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
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Радиотехнический факультет (РТФ)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	26	26	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
Самостоятельная работа	48	48	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 71485

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Формирование системного подхода к проектированию радиоэлектронных средств.
2. Обобщение, систематизация и развитие знаний студентов.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение основ теории обнаружения и различения сигналов, а также соответствующих алгоритмов и устройств.
2. Изучение основ теории измерения параметров сигналов радиотехнических систем.
3. Изучение такого понятия как разрешение сигналов (сложные сигналы).
4. Изучение основных принципов построения радиолокационных и радионавигационных систем.
5. Изучение физических основ радиолокационного обнаружения объектов.
6. Изучение дальности действия радиосистем и точности радиотехнических методов местоопределения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.17.
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		

Согласована на портале № 71485

ПК-3. Способен исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	ПК-3.1. Знает принципы исследования и эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	Знать принципы исследования и эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения
	ПК-3.2. Умеет исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	Уметь исследовать и эксплуатировать радиоэлектронные средства и технологии, обеспечивающие передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения
	ПК-3.3. Владеет методами исследования и способами эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения	Владеть методами исследования и способами эксплуатации радиоэлектронных средств и технологий, обеспечивающих передачу, обработку и прием информации по сетям связи различного назначения

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 4 зачетных единиц, 144 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
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	60	60
Лекционные занятия	26	26
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	48	48
Подготовка к тестированию	42	42
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	6	6
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Согласована на портале № 71485

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
7 семестр						
1 Общая модель радиотехнической системы.	1	-	-	2	3	ПК-3
2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем.	1	2	-	2	5	ПК-3
3 Представление сигналов и помех.	1	-	-	2	3	ПК-3
4 Нормальный вектор и нормальный случайный процесс. Белый шум.	1	-	-	2	3	ПК-3
5 Обнаружение детерминированного сигнала.	1	3	-	2	6	ПК-3
6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.	2	-	-	2	4	ПК-3
7 Обнаружение случайных сигналов.	1	-	-	2	3	ПК-3
8 Оценка амплитуды сигнала.	2	-	-	2	4	ПК-3
9 Оценка частоты сигнала.	-	-	-	2	2	ПК-3
10 Понятие о разрешении и разрешающей способности.	2	-	-	2	4	ПК-3
11 Функция неопределенности в теории разрешения.	2	-	-	2	4	ПК-3
12 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы.	1	-	-	2	3	ПК-3
13 Виды сложных сигналов.	2	-	-	2	4	ПК-3
14 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала.	2	-	-	2	4	ПК-3
15 Радиотехнические методы определения координат и их производных.	1	2	8	4	15	ПК-3
16 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики.	-	4	-	2	6	ПК-3
17 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора.	-	-	4	4	8	ПК-3
18 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов.	2	4	-	2	8	ПК-3
19 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов.	2	-	-	2	4	ПК-3
20 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве.	2	3	-	2	7	ПК-3

Согласована на портале № 71485

21 Частотный метод измерения дальности.	-	-	4	4	8	ПК-3
Итого за семестр	26	18	16	48	108	
Итого	26	18	16	48	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Общая модель радиотехнической системы.	Структурная схема РТС и ее описание. Виды помех.	1	ПК-3
	Итого	1	
2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем.	Определение сигнала и поля. Определение наблюдателя и помех. Помехоустойчивость РТС. Оптимальность извлечения информации. Различение сигналов. Оптимальный прием. Кодирование.	1	ПК-3
	Итого	1	
3 Представление сигналов и помех.	Временное и частотное представление сигналов. Гильбертова огибающая. Несущая частота сигнала. Комплексное представление радиосигналов. Аналитический сигнал. Многомерная плотность вероятностей случайного процесса. Функционал плотности вероятностей.	1	ПК-3
	Итого	1	

Согласована на портале № 71485

4 Нормальный вектор и нормальный случайный процесс. Белый шум.	Корреляционная матрица. Квадратичная форма. Нормальный (гауссовский) случайный вектор. Линейное преобразование нормального процесса. Функционал плотности вероятностей нормального процесса. Нормальный стационарный дельта-коррелированный процесс (белый шум).Обратная корреляционная функция белого шума. Функционал плотности вероятностей белого шума.	1	ПК-3
	Итого	1	
5 Обнаружение детерминированного сигнала.	Решающее правило. Структура обнаружителя. Корреляционный приемник. Согласованный фильтр. Формулы для вероятностей ложной тревоги и правильного обнаружения. Критерий Неймана Пирсона. Характеристики обнаружения.	1	ПК-3
	Итого	1	
6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.	Модель сигнала со случайной начальной фазой. Решающее правило для равномерно распределенной начальной фазы. Структура оптимального обнаружителя. Обобщенное распределение Рэлея. Зависимость величины потерь некогерентного обнаружителя от вероятностей ложной тревоги и пропуска сигнала.	2	ПК-3
	Итого	2	
7 Обнаружение случайных сигналов.	Структурная схема оптимального обнаружителя. Спектр мощности полезного сигнала. Энергетический приемник. Число независимых отсчетов сигнала.	1	ПК-3
	Итого	1	

Согласована на портале № 71485

8 Оценка амплитуды сигнала.	Отношение максимального правдоподобия. Структурная схема оптимального оценивателя. Точность измерителя амплитуды.	2	ПК-3
	Итого	2	
9 Оценка частоты сигнала.	Оценка частоты сигнала.	0	ПК-3
	Итого	-	
10 Понятие о разрешении и разрешающей способности.	Разрешение по запаздыванию, разрешение по частоте и разрешение по углу на примере радиолокации. Аналогии с многолучевостью в радиосвязи и радионавигации.	2	ПК-3
	Итого	2	
11 Функция неопределенности в теории разрешения.	Определение функции неопределенности (ФН). Минимизация уровня ФН.	2	ПК-3
	Итого	2	
12 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы.	Функция неопределенности (ФН) по времени запаздывания. Повтор формы ФН на выходе согласованного фильтра. Укорочение ФН и проигрыш по энергии импульса при фиксированной пиковой мощности. Сжатие сигнала на выходе согласованного фильтра. Усложнение комплексной огибающей сигнала. База сигнала. Сложный (шумоподобный) сигнал.	1	ПК-3
	Итого	1	
13 Виды сложных сигналов.	Сигнал с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ).Комплексная амплитуда сигнала с ЛЧМ. Девиация частоты. Спектральная плотность ЛЧМ-сигнала. Корреляционная функция ЛЧМ-сигнала. Физика сжатия ЛЧМ-сигнала. Фазоманипулированные сигналы.	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 71485

14 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала.	Определение частотно-временной функции неопределенности (ЧВ ФН) сигнала. Примеры ЧВ ФН для прямоугольного сигнала и сигнала с линейной частотной модуляцией. Диаграмма неопределенности. Тело неопределенности. Кнопочная ФН.	2	ПК-3
	Итого	2	
15 Радиотехнические методы определения координат и их производных.	Дальномерный, разностно-дальномерный и другие методы определения дальности в РТС	1	ПК-3
	Итого	1	
16 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики.	Основные классификации РЛС и РНС. ТТХ систем.	0	ПК-3
	Итого	-	
17 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора.	Принципы построение РЛС кругового обзора. Параметры систем. Расчетные соотношения	0	ПК-3
	Итого	-	
18 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов.	Понятие отраженного сигнала. Виды вторичного излучения. Элемент разрешения. Распределенная и точечная цель. Матрица комплексных коэффициентов отражения (поляризационная матрица рассеяния). ЭПР цели.	2	ПК-3
	Итого	2	
19 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов.	ЭПР плоской металлической пластины. ЭПР уголкового отражателя. ЭПР шара. ЭПР линейного полуволнового вибратора.	2	ПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 71485

20 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве.	Критерий Неймана-Пирсона. Обобщенное уравнение радиолокации. Шумовая температура, коэффициент шума приемника. Коэффициент потерь.Коэффициент усиления антенны. Сравнение эффекта увеличения дальности действия от изменения коэффициента усиления антенны и энергии зондирующего импульса.	2	ПК-3
	Итого	2	
21 Частотный метод измерения дальности.	Принципы работы частотного радиодальномера. Расчетные соотношения. Примеры использования систем	0	ПК-3
	Итого	-	
	Итого за семестр	26	
	Итого	26	

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			
2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем.	Математическая модель сигналов и помех. Некоторые разделы теории вероятностей и статистической радиотехники.	2	ПК-3
	Итого	2	
5 Обнаружение детерминированного сигнала.	Соотношение сигнал-шум. Энергия сигнала. Спектральная плотность мощности белого шума. Вероятности ложной тревоги и правильного обнаружения. Функция ошибок. Корреляционный интеграл. Структурная схема оптимального обнаружителя.	3	ПК-3
	Итого	3	

Согласована на портале № 71485

15 Радиотехнические методы определения координат и их производных.	Импульсный метод измерения дальности.	1	ПК-3
	Точность измерения координат радиолокационных целей.	1	ПК-3
	Итого	2	
16 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики.	Методы обзора пространства в радиолокации.	1	ПК-3
	Индикаторные выходные устройства.	1	ПК-3
	Методика выбора основных технических показателей РЛС.	2	ПК-3
	Итого	4	
18 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов.	Физические основы радиотехнических методов определения координат и скорости объектов.	2	ПК-3
	Расчет ЭПР типовых радиолокационных целей.	2	ПК-3
	Итого	4	
20 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве.	Дальность действия радиотехнических систем в свободном пространстве.	3	ПК-3
	Итого	3	
	Итого за семестр	18	
	Итого	18	

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			
15 Радиотехнические методы определения координат и их производных.	Исследование автоматического ультракоротковолнового пеленгатора АРП-6Д.	4	ПК-3
	Исследование поляризационно-фазовой угломерной системы.	4	ПК-3
	Итого	8	
17 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора.	Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзора.	4	ПК-3
	Итого	4	
21 Частотный метод измерения дальности.	Исследование самолетного радиовысотомера РВ-20.	4	ПК-3
	Итого	4	
	Итого за семестр	16	
	Итого	16	

Согласована на портале № 71485

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
7 семестр				
1 Общая модель радиотехнической системы.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
3 Представление сигналов и помех.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
4 Нормальный вектор и нормальный случайный процесс. Белый шум.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
5 Обнаружение детерминированного сигнала.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
7 Обнаружение случайных сигналов.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
8 Оценка амплитуды сигнала.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
9 Оценка частоты сигнала.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
10 Понятие о разрешении и разрешающей способности.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
11 Функция неопределенности в теории разрешения.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
12 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		

Согласована на портале № 71485

13 Виды сложных сигналов.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
14 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
15 Радиотехнические методы определения координат и их производных.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	4		
16 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
17 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	4		
18 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
19 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
20 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	2		
21 Частотный метод измерения дальности.	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-3	Лабораторная работа
	Итого	4		
Итого за семестр		48		

Согласована на портале № 71485

	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
	Итого	84		

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.	
ПК-3	+	+	+	+	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				
Лабораторная работа	10	10	30	50
Тестирование	5	5	10	20
Экзамен				30
Итого максимум за период	15	15	40	100
Нарастающим итогом	15	30	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)

Согласована на портале № 71485

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. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Б. П. Дудко, В. П. Денисов - 2012. 334 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664.
2. Радиотехнические системы : Учебник для вузов. - М. : Высшая школа , 1990. - 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Васин, Владимир Васильевич. Справочник-задачник по радиолокации : справочное издание. - М. : Советское радио , 1977. - 315[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.).
2. Справочник по радиолокации : Пер. с англ.: В 4 т. / Ред. М. И. Скольник, Ред. пер. К. Н. Трофимов. Т. 1 : Основы радиолокации : справочное издание. - М. : Советское радио , 1976. - 454[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 27 экз.).
3. Справочник по радиолокации : Пер. с англ.: В 4 т. / Ред. М. И. Скольник, Ред. пер. К. Н. Трофимов. Т. 3 : Радиолокационные устройства и системы : справочное издание. - М. : Советское радио , 1979. - 528 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.).
4. Бакулев, Петр Александрович. Радионавигационные системы : Учебник для вузов. - М. : Радиотехника , 2005. - 224 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.).
5. Филатова, С. Г. Радиотехнические системы : учебное пособие / С. Г. Филатова. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 119 с. — ISBN 978-5-7782-3518-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/118185.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

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

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

Согласована на портале № 71485

и информационные справочные системы

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

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

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

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 431 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- 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.

Программное обеспечение:

- Google Chrome;
- OpenOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 71485

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 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 Общая модель радиотехнической системы.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 71485

3 Представление сигналов и помех.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Нормальный вектор и нормальный случайный процесс. Белый шум.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Обнаружение детерминированного сигнала.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Обнаружение случайных сигналов.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Оценка амплитуды сигнала.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Оценка частоты сигнала.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Понятие о разрешении и разрешающей способности.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
11 Функция неопределенности в теории разрешения.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
12 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
13 Виды сложных сигналов.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
14 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 71485

15 Радиотехнические методы определения координат и их производных.	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
16 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
17 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора.	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
18 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
19 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
20 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве.	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
21 Частотный метод измерения дальности.	ПК-3	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		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

Согласована на портале № 71485

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 **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. ЭПР шара при его диаметре, заметно превышающем длину волны поля:
   1 является постоянной и не зависит от диаметра шара;
   2 является постоянной и зависит от диаметра шара через его квадрат;
   2 зависит от длины волны в минус четвертой степени;
   4 зависит от длины волны в четвертой степени.
2. ЭПР дождевого облака зависит от:
   1 длины волны в минус четвертой степени;
   2 длины волны в четвертой степени;
   2 длины волны в минус второй степени;

Согласована на портале № 71485

4 длины волны во второй степени.

3. ЭПР дождевого облака:
   1 зависит от дальности как D^2;
   2 зависит от дальности как 1 / D^2;
   2 не зависит от дальности.
4. Величина ЭПР является:
   1 безразмерной величиной;
   2 измеряется в квадратных метрах;
   2 измеряется в метрах.
5. Величина удельной ЭПР измеряется в:
   1 децибелах;
   2 квадратных метрах;
   2 в метрах.
6. Вероятность правильного обнаружения зависит от энергии зондирующего импульса:
   1 верно;
   2 ошибочно.
7. Зависимость величины разрешения по дальности частотного дальномера от ширины спектра зондирующего импульса:
   1 прямая;
   2 обратная.
8. Чем определяется разрешение по дальности импульсного дальномера?
   1 длительностью зондирующего импульса;
   2 периодом зондирования;
   3 средней излучаемой мощностью.
9. Диаграмма неопределенности сигнала с линейной частотной модуляцией представляет собой:
   1 эллипс;
   2 окружность;
   3 прямоугольник.
10. Спектральная плотность мощности шума измеряется в:
    1 Вт/Гц;
    2 В;
    3 В^2;
    4 дБ.
11. Коррелятор — это устройство, которое вычисляет:
    1 Интеграл по времени от входного сигнала
    2 Произведение опорного сигнала и входного
    3 Интеграл по времени от произведения опорного сигнала и входного
    4 Свертку опорного сигнала с входным
12. Мощность теплового шума на входе малошумящего усилителя приемника прямо пропорциональна:
    1 Коэффициенту шума малошумящего усилителя
    2 Полосе частот принимаемого радиосигнала
    3 Несущей частоте принимаемого радиосигнала
    4 Существует сама по себе и ни от чего не зависит
13. Коэффициент шума малошумящего усилителя это:
    1 Отношение сигнал-шум на входе усилителя, деленное на отношение сигнал-шум на его выходе
    2 Уровень собственного шума усилителя, в dBm
    3 Величина kT, где T — температура окружающей среды, k — постоянная Больцмана
    4 Разница коэффициентов усиления усилителя (в dB), измеренных для двух опорных температур
14. Согласованный фильтр является:
    1 Линейным фильтром с постоянными параметрами
    2 Нелинейным фильтром с постоянными параметрами
    3 Линейным фильтром с переменными параметрами
    4 Нелинейным фильтром с переменными параметрами

Согласована на портале № 71485

15. Ширина диаграммы направленности антенны:
    1 обратно пропорциональна размеру ее апертуры;
    2 прямо пропорциональна размеру апертуры;
    3 не зависит от размера апертуры.
16. Увеличение степени шероховатости зеркала антенны приводит к:
    1 снижению коэффициента усиления антенны;
    2 сужению диаграммы направленности антенны;
    3 смещению спектра принимаемого сигнала.
17. Низколетящую цель в общем случае обнаружить:
    1 сложнее;
    2 проще.
18. Уголковый отражатель примечателен:
    1 широкой диаграммой направленности и сравнительно большой ЭПР;
    2 широкой диаграммой направленности и сравнительно малой ЭПР;
    3 узкой диаграммой направленности и сравнительно большой ЭПР;
    - узкой диаграммой направленности и сравнительно малой ЭПР;
19. Большая металлическая пластина примечательна тем, что:
    1 ее ЭПР практически не зависит от угла облучения;
    2 ее ЭПР сильно зависит от угла облучения.
20. При зондировании некоторой реальной сложной цели горизонтально поляризованной волной, отраженная волна в общем случае будет:
    1 иметь две компоненты: горизонтальную и вертикальную;
    2 иметь горизонтальную поляризацию.
21. В радиолокации применяют:
    1 критерий идеального наблюдателя;
    2 критерий Неймана-Пирсона.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Дальность действия линии связи в свободном пространстве.
2. Радиотехнические методы определения местоположения.
3. Дальность действия активной РЛС в свободном пространстве.
4. Основные тактические и технические параметры РЛС.
5. Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов.
6. Понятие об ЭПР радиолокационных целей. Классификация целей.
7. Методика расчета ЭПР объемно-распределенных целей.
8. Понятие о сжатии импульсов в радиолокации. Оптимальная обработка ФКМ сигналов. Влияние Земли на дальность действия РЛС. Влияние атмосферы на дальность действия РЛС.
9. Влияние эффекта Допплера на работу ЧМ дальномера.
10. Характеристики ЭПР реальных радиолокационных целей.
11. Использование в РЛ сигналов сложной формы.
12. Импульсный метод измерения дальности: обобщенная структурная схема дальномера; основные расчетные соотношения.
13. Принцип действия частотного дальномера; основные расчетные соотношения.
14. ЭПР поверхностно распределенных целей.
15. РЛС кругового обзора; структурная схема и основные расчетные соотношения при круговом обзоре.
16. Физические основы радиотехнических методов обнаружения объектов, определение их координат и скорости.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Исследование автоматического ультракоротковолнового пеленгатора АРП-6Д.
2. Исследование поляризационно-фазовой угломерной системы.
3. Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзора.
4. Исследование самолетного радиовысотомера РВ-20.

Согласована на портале № 71485

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

Согласована на портале № 71485

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 № 71485

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 5 от « 1 » 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	Согласовано, 595be322-a579-4ae5-8d93-e5f4ee9ceb7d
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	А.А. Мещеряков	Согласовано, 5bbb058c-a625-4513-8e7f-25eb16694704
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

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

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель, каф. РТС	П.А. Полянских	Разработано, 5f5b6d4b-74fa-48c5-bc98-5d9d9521f2ca
Ассистент, каф. РТС	Е.С. Паскаль	Разработано, 5dc0481f-7659-40dd-ab8f-33d0e4292386

Согласована на портале № 71485