

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УР

Документ подписан электронной подписью

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

Владелец: Семенов Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**

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

Направленность (профиль) / специализация: **Антенные системы и сверхвысокочастотные устройства**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**

Кафедра: **Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники (СВЧиКР)**

Курс: **4**

Семестр: **7, 8**

Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	28	46	часов
Практические занятия	18	28	46	часов
Лабораторные занятия	16	16	32	часов
Самостоятельная работа	56	36	92	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	72	часов
Общая трудоемкость	144	144	288	часов
(включая промежуточную аттестацию)	4	4	8	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	7
Экзамен	8

Томск

Согласована на портале № 79814

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Дисциплина “Радиолокационные системы” 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

1. знание физических принципов определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема, обработки и отображения радиолокационной информации.

2. умение определить по заданным тактическим характеристикам технические параметры радиолокационной системы, найти ее структуру и произвести теоретическую оценку эффективности.

3. представлять как построена конкретная радиолокационная система.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Обязательная часть.

Модуль дисциплин: Модуль специальности (general hard skills – GHS).

Индекс дисциплины: Б1.О.03.18.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		

ОПК-2. Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения	ОПК-2.1. Знает современное состояние области профессиональной деятельности	Знать физические принципы определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема, обработки и отображения радиолокационной информации
	ОПК-2.2. Умеет искать и представлять актуальную информацию о состоянии предметной области	Уметь разрабатывать техническое задание на проектирование
	ОПК-2.3. Владеет навыками работы за персональным компьютером, в том числе с пакетами прикладных программ для моделирования физических и математических процессов с целью решения профессиональных задач	Владеть основами методики расчета технических характеристик конкретных радиолокационных систем, в частности, с использованием пакетов прикладных программ

#### **Профессиональные компетенции**

ПК-2. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением САПР и пакетов прикладных программ	ПК-2.1. Знает принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов	Знать принципы оптимизации радиоэлектронных систем и комплексов
	ПК-2.2. Умеет проводить расчеты характеристик радиоэлектронных устройств, радиоэлектронных систем и комплексов	Уметь определить по заданным тактическим характеристикам технические параметры радиолокационной системы, найти ее структуру и произвести расчет технических требований к ее элементам
	ПК-2.3. Владеет навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	Владеть основными методами разработки принципиальных схем с применением функциональной базы

#### **4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		7 семестр	8 семестр
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	124	52	72
Лекционные занятия	46	18	28

Практические занятия	46	18	28
Лабораторные занятия	32	16	16
<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	92	56	36
Подготовка к тестированию	50	26	24
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	28	18	10
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	14	12	2
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	72	36	36
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	288	144	144
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	8	4	4

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>						
1 Физические основы радиолокации	2	2	-	4	8	ОПК-2, ПК-2
2 Радиолокационные цели и их характеристики	3	4	-	4	11	ОПК-2, ПК-2
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	4	4	12	16	36	ОПК-2, ПК-2
4 Дальность радиолокационного наблюдения	4	4	-	6	14	ОПК-2, ПК-2
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	5	4	4	26	39	ОПК-2, ПК-2
Итого за семестр	18	18	16	56	108	
<b>8 семестр</b>						
6 Зондирующие радиолокационные сигналы	5	6	-	4	15	ОПК-2, ПК-2
7 Селекция и распознавание объектов	5	4	-	4	13	ОПК-2, ПК-2
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	6	6	16	16	44	ОПК-2, ПК-2
9 Пассивная радиолокация	4	4	-	4	12	ОПК-2, ПК-2
10 Пространственно-временная обработка сигналов. РЛС с синтезированной апертурой антенны	4	4	-	4	12	ОПК-2, ПК-2
11 Борьба с пассивными и активными помехами	4	4	-	4	12	ОПК-2, ПК-2
Итого за семестр	28	28	16	36	108	
Итого	46	46	32	92	216	

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>			
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.	2	ОПК-2, ПК-2
	Итого	2	
2 Радиолокационные цели и их характеристики	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.	3	ОПК-2, ПК-2
	Итого	3	

3 Обнаружение радиолокационных сигналов	<p>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. Квазиоптимальные обнаружители пачек радиоимпульсов: цифровой накопитель. Эффективность квазиоптимальных обнаружителей. Измерение информативных параметров радиолокационных сигналов как статистическая задача. Понятие о потенциальной точности. Применение в радиолокации сигналов сложной формы.</p>	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
4 Дальность радиолокационного наблюдения	<p>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</p>	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	

<p>5 Методы измерения дальности и радиальной скорости</p>	<p>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 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.</p>	<p>5</p>	<p>ОПК-2, ПК-2</p>
	<p style="text-align: right;">Итого</p>	<p>5</p>	
	<p style="text-align: right;">Итого за семестр</p>	<p>18</p>	
<p><b>8 семестр</b></p>			

6 Зондирующие радиолокационные сигналы	Разрешающая способность по дальности. Совместное разрешение сигналов по дальности и радиальной скорости. Функция неопределенности прямоугольного радиоимпульса. Принцип неопределенности в радиолокации. Сложные сигналы. Функция неопределенности ФКМ сигнала. Сжатие сигналов с линейной частотной модуляцией. Нелинейная радиолокация. Подповерхностная радиолокация. Поляризационная радиолокация.	5	ОПК-2, ПК-2
	Итого	5	
7 Селекция и распознавание объектов	Принципы СДЦ. СДЦ на основе эффекта Доплера. Когерентный метод непрерывного излучения. Когерентно-импульсные РЛС. СДЦ с внешней когерентностью. Методы создания когерентных напряжений. Компенсирующие устройства. Слепые скорости. Требования к узлам устройства СДЦ. Аналоговые и цифровые устройства СДЦ. Эффективность систем СДЦ с череспериодной компенсацией.	5	ОПК-2, ПК-2
	Итого	5	



<p>8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат</p>	<p>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.</p>	<p>6</p>	<p>ОПК-2, ПК-2</p>
	<p>Итого</p>	<p>6</p>	

9 Пассивная радиолокация	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.	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
10 Пространственно-временная обработка сигналов. РЛС с синтезированной апертурой антенны	РЛС бокового обзора с синтезированными антеннами (РСА). Фокусированные и нефокусированные антенны. Использование эффекта Доплера для построения РСА. Оптические и цифровые средства обработки сигналов в РСА.	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
11 Борьба с пассивными и активными помехами	Понятие о радиоэлектронной войне. Активные помехи РЛС. Дальность радиолокационного наблюдения при активных помехах. Методы защиты от активных помех. Цели, методы и технические средства радиотехнической разведки. Поиск сигналов по несущей частоте и углу прихода. Особенности построения пеленгаторов. Анализ сигналов.	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		28	

Итого	46	
-------	----	--

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>			
1 Физические основы радиолокации	Физические основы радиолокации	2	ОПК-2, ПК-2
	Итого	2	
2 Радиолокационные цели и их характеристики	Радиолокационные цели и их характеристики	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	Обнаружение радиолокационных сигналов	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
4 Дальность радиолокационного наблюдения	Дальность действия РЛС в свободном пространстве	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	Импульсные дальномеры	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
<b>8 семестр</b>			
6 Зондирующие радиолокационные сигналы	Разрешающая способность РЛС по дальности и радиальной скорости	6	ОПК-2, ПК-2
	Итого	6	
7 Селекция и распознавание объектов	Селекция движущихся целей	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	Обзор пространства в радиолокации и методы измерения угловых координат	6	ОПК-2, ПК-2
	Итого	6	
9 Пассивная радиолокация	Приемники теплового радиоизлучения. Радиопеленгаторы	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
10 Пространственно-временная обработка сигналов. РЛС с синтезированной апертурой антенны	РЛС с синтезированной апертурой антенны	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
11 Борьба с пассивными и активными помехами	Борьба с активными помехами	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	

Итого за семестр	28	
Итого	46	

#### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
<b>7 семестр</b>			
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВОГО ПЕЛЕНГАТОРА АРП-6Д	4	ОПК-2, ПК-2
	ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ФАЗОВОЙ УГЛОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ	4	ОПК-2, ПК-2
	ОБНАРУЖЕНИЕ ЦЕЛЕЙ И ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИЕЙ В РЕЖИМЕ ОБЗОРА	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	12	
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	ИССЛЕДОВАНИЕ САМОЛЕТНОГО РАДИОВЫСОТОМЕРА РВ-20	4	ОПК-2, ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
<b>8 семестр</b>			
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	СИСТЕМЫ ПОСАДКИ САМОЛЕТОВ	8	ОПК-2, ПК-2
	САМОЛЕТНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ РАДИОКОМПАСЫ	8	ОПК-2, ПК-2
	Итого	16	
Итого за семестр		16	
Итого		32	

#### 5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

#### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
<b>7 семестр</b>				
1 Физические основы радиолокации	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Итого	4		
2 Радиолокационные цели и их характеристики	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Итого	4		

3 Обнаружение радиолокационных сигналов	Подготовка к тестированию	6	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-2, ПК-2	Лабораторная работа
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-2, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Итого	16		
4 Дальность радиолокационного наблюдения	Подготовка к тестированию	6	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Итого	6		
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	10	ОПК-2, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	6	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ОПК-2, ПК-2	Лабораторная работа
	Итого	26		
Итого за семестр		56		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
<b>8 семестр</b>				
6 Зондирующие радиолокационные сигналы	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Итого	4		
7 Селекция и распознавание объектов	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Итого	4		
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	ОПК-2, ПК-2	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ОПК-2, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Итого	16		
9 Пассивная радиолокация	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Итого	4		

10 Пространственно-временная обработка сигналов. РЛС с синтезированной апертурой антенны	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Итого	4		
11 Борьба с пассивными и активными помехами	Подготовка к тестированию	4	ОПК-2, ПК-2	Тестирование
	Итого	4		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		164		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-2	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен
ПК-2	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен

### 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

#### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
<b>7 семестр</b>				
Защита отчета по лабораторной работе	0	10	10	20
Лабораторная работа	0	10	10	20
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	30	30	100
Нарастающим итогом	10	40	70	100
<b>8 семестр</b>				
Защита отчета по лабораторной работе	0	5	5	10

Лабораторная работа	0	15	15	30
Тестирование	10	10	10	30
Экзамен				30
Итого максимум за период	10	30	30	100
Нарастающим итогом	10	40	70	100

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	E (посредственно)
	60 – 64	
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

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

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

### 7.2. Дополнительная литература

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

2. Основы теории систем и комплексов радиоэлектронной борьбы: Курс лекций / В. П. Денисов - 2019. 194 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/8995>.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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

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

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

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

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### **7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: <https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh>.

## **8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

### **8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий**

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

### **8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

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.



### **8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория радиотехнических систем: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения 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;
- Радиокompас АРК-15М;
- Стенд АРК-11;
- Стенд МП;
- Радиолокатор самолетный;
- Приборы измерительные (52 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

### **8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

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

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

### **8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

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

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

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в

лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеувеличителей для комфортного просмотра.

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

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

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Физические основы радиолокации	ОПК-2, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Радиолокационные цели и их характеристики	ОПК-2, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	ОПК-2, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Дальность радиолокационного наблюдения	ОПК-2, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	ОПК-2, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

6 Зондирующие радиолокационные сигналы	ОПК-2, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Селекция и распознавание объектов	ОПК-2, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	ОПК-2, ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Пассивная радиолокация	ОПК-2, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Пространственно-временная обработка сигналов. РЛС с синтезированной апертурой антенны	ОПК-2, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 Борьба с пассивными и активными помехами	ОПК-2, ПК-2	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

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

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. В схеме оптимального обнаружителя одиночного радиоимпульса вероятность правильного обнаружения
  - а. зависит от вероятности ложной тревоги
  - б. не зависит от вероятности ложной тревоги
  - в. правильный ответ зависит от модели сигнала
  - г. правильный ответ зависит от установленного порога
2. Угловые координаты источника излучения (переизлучения) определяются по
  - а. амплитуде принимаемого сигнала
  - б. фазе принимаемого сигнала
  - в. поляризации принимаемой волны
  - г. фазовому фронту принимаемой волны
3. В радиолокации сигналы сложной формы используются для
  - а. повышения точности измерения дальности
  - б. повышения точности измерения скорости

- в. увеличения скорости обзора пространства
  - г. Удовлетворения противоречивых требований по дальности действия и разрешающей способности
4. Применение принципов моноимпульсной радиолокации позволяет
    - а. упростить аппаратуру РЛС, сделав ее одноканальной
    - б. уменьшить время обзора пространства
    - в. исключить влияние амплитудных флуктуаций цели на точность измерения ее угловых координат
    - г. уменьшить энергию зондирующего сигнала
  5. Интервал однозначного измерения дальности в импульсных дальномерах определяется
    - а. периодом следования импульсов зондирующего сигнала
    - б. Мощностью зондирующего сигнала и чувствительностью приемника
    - в. схемой построения индикаторного устройства
    - г. методом обзора пространства
  6. Наличие мертвой зоны в импульсных дальномерах является следствием
    - а. наличия антенного коммутатора в схеме дальномера
    - б. невозможности "развязать" на достаточном уровне приемное и передающее устройство
    - в. несовершенства индикаторных устройств РЛС
    - г. плохой чувствительности приемника
  7. Какой из критериев качества правил принятия решения об обнаружении сигнала в шумах является наиболее общим
    - а. Неймана - Пирсона
    - б. Минимума среднего риска
    - в. максимального правдоподобия
    - г. идеального наблюдателя
  8. Каким законом можно аппроксимировать распределение вероятностей реальной сложной цели?
    - а. нормальным
    - б. экспоненциальным
    - в. Релеевским
    - г. обобщенным Релеевским
  9. От каких параметров сигнала зависит вероятность его правильного обнаружения оптимальным обнаружителем?
    - а. амплитуды
    - б. мощности
    - в. длительности
    - г. энергии
  10. Как коэффициент поглощения радиоволн гидрометеорами зависит от длины волны?
    - а. не зависит от длины волны
    - б. увеличивается с ростом длины волны
    - в. уменьшается с ростом длины волны
    - г. зависимость носит резонансный характер.
  11. В схеме оптимального обнаружителя одиночного радиоимпульса вероятность правильного обнаружения
    - а. зависит от вероятности ложной тревоги
    - б. не зависит от вероятности ложной тревоги
    - в. правильный ответ зависит от модели сигнала
    - г. правильный ответ зависит от установленного порога

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Применение в радиолокации сигналов сложной формы
2. Основное уравнение радиолокации
3. Моноимпульсные логарифмические пеленгаторы

4. Методы обзора пространства
5. структурные схемы радиометров

### **9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ**

1. Почему в радиовысотомерах малых высот используется частотный метод измерения дальности?
2. Что такое поляризация радиоволн?
3. От чего зависит разрешающая способность по дальности в РЛС с индикатором кругового обзора?
4. По какому источнику сигналов работает радиопеленгатор АРП-6Д?
5. Зачем в РЛС применяются антенные решетки?

### **9.1.4. Темы лабораторных работ**

1. ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВОГО ПЕЛЕНГАТОРА АРП-6Д
2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ФАЗОВОЙ УГЛОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ
3. ОБНАРУЖЕНИЕ ЦЕЛЕЙ И ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ В РЕЖИМЕ ОБЗОРА
4. ИССЛЕДОВАНИЕ САМОЛЕТНОГО РАДИОВЫСОТОМЕРА РВ-20
5. СИСТЕМЫ ПОСАДКИ САМОЛЕТОВ
6. САМОЛЕТНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ РАДИОКОМПАСЫ

## **9.2. Методические рекомендации**

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### **9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

#### **9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС  
протокол № 4 от «16» 11 2023 г.

### СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513- 8e7f-25eb16694704
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972- a7c6-ab6ee1f21e73

### ЭКСПЕРТЫ:

Заведующий кафедрой, каф. СВЧиКР	А.М. Заболоцкий	Согласовано, 47c2d4ff-8c0e-484c- b856-20e4ba4f0e52
Старший преподаватель, каф. РТС	Д.О. Ноздреватых	Согласовано, bd0039b0-9c48-4859- 9803-60c9ddba7116

### РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. РТС	В.П. Денисов	Разработано, 32900db7-15a3-43be- ba43-6f90b49437aa
---------------------	--------------	--