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: **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	28	часов
Практические занятия	24	24	часов
Самостоятельная работа	56	56	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
	3	3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	5

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 № 71438

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. в изучении основ статистической теории синтеза оптимальных устройств обработки при решении задач различения, обнаружения и оценки параметров полезных сигналов при наличии помех в системах радиосвязи, радиолокации, радионавигации.
2. в изучении способов обработки сигналов и помех в устройствах обнаружения, различения и оценки неизвестных параметров сигналов при наличии помехи в виде собственного шума приемника.

1.2. Задачи дисциплины

1. - изучить статистическую методологию описания случайных сигналов.
2. - изучить статистические свойства и характеристики смеси регулярного сигнала и гауссовского шума.
3. - изучить взаимосвязь параметров регулярного сигнала и его частотно временной корреляционной функции.
4. - изучить характеристики линейного согласованного фильтра и принципы его построения для типовых сигналов.
5. - изучить характеристики и устройства оптимального различения (обнаружения) сигнала на фоне шума.
6. - изучить способы построения и алгоритмы обработки сигналов в оптимальных устройствах оценки параметров сигнала.

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.02.01.
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 № 71438

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	Знать как строить физические и математические модели сигналов с использованием математического моделирования.
	ПК-1.2. Умеет выполнять моделирование физических объектов и процессов с использованием специализированных прикладных программ	Уметь строить физические и математические модели сигналов в модулях, узлах, блоков радиотехнических устройств и систем.
	ПК-1.3. Владеет типовыми методиками разработки радиоэлектронных средств и их составных частей, в том числе с использованием прикладных программ	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	52	52
Лекционные занятия	28	28
Практические занятия	24	24
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	56	56
Подготовка к зачету	16	16
Подготовка к тестированию	40	40
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	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
5 семестр					

Согласована на портале № 71438

1 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	8	8	8	24	ПК-1
2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	12	8	24	44	ПК-1
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	8	8	24	40	ПК-1
Итого за семестр	28	24	56	108	
Итого	28	24	56	108	

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
5 семестр			

Согласована на портале № 71438

1 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	Классификация сигналов и сообщений. Функция различия сигналов. Частотно-временная корреляционная функция узкополосного радиосигнала и ее структура. Функция неопределенности радиосигнала и связь ее параметров с параметрами радиосигнала. Принцип неопределенности. Примеры функций неопределенности простых и сложных импульсных сигналов. Стационарная гауссовская случайная помеха. Белый шум. Статистические свойства огибающей и фазы смеси регулярного сигнала и гауссовской помехи. Радиоканал и его свойства. Модель сигнала в однолучевом и многолучевом каналах. Пространственные частотные и временные искажения структуры электромагнитного поля в месте приема. Гауссовская модель полезного сигнала в многолучевом канале.	8	ПК-1
	Итого	8	

Согласована на портале № 71438

2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	Общая характеристика задач статистической теории РТС. Согласованный линейный фильтр: импульсная реакция и комплексная частотная характеристика согласованного фильтра; форма сигнала на выходе и отношение уровней сигнала к шуму на выходе согласованного фильтра. Примеры построения согласованных фильтров: фильтр для прямоугольного радиоимпульса с прямоугольной огибающей; для прямоугольного радиоимпульса с фазокодовой манипуляцией (ФКМ), фильтр для пачки когерентных радиоимпульсов. Байесовская теория синтеза оптимального приемника - различителя (обнаружителя) сигнала при наличии помех: функция потерь; средний байесов риск; отношение правдоподобия. Структура оптимального приемника – различителя (обнаружителя) детерминированного сигнала на фоне белого гауссова шума: корреляционный приемник и приемник с согласованным фильтром. Статистические характеристика качества различения и обнаружения.	12	ПК-1
	Итого	12	

Согласована на портале № 71438

3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	Оценки параметров сигналов и их свойства. Байесовская теория оценок: функция потерь; байесовский риск; оптимальные байесовские оценки. Функция правдо-подобия и максимально правдоподобные оценки. Совместные оценки. Метод наименьших квадратов: оператор оценки в линейных моделях; статистические свойства оценок МНК. Примеры оценок неизвестных параметров. Общая структурная схема оптимального измерителя параметра сигнала известной формы. Статистические характеристики (среднее и дисперсия) максимально правдоподобной оценки параметра сигнала при большом отношении уровня сигнала к шуму. Оптимальная оценка амлитуды и начальной фазы регулярного сигнала. Информация по Фишеру. Неравенство Крамера – Рао.	8	ПК-1
	Итого	8	
	Итого за семестр	28	
	Итого	28	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			

Согласована на портале № 71438

1 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	Функция различия сигналов. Частотно-временная корреляционная функция узкополосного сигнала. Функция неопределенности сигнала. Принцип неопределенности в радиолокации.Статистические свойства сигналов и помех. Распределение вероятностей огибающей и фазы смеси сигнала и гауссовского шума. Экспериментальная оценка характеристик случайных сигналов.	8	ПК-1
	Итого	8	
2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	Согласованный линейный фильтр. Корреляционный приемник. Оптимальный байесовский различитель (обнаружитель) – структура и характеристики качества.	8	ПК-1
	Итого	8	
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	Байесовская теория оценок. Оценки максимального правдоподобия. Оценки по методу наименьших квадратов. Свойства оценок.	8	ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в 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 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	Подготовка к зачету	4	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	4	ПК-1	Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 71438

2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	Подготовка к зачету	6	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	18	ПК-1	Тестирование
	Итого	24		
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	Подготовка к зачету	6	ПК-1	Зачёт
	Подготовка к тестированию	18	ПК-1	Тестирование
	Итого	24		
Итого за семестр		56		
Итого		56		

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
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	Зачёт, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
5 семестр				
Зачёт	0	15	15	30
Тестирование	10	25	35	70
Итого максимум за период	10	40	50	100
Нарастающим итогом	10	50	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Согласована на портале № 71438

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

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

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.

7.2. Дополнительная литература

1. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. Учебное пособие для вузов. – М.: Радиотехника, 2003. - 398 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.).
2. Липкин И.А. Основы статистической радиотехники, теории информации и кодирования. - М.: Сов. радио, 1978. – 235 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.).
3. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие / В. И. Тисленко - 2016. 160 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6554.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и организации самостоятельной работы / В. И. Тисленко - 2016. 43 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6546.

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

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.

Согласована на портале № 71438

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:

- Adobe Acrobat Reader;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 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

Согласована на портале № 71438

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 Математические модели сигналов и помех в радиотехнических системах	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов на фоне помехи	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала при наличии помех. Разрешение сигналов по параметрам.	ПК-1	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		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 № 71438

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. Что есть база радиосигнала?
   1 Ширина огибающей временной автокорреляционной функции радиосигнала.
   2 Эффективная протяженность сигнала.
   3 Произведение ширины частотного спектра сигнала на его длительность во времени.
   4 Ширина частотного спектра радиосигнала.
2. Применение сложных радиосигналов с большой базой типа ЛЧМ и ФКМ при оптимальной обработке сигнала в согласованном фильтре :
   1 не имеет преимуществ по сравнению с сигналами с простой модуляцией ;
   2 позволяет получить узкий по оси времени пик выходного сигнала СФ по сравнению со случаем применения сигнала равной длительности, но с простой модуляцией ;
   3 получить преимущества в разрешении сигналов по частоте и временной задержке только при большом отношении С/Ш ;
   4 увеличить длительность импульсного сигнала .
3. Главное сечение функции неопределенности радиосигнала вдоль частотной оси есть частотная автокорррреляционная функция этого сигнала . Ее ширина :

Согласована на портале № 71438

1 пропорциональна ширине частотного спектра радио сигнала ;
2 обратно пропорциональна произведению длительности радиосигнала на ширину частотного спектра;
3 обратно пропорциональна длительности радиосигнала ;
4 пропорциональна величине базы радиосигнала.

4. Главное сечение функции неопределенности радиосигнала по временной оси есть временная АКФ этого сигнала. Ширина огибающей АКФ :
1 пропорциональна величине базы радиосигнала ;
2 обратно пропорциональна ширине частотного спектра радиосигнала ;
3 обратно пропорциональна произведению длительности радиосигнала на ширину частотного спектра ;
4 пропорциональна ширине частотного спектра радио сигнала.
5. Метод наименьших квадратов используют для решения задач :
1 Обнаружения полезного сигнала на фоне шума.
2 Сглаживания наблюдаемого случайного сигнала и оценки неизвестных параметров сглаженной функции (сигнала) .
3 Различения сигналов .
4 Разрешения сигналов.
6. В приемнике обнаружения полезного сигнала на фоне собственного шума вероятность события - ложная тревога зависит от:
1 уровня полезного сигнала на входе порогового устройства;
2 уровня шума на входе порогового устройства;
3 отношения мощности полезного сигнала к мощности шума
4 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 последовательности наблюдений). При этом рассеяние оценки – ее среднее квадратичное отклонение (СКО) зависит:
1 Только от объема выборки.
2 Только от СКО случайной величины.
3 Не зависит от объема выборки.
4 Пропорционально СКО случайной величины и обратно пропорционально квадратному корню из объема выборки .
8. Потенциальная разрешающая способность по дальности радиолокационного приемника при прочих равных условиях:
1 возрастает с увеличением длительности излученного радиосигнала;
2 снижается с увеличением длительности излученного радиосигнала;
3 возрастает с увеличением ширины частотного спектра излученного радиосигнала;
4 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 :
1 минимальное искажение формы полезного входного сигнала;
2 максимальную величину мощности полезного сигнала на выходе;
3 минимальную величину мощности шума на выходе;
4 максимальное отношение мощности полезного сигнала на выходе к мощности шума.
10. Какие статистические характеристики оценки неизвестного параметра сигнала определяют качество этой оценки
1 Статистическое среднее значение разности между истинным значением параметра и оценкой этого параметра.
2 Дисперсия оценки.
3 Разность между истинным значением параметра и оценкой .
4 Средний квадрат погрешности (ошибки).

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

Согласована на портале № 71438

1. Статистические свойства огибающей и фазы аддитивной смеси регулярного сигнала и белого гауссовского шума.
2. Частотно-временная автокорреляционная функция узкополосного радиосигнала. Общая структура и свойства.
3. Постановка задачи синтеза оптимального различителя двух сигналов на фоне помехи. Байесовская теория , общее решение. Структура оптимального различителя 2-х известных сигналов на фоне аддитивного белого гауссовского шума.
4. Постановка задачи синтеза оптимального алгоритма оценки неизвестного параметра полезного сигнала на фоне помехи. Байесовская теория. Общее решение. Пример : оценка постоянного неслучайного параметра на фоне гауссовского шума (дискретные наблюдения).
5. Статистические характеристики качества оценок полезных параметров . Пример: максимально правдоподобная оценка математического ожидания наблюдаемой гауссовской случайной величины. Смещение и дисперсия оценки.

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 / 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

Согласована на портале № 71438

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;
– 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 № 71438

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c-b856-20e4ba4f0e52
Доцент, каф. РТС	В.А. Громов	Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РТС	В.И. Тисленко	Разработано, 0a2d8cc6-e8bf-4fb0-87ba-b09504ddfbf0

Согласована на портале № 71438