МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Уровень образования: **высшее образование - специалитет**
Направление подготовки / специальность: **11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиоэлектронные системы и комплексы**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиотехнических систем (РТС)**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2021 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 (включая промежуточную аттестацию)	144	144	288	часов
	4	4	8	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	7
Экзамен	8

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 60743

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. 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

1. 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

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль специализации (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.01.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКР-6. Способен осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования	ПКР-6.1. Знает стадии проектирования.	знать • физические принципы определения координат и параметров движения радиолокационных объектов, основные принципы приема, обработки и отображения радиолокационной информации;
	ПКР-6.2. Умеет разрабатывать техническое задание на проектирование.	Уметь разрабатывать техническое задание на проектирование

Согласована на портале № 60743

ПКР-7. Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ	ПКР-7.1. Знает принципы проектирования радиоэлектронных систем и комплексов.	знать принципы оптимизации радиоэлектронных систем и комплексов
	ПКР-7.2. 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
	ПКР-7.3. Владеет навыками разработки принципиальных схем радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.	владеть основами методики расчета технических характеристик конкретных радиолокационных систем, в частности, с использованием пакетов прикладных программ

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
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	124	52	72
Лекционные занятия	46	18	28
Практические занятия	46	18	28
Лабораторные занятия	32	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	92	56	36
Подготовка к тестированию	29	20	9
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	25	18	7
Написание отчета по лабораторной работе	33	13	20
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	5	5	
Подготовка и сдача экзамена	72	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	288	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	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

Согласована на портале № 60743

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр						
1 .Физические основы радиолокации	2	2	4	13	21	ПКР-6
2 радиолокационные цели и их характеристики	3	4	-	4	11	ПКР-6
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	4	4	4	12	24	ПКР-6
4 Дальность радиолокационного наблюдения	4	4	4	14	26	ПКР-6
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	5	4	4	13	26	ПКР-7, ПКР-6
Итого за семестр	18	18	16	56	108	
8 семестр						
6 Зондирующие радиолокационные сигналы	5	6	4	8	23	ПКР-7, ПКР-6
7 Селекция и распознавание объектов	5	4	-	1	10	ПКР-7
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	6	6	4	11	27	ПКР-7, ПКР-6
9 Пассивная радиолокация	4	4	4	8	20	ПКР-6, ПКР-7
10 Пространственно-временная обработка сигналов. РЛС с синтезированной апертурой антенны	4	4	-	1	9	ПКР-7
11 Борьба с пассивными и активными помехами	4	4	4	7	19	ПКР-7, ПКР-6
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
7 семестр			

Согласована на портале № 60743

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	ПКР-6
	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	ПКР-6
	Итого	3	

Согласована на портале № 60743

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 накопитель. Эффективность квазиоптимальных обнаружителей. Измерение информативных параметров радиолокационных сигналов как статистическая задача. Понятие о потенциальной точности. Применение в радиолокации сигналов сложной формы.	4	ПКР-6
	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	4	ПКР-6
	Итого	4	

Согласована на портале № 60743

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 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.	5	ПКР-7
	Итого	5	
	Итого за семестр	18	
8 семестр			

Согласована на портале № 60743

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	ПКР-7
	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 чересперiодной компенсацией.	5	ПКР-7
	Итого	5	

Согласована на портале № 60743

8 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	ПКР-7
	Итого	6	

Согласована на портале № 60743

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	ПКР-6
	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 Допплера для построения РСА. Оптические и цифровые средства обработки сигналов в РСА.	4	ПКР-7
	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	ПКР-7
	Итого	4	
	Итого за семестр	28	

Согласована на портале № 60743

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
7 семестр			
1 .Физические основы радиолокации	Физические основы радиолокации	2	ПКР-6
	Итого	2	
2 радиолокационные цели и их характеристики	Радиолокационные цели и их характеристики	4	ПКР-6
	Итого	4	
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	Обнаружение радиолокационных сигналов	4	ПКР-6
	Итого	4	
4 Дальность радиолокационного наблюдения	Дальность действия РЛС в свободном пространстве	4	ПКР-6
	Итого	4	
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	Импульсные дальномеры	4	ПКР-7
	Итого	4	
Итого за семестр		18	
8 семестр			
6 Зондирующие радиолокационные сигналы	Разрешающая способность РЛС по дальности и радиальной скорости	6	ПКР-7
	Итого	6	
7 Селекция и распознавание объектов	Селекция движущихся целей	4	ПКР-7
	Итого	4	
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	Обзор пространства в радиолокации и методы измерения угловых координат	6	ПКР-7
	Итого	6	
9 Пассивная радиолокация	Приемники теплового радиоизлучения. Радиопеленгаторы	4	ПКР-7
	Итого	4	
10 Пространственно-временная обработка сигналов. РЛС с синтезированной апертурой антенны	РЛС с синтезированной апертурой антенны	4	ПКР-7
	Итого	4	
11 Борьба с пассивными и активными помехами	Борьба с активными помехами	4	ПКР-7
	Итого	4	

Согласована на портале № 60743

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
7 семестр			
1 .Физические основы радиолокации	Исследование фазированной антенной решетки	4	ПКР-6
	Итого	4	
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	Обнаружение целей и определение координат радиолокационной станцией в режиме обзора	4	ПКР-6
	Итого	4	
4 Дальность радиолокационного наблюдения	Исследование самолетного радиовысотомера	4	ПКР-6
	Итого	4	
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	Исследование самолетного радиолокатора "Гроза"	4	ПКР-6
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
8 семестр			
6 Зондирующие радиолокационные сигналы	Исследование поляризационно-фазовой угломерной системы	4	ПКР-6
	Итого	4	
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	Исследование автоматического УКВ радиопеленгатора ФРП-6Д	4	ПКР-6
	Итого	4	
9 Пассивная радиолокация	Исследование многошкального фазового пеленгатора	4	ПКР-6
	Итого	4	
11 Борьба с пассивными и активными помехами	Исследование амплитудного пеленгатора, построенного на ФАР	4	ПКР-6
	Итого	4	
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

Согласована на портале № 60743

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 .Физические основы радиолокации	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	5	ПКР-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПКР-6	Отчет по лабораторной работе
	Итого	13		
2 радиолокационные цели и их характеристики	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Итого	4		
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	4	ПКР-6	Отчет по лабораторной работе
	Итого	12		
4 Дальность радиолокационного наблюдения	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	5	ПКР-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6	Отчет по лабораторной работе
	Итого	14		
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-6	Лабораторная работа
	Итого	13		
Итого за семестр		56		

Согласована на портале № 60743

	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
8 семестр				
6 Зондирующие радиолокационные сигналы	Подготовка к тестированию	1	ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6	Отчет по лабораторной работе
	Итого	8		
7 Селекция и распознавание объектов	Подготовка к тестированию	1	ПКР-7	Тестирование
	Итого	1		
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-6	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-6	Тестирование
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6	Отчет по лабораторной работе
	Итого	11		
9 Пассивная радиолокация	Подготовка к тестированию	1	ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПКР-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6	Отчет по лабораторной работе
	Итого	8		
10 Пространственно-временная обработка сигналов. РЛС с синтезированной апертурой антенны	Подготовка к тестированию	1	ПКР-7	Тестирование
	Итого	1		

Согласована на портале № 60743

11 Борьба с пассивными и активными помехами	Подготовка к тестированию	1	ПКР-6	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПКР-6	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	5	ПКР-6	Отчет по лабораторной работе
	Итого	7		
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.	
ПКР-6	+	+	+	+	Защита отчета по лабораторной работе, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен, Отчет по лабораторной работе
ПКР-7	+	+	+	+	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
7 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	0	10	10	20
Лабораторная работа	5	5	10	20
Тестирование	10	5	0	15
Отчет по лабораторной работе	0	5	10	15
Экзамен				30
Итого максимум за период	15	25	30	100

Согласована на портале № 60743

Нарастающим итогом	15	40	70	100
8 семестр				
Лабораторная работа	0	10	15	25
Тестирование	20	5	0	25
Отчет по лабораторной работе	0	10	10	20
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	25	25	100
Нарастающим итогом	20	45	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	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. 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

Согласована на портале № 60743

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. Системная технология инженерного проектирования РЭС в дипломировании: Учебное пособие / Д. В. Озеркин, В. П. Алексеев - 2012. 103 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2358.

3. 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.

4. Радионавигационные системы. Лабораторный практикум: Учебно-методическое пособие для выполнения лабораторный работ / А. А. Савин, А. А. Мещеряков, Б. П. Дудко - 2012. 116 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1187.

5. 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.

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",

Согласована на портале № 60743

"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;
- Радиокомпас 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, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

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

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

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами

Согласована на портале № 60743

осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

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

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

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

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

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

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 .Физические основы радиолокации	ПКР-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
2 радиолокационные цели и их характеристики	ПКР-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Обнаружение радиолокационных сигналов	ПКР-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 60743

4 Дальность радиолокационного наблюдения	ПКР-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Методы измерения дальности и радиальной скорости	ПКР-7, ПКР-6	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	ПКР-7, ПКР-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
7 Селекция и распознавание объектов	ПКР-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Обзор пространства и методы измерения угловых координат	ПКР-7, ПКР-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
9 Пассивная радиолокация	ПКР-6, ПКР-7	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 60743

10 Пространственно-временная обработка сигналов. РЛС с синтезированной апертурой антенны	ПКР-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 Борьба с пассивными и активными помехами	ПКР-7, ПКР-6	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

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

Согласована на портале № 60743

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

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. 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

Согласована на портале № 60743

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. Темы лабораторных работ

1. Исследование фазированной антенной решетки
2. Обнаружение целей и определение координат радиолокационной станцией в режиме обзора
3. Исследование самолетного радиовысотомера
4. Исследование самолетного радиолокатора "Гроза"
5. Исследование поляризационно- фазовой угломерной системы
6. Исследование автоматического УКВ радиопеленгатора ФРП-6Д
7. Исследование многошкального фазового пеленгатора
8. Исследование амплитудного пеленгатора, построенного на ФАР

9.1.4. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

Согласована на портале № 60743

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?

9.2. Методические рекомендации

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

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

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

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

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

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

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

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

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

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

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 60743

С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

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

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

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

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

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

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

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

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

Согласована на портале № 60743

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «19» 11 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
Начальник учебного управления	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. РТС	В.А. Громов	Согласовано, bbaa5b2b-4c38-484f-a5bb-85f9ddafe277
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

Согласована на портале № 60743