

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. проректора по УРиМД  
Нариманова Г.Н.  
«05» 03 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**

Направленность (профиль) / специализация: **Инженерия наземных и космических систем связи, локации и навигации**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**

Кафедра: **институт радиоэлектронной техники (ИРЭТ)**

Курс: **3**

Семестр: **6**

Учебный план набора 2025 года

**Объем дисциплины и виды учебной деятельности**

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	22	22	часов
Практические занятия	22	22	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	48	48	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	6

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Нариманова Г.Н.  
Должность: И.о. проректора по УРиМД  
Дата подписания: 05.03.2025  
Уникальный программный ключ:  
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Томск

Согласована на портале № 82961

## **1. Общие положения**

### **1.1. Цели дисциплины**

1. Изучить подходы к статистическому описанию сигналов и помех для синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения, различия и оценки параметров сигналов.

### **1.2. Задачи дисциплины**

1. Изучить подходы к статистическому описанию сигналов и помех, а также функции различия и функции неопределённости сигналов.

2. Изучить подходы к байесовскому методу синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения, различия сигналов.

3. Изложить подходы к байесовскому методу синтеза алгоритмов 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 специализации (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.ДВ.01.01.01.

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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-7. Способен решать задачи оптимизации алгоритмов обработки сигналов в радиоэлектронных системах, в том числе с применением пакетов прикладных программ	ПК-7.1. Знает методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности	Знает методы анализа и поиска функций неопределённости, структуры обнаружителя/различителя и устройства оценки параметров сигналов в радиотехнических системах.
	ПК-7.2. Умеет применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации	Умеет анализировать характеристики оптимального обнаружителя (различителя) и устройства оценки параметра полезного сигнала на фоне помехи путём расчётов или моделирования.
	ПК-7.3. Владеет методами оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов	Владеет способностью самостоятельно определять возможности и требования к современному измерительному и диагностическому оборудованию для анализа характеристик узлов и составных частей радиоэлектронных систем и 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 4 зачетных единиц, 144 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
	6 семестр	
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	60	60
Лекционные занятия	22	22
Практические занятия	22	22
Лабораторные занятия	16	16
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	48	48
Подготовка к тестированию	20	20
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	28	28
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	36	36
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	144	144
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	4	4

#### **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	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>						
1 Введение	4	-	-	4	8	ПК-7
2 Функция различия сигналов	4	10	-	10	24	ПК-7
3 Статистические модели сигналов	4	12	-	10	26	ПК-7
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	4	-	8	12	24	ПК-7
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	6	-	8	12	26	ПК-7
Итого за семестр	22	22	16	48	108	
Итого	22	22	16	48	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

<b>6 семестр</b>				
1 Введение	Статистическая радиотехника в радиотехнических системах и системах связи. Классы задач, решаемых радиотехническими системами. Общее описание сигналов и помех. Классификация сообщений и сигналов.	4	ПК-7	
	Итого	4		
2 Функция различия сигналов	Понятие функции различия сигналов. Частотно-временная корреляционная функция сигнала. Ширина функции неопределенности вдоль оси частоты и времени. Стационарная случайная помеха с гауссовым распределением вероятностей. Белый шум.	4	ПК-7	
	Итого	4		
3 Статистические модели сигналов	Радиоканал и его свойства. Модели сигналов в однолучевом и многолучевом каналах. Нормальная модель сигнала и её статистические характеристики. Корреляционные и спектральные свойства огибающей и фазы.	4	ПК-7	
	Итого	4		
4 Основы статистической теории обнаружения и различия сигналов при наличии помех	Понятие о согласованном линейном фильтре. Примеры согласованных фильтров для различных типов радиосигналов. Обнаружение и различие сигналов при наличии помех. Критерии оптимальности обнаружения и различия. Статистические характеристики качества обнаружения и различия.	4	ПК-7	
	Итого	4		
5 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.	6	ПК-7	
	Итого	6		
		Итого за семестр	22	
		Итого	22	

### 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
<b>6 семестр</b>			

2 Функция различия сигналов	Статистическое описание случайных сигналов.	10	ПК-7
	Итого	10	
3 Статистические модели сигналов	Статистические свойства огибающей и фазы смеси регулярного сигнала и узкополосного стационарного гауссова шума	12	ПК-7
	Итого	12	
	Итого за семестр	22	
	Итого	22	

#### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>6 семестр</b>			
4 Основы статистической теории обнаружения и различия сигналов при наличии помех	Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне шума	8	ПК-7
	Итого	8	
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Изучение методов оценки неизвестных параметров полезных сигналов при наличии помех	8	ПК-7
	Итого	8	
	Итого за семестр	16	
	Итого	16	

#### 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
<b>6 семестр</b>				
1 Введение	Подготовка к тестированию	4	ПК-7	Тестирование
	Итого	4		
2 Функция различия сигналов	Подготовка к тестированию	4	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	10		

3 Статистические модели сигналов	Подготовка к тестированию	4	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	10		
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Подготовка к тестированию	4	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	12		
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Подготовка к тестированию	4	ПК-7	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ПК-7	Лабораторная работа
	Итого	12		
Итого за семестр		48		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
	Итого	84		

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий 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.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-7	+	+	+	+	Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

## 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
				6 семестр
Лабораторная работа	10	10	10	30
Тестирование	10	15	15	40
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	25	25	100
Нарастающим итогом	20	45	70	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.

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	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1. Основная литература**

1. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие / В. И. Тисленко - 2016. - 160 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/6554>.

2. Берикашвили, В. Ш. Статистическая обработка данных, планирование эксперимента и случайные процессы : учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили, С. П. Оськин. — 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**

1. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям, лабораторным работам и организации самостоятельной работы студентов / 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 лабораторных работ**

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:

- 7-Zip;
- LibreOffice;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Scilab;

#### **8.4. 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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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.

#### **8.5. 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 комфорtnого 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-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Функция различия сигналов	ПК-7	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Статистические модели сигналов	ПК-7	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Основы статистической теории обнаружения и различия сигналов при наличии помех	ПК-7	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	ПК-7	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

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
5 (отлично)	$\geq 90\%$ 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 <b>ориентирования</b> , 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 <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0(t-La(t)/c)+\psi)$ ;  
 б)  $s(t, La(t)) = La(t)/c \cos(2\pi f_0 t + \psi)$ ;  
 в)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0 (La(t)/c)t + \psi)$ ;  
 г)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0 t + La(t)/c)$ .
2. Какой параметр сигнала переносит полезное сообщение  $La(t)$  для радиотехнической системы измерения пеленга по принятым сигналам с выхода амплитудного ограничителя? Ответы:

- а)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0 t + \phi)$ ;  
 б)  $s(t, La(t)) = La(t) \cos(2\pi f_0 t + \phi)$ ;  
 в)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0 La(t) t + \phi)$ ;  
 г)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0 t + La(t))$ .
3. Оцифрованы три сигнала в три момента времени и получены следующие отсчеты:  $s1=[1, 2, 3]$  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 амплитудой 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 приемный тракт характеризуется коэффициентом шума 3. Определите мощность шума на выходе приемного тракта, согласованного с сигналом.
- Ответы:
- а)  $10 \cdot 10^{-14}$  Вт;  
 б)  $12,5 \cdot 10^{-14}$  Вт;  
 в)  $12,5 \cdot 10^{-11}$  Вт;  
 г)  $10 \cdot 10^{-11}$  Вт.
7. Для радиотехнической системы задан зондирующий сигнал базой 10000 и отношение сигнал/шум на входе приемного тракта, равное 10. Чему равно отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра приемного 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 приемного тракта равна  $N_0 = 10$  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 экзаменационных вопросов

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 мультиплексивной?
4. В чем различие детерминированного и статистического подходов к решению задач анализа и синтеза РТС? Почему детерминированный подход несостоителен?
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 осциллографов.
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 ФМ радиоимпульса с прямоугольной огибающей. Какова величина боковых максимумов этой функции по сравнению с главным пиком?
24. Почему для полноты вероятностного описания случайного сигнала необходимо привлечение плотностей распределения вероятностей более чем 1-го порядка?
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. Темы лабораторных работ

1. Оптимальное обнаружение полезного сигнала на фоне шума
2. Изучение методов оценки неизвестных параметров полезных сигналов при наличии помех

## 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
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.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС  
протокол № 7 от «26» 12 2024 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.С. Аникин	Согласовано, 90a9b589-4503-47e5- 999f-a5e10963c1fa
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Директор, каф. ИРЭТ	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
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
-------------	-------------	--