**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Теория и техника радиолокации и радионавигации

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные устройства передачи информации**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **3**
Учебный план набора 2017 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 3 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 30 | 30 | часов |
| 2 | Практические занятия | 16 | 16 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 16 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 62 | 62 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 82 | 82 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е. |

Экзамен: 3 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 34179

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 10 от «18» 5 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.04.01 Радиотехника, утвержденного 30.10.2014 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:
доцент каф. РТС _____ А. С. Аникин

Заведующий обеспечивающей каф.
РТС _____ С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф.
ТОР _____ А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры радиотехнических
систем (РТС) _____ В. А. Громов

Доцент кафедры телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР) _____ С. И. Богомолов

Согласована на портале № 34179

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Теория и техника радиолокации и радионавигации» (ТТРЛ-РН) заключается в изучении и усвоении:

- принципов и методов радиолокации и радионавигации, рассеивающих свойств объектов;
- методов и устройств измерения дальности, угловых координат, скорости и других параметров движения объектов;
- методов и устройств первичной и вторичной обработки радиолокационной и радионавигационной информации;
- методов и устройств борьбы с активными и пассивными помехами.

### 1.2. Задачи дисциплины

– – Основной задачей дисциплины является формирование у студентов компетенций, позволяющих на математическом и физическом уровне понимать физические основы и методы функционирования радиолокационных и радионавигационных устройств и систем, рассчитывать их технические характеристики, иметь представление о методах измерения их координат и параметров движения, использовать эти знания на практике с учетом условий проектирования и эксплуатации аппаратуры, самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в области радиолокации и радионавигации. Кроме того, студенты должны научиться оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы, самостоятельно осуществлять постановку задачи исследования, формирование плана его реализации, выбор методов исследования и обработку результатов, выполнять моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ, уметь составлять обзоры и отчеты по результатам проводимых исследований, готовить научные публикации, разрабатывать рекомендации по практическому использованию полученных результатов.

– Кроме того, дисциплина знакомит с тенденциями развития теории радиолокации и радионавигации и с перспективами создания новых образцов радиолокационных и радионавигационных средств.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория и техника радиолокации и радионавигации» (Б1.В.ОД.6) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем.

Последующими дисциплинами являются: Преддипломная практика.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры;

– ОПК-5 готовностью оформлять, представлять, докладывать и аргументированно защищать результаты выполненной работы;

– ПК-5 готовностью к составлению обзоров и отчетов по результатам проводимых исследований, подготовке научных публикаций и заявок на изобретения, разработке рекомендаций по практическому использованию полученных результатов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** - физические основы и методы функционирования радиолокационных и радионавигационных устройств и систем; -характеристики объектов радиолокации; - основные алгоритмы и соотношения радиолокации и радионавигации; - методы обнаружения радиосигналов на фоне шумов и помех; - методы измерения параметров движения объектов в радиолокации и в радионавигации; - основные алгоритмы обработки радиосигналов; - методы борьбы с помехами в радиолокации и радионавигации.

– **уметь** - рассчитывать технические характеристики и параметры радиолокационных и радионавигационных устройств и систем; -- использовать для исследований и моделирования ра-

Согласована на портале № 34179

диолокационных и радионавигационных систем современную вычислительную технику.

– **владеть** - представлениями о построении устройств, систем и комплексов радиолокации и радионавигации; - принципами обнаружения радиолокационных объектов, измерения их координат и параметров движения; - основные принципы радионавигации объектов и техническая реализация устройств радионавигации.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 3 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 62 | 62 |
| Лекции | 30 | 30 |
| Практические занятия | 16 | 16 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа (всего) | 82 | 82 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 30 | 30 |
| Проработка лекционного материала | 12 | 12 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 40 | 40 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы | 5.0 | 5.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | | | |
| 1 Статистическая теория обнаружения радиолокационных сигналов | 8 | 4 | 8 | 20 | 40 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-5 |
| 2 Радиотехнические методы измерения дальности и радиальной скорости | 10 | 4 | 0 | 18 | 32 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-5 |
| 3 Обзор пространства в радиолокации и радиолокационные методы измерения угловых координат | 4 | 4 | 4 | 18 | 30 | ОПК-5 |
| 4 Принципы построения радионавигационных систем | 8 | 4 | 4 | 26 | 42 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-5 |
| Итого за семестр | 30 | 16 | 16 | 82 | 144 | |
| Итого | 30 | 16 | 16 | 82 | 144 | |

Согласована на портале № 34179

**5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)**

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (по лекциям) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Статистическая теория обнаружения радиолокационных сигналов | Постановка задачи. Критерии оптимальности. Оптимальные решающие правила. Качественные показатели обнаружителей. Основные математические модели радиосигналов в задаче обнаружения. Оптимальные приемники для обнаружения одиночных радиоимпульсов. Оптимальные обнаружители пачек когерентных и некогерентных радиоимпульсов. Квазиоптимальные обнаружители. Расчет коэффициента различимости. | 8 | ОПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 2 Радиотехнические методы измерения дальности и радиальной скорости | Обобщенная структурная схема дальномера. Потенциальная точность измерения дальности и радиальной скорости. Импульсный метод измерения дальности. Обобщенная структурная схема импульсного дальномера. Пределы изменения, точность, разрешающая способность. Дальномеры с визуальной индикацией на ЭЛТ. Двухшкальные системы. Автосопровождение по дальности в режиме непрерывного слежения за целью. Динамическая и флуктуационная ошибки. Цифровой съём данных в импульсных дальномерах. Применение в радиодальномерах сигналов сложной формы. Сжатие импульсов. Формирование и обработка ФКМ и ЛЧМ сигналов. Фазовые дальномеры. Простейшая схема и основное уравнение фазового дальномера. Многошкальные системы, устранение неоднозначности измерений. Частотный метод измерения дальности: принцип действия и основное уравнение. Постоянная ошибка частотного дальномера. | 10 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-5 |
| | Итого | 10 | |
| 3 Обзор пространства в радиолокации и радиолокационные методы измерения угловых координат | Классификация методов обзора: программируемый, параллельный, последовательный, параллельнопоследовательный. Виды последовательного обзора: круговой, винтовой, растровый. Механическое и электронное сканирование антенного луча. Основные расчетные соотношения при последовательном обзоре. Структурные схемы радиолокаторов с различными способами обзора. РЛС бокового обзора с синтезированной антенной. Принципы построения, основные расчетные соотношения. Классификация методов пеленгования. Одноканальные пеленгаторы: пеленгование по ме- | 4 | ОПК-5 |

Согласована на портале № 34179

| | | | |
|---|---|---|---|
| | тоду максимума, минимума. Методы амплитудного сравнения. Принципы построения и классификация моноимпульсных пеленгаторов. | | |
| | Итого | 4 | |
| 4 Принципы построения радионавигационных систем | Основная задача радионавигации. Классификация радионавигационных систем. Особенности тактикотехнических требовании к радионавигационным системам. Амплитудные радионавигационные устройства, радиомаяки, радиокомпас. Фазовые и импульснофазовые системы дальней навигации. Системы типа «Омега», «ЛоранС». Системы посадки самолетов метрового и сантиметрового диапазонов волн. Спутниковые системы радионавигации. Обобщенная структурная схема СНР. Низкоорбитальные СНРС первого поколения: система спутников, метод определения координат. Средневысотные СНРС второго поколения. Система спутников. Методы определения координат. Принципы построения аппаратуры потребителя в СНРС чипа «Глонасс», «Навстар». | 8 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 30 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Предшествующие дисциплины | | | | |
| 1 Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем | + | | + | |
| Последующие дисциплины | | | | |
| 1 Преддипломная практика | + | + | + | + |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |

Согласована на портале № 34179

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ОПК-2 | + | + | + | | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ОПК-5 | + | + | + | + | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |
| ПК-5 | + | + | + | | Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Статистическая теория обнаружения радиолокационных сигналов | Исследование самолётного радиовысотомера. | 8 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-5 |
| | Итого | 8 | |
| 3 Обзор пространства в радиолокации и радиолокационные методы измерения угловых координат | Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзора. | 4 | ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Принципы построения радионавигационных систем | Исследование автоматического УКВ радиопеленгатора АРП-6Д. | 4 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | |
| 1 Статистическая теория обнаружения радиолокационных сигналов | Физические основы радиолокации. Дальность действия РЛС в свободном пространстве. Радиолокационные цели и их характеристики. Оптимальные обнаружители радиолокационных сигналов. | 4 | ОПК-5 |

Согласована на портале № 34179

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 4 | |
| 2 Радиотехнические методы измерения дальности и радиальной скорости | Импульсные дальномеры. Разрешающая способность РЛС по дальности и радиальной скорости. | 4 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Обзор пространства в радиолокации и радиолокационные методы измерения угловых координат | Обзор пространства в радиолокации. Влияние земли и атмосферы на дальность действия РЛС. | 4 | ОПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Принципы построения радионавигационных систем | Фазовые радионавигационные системы. Амплитудные радионавигационные системы. | 4 | ОПК-2, ОПК-5, ПК-5 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| 1 Статистическая теория обнаружения радиолокационных сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-5 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 20 | | |
| 2 Радиотехнические методы измерения дальности и радиальной скорости | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-5 | Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 8 | | |
| | Итого | 18 | | |
| 3 Обзор пространства в радиолокации и радиолокационные методы измерения угловых координат | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-5 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 0 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | | |
| | Итого | 18 | | |

Согласована на портале № 34179

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 Принципы построения радионавигационных систем | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 10 | ОПК-5 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 14 | | |
| | Итого | 26 | | |
| Итого за семестр | | 82 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 118 | | |

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | 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 |
|---|---|---|---|---|
| 3 семестр | | | | |
| Опрос на занятиях | 20 | 20 | 30 | 70 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 30 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |

Согласована на портале № 34179

| | | |
|---|---|---|
| | 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) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Шахтарин, Б.И. Обнаружение сигналов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.И. Шахтарин. — Электрон. дан. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2015. — 464 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94637. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94637?category_pk=43737#book_name (дата обращения: 25.06.2018).
2. Зырянов, Ю.Т. Основы радиотехнических систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.Т. Зырянов, О.А. Белоусов, П.А. Федюнин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 192 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/67469. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/67469?category_pk=43737#book_name (дата обращения: 25.06.2018).
3. Системотехника. Проектирование радиотехнических систем: Учебное пособие: Курс лекций, компьютерный практикум, компьютерные лабораторные работы и задание на самостоятельную работу / Голиков А. М. - 2018. 543 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7297 (дата обращения: 25.06.2018).

### 12.2. Дополнительная литература

1. Радиотехнические системы. Учебник для вузов. Под ред. Ю.М. Казаринова. М.: Сов. радио. 1968 г., 496 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)
2. Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е. Дулевича. М.: Сов. радио. 1978 г., 608 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.)
3. Васин В.В., Степанов Б.М. Справочник задачник по радиолокации. М.: Сов. радио, 1977 г., 315 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)
4. Бакулев П.А.. Сосновский А.А. Радионавигационные системы (учебник для вузов). -М.: Радиотехника. 2005 г., 264 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/2852 (дата обращения: 25.06.2018).
2. Радиолокационные системы: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Денисов В. П. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1590 (дата обращения: 25.06.2018).
3. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/1196 (дата обращения: 25.06.2018).
4. Васин В.В., Степанов Б.М. Справочник задачник по радиолокации. М.: Сов. радио, 1977 г., 315 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.)
5. Системотехника. Проектирование радиотехнических систем: Учебное пособие: Курс лекций, компьютерный практикум, компьютерные лабораторные работы и задание на самостоятельную работу / Голиков А. М. - 2018. 543 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7297 (дата обращения: 25.06.2018).

#### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся

Согласована на портале № 34179

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.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационносправочные

2. и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

#### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория защищенных систем связи

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 432 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Приборы измерительные (17 шт.);
- Макеты лабораторные: "Исследование спектров импульсных модулированных сигналов", "Исследование преобразования непрерывных величин в цифровой двоичный код", "Исследование многоканальной системы передачи информации с временным разделением каналов", "Исследование системы связи с дельта-модуляцией", "Исследование биортогонального кода", "Исследование сверточного кода", "Код с проверкой на четность и циклический код";
- Компьютер WS3;
- Компьютер Celeron (4 шт.);
- Телевизор плазменный Pioneer с диагональю экрана 51;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Google Chrome
- PTC Mathcad13, 14

#### 13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория радиотехнических систем

учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для про-

Согласована на портале № 34179

ведения занятий лабораторного типа

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 422 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- МФУ лазерное HP Laser Jet Pro M1132;
- Телевизор плазменный Samsung 51;
- Компьютеры (3 шт.);
- Компьютер Asus PSH61-MLX (2 шт.);
- Компьютер Celeron;
- Макеты лабораторные (11 шт.);
- Установка «Гроза»;
- Аппарат слепой посадки МП;
- Изделие АРП-601;
- Имитатор курса НИКГ-1;
- Радиовысотомер РВ-5 (2 шт.);
- Радиодальномер СД-67;
- Радиокомпас АРК-15М;
- Стенд АРК-11;
- Стенд МП;
- Радиолокатор самолетный;
- Приборы измерительные (52 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Google Chrome
– PTC Mathcad13, 14

### 13.1.4. 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, 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.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

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

### 13.2. 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/переда-

Согласована на портале № 34179

чи 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 зрениями** 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.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

1. В основу измерения дальности до цели положено измерение …

a) отношение количества событий, произошедших в опыте, к общему количеству событий

b) отношение общего количества событий к количеству событий, произошедших в опыте

c) общее количество событий в опыте

d) количество событий, произошедших в опыте

e) количество интересующих событий

2. В основу измерения направления на цель цели положено измерение …

a) задержки сигнала при распространении радиоволны от передатчика до цели и обратно

b) длительности зондирующего сигнала

c) скорости распространения радиосигнала

d) нормали к фазовому фронту радиоволны в месте приёма

e) доплеровского смещения частоты

f) амплитуды принятого сигнала

3. Измерение радиотехнических параметров по собственному излучению объектов относится к …

a) системам ориентации

b) системам навигации

c) системам радиосвязи

d) пассивной радиолокации

e) активной радиолокации

f) полуактивной радиолокации

4. Физическая основа измерения скорости движения цели связана с измерением …

a) задержки сигнала при распространении радиоволны от передатчика до цели и обратно

b) длительности зондирующего сигнала

c) скорости распространения радиосигнала

d) нормали к фазовому фронту радиоволны в месте приёма

e) доплеровского смещения частоты

f) амплитуды принятого сигнала

5. Предельная чувствительность приёмных устройств определяется …

a) многолучевостью

b) внутренними шумами

c) шириной диаграммы направленности антенны

d) нестабильностью генератора

e) зондирующим сигналом

f) частотой зондирующего сигнала

6.Показатель, характеризующий трудность обнаружения работы радиотехнической системы

Согласована на портале № 34179

и обнаружения её основных параметров сигнала, называют …

a) пропускной способностью

b) разрешающей способностью

c) надёжностью

d) помехоустойчивостью

e) скрытностью

f) помехозащищённостью

7. Метод обзора радиолокатора, его рабочие частоты, мощность излучения, вид модуляции являются …

a) тактическими характеристиками системы

b) техническими характеристиками системы

c) функциональными характеристиками системы

d) аппаратурными характеристиками системы

e) структурными характеристиками системы

f) электрическими характеристиками системы

8. Зона действия, время обзора, разрешающая способность, пропускная способность являются …

a) тактическими характеристиками системы

b) техническими характеристиками системы

c) функциональными характеристиками системы

d) аппаратурными характеристиками системы

e) структурными характеристиками системы

f) электрическими характеристиками системы

9. Дальность действия активного радиолокатора в свободном пространстве возрастает с …

a) уменьшением длины волны

b) уменьшением эффективной поверхности антенны радиолокатора

c) увеличением мощности шума

d) уменьшением эффективной поверхности рассеяния цели

e) увеличением коэффициента различимости

f) увеличением температуры окружающей среды

10. Рассеяние радиоволны во все стороны одинаково при обучении объекта наблюдения характерно для …

a) смешанного переизлучения

b) резонансного переизлучения

c) зеркального переизлучения

d) диффузного переизлучения

11. Отражение волны от поверхности под углом, равному по величине и противоположному по знаку, характерно для …

a) смешанного переизлучения

b) резонансного переизлучения

c) зеркального переизлучения

d) диффузного переизлучения

12. Отражение волны от объекта, содержащего элементы с размерами, кратными половине длины волны, характерно для …

a) смешанного переизлучения

b) резонансного переизлучения

c) зеркального переизлучения

d) диффузного переизлучения

13. Поперечное сечение цели, которая, рассеивая сигналы во все стороны равномерно, создаёт у локатора такую же плотность потока мощности, как и реальная цель называют …

a) площадью цели

b) эффективным размером цели

c) эффективной поверхностью цели

d) эффективной площадью цели

Согласована на портале № 34179

14. При нормальном падении радиоволны на цель наибольшая ЭПР характерна для …

a) уголкового отражателя

b) шара

c) металлического квадратного листа

d) пирамидального отражателя

15. ЭПР реальных сложных целей с множеством блестящих точек описывается …

a) законом Райса

b) законом Релея

c) экспоненциальным законом

d) равномерным законом

16. Среднее значение ЭПР баллистической ракеты составляет примерно …

a) 10000 м2

b) 100 м2

c) 10 м2

d) 0,1 м2

17. Угловые шумы цели вызваны …

a) флуктуациями амплитуды сигналы

b) флуктуациями фазового фронта волны

c) флуктуациями доплеровского смещения радиосигнала

d) флуктуациями радиосигнала по частоте

18. Если геометрические размеры цели больше элемента объёмного разрешения РЛС, то такие цели называют …

a) точечными

b) плоскими

c) поверхностно-распределёнными

d) объёмно-распределёнными

19. Если геометрические размеры цели больше элемента поверхностного разрешения РЛС, то такие цели называют …

a) точечными

b) протяжёнными

c) поверхностно-распределёнными

d) объёмно-распределёнными

20. Если геометрические размеры цели меньше элемента разрешения РЛС, то такие цели называют …

a) точечными

b) плоскими

c) поверхностно-распределёнными

d) объёмно-распределёнными

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

1. Что такое техническая система и какие требования к ней предъявляются. Что такое радиотехническая система ? Какие виды радиотехнических систем Вы знаете ? Примеры. Чем различается радиолокация от радионавигации ?

2. В чём состоит физическая основа измерения дальности радиотехническими методами ? Как вычисляется дальность ? Из-за чего в атмосфере дальность измеряется с ошибками (считать, что шумы приёмника не влияют).

3. В чём состоит физическая основа измерения направления на цель ? Какие два принципиальных метода измерения направления на цель Вы знаете ? Как примерно выглядит устройство для измерения направления на цель ?

4. В чём состоит физическая основа измерения скорости движения цели ? Приведите математические соотношения для вычисления скорости движения цели ? В каком случае измеренная скорость движущейся цели будет равной нулю ?

5. Чем характеризуется местоположение цели ? На какие общие группы делятся методы определения местоположения цели ? Поясните принцип местоопределения с помощью корреляционной функции.

Согласована на портале № 34179

6. Можно ли определить местоположение объекта с помощью измерителя скорости или акселерометра (если нет, то каким образом можно определить местоположение объекта, если да, то каким образом это делается) ?

7. Что такое поверхность положения ? В каком методе местоопределения они используются ? Какие поверхности положения бывают и как они выглядят ? Меняется ли принцип местоопределения от вида поверхности положения ?

8. Опишите принцип дальномерного метода местоопределения ? Какое минимальное количество приёмно-передающих позиций необходимо для реализации дальномерного метода ?

9. Опишите принцип триангуляционного метода местоопределения ? Какое минимальное количество приёмно-передающих позиций необходимо для реализации триангуляционного метода ?

10. Опишите принцип дальномерно-пеленгационного и разностно-дальномерного методов местоопределения ? Какое минимальное количество приёмно-передающих позиций необходимо для реализации этих методов ?

11. Что такое точность местоопределения и как её количественно измеряют ? На какие две большие группы можно разделить источники, снижающие точность местоопределения ? Опишите виды источников, снижающих точность местоопределения.

12. От чего зависит точность местоопределения ? Как её определяют ? В каких случая точность местоопределения является случайной величиной ? Как в этом случае характеризуют точность местоопределения ?

13. Какие виды радиолокации Вы знаете ? Опишите их, поясняя рисунками, и назовите принципиальные отличия каждого вида.

14. Что такое радиолокационный канал ?

15. Радиотехническая разведка: назначение, задачи, классификация. Обобщённая структурная схема системы радиотехнической разведки: назначение и принцип функционирования. Типовые тактико-технические характеристики систем радиотехнической разведки.

16. Каковы особенности обнаружения сигналов в системах радиотехнической разведки ? Структурная схема обнаружителя, принцип его работы и характеристики обнаружения.

17. Методы пассивного моноимпульсного радиопеленгования источников радиоизлучения. От чего зависит точность и однозначность радиопеленгования этими методами ? Почему ?

18. Угломерный и разностно-дальномерный методы местоопределения источников радиоизлучения. От чего зависит точность местоопределения этими методами ? Почему ?

19. Какие параметры сигналов определяются в системах радиотехнической разведки? Для чего в системах радиотехнической разведки определяют параметры сигналов ? От чего зависит точность определения параметров сигналов в системах радиотехнической разведке? Почему ?

20. Способы определения несущей частоты узкополосных сигналов и ширины спектра широкополосных сигналов. От чего зависит точность измерения частоты и ширины спектра? Почему ?

### 14.1.3. Темы опросов на занятиях

Постановка задачи. Критерии оптимальности. Оптимальные решающие правила. Качественные показатели обнаружителей. Основные математические модели радиосигналов в задаче обнаружения. Оптимальные приемники для обнаружения одиночных радиоимпульсов. Оптимальные обнаружители пачек когерентных и некогерентных радиоимпульсов. Квазиоптимальные обнаружители. Расчет коэффициента различимости.

Обобщенная структурная схема дальномера. Потенциальная точность измерения дальности и радиальной скорости. Импульсный метод измерения дальности. Обобщенная структурная схема импульсного дальномера. Пределы изменения, точность, разрешающая способность. Дальномеры с визуальной индикацией на ЭЛТ. Двухшкальиые системы. Автосопровождение по дальности в режиме непрерывного слежения за целью. Динамическая и флуктуационная ошибки. Цифровой съём данных в импульсных дальномерах. Применение в радиодальномерах сигналов сложной формы. Сжатие импульсов. Формирование и обработка ФКМ и ЛЧМ сигналов. Фазовые дальномеры. Простейшая схема и основное уравнение фазового дальномера. Многошкальные системы, устранение неоднозначности измерений. Частотный метод измерения дальности: принцип действия и основное уравнение. Постоянная ошибка частотного дальномера.

Согласована на портале № 34179

Классификация методов обзора: программируемый, параллельный, последовательный, параллельнопоследовательный. Виды последовательного обзора: круговой, винтовой, растровый. Механическое и электронное сканирование антенного луча. Основные расчетные соотношения при последовательном обзоре. Структурные схемы радиолокаторов с различными способами обзора. РЛС бокового обзора с синтезированной антенной. Принципы построения, основные расчетные соотношения. Классификация методов пеленгования. Одноканальные пеленгаторы: пеленгование по методу максимума, минимума. Методы амплитудного сравнения. Принципы построения и классификация моноимпульсных пеленгаторов.

Основная задача радионавигации. Классификация радионавигационных систем. Особенности тактикотехнических требовании к радионавигационным системам. Амплитудные радионавигационные устройства, радиомаяки, радиокомпас. Фазовые и импульснофазовые системы дальней навигации. Системы типа «Омега», «ЛоранС». Системы посадки самолетов метрового и сантиметрового диапазонов волн. Спутниковые системы радионавигации. Обобщенная структурная схема СНР. Низкоорбитальные СНРС первого поколения: система спутников, метод определения координат. Средневысотные СНРС второго поколения. Система спутников. Методы определения координат. Принципы построения аппаратуры потребителя в СНРС чипа «Глонасс», «Навстар».

### 14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование самолётного радиовысотомера.

Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзора.

Исследование автоматического УКВ радиопеленгатора АРП-6Д.

## 14.2. 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 14.

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

## 14.3. 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 доступ-

Согласована на портале № 34179

ная 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 № 34179