**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

# Основы теории радиолокационных систем и комплексов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2011 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 6 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 34 | 34 | часов |
| 2 | Практические занятия | 34 | 34 | часов |
| 3 | Лабораторные занятия | 34 | 34 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 102 | 102 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 42 | 42 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е |

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11481

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 4 от «10» 1 2017 г.

# ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. РТС _____ Денисов В. П.

Заведующий обеспечивающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий выпускающей каф. РТС _____ Мелихов С. В.

Эксперты:

Старший преподаватель Каф РТС _____ Ноздреватых Д. О.

Согласована на портале № 11481

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Дисциплина “Основы теории радиолокационных систем и комплексов" является одной из завершающих подготовку радиоинженера в области исследования и разработки радиотехнических систем различного назначения. Основная цель изучения дисциплины состоит в том, чтобы на базе знаний и умений, полученных в предшествующих и смежных курсах,научиться по заданным тактико-техническим характеристикам радиолокационной системы рационально выбрать принцип и структуру ее построения, рассчитать технические требования к входящим в нее устройствам и наметить возможные пути их реализации. Изучение дисциплины должно привить системный подход к проектированию радиолокационных станций.

### 1.2. Задачи дисциплины

– В результате изучения дисциплины студенты должны:

– знать физические принципы определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема, обработки и отображения радиолокационной информации;

– уметь определить по заданным тактическим характеристикам технические параметры радиолокационной системы, найти ее структуру и произвести теоретическую оценку эффективности;

– иметь представление о построении конкретных радиолокационных систем..

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы теории радиолокационных систем и комплексов» (Б1.В.ОД.9) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Введение в специальность.

Последующими дисциплинами являются: Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты, Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы, Системотехника.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-10 способностью решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** • физические принципы определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема, обработки и отображения радиолокационной информации;

– **уметь** определить по заданным тактическим характеристикам технические параметры радиолокационной системы, найти ее структуру и произвести расчет технических требований к ее элементам;

– **владеть** основами методики расчета технических характеристик конкретных радиолокационных систем, в частности, с использованием пакетов прикладных программ

## 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 |
|---|---|---|
| | | 6 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 102 | 102 |
| Лекции | 34 | 34 |
| Практические занятия | 34 | 34 |

Согласована на портале № 11481

| | | |
|---|---|---|
| Лабораторные занятия | 34 | 34 |
| Самостоятельная работа (всего) | 42 | 42 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 8 | 8 |
| Проработка лекционного материала | 14 | 14 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 20 | 20 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость час | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости | 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 | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1.Физические основы радиолокации | 4 | 4 | 0 | 4 | 12 | ПК-10 |
| 2 | Радиолокационные цели | 4 | 4 | 0 | 6 | 14 | ПК-10 |
| 3 | Обнаружение радиолокационных сигналов | 4 | 4 | 8 | 8 | 24 | ПК-10 |
| 4 | Дальность радиолокационного наблюдения | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 | ПК-10 |
| 5 | Методы измерения дальности и радиальной скорости | 6 | 6 | 12 | 10 | 34 | ПК-10 |
| 6 | Обзор пространства и методы измерения угловых координат | 6 | 6 | 8 | 0 | 20 | ПК-10 |
| 7 | Пассивная радиолокация | 2 | 2 | 0 | 4 | 8 | ПК-10 |
| 8 | Современное состояние и основные направления развития радиолокации | 2 | 2 | 0 | 4 | 8 | ПК-10 |
| | Итого | 34 | 34 | 34 | 42 | 144 | |

### 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 |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 11481

| 6 семестр | | | |
|---|---|---|---|
| 1 1.Физические основы радиолокации | Терминология: радиолокационное наблюдение, радиолокационная станция, радиолокационный канал. Физические основы радиолокации. Методы местоопределения в радиолокации. Линии положения, поле ошибок, рабочие зоны. Активный, полуактивный, пассивный методы радиолокации. Нелинейная радиолокация. Основные тактические и технические характеристики РЛС, их взаимосвязь. Укрупненная структурная схема РЛС. Основное уравнение радиолокации. | 4 | ПК-10 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Радиолокационные цели | Эффективная поверхность рассеяния и методы ее определения. Способы вычисления ЭПР некоторых одиночных объектов: пластины, шара, полуволнового вибратора. Искусственные отражатели. ЭПР распределенных целей. Статистические модели объектов. ЭПР некоторых реальных объектов. Способы уменьшения и увеличения ЭПР объектов. | 4 | ПК-10 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Обнаружение радиолокационных сигналов | Прием радиолокационных сигналов как статистическая задача. Критерии оптимальности и оптимальные решающие правила. Отношение правдоподобия для сигнала с полностью известными параметрами, принимаемого на фоне нормального белого шума. Отношение правдоподобия для сигнала со случайными неизмеряемыми параметрами. Модели радиосигналов в задаче обнаружения. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов. Характеристики обнаружения. Структура и качественные показатели устройств оптимальной обработки пачек когерентных радиоимпульсов. Структура и качественные показатели устройств оптимальной обработки пачек некогерентных радиоимпульсов. Расчет коэффициента различимости. Квазиоптимиальные обнаружители пачек радиоимпульсов: цифровой | 4 | ПК-10 |

Согласована на портале № 11481

| | | | |
|---|---|---|---|
| | накопитель. Эффективность квазиоптимальных обнаружителей. Измерение информативных параметров радиолокационных сигналов как статистическая задача. Понятие о потенциальной точности. Применение в радиолокации сигналов сложной формы. | | |
| | Итого | 4 | |
| 4 Дальность радиолокационного наблюдения | Основные факторы, влияющие на дальность действия радиосистем. Влияние отражений от земли, зоны обнаружения (диаграмма видимости). Влияние преломления, поглощения и рассеяния радиоволн в атмосфере на дальность действия РЛС. Выбор длины волны для РЛС различного радиуса действия. Обобщенное уравнение радиолокации.Загоризонтные РЛС коротковолнового диапазона. | 6 | ПК-10 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Методы измерения дальности и радиальной скорости | Импульсный метод измерения дальности. Обобщенная структурная схема импульсного дальномера. Пределы измерения, точность, разрешающая способность. Применение в импульсных дальномерах сигналов сложной формы. ЛЧМ-импульсы и их сжатие. Дисперсионные линии задержки. Фазокодоманипулированные (ФКМ) сигналы и их автокорреляционные функции. Генерирование и оптимальный прием ФКМ сигналов. Применение в РЛ сверхширокополосных сигналов. Подповерхностная радиолокация.Автоматическое сопровождение по дальности в непрерывном режиме и в режиме обзора по угловой координате. Динамическая и флуктуационная ошибки. Цифровые схемы импульсных дальномеров.Фазовые дальномерные системы. Простейшая схема и основное уравнение фазового дальномера. Измерение фазы на несущей частоте и частоте модуляции. Многоканальные системы. Устранение неоднозначности. Измерение радиальной скорости.Частотный метод измерения дальности. Принцип | 6 | ПК-10 |

Согласована на портале № 11481

| | | | |
|---|---|---|---|
| | действия и основное уравнение. Постоянная ошибка системы. Влияние движения объекта. Частотный дальномер с синусоидальной модуляцией. Особенности построения дальномера при измерении дальности многих объектов. Последовательный и параллельный частотный анализ. Цифровой анализ. | | |
| | Итого | 6 | |
| 6 Обзор пространства и методы измерения угловых координат | Обзор пространства. Последовательный (одноканальный) обзор. Время обзора и скорость обзора. Виды равномерного последовательного обзора: круговой, секторный, винтовой. Спиральный, конический. Качественные характеристики последовательного обзора. Параллельный и комбинированный методы обзора. Программированный обзор. Использование антенных решеток.Потенциальная точность и угловая разрешающая способность.Обзорные и следящие пеленгаторы. Одноканальные и многоканальные (моноимпульсные) пеленгаторы. Обзорные многобазовые фазовые пеленгаторы. Точность пеленгования. Автоматическое сопровождение целей в амплитудных пеленгаторах в режиме обзора. Моноимпульсные следящие пеленгаторы. Принципы построения, классификация, точность и разрешающая способность, примеры построения систем. | 6 | ПК-10 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Пассивная радиолокация | Сущность и области примененииия пассивной РЛ. Радиотеплолокация и радиотехническая разведка.Характеристики теплового радиоизлучения объектов. Основные схемы радиометров и их чувствительность к слабым сигналам. Обнаружение радиотепловых сигналов и дальность действия радиотеплолокаторов. | 2 | ПК-10 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Современное состояние и основные направления развития радиолокации | Современное состояние и пути развития радиолокационной техники (применение цифровой техники, вторичная обработка информации, | 2 | ПК-10 |

Согласована на портале № 11481

| | | | |
|---|---|---|---|
| | радиофотоника, антенные решетки и т. д.) | | |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 34 | |

### 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 представ-лены 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 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 | Введение в специальность | + | | | | | | | |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | |
| 1 | Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 | Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы | + | + | + | | | | | |
| 3 | Системотехника | + | + | + | + | + | + | + | + |

### 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 и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лекции | Практические занятия | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа | |
| ПК-10 | + | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях |

### 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

### 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Согласована на портале № 11481

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов | Содержание лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 3 Обнаружение радиолокационных сигналов | Согласованная фильтрация известного полезного сигнала на фоне белого шума. Простые и сложные сигналы | 8 | ПК-10 |
| | Итого | 8 | |
| 4 Дальность радиолокационного наблюдения | Исследование самолетного радиолокатора «Гроза» | 6 | ПК-10 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Методы измерения дальности и радиальной скорости | Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзораИсследование самолетного высотомераРВ-20 | 12 | ПК-10 |
| | Итого | 12 | |
| 6 Обзор пространства и методы измерения угловых координат | Исследование поляризационно-фазовой угломерной системы Исследование автоматического УКВ пеленгатора АРП-6Д | 8 | ПК-10 |
| | Итого | 8 | |
| Итого за семестр | | 34 | |

## 8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

| Названия разделов | Содержание практических занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | |
| 1 1.Физические основы радиолокации | Физические основы обнаружения радиолокационных целей, измерения дальности , угловых координат и радиальной скорости | 4 | ПК-10 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Радиолокационные цели | Радиолокационные цели и их характеристики. ЭПР объемно распределенных и поверхностно распределенных целей.,:статистические характеристики и методика вычисления. | 4 | ПК-10 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 11481

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Обнаружение радиолокационных сигналов | Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов.Оптимальные обнаружители пачек радиоимпульсов | 4 | ПК-10 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Дальность радиолокационного наблюдения | Дальность действия РЛС в свободном пространствеВлияние земли на дальность действия РЛСВлияние атмосферы на дальность действия РЛС | 6 | ПК-10 |
| | Итого | 6 | |
| 5 Методы измерения дальности и радиальной скорости | Импульсные дальномерыЧастотные дальномеры, Фазовые дальномеры | 6 | ПК-10 |
| | Итого | 6 | |
| 6 Обзор пространства и методы измерения угловых координат | Расчет параметров радиолокационного обзораМоноимпульсные следящие пеленгаторыОбзорные фазовые пеленгаторы | 6 | ПК-10 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Пассивная радиолокация | Структурные схемы радиометров и расчет чувствительности | 2 | ПК-10 |
| | Итого | 2 | |
| 8 Современное состояние и основные направления развития радиолокации | Обсуждение технических путей развития радиолокации | 2 | ПК-10 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 34 | |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| 1 1.Физические основы радиолокации | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-10 | Опрос на занятиях, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 2 Радиолокационные цели | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-10 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Экзамен |
| | Проработка лекционного | 2 | | |

Согласована на портале № 11481

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | материала | | | |
| | Итого | 6 | | |
| 3 Обнаружение радиолокационных сигналов | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-10 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 4 Дальность радиолокационного наблюдения | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-10 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Методы измерения дальности и радиальной скорости | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-10 | Домашнее задание, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | | |
| | Итого | 10 | | |
| 7 Пассивная радиолокация | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-10 | Опрос на занятиях, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| 8 Современное состояние и основные направления развития радиолокации | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ПК-10 | Опрос на занятиях, Экзамен |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 4 | | |
| Итого за семестр | | 42 | | |
| | Подготовка к экзамену / зачету | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 78 | | |

**9.1. Вопросы для подготовки к практическим занятиям, семинарам**

1. изучение теоретического материала по теме

Согласована на портале № 11481

## 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| 6 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Опрос на занятиях | 4 | 4 | 4 | 12 |
| Отчет по лабораторной работе | | 14 | 14 | 28 |
| Итого максимум за период | 14 | 28 | 28 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 14 | 42 | 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) |
| | 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) |

Согласована на портале № 11481

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 334 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664, дата обращения: 24.01.2017.

### 12.2. Дополнительная литература

1. . Бакулев П.А. Радиолокационные системы (учебник для вузов). – М.: радиотехника, 2004 г., 319 стр., (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)
2. Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е.Дулевича. М.: Сов. радио, 1978 608 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)
3. . Денисов В.П., Дудко Б.П. Радиотехнические системы. Учебное пособие для ву-зов. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2006 г., 252 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)
4. . Васин В.В., Степанов Б.М. Справочник- задачник по радиолокации. М.: Сов. ра-дио, 1977, 315 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 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: https://edu.tusur.ru/publications/2852, дата обращения: 24.01.2017.
2. Радиолокационные системы: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Денисов В. П. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1590, дата обращения: 24.01.2017.
3. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1196, дата обращения: 24.01.2017.

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

1. 1. Операционная система Windows.
2. 2. Программные продукты для выполнения расчетов и моделирования: MathCad, MatLab.
3. 3. Информационно-справочные и поисковые системы общего пользования.

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

#### 13.1.1. Материально-техническое 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.

Согласована на портале № 11481

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

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

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

Для проведения лабораторных занятий используются лаборатории, располагающиеся в ауд. 403, 422 РК , в которых размещены макеты лабораторных установок, вторичные источники электропитания, компьютеры с широкополосным доступом в интернет, демонстрационные ЖК-панели.

### 13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется Лаборатория ГПО (ауд. 406 РК, сервер, 6 ПЭВМ ). . Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения. При обучении студентов с нарушениями слуха предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой. При обучении студентов 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 удаленного просмотра. При обучении студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема-передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **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 удаленного просмотра.

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

## 14. Фонд оценочных средств

### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Согласована на портале № 11481

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

| Категории студентов | Виды дополнительных оценочных средств | 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 средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 11481

**Приложение 1**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

# Основы теории радиолокационных систем и комплексов

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки (специальность): **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль): **Радиоэлектронные системы космических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РТС, Кафедра радиотехнических систем**
Курс: **3**
Семестр: **6**

Учебный план набора 2011 года

Разработчики:

- профессор каф. РТС Денисов В. П.

Экзамен: 6 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 11481

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код | Формулировка компетенции | Этапы формирования компетенций |
|---|---|---|
| ПК-10 | способностью решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ | Должен знать • физические принципы определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема, обработки и отображения радиолокационной информации;;<br>Должен уметь определить по заданным тактическим характеристикам технические параметры радиолокационной системы, найти ее структуру и произвести расчет технических требований к ее элементам;;<br>Должен владеть основами методики расчета технических характеристик конкретных радиолокационных систем, в частности, с использованием пакетов прикладных программ; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |
| Хорошо (базовый уровень) | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач | Работает при прямом наблюдении |

Согласована на портале № 11481

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-10

ПК-10: способностью решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Содержание этапов | физические принципы определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема обработки и отображения радиолокационной информации | определять по заданным характеристикам технические параметры радиолокационной сиситемы, найти ее структуруи произвести расчет требований к элементам. | основами методики расчета технических характеристик конкретных радиолокационных систем, в частности, с использованием пакетов прикладных программ |
| Виды занятий | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка и сдача экзамена / зачета; | • Практические занятия;<br>• Лабораторные занятия;<br>• Лекции;<br>• Самостоятельная работа;<br>• Подготовка и сдача экзамена / зачета; | • Лабораторные занятия;<br>• Самостоятельная работа; |
| Используемые средства оценивания | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен; | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Опрос на занятиях;<br>• Экзамен; | • Домашнее задание;<br>• Отчет по лабораторной работе;<br>• Экзамен; |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав | Знать | Уметь | Владеть |
|---|---|---|---|
| Отлично (высокий уровень) | • Обладает теоретическими и практическими знаниями в области определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, принципы приема, обработки и отображения РЛ информации в условиях априорной неопределенности.; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для применения пакетов прикладных программ с целью оптимизации РЛ систем; | • [хотя бы одним из пакетов прикладных программ (mathcad, matlab) для решения оптимизационных задач в условиях априорной неопределенности; |

Согласована на портале № 11481

| | | | |
|---|---|---|---|
| Хорошо (базовый уровень) | • знает принципы и подходы к задачам определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, приема, обработки и отображения РЛ информации в условиях априорной неопределенности; | • Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения частных задач оптимизации рл систем с применением пакетов прикладных пограмм; | • [хотя бы одним из пакетов прикладных программ (mathcad, matlab) для решения оптимизационных задач в заданных условиях ; |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | • Обладает общими базовыми знаниями в области определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, принципы приема, обработки и отображения РЛ информации ; | • Обладает основными умениями, требуемыми для применения пакетов прикладных программ с целью проектирования РЛ систем; | • Методами решения оптимизационных задач при прямом наблюдении преподавателя; |

## 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

### 3.1 Темы домашних заданий

– Домашние задания выдаются в виде задач По каждой из тем курса задачи имеются в источнике:«Справочник-задачник по радиолокации» (пункт 4 списка дополнительной литературы): глава 1, с15 – 72; глава 2 с.80 – 94; глава 3, с.96 – 114; глава 4, с.118 – 143; глава 5, с.148 – 154; глава 6,с. 159 – 167; глава 7, с. 170 – 177.

### 3.2 Темы опросов на занятиях

– Ниже приводится примерный перечень вопросов, задаваемых студентам. Занятие 1. Тема «Физические основы радиолокации» На первом занятии проводится входной контроль. Студентам предлагается в письменной форме ответить на ряд вопросов из предшествующих курсов. Преподаватель использует ответы для знакомства с аудиторией и планирования последующей работы с ней. В 2016 году студентам были предложены следующие контрольные вопросы. 1. Какая электрическая цепь называется линейной? 2. Какими функциями полностью описывается линейная цепь с постоянными параметрами? 3.Чтотакое коэффициент усиления антенны? 4. Как зависит ширина диаграммы зеркальной антенны от ее размеров? 5. Что такое коэффициент шума приемника? 6. Что такое стационарный случайный процесс? 7. Что такое нормальный белый шум? 8. Что такое потенциальная точность измерения? 9. Что такое рефракция? 10. На какой, приблизительно, высоте над землей находится ионосфера? 11. Что такое согласованный фильтр? 12. Какие критерии оптимальности в задаче обнаружения сигналов Вам известны? 13. Что такое плотность распределения вероятностей? Затем задаются вопросы по теме занятия. - Что является физической основой радиотехнических методов измерения дальности до объекта наблюдения? - Какой параметр принимаемой радиоволны несет информацию об ее «угле прихода»? - Что такое «пеленгование», какие существуют методы пеленгования? -Что является физической основой измерения радиальной скорости объекта наблюдения? - Какие факторы ограничивают дальность радиолокационного наблюдения? - Каков диапазон длин волн, используемых в радиолокации? Чем он определяется? После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из первой главы «Справочника –задачника» Занятие 2. Тема « Дальность действия РЛС в свободном

Согласована на портале № 11481

пространстве» Студентам задаются следующие вопросы - Что такое дальность действия РЛС? -Напишите основное уравнение радиолокации и поясните входящие в него величины. - Какие факторы, не учтенные в основном уравнении радиолокации, влияют на дальность действия РЛС у поверхности земли? После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из пятой главы «Справочника –задачника». Занятие 3. Тема «Радиолокационные цели и их характеристики» Студентам задаются следующие вопросы - Что такое эффективная поверхность рассеяния (ЭПР) радиолокационной цели? - Как можно измерить ЭПР какого-либо заданного объекта? - Что такое флуктуации радиолокационных целей и каковы причины их появления? - Каким законом можно аппроксимировать плотность распределения вероятностей ЭПР реальных целей? - Как найти ЭПР отражений от земной поверхности? После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из второй главы «Справочника –задачника» Занятие 4. Тема «Обнаружение радиолокационных сигналов». Студентам задаются следующие вопросы - Какие критерии оптимальности правил принятия решения о наличии или отсутствии сигнала Вам известны? - В чем заключаются соответствующие правила принятия решения? - Начертите структурную схему оптимального обнаружителя радиоимпульса с полностью известными параметрам, принимаемого на фоне нормального белого шума.. - От каких параметров сигнала, помехи и схемы зависят вероятность правильного обнаружения и ложной тревоги? - Почему вероятность ложной тревоги обычно выбирают очень малой? После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из четвертой главы «Справочника –задачника» Занятие 5. Тема «Влияние земли и атмосферы на дальность действия РЛС». Студентам задаются следующие вопросы - Каковы физические причины поглощения радиоволн в атмосфере? - Как коэффициент поглощения зависит от длины волны? - Что такое диаграмма видимости РЛС ? - Начертить примерный вид диаграммы видимости. Объяснить физическую природу ее лепестковой структуры. После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из пятой главы «Справочника –задачника».В процессе решения одной из задач студентам предлагается вывести формулу для дальности действия пассивного локатора, работающего в поглощающей атмосфере. Занятие 6. Тема «Импульсные дальномеры» Студентам задаются следующие вопросы - Начертить на доске структурную схему импульсного дальномера с индикацией на электронно-лучевой трубке и пояснить его работу с помощью эпюр напряжений. - Перечислить источники погрешностей измерения дальности. - Что такое коэффициент ухудшения потенциальной точности? - Каковы пути уменьшения погрешности измерения дальности за счет несовершенства индикатора? После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из седьмой главы «Справочника – задачника». В добавление к условиям задач, приведенных в «Справочнике – задачнике», студенты должны начертить структурные схемы дальномеров, соответствующих решению, и эпюры напряжений в характерных точках схемы с указанием периодов повторения и длительности импульсов. Занятие 7. Тема «Разрешающая способность РЛС по дальности и радиальной скорости» Студентам задаются следующие вопросы - Что такое разрешающая способность по дальности? - Что такое разрешающая способность по дальности и радиальной скорости? - Что такое потенциальная разрешающая способность? - Почему реальная разрешающая способность по дальности отличается от потенциальной? Что такое коэффициент ухудшения разрешающей способности? - Как связана разрешающая способность с функцией неопределенности? - Как строится аппаратура для оптимального разрешения оп дальности и радиальной скорости? После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из шестой главы «Справочника – задачника». Занятие 8. Тема «Обзор пространства в радиолокации». Студентам задаются следующие вопросы - Что такое радиолокационный обзор пространства? - Почему обычно обзор пространства рассматривается только по угловым координатам ? - Какие способы обзора пространства существуют? - Что такое коэффициент обзора? - Начертите укрупненную структурную схему РЛС кругового обзора и поясните ее работу с помощью эпюр напряжений в характерных точках. После обсуждения ответов на вопросы студентам задаются задачи из шестой главы «Справочника – задачника». 1. Виды радиолокации. 2. Импульсные дальномеры с индикацией на ЭЛТ. 3. Радиотехнические методы определения местоположения. 4. Дальность действия активной РЛС в свободном пространстве. 5. Основные тактические и технические параметры РЛС. 6. Критерии оптимальности в задаче радиолокационного обнаружения. 7. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с полностью известными параметрами, принимаемых на фоне нормального белого шума.

Согласована на портале № 11481

**3.3 Экзаменационные вопросы**

– 1. Виды радиолокации. 2. Импульсные дальномеры с индикацией на ЭЛТ. 3. Радиотехнические методы определения местоположения. 4. Дальность действия активной РЛС в свободном пространстве. 5. Основные тактические и технические параметры РЛС. 6. Критерии оптимальности в задаче радиолокационного обнаружения. 7. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с полностью известными параметрами, принимаемых на фоне нормального белого шума. 8. Оптимальные обнаружители пачек когерентных радиоимпульсов. 9. Оптимальные обнаружители пачек некогерентных радиоимпульсов. 10. Дальность действия активного радиолокатора с активным ответом в свободном пространстве. 11. Понятие об ЭПР радиолокационных целей. Классификация целей. 12. Методика расчета ЭПР объемно-распределенных целей. 13. Понятие о сжатии импульсов в радиолокации. 14. Влияние отражений от Земли на дальность действия РЛС. 15. Влияние атмосферы на дальность действия РЛС. 16. Отношение правдоподобия для сигнала в виде одиночного радиоимпульса с полностью известными параметрами, принимаемого на фоне белого гауссова шума. 17. Расчет коэффициента различимости при радиолокационном обнаружении. 18. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с неизвестной начальной фазой, принимаемых на фоне нормального белого шума. 19. Понятие о характеристиках обнаружения. 20. Характеристики ЭПР реальных радиолокационных целей. 21. Оптимальные обнаружители ФКМ сигналов, принимаемых на фоне нормального белого шума. 22. Использование в РЛ сигналов сложной формы. 23. Импульсный метод измерения дальности: обобщенная структурная схема дальномера; основные расчетные соотношения. 24. Свойства точечных оценок параметров распределений. 25. Максимально правдоподобные оценки параметров сигналов. 26. Принцип действия частотного дальномера; основные расчетные соотношения. 27. ЭПР поверхностно-распределенных целей. 28. РЛС кругового обзора; структурная схема и основные расчетные соотношения при круговом обзоре. 29. Максимально правдоподобная оценка амплитуды сигнала. 30. Мультипликативные (логарифмические) моноимпульсные пеленгаторы. 31. Принципы построения и классификация моноимпульсных пеленгаторов. 32. Максимально правдоподобная оценка неэнергетического параметра сигнала 33. Методы амплитудного пеленгования. 34. Цифровые импульсные дальномеры 35. Физические основы радиотехнических методов обнаружения объектов, определение их координат и скорости. 36. Сопровождение целей в импульсных дальномерах. 37. Цифровые обнаружители пачек радиоимпульсов. 38. Методы обзора пространства в радиолокации. 39. Методика расчета периода последовательного обзора пространства в РЛ. 40. Основные модели радиолокационных сигналов в задаче обнаружения. 41. Точность радиотехнических методов определения местоположения. 1. Виды радиолокации. 2. Импульсные дальномеры с индикацией на ЭЛТ. 3. Радиотехнические методы определения местоположения. 4. Дальность действия активной РЛС в свободном пространстве. 5. Основные тактические и технические параметры РЛС. 6. Критерии оптимальности в задаче радиолокационного обнаружения. 7. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с полностью известными параметрами, принимаемых на фоне нормального белого шума. 8. Оптимальные обнаружители пачек когерентных радиоимпульсов. 9. Оптимальные обнаружители пачек некогерентных радиоимпульсов. 10. Дальность действия активного радиолокатора с активным ответом в свободном пространстве. 11. Понятие об ЭПР радиолокационных целей. Классификация целей. 12. Методика расчета ЭПР объемно-распределенных целей. 13. Понятие о сжатии импульсов в радиолокации. 14. Влияние отражений от Земли на дальность действия РЛС. 15. Влияние атмосферы на дальность действия РЛС. 16. Отношение правдоподобия для сигнала в виде одиночного радиоимпульса с полностью известными параметрами, принимаемого на фоне белого гауссова шума. 17. Расчет коэффициента различимости при радиолокационном обнаружении. 18. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов с неизвестной начальной фазой, принимаемых на фоне нормального белого шума. 19. Понятие о характеристиках обнаружения. 20. Характеристики ЭПР реальных радиолокационных целей. 21. Оптимальные обнаружители ФКМ сигналов, принимаемых на фоне нормального белого шума. 22. Использование в РЛ сигналов сложной формы. 23. Импульсный метод измерения дальности: обобщенная структурная схема дальномера; основные расчетные соотношения. 24. Свойства точечных оценок параметров распределений. 25. Максимально правдоподобные оценки параметров сигналов. 26. Принцип действия частотного дальномера;

Согласована на портале № 11481

основные расчетные соотношения. 27. ЭПР поверхностно-распределенных целей. 28. РЛС кругового обзора; структурная схема и основные расчетные соотношения при круговом обзоре. 29. Максимально правдоподобная оценка амплитуды сигнала. 30. Мультипликативные (логарифмические) моноимпульсные пеленгаторы. 31. Принципы построения и классификация моноимпульсных пеленгаторов. 32. Максимально правдоподобная оценка неэнергетического параметра сигнала 33. Методы амплитудного пеленгования. 34. Цифровые импульсные дальномеры 35. Физические основы радиотехнических методов обнаружения объектов, определение их координат и скорости. 36. Сопровождение целей в импульсных дальномерах. 37. Цифровые обнаружители пачек радиоимпульсов. 38. Методы обзора пространства в радиолокации. 39. Методика расчета периода последовательного обзора пространства в РЛ. 40. Основные модели радиолокационных сигналов в задаче обнаружения. 41. Точность радиотехнических методов определения местоположения.

### 3.4 Темы лабораторных работ

– Согласованная фильтрация известного полезного сигнала на фоне белого шума. Простые и сложные сигналы

– Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзора Исследование самолетного высотомера РВ-20

– Исследование поляризационно-фазовой угломерной системы Исследование автоматического УКВ пеленгатора АРП-6Д

## 4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

### 4.1. Основная литература

1. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 334 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664, свободный.

### 4.2. Дополнительная литература

1. . Бакулев П.А. Радиолокационные системы (учебник для вузов). – М.: радиотехника, 2004 г., 319 стр., (наличие в библиотеке ТУСУР - 21 экз.)

2. Теоретические основы радиолокации. Под ред. В.Е.Дулевича. М.: Сов. радио, 1978 608 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 82 экз.)

3. . Денисов В.П., Дудко Б.П. Радиотехнические системы. Учебное пособие для ву-зов. – Томск: Изд-во ТУСУР, 2006 г., 252 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.)

4. . Васин В.В., Степанов Б.М. Справочник- задачник по радиолокации. М.: Сов. ра-дио, 1977, 315 стр. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

### 4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852, свободный.

2. Радиолокационные системы: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Денисов В. П. - 2012. 21 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1590, свободный.

3. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1196, свободный.

### 4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. 1. Операционная система Windows.
2. 2. Программные продукты для выполнения расчетов и моделирования: MathCad, MatLab.
3. 3. Информационно-справочные и поисковые системы общего пользования.

Согласована на портале № 11481