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 учебной работе
_____П.В. Сенченко
«18» _____12_____ 2019 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: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2020 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 с оценкой	5

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.12.2019
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 58004

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Цель преподавания дисциплины "Статистическая теория радиотехнических систем" - обеспечить у студентов знания и умения статистического описания сигналов и помех для синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения, различения и оценки параметров сигналов для реализации современных теоретических и экспериментальных методов исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований, а также контроля использования и оценивания производительности сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструктуры инфокоммуникационной системы.

1.2. Задачи дисциплины

1. Основной задачей дисциплины "Статистическая теория радиотехнических систем" является формирование у студентов компетенций в части способности применения современных теоретических и экспериментальных методов исследования с целью создания новых перспективных средств инфокоммуникаций, использованию и внедрению результатов исследований, также контроля использования и оценки производительности сетевых устройств и программного обеспечения для коррекции производительности сетевой инфраструкткры инфокоммуникационной системы на основе знаний, умений и владения методами статистического описания сигналов и помех для синтеза оптимальных алгоритмов обнаружения, различения и оценки параметров сигналов. Предусмотренные программой курса "Статистическая теория радиотехнических систем" знания являются не только базой для последующего изучения специальных дисциплин, но имеют также самостоятельное значение.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.05.

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 № 58004

ПКР-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПКР-1.1. Умеет строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем.	Умеет: - изложить постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя (различителя) и оценки параметра полезного сигнала на фоне помехи; - выполнять типовые расчеты вероятностных характеристик оптимального обнаружителя (различителя) в радиоэлектронных системах; и на этой основе строит физические и математические модели модулей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем.
	ПКР-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.	Владеет: - специальной терминологией; - способами статистического описания свойств сигналов и помех; - общей методологией статистического анализа с синтеза оптимальных устройств обработки сигналов в радиоэлектронных системах; и реализует навыки компьютерного моделирования.

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 с оценкой	20	20
Подготовка к тестированию	18	18
Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	18	18
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

Согласована на портале № 58004

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					
1 Введение	4	-	6	10	ПКР-1
2 Функция различия сигналов	6	6	14	26	ПКР-1
3 Статистические модели сигналов	6	6	14	26	ПКР-1
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	6	6	8	20	ПКР-1
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	6	6	14	26	ПКР-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			
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	ПКР-1
	Итого	4	
2 Функция различия сигналов	Понятие функции различия сигналов. Частотно-временная корреляционная функция сигнала. Ширина функции неопределённости вдоль оси частоты и времени. Стационарная случайная помеха с гауссовым распределением вероятностей. Белый шум.	6	ПКР-1
	Итого	6	
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.	6	ПКР-1
	Итого	6	

Согласована на портале № 58004

4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Понятие о согласованном линейном фильтре. Примеры согласованных фильтров для различных типов радиосигналов. Обнаружение и различение сигналов при наличии помех. Критерии оптимальности обнаружения и различения. Статистические характеристики качества обнаружения и различения.	6	ПКР-1
	Итого	6	
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	ПКР-1
	Итого	6	
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			
2 Функция различия сигналов	Статистическое описание случайных сигналов. Расчёт автокорреляционных функций радиосигналов.	6	ПКР-1
	Итого	6	
3 Статистические модели сигналов	Гауссовские модели сигналов. Статистические свойства огибающей и фазы сигнала. Модель сигнала в многолучевом канале.	6	ПКР-1
	Итого	6	
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Согласованный фильтр. Критерий оптимальности обнаружителя. Структурная схема обнаружителя и различителя сигналов.	6	ПКР-1
	Итого	6	
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Методы оценки неизвестных параметров полезных сигналов при наличии помех. Оценки амплитуды, времени прихода и начальной фазы полезного сигнала.	6	ПКР-1
	Итого	6	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

5.4. Лабораторные занятия

Согласована на портале № 58004

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 Введение	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-1	Тестирование
	Итого	6		
2 Функция различия сигналов	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1	Тестирование
	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	6	ПКР-1	Задачи и упражнения
	Итого	14		
3 Статистические модели сигналов	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1	Тестирование
	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	6	ПКР-1	Задачи и упражнения
	Итого	14		
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1	Тестирование
	Итого	8		

Согласована на портале № 58004

5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-1	Зачёт с оценкой
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-1	Тестирование
	Разработка заданий, задач и упражнений с описанием методики их решения	6	ПКР-1	Задачи и упражнения
	Итого	14		
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.	
ПКР-1	+	+	+	Зачёт с оценкой, Тестирование, Задачи и упражнения

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 с оценкой	17	19	19	55
Тестирование	5	5	5	15
Задачи и упражнения	10	10	10	30
Итого максимум за период	32	34	34	100
Нарастающим итогом	32	66	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

Согласована на портале № 58004

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	
	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. Энатская Н. Ю. Математическая статистика и случайные процессы : учебное пособие для среднего профессионального образования — Москва : Издательство Юрайт, 2022 on-line [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/490098.

2. Застела М. Ю. Радиотехнические системы : учебное пособие для вузов. — Москва: Изд. Юрайт, 2022 on-line [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/493380.

3. Берикашвили В. Ш. Основы радиоэлектроники: системы передачи информации : учебное пособие для среднего профессионального образования. — Москва : Изд. Юрайт, 2022 on-line [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/495255.

7.2. Дополнительная 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. Теория электрической связи: Учебное пособие / Ю. П. Акулиничев, А. С. Бернгардт - 2015. 196 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/5858.

3. Пригарин, С. М. Статистическое моделирование многомерных гауссовских распределений : учебное пособие для вузов — Москва: Изд. Юрайт, 2022 on-line [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/494790.

4. Михайлов Г. А. Статистическое моделирование. Методы Монте-Карло : учебное пособие для вузов. — Москва : Изд. Юрайт, 2022 on-line [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/494032.

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

6. Древс, Ю. Г. Имитационное моделирование : учебное пособие для среднего профессионального образования. — Москва : Издательство Юрайт, 2022 on-line [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/495329.

7. Маликов Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие для вузов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022 on-line [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/488153.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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

2. Моделирование систем: Учебно-методическое пособие по лабораторным работам и организации самостоятельной работы по курсу / В. И. Тисленко - 2011. 22 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2118.

Согласована на портале № 58004

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.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

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

Описание имеющегося оборудования:

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

Программное обеспечение:

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

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;

Согласована на портале № 58004

- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

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

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

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

Согласована на портале № 58004

3 Статистические модели сигналов	ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений
4 Основы статистической теории обнаружения и различения сигналов при наличии помех	ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
5 Основы статистической теории оценок неизвестных параметров сигнала	ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Задачи и упражнения	Примерный перечень тем для составления и разработки собственных задач и упражнений

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)	≥ 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.

Согласована на портале № 58004

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

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

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой параметр сигнала переносит полезное сообщение La(t) для радиотехнической системы измерения дальности? Ответы: а) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*f0*(t-La(t)/c)+psi); б) s(t, La(t)) = La(t)/c*cos(2*pi*f0*t+psi); в) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*(La(t)/c)*t+psi); г) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*f0*t+La(t)/c).
2. Какой параметр сигнала переносит полезное сообщение La(t) для радиотехнической системы измерения пеленга по принятым сигналам с выхода амплитудного ограничителя? Ответы: а) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*f0*(t-La(t))+psi); б) s(t, La(t)) = La(t)*cos(2*pi*f0*t+psi); в) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*La(t)*t+psi); г) s(t, La(t)) = A cos(2*pi*f0*t+La(t)).
3. Оцифрованы три сигнала в три момента времени и получены следующие отсчёты: s1=[1, 2, 3] для первого сигнала, s2=[4, 5, 6] для второго сигнала и s3=[7, 8, 9] для третьего сигнала. Определите меру различия между первым и вторым сигналами относительно первого сигнала. Ответы: а) 0,086; б) 2,2; в) 35; г) 56.
4. Высокая точность измерения параметров по высокочастотному сигналу определяется: а) шириной автокорреляционной функцией; б) уровнем боковых лепестков автокорреляционной функции; в) крутизной в области пика автокорреляционной функции; г) величиной пика автокорреляционной функции.
5. Какую базу имеет радиосигнал эффективной амплитудной 3 В, длительностью 50 мс, начальной фазой 15 радиан и шириной спектра 1000 Гц, и к какому типу следует его отнести: а) 50, сложный; б) 0,15, простой; в) 45; сложный; г) 0,003, сложный.
6. Для радиотехнической системы задан зондирующий сигнал базой 10000, длительностью 1 мс, а приёмный тракт характеризуется коэффициентом шума 3. Определите мощность шума на выходе приёмного тракта, согласованного с сигналом. Ответы: а) 10*10^-14 Вт; б) 12,5*10^-14 Вт; в) 12,5*10^-11 Вт; г) 10*10^-11 Вт.
7. Для радиотехнической системы задан зондирующий сигнал базой 10000 и отношение сигнал/шум на входе приёмного тракта, равное 10. Чему равно отношение сигнал/шум на выходе согласованного фильтра приёмного тракта: а) 1000; б) 10000000; в) 500; г) 20000000.
8. Укажите функцию потерь при байесовской оценке по минимуму среднеквадратической ошибки. Ответ: а) линейная; б) квадратическая; в) модульная; г) простая.

Согласована на портале № 58004

9. Спектральная плотность мощности шумов приёмного тракта равна N0 = 10 Вт/Гц, а длительность импульсного радиосигнала равна 0,2 с. Чему равно среднеквадратическое отклонение оптимальной оценки амплитуды радиосигнала известной формы. Ответы: а) 1,414; б) 7,071; в) г) 0,141; г) 0,707.
10. Отношение сигнал/шум по мощности на выходе согласованного фильтра равно 10. Чему равно среднеквадратическое отклонение оптимальной оценки фазы? Ответы: а) 3,162 рад; б) 0,316 рад; в) 0,1 рад; г) 31,62 рад.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

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

Согласована на портале № 58004

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

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

9.2. 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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

Согласована на портале № 58004

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 № 58004

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 3 от «31» 10 2019 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	С.В. Мелихов	Согласовано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. РСС	Ю.В. Зеленецкая	Согласовано, 1f099a64-e28d-4307-a5f6-d9d92630e045
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Согласовано, bd0039b0-9c48-4859-9803-60c9ddba7116

РАЗРАБОТАНО:

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

Согласована на портале № 58004