

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенов Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

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 2021 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                 | 108       | 108   | часов   |
| (включая промежуточную аттестацию) | 3         | 3     | з.е.    |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет с оценкой                | 5       |

## 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 инфраструктуры 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) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.02.09.

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>     |                                   |   |

|  |   |  |
|--|---|--|
| 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:<br>- изложить постановку задачи статистического синтеза оптимального обнаружителя (различителя) и оценки параметра полезного сигнала на фоне помехи;<br>- выполнять типовые расчеты вероятностных характеристик оптимального обнаружителя (различителя) в радиоэлектронных системах;<br><br>и на этой основе строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем. |
|  | ПКР-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.  | Владеет:<br>- специальной терминологией;<br>- способами статистического описания свойств сигналов и помех;<br>- общей методологией статистического анализа с синтеза оптимальных устройств обработки сигналов в радиоэлектронных системах;<br><br>и на этой основе 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 |
| <b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>   | 52          | 52        |
| Лекционные занятия  | 28          | 28        |
| Практические занятия  | 24          | 24        |
| <b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b> | 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        |
| <b>Общая трудоемкость (в часах)</b>   | 108         | 108       |
| <b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>  | 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 |
|--|--------------|---------------|--------------|----------------------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>   |              |               |              |                            |                         |
| 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 |
|------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------|
| <b>5 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                                    | 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                                    |                         |

|  |  |    |       |
|--|--|----|-------|
| 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 |
|--|---|-----------------|-------------------------|
| <b>5 семестр</b>   |   |                 |                         |
| 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

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      |
|--|--|-----------------|-------------------------|---------------------|
| <b>5 семестр</b>   |  |                 |                         |                     |
| 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               |                         |                     |

|  |  |    |       |                     |
|--|--|----|-------|---------------------|
| 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 |
|--------------------------|--|---|---|------------------|
| <b>5 семестр</b>         |  |   |   |                  |
| Зачёт с оценкой          | 15   | 15  | 15  | 45               |
| Тестирование             | 5  | 10  | 10  | 25               |
| Задачи и упражнения      | 10   | 10  | 10  | 30               |
| Итого максимум за период | 30   | 35  | 35  | 100              |
| Нарастающим итогом       | 30   | 65  | 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.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка                               | Итоговая сумма баллов,<br>учитывает успешно сданный<br>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. 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. Древис, 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>.



### **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.;

- 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 |

|  |       |                     |  |
|--|-------|---------------------|--|
| 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<br>(неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов         | отсутствие знаний или фрагментарные знания  | отсутствие умений или частично освоенное умение             | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков              |
| 3<br>(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<br>(неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или<br>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<br>(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

- 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)  $s(t, La(t)) = La(t)/c \cdot \cos(2\pi f_0 t + \psi)$ ; в)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0 (La(t)/c) t + \psi)$ ; г)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0 t + La(t)/c)$ .
- Какой параметр сигнала переносит полезное сообщение  $La(t)$  для радиотехнической системы измерения пеленга по принятым сигналам с выхода амплитудного ограничителя? Ответы: а)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0(t - La(t)) + \psi)$ ; б)  $s(t, La(t)) = La(t) \cdot \cos(2\pi f_0 t + \psi)$ ; в)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0 La(t) t + \psi)$ ; г)  $s(t, La(t)) = A \cos(2\pi f_0 t + La(t))$ .
- Оцифрованы три сигнала в три момента времени и получены следующие отсчеты:  $s_1 = [1, 2, 3]$  для первого сигнала,  $s_2 = [4, 5, 6]$  для второго сигнала и  $s_3 = [7, 8, 9]$  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.
- 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.
- 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.
- 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)  $10 \cdot 10^{-14}$  Вт; б)  $12,5 \cdot 10^{-14}$  Вт; в)  $12,5 \cdot 10^{-11}$  Вт; г)  $10 \cdot 10^{-11}$  Вт.
- 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.
- Укажите функцию потерь при байесовской оценке по минимуму среднеквадратической ошибки. Ответ: а) линейная; б) квадратическая; в) модульная; г) простая.

9. Спектральная плотность мощности шумов приёмного тракта равна  $N_0 = 10$  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 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?

### 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         |

|   |  |  |
|---|--|--|
| С ограничениями по<br>общемедицинским<br>показаниям | Тесты, письменные<br>самостоятельные работы, вопросы<br>к зачету, контрольные работы,<br>устные ответы | Преимущественно проверка<br>методами, определяющимися<br>исходя из состояния<br>обучающегося на момент<br>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 № 4 от «19» 11 2020 г.

### СОГЛАСОВАНО:

| Должность                          | Инициалы, фамилия | Подпись  |
|------------------------------------|-------------------|--|
| Заведующий выпускающей каф. РСС    | А.В. Фатеев       | Согласовано,<br>595be322-a579-4ae5-<br>8d93-e5f4ee9ceb7d |
| Заведующий обеспечивающей каф. РТС | А.А. Мещеряков    | Согласовано,<br>5bbb058c-a625-4513-<br>8e7f-25eb16694704 |
| Начальник учебного управления      | Е.В. Саврук       | Согласовано,<br>fa63922b-1fce-4aba-<br>845d-9ce7670b004c |

### ЭКСПЕРТЫ:

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

### РАЗРАБОТАНО:

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