктах MatLab, MathCAD

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
		5 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	10	10
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	6	6
Контрольные работы	4	4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	94	94
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	82	82
Подготовка к контрольной работе	12	12
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

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	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 78167

5 семестр					
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах	4	1	14	19	ПК-1
2 Статистические модели сигналов в РТС		1	14	15	ПК-1
3 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех		1	14	15	ПК-1
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала		1	20	21	ПК-1
5 Рекурсивная фильтрация сообщений		1	20	21	ПК-1
6 Разрешение сигналов		1	12	13	ПК-1
Итого за семестр	4	6	94	104	
Итого	4	6	94	104	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах	Общее описание сигналов и помех. Классификация сообщений и сигналов. Свойства радиосигнала как переносчика сообщения. Стационарная случайная помеха с гауссовым распределением вероятностей. Белый шум.	1	ПК-1
	Итого	1	
2 Статистические модели сигналов в РТС	Радиоканал и его свойства. Полезный сигнал на выходе радиоканала. Нормальная (гауссовская) модель сигнала. Корреляционные и спектральные свойства огибающей и фазы.	1	ПК-1
	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. 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.	1	ПК-1
	Итого	1	

Согласована на портале № 78167

4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Оценки параметров сигналов 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 гауссовского шума. Статистические характеристики оценок максимума правдоподобия. Оптимальная оценка начальной фазы радиоимпульса. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера-Рао.	1	ПК-1
	Итого	1	
5 Рекурсивная фильтрация сообщений	Среднеквадратичная регрессия. Линейная среднеквадратичная регрессия. Рекурсивная оценка параметров линейной регрессии. Оптимальная линейная фильтрация. Фильтр Калмана.	1	ПК-1
	Итого	1	
6 Разрешение сигналов	Общие положения. Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. Совместное разрешение сигналов по времени запаздывания и частоте.	1	ПК-1
	Итого	1	
Итого за семестр		6	
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
5 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-1
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-1
Итого за семестр		4	
Итого		4	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в

Согласована на портале № 78167

таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Сигналы и помехи в радиотехнических системах	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	12	ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	14		
2 Статистические модели сигналов в РТС	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	12	ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	14		
3 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	12	ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	14		
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	18	ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	20		
5 Рекурсивная фильтрация сообщений	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	18	ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	20		
6 Разрешение сигналов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-1	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	12		
Итого за семестр		94		

Согласована на портале № 78167

	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
	Итого	98		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	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. Тисленко В. И. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие / Тисленко В. И. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2016. — 160 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.2. Дополнительная литература

1. Аверина Т. А. Численные методы. Алгоритмы моделирования систем со случайной структурой : учебное пособие для вузов. — Москва : Издательство Юрайт, 2018, on-line Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/422680.

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, 2019, on-line Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/427449.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Аникин А. С. Статистическая теория радиотехнических систем: Методические указания / Аникин А. С. - Томск : ФДО ТУСУР, 2016. – 10 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

2. Аникин А. С. Статистическая теория радиотехнических систем: 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. – 23 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

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.

Согласована на портале № 78167

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. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Тисленко В.И. Статистическая теория радиотехнических систем [Электронный ресурс]: электронный курс / В.И. Тисленко. - Томск, ФДО, ТУСУР, 2016. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. 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.
2. ЭБС «Юрайт»: виртуальный читальный зал учебников и учебных пособий от авторов из ведущих вузов России (https://urait.ru/). Доступ из личного кабинета студента по ссылке https://study.tusur.ru/study/download/.
3. ЭБС «Лань»: электронно-библиотечная система издательства «Лань» (https://e.lanbook.com/). Доступ из личного кабинета студента по ссылке https://study.tusur.ru/study/download/.
4. zbMATH: самая полная математическая база данных (https://zbmath.org/).

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

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

Описание имеющегося оборудования:
- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. 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, 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

Согласована на портале № 78167

информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.3. 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 Сигналы и помехи в радиотехнических системах	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Статистические модели сигналов в РТС	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 78167

3 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Рекурсивная фильтрация сообщений	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Разрешение сигналов	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		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

Согласована на портале № 78167

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
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?
   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?

   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

Согласована на портале № 78167

сигнала. Определите меру различия между первым и вторым сигналами относительно первого сигнала.
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.
а) 10*10^-14 Вт;
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.
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.
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?
а) 3,162 рад;
б) 0,316 рад;
в) 0,1 рад;
г) 31,62 рад.
11. Объём тела функции неопределённости равен:
а) 0,5;
б) 2;
в) 1,5;
г) 1;
д) 0;

Согласована на портале № 78167

е) π;
ж) 2π.

12. Значение функции неопределённости при нулевом временном и частотном сдвигах сигналов друг относительно друга равно:
    а) 0,5;
    б) 1,5;
    в) 1;
    г) 0;
    д) π;
    е) 2π.
13. Размерность энергетического спектра случайного процесса:
    а) Вт;
    б) Дж/Гц;
    в) Вт/Гц;
    г) Вт/Гц;
    д) Вт/Дж;
    е) Гц/Дж.
14. Временная корреляционная функция случайного процесса с ограниченной по полосе dFравномерной спектральной плотностью мощности обращается в нуль в момент времени:
    а) 0,5dF;
    б) 2dF;
    в) 0,5/dF;
    г) 2/dF;
    д) dF;
    е) 1/dF.
15. Коэффициент корреляции отсчётов белого шума в любые два сколь угодно близких момента времени равен:
    а) 0,25;
    б) 0,5;
    в) 1;
    г) 0;
    д) - 0,5;
    е) - 0,25;
    ж) - 1.
16. Совместное распределение квадратурных составляющих комплексного коэффициента передачи канала при большом количестве рассеянных сигналов подчиняется следующему закону распределению:
    а) Релеевский;
    б) Райсовский;
    в) нормальный;
    г) равномерный.
17. Плотность распределения вероятностей огибающей смеси полезного сигнала и шума при малом отношении сигнал/шум описывается следующим законом:
    а) Релеевский;
    б) Райсовский;
    в) нормальный;
    г) равномерный;
    д) экспоненциальный.
18. Плотность распределения фазы смеси полезного сигнала и шума при малом отношении сигнал/шум описывается следующим законом распределения:
    а) Релеевский;
    б) Райсовский;
    в) нормальный;
    г) равномерный;
    д) экспоненциальный.
19. Критерием оптимальности различения при байесовском походе является:

Согласована на портале № 78167

а) максимум отношения сигнал/шум;
б) минимум ошибки различения сигналов;
в) максимум вероятности различения;
г) минимум среднего риска.

20. Отношением правдоподобия при обнаружении сигнала называют:
а) отношение плотности распределения вероятности при условии, что сигнал есть, к плотности распределения вероятности при условии, что сигнала нет;
б) отношение плотности распределения вероятности при условии, что сигнала нет, к плотности распределения вероятности при условии, что сигнал есть;
в) отношение среднего риска к плотности распределения вероятности при условии, что сигнал есть;
г) отношение плотности распределения вероятности при условии, что сигнал есть, к среднему риску.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Что есть база радиосигнала?
а) Ширина огибающей временной автокорреляционной функции радиосигнала.
б) Эффективная протяженность сигнала.
в) Произведение ширины частотного спектра сигнала на его длительность во времени.
г) Ширина частотного спектра радиосигнала.
2. Применение сложных радиосигналов с большой базой типа ЛЧМ и ФКМ при оптимальной обработке сигнала в согласованном фильтре :
а) не имеет преимуществ по сравнению с сигналами с простой модуляцией ;
б) позволяет получить узкий по оси времени пик выходного сигнала СФ по сравнению со случаем применения сигнала равной длительности, но с простой модуляцией ;
в) получить преимущества в разрешении сигналов по частоте и временной задержке только при большом отношении С/Ш ;
г) увеличить длительность импульсного сигнала .
3. Главное сечение функции неопределенности радиосигнала вдоль частотной оси есть частотная автокорррреляционная функция этого сигнала . Ее ширина:
а) пропорциональна ширине частотного спектра радио сигнала ;
б) обратно пропорциональна произведению длительности радиосигнала на ширину частотного спектра;
в) обратно пропорциональна длительности радиосигнала ;
г) пропорциональна величине базы радиосигнала.
4. Главное сечение функции неопределенности радиосигнала по временной оси есть временная АКФ этого сигнала. Ширина огибающей АКФ :
а) пропорциональна величине базы радиосигнала ;
б) обратно пропорциональна ширине частотного спектра радиосигнала ;
в) обратно пропорциональна произведению длительности радиосигнала на ширину частотного спектра ;
в) пропорциональна ширине частотного спектра радио сигнала.
5. Метод наименьших квадратов используют для решения задач :
а) Обнаружения полезного сигнала на фоне шума.
б) Сглаживания наблюдаемого случайного сигнала и оценки неизвестных параметров сглаженной функции (сигнала) .
в) Различения сигналов .
г) Разрешения сигналов.
6. В приемнике обнаружения полезного сигнала на фоне собственного шума вероятность события - ложная тревога зависит от:
а) уровня полезного сигнала на входе порогового устройства;
б) уровня шума на входе порогового устройства;
в) отношения мощности полезного сигнала к мощности шума
г) отношения величины порога к среднеквадратичному значению шума на входе порогового устройства .
7. Для экспериментальной оценки среднего значения (математического ожидания) случайной величины используют выборочное среднее значение (среднее арифметическое

Согласована на портале № 78167

последовательности наблюдений). При этом рассеяние оценки – ее среднее квадратичное отклонение (СКО) зависит:
а) Только от объема выборки.
б) Только от СКО случайной величины.
в) Не зависит от объема выборки.
г) Пропорционально СКО случайной величины и обратно пропорционально квадратному корню из объема выборки .

8. Потенциальная разрешающая способность по дальности радиолокационного приемника при прочих равных условиях:
а) возрастает с увеличением длительности излученного радиосигнала;
б) снижается с увеличением длительности излученного радиосигнала;
в) возрастает с увеличением ширины частотного спектра излученного радиосигнала;
г) не зависит от ширины спектра излученного радиосигнала.
9. Оптимальны согласованный фильтр обеспечивает на своем выходе при подаче на вход известного сигнала в смеси с белым шумом :
а) минимальное искажение формы полезного входного сигнала;
б) максимальную величину мощности полезного сигнала на выходе;
в) минимальную величину мощности шума на выходе;
г) максимальное отношение мощности полезного сигнала на выходе к мощности шума.
10. Какие статистические характеристики оценки неизвестного параметра сигнала определяют качество этой оценки
а) Статистическое среднее значение разности между истинным значением параметра и оценкой этого параметра.
б) Дисперсия оценки.
в) Разность между истинным значением параметра и оценкой .
г) Средний квадрат погрешности (ошибки).

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Статистическая теория радиотехнических систем

1. 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.
2. Доверительный интервал представляет собой тип оценки параметра сигнала и представляет собой интервал:
а) наиболее вероятных значений параметра сигнала;
б) значений параметров сигнала, который содержит неизвестное значение параметра с заданной доверительной вероятностью;
в) таких значений параметров сигнала, которые содержат неизвестное значение параметра с заданной вероятностью правильного обнаружения;
г) доверительных значений параметров сигналов, определённых для заданной вероятности правильного обнаружения.
3. Под оценкой параметра понимают:
а) процесс вычисления значения параметра сигнала по известной реализации входного сигнала;
б) некоторое правило получения значения параметра по известной реализации входного сигнала;
в) определение качественного характера определения параметра сигнала на основе реализации входного сигнала;
г) число, вычисляемое по известной реализации входного сигнала.
4. Оценка называется несмещённой, если:
а) среднее значение ошибки оцениваемого параметра при бесконечном увеличении длительности реализации приближается к нулю;
б) средний квадрат ошибки оцениваемого параметра при бесконечном увеличении

Согласована на портале № 78167

длительности реализации приближается к нулю;
в) математическое ожидание равно математическому ожиданию оцениваемого параметра;
г) дисперсия достигает минимально возможного значения;
д) дисперсия достигает максимально возможного значения;
е) математическое ожидание равно значению параметра.

5. Оценка называется эффективной, если:
а) дисперсия достигает минимально возможного значения;
б) дисперсия достигает максимально возможного значения;
в) среднее значение ошибки оцениваемого параметра при бесконечном увеличении длительности реализации приближается к нулю;
г) средний квадрат ошибки оцениваемого параметра при бесконечном увеличении длительности реализации приближается к нулю;
д) математическое ожидание равно математическому ожиданию оцениваемого параметра;
е) математическое ожидание равно значению параметра.
6. Оценка называется состоятельной, если:
а) среднее значение ошибки оцениваемого параметра при бесконечном увеличении длительности реализации приближается к нулю;
б) средний квадрат ошибки оцениваемого параметра при бесконечном увеличении длительности реализации приближается к нулю;
в) дисперсия достигает минимально возможного значения;
г) дисперсия достигает максимально возможного значения;
д) математическое ожидание равно математическому ожиданию оцениваемого параметра;
е) математическое ожидание равно значению параметра.
7. В случае векторного параметра сигнала его оценка представляет собой:
а) тензор;
б) матрицу;
в) скаляр;
г) вектор;
д) якобиан.
8. Диагональные элементы дисперсионной матрицы ошибок оценивания имеют смысл:
а) второго начального момента ошибки;
б) математического ожидания ошибки;
в) среднего квадрата ошибки;
г) корреляционного момента ошибок;
д) первого начального момента ошибки.
9. 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;
д) функцией различения;
е) функцией максимума правдоподобия.
10. Критерий оптимальности при байесовском походе к оценке параметра определяется как:
а) статистическое среднее оцениваемого параметра по всем возможным реализациям наблюдаемого сигнала;
б) статистическое среднеквадратическое значение оцениваемого параметра по всем возможным реализациям наблюдаемого сигнала;
в) статистическое среднее функции потерь по всем возможным реализациям наблюдаемого сигнала;
г) статистическое среднеквадратическое отклонение функции потерь по всем возможным реализациям наблюдаемого сигнала;
д) статистическое среднее функции правдоподобия по всем возможным реализациям наблюдаемого сигнала;

Согласована на портале № 78167

е) статистическое среднеквадратическое отклонение функции правдоподобия по всем возможным реализациям наблюдаемого сигнала.

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;

– 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 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

Согласована на портале № 78167

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 № 78167

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 5 от « 1 » 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Ассистент, каф. ТОР	О.А. Жилинская	Согласовано, 7029dda8-6686-4f8c-8731-d84665df77fc
Доцент, каф. РТС	В.А. Громов	Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, РТС	А.С. Аникин	Разработано, 90a9b589-4503-47e5-999f-a5e10963c1fa
Ассистент, каф. ТЭО	Ю.Л. Замятина	Разработано, 1663c03a-62e7-4092-902a-95591a9d4047

Согласована на портале № 78167