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 С СИНТЕЗИРОВАНИЕМ АПЕРТУРЫ АНТЕНН

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: **5**
Семестр: **10**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	10 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Лабораторные занятия	16	16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	16	16	часов
Самостоятельная работа	92	92	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет с оценкой	10

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 № 58520

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Ознакомить студентов с вопросами обработки сигналов бортовых РЛС с синтезированной апертурой антенны (РСА) как при прямолинейной, так и при криволинейной траекториях полета носителя РЛС.
2. Дать представление о работе каждого блока в составе РЛС с синтезированной апертурной антенны и их взаимодействии друг с другом.

1.2. Задачи дисциплины

1. Дать знания об истории появления систем с синтезированной апертурой антенны, их преимуществах и недостатках перед другими системами.
2. Пояснить принцип работы РСА и его математическое описание.
3. Ознакомить с расчетом тактико-технических характеристик РСА.

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.02.17.
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		
ПКР-10. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПКР-10.1. Знает методы и алгоритмы моделирования процессов в радиоэлектронике, радиотехнических системах и устройствах.	Знать методы моделирования входного сигнала и модуля его обработки в РСА
	ПКР-10.2. Умеет пользоваться типовыми методиками моделирования объектов и процессов.	Уметь моделировать входной сигнал и его обработку в РСА
	ПКР-10.3. Владеет средствами разработки и создания имитационных моделей с помощью стандартных пакетов прикладных программ.	Владеть опытом работы в пакете Matlab

Согласована на портале № 58520

ПКР-11. Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением пакетов прикладных программ	ПКР-11.1. Знает методы оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности.	Знать методы оптимизации параметров зондирующего сигнала и блока его обработки
	ПКР-11.2. Умеет применять современный математический аппарат для решения задачи оптимизации.	Уметь осуществлять имитационное моделирование в среде MatLab
	ПКР-11.3. Владеет методами оптимизации проектируемых радиоэлектронных систем и комплексов.	Владеть методами оптимизации параметров зондирующего сигнала и блока его обработки при проектировании общей системы

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
		10 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	52	52
Лекционные занятия	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	92	92
Подготовка к дискуссии	8	8
Подготовка к тестированию	36	36
Подготовка к зачету с оценкой	36	36
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	12
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

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
10 семестр						

Согласована на портале № 58520

1 Радиовидение, история вопроса и принцип работы	1	-	-	9	10	ПКР-11
2 Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	2	4	4	12	22	ПКР-11
3 Характеристики объектов радиолокационной съемки	2	-	-	9	11	ПКР-11
4 Дальность действия РСА	1	2	-	8	11	ПКР-10, ПКР-11
5 Функция неопределенности зондирующего сигнала	1	2	-	5	8	ПКР-10, ПКР-11
6 Структурная схема РСА землеобзора	1	-	-	7	8	ПКР-10
7 Алгоритмы обработки сигналов РСА	2	4	8	11	25	ПКР-11
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	2	2	4	11	19	ПКР-10, ПКР-11
9 Распознавание объектов и точность оценки координат	2	2	-	7	11	ПКР-10
10 Помехозащищенность и скрытность работы РСА	2	2	-	5	9	ПКР-11, ПКР-10
11 Режим селекции движущихся целей	2	-	-	8	10	ПКР-11
Итого за семестр	18	18	16	92	144	
Итого	18	18	16	92	144	

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
10 семестр			
1 Радиовидение, история вопроса и принцип работы	Введение. Основные определения. Преимущества и недостатки радиовидения. Задачи, решаемые с помощью радиовидения. Существующие системы с РСА и их характеристики.	1	ПКР-11
	Итого	1	
2 Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	Принцип действия РЛС бокового обзора и функциональная схема. Эпюры сигналов на выходе системы и её разрешающая способность. Принцип действия РСА и его разрешающая способность	2	ПКР-11
	Итого	2	

Согласована на портале № 58520

3 Характеристики объектов радиолокационной съемки	Общие положения. Возможные исследовательские задачи.Отражающая способность подстилающей поверхности. Влияние длины волны и поляризации на отражательные характеристики. Спекл-шум и методы борьбы с ним	2	ПКР-11
	Итого	2	
4 Дальность действия РСА	Характеристики объектов и виды задач обнаружения. Характеристики удельной ЭПР различных поверхностей.Картографирование. Основное уравнение радиолокации. Обнаружение точечной цели на слабоотражающем фоне. Обнаружение точечной цели на сильноотражающем фоне. Обнаружение цели с отрицательным контрастом.	1	ПКР-10
	Итого	1	
5 Функция неопределенности зондирующего сигнала	Основные определения. Вид функции неопределенности без учета ДН. Неоднозначность оценки дальности и угла азимута. Функция неопределенности с учетом ДН антенны, виды обзора.	1	ПКР-10
	Итого	1	
6 Структурная схема РСА землеобзора	Принципы построения РСА землеобзора. Структурная схема. Параметры приемопередающего тракта. Виды модуляции зондирующего сигнала. Выбор параметров антенной системы	1	ПКР-10
	Итого	1	

Согласована на портале № 58520

7 Алгоритмы обработки сигналов РСА	Траекторный сигнал и этапы его обработки. Алгоритм согласованной фильтрации. Угловое и линейное разрешение по азимуту. Способы формирования радиолокационного изображения (построчный и покадровый). Цифровая обработка траекторного сигнала. Учет миграции сигналов целей по дальности и способы её устранения.	2	ПКР-11
	Итого	2	
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	Траекторный сигнал от точечного объекта. Влияние искажений траекторного сигнала на характеристики изображения. Влияние рельефа местности и геометрические искажения радиолокационного изображения. Компенсация траекторных искажений с помощью инерциальной системы навигации. Методы автофокусировки.	2	ПКР-10
	Итого	2	
9 Распознавание объектов и точность оценки координат	Дешифрование радиолокационных изображений. Объекты радиолокационной разведки и их опознавательные признаки.Особенности распознавания земной и водной поверхности. Особенности радиолокационного изображения перед оптическим	2	ПКР-10
	Итого	2	
10 Помехозащищенность и скрытность работы РСА	Общие сведения.Скрытность работы РСА. Основные характеристики РТР. Основные способы повышения скрытности РСА. Энергетические показатели скрытности работы РСА. Помехоустойчивость РСА.	2	ПКР-11
	Итого	2	

Согласована на портале № 58520

11 Режим селекции движущихся целей	Общие сведения. Методы селекции движущихся целей.	2	ПКР-11
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

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
10 семестр			
2 Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	Оценка дальности и разрешающая способность по дальности для РБО и РСА. Оценка азимута и разрешающая способность по азимуту для РБО и РСА	4	ПКР-11
	Итого	4	
4 Дальность действия РСА	Расчет дальности действия РСА для различных типов задач.	2	ПКР-11
	Итого	2	
5 Функция неопределенности зондирующего сигнала	Расчет неоднозначности оценки дальности и угла азимута.	2	ПКР-11
	Итого	2	
7 Алгоритмы обработки сигналов РСА	Расчет параметров согласованного фильтра в РСА	4	ПКР-11
	Итого	4	
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	Расчет параметров алгоритма автофокусировки	2	ПКР-11
	Итого	2	
9 Распознавание объектов и точность оценки координат	Расчет точности оценки координат	2	ПКР-10
	Итого	2	
10 Помехозащищенность и скрытность работы РСА	Расчет характеристик скрытной работы	2	ПКР-10
	Итого	2	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Согласована на портале № 58520

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
10 семестр			
2 Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	Моделирование импульсного активного радара в среде MatLab. Знакомство со встроенными функциями, позволяющие осуществить имитацию распространения сигнала и отражения от точечной цели с произвольной ЭПР. Сравнительный анализ когерентного и некогерентного накопления сигнала	4	ПКР-11
	Итого	4	
7 Алгоритмы обработки сигналов РСА	Моделирование сжатия сигнала по времени (согласованная фильтрация). Анализ выходного сигнала при различных параметрах системы. Теоретический расчет разрешения по дальности и сравнение с полученными значениями при моделировании.	4	ПКР-11
	Моделирование сжатия сигнала по азимуту в РСА. Анализ характеристики радиолокационного изображения. Расчет теоретической разрешающей способности по азимуту и её сравнение с полученной при моделировании. Влияние характеристик системы на вид изображения.	4	ПКР-11
	Итого	8	
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	Моделирование траекторных нестабильностей. Анализ их влияния на качество итогового изображения. Расчет теоретического уровня искажений изображения и сравнение с полученным при моделировании.	4	ПКР-11
	Итого	4	

Согласована на портале № 58520

Итого за семестр	16	
Итого	16	

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
10 семестр				
1 Радиовидение, история вопроса и принцип работы	Подготовка к дискуссии	2	ПКР-11	Дискуссия
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-11	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-11	Зачёт с оценкой
	Итого	9		
2 Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	Подготовка к дискуссии	2	ПКР-11	Дискуссия
	Подготовка к тестированию	3	ПКР-11	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-11	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-11	Зачёт с оценкой
	Итого	12		
3 Характеристики объектов радиолокационной съемки	Подготовка к дискуссии	2	ПКР-11	Дискуссия
	Подготовка к тестированию	4	ПКР-11	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-11	Зачёт с оценкой
	Итого	9		
4 Дальность действия РСА	Подготовка к дискуссии	2	ПКР-10	Дискуссия
	Подготовка к тестированию	2	ПКР-11	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-10	Зачёт с оценкой
	Итого	8		

Согласована на портале № 58520

5 Функция неопределенности зондирующего сигнала	Подготовка к тестированию	2	ПКР-11	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-10	Зачёт с оценкой
	Итого	5		
6 Структурная схема РСА землеобзора	Подготовка к тестированию	4	ПКР-10	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-10	Зачёт с оценкой
	Итого	7		
7 Алгоритмы обработки сигналов РСА	Подготовка к тестированию	4	ПКР-11	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-11	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-11	Зачёт с оценкой
	Итого	11		
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	Подготовка к тестированию	3	ПКР-11	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	4	ПКР-11	Лабораторная работа
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-10	Зачёт с оценкой
	Итого	11		
9 Распознавание объектов и точность оценки координат	Подготовка к тестированию	4	ПКР-10	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-10	Зачёт с оценкой
	Итого	7		
10 Помехозащищенность и скрытность работы РСА	Подготовка к тестированию	2	ПКР-10	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	3	ПКР-11	Зачёт с оценкой
	Итого	5		
11 Режим селекции движущихся целей	Подготовка к тестированию	4	ПКР-11	Тестирование
	Подготовка к зачету с оценкой	4	ПКР-11	Зачёт с оценкой
	Итого	8		
Итого за семестр		92		
Итого		92		

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

Согласована на портале № 58520

занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПКР-10	+	+		+	Зачёт с оценкой, Тестирование, Дискуссия
ПКР-11	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Лабораторная работа, Тестирование, Дискуссия

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
10 семестр				
Зачёт с оценкой	10	10	10	30
Лабораторная работа	6	5	5	16
Тестирование	12	12	12	36
Дискуссия	6	6	6	18
Итого максимум за период	34	33	33	100
Нарастающим итогом	34	67	100	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)

Согласована на портале № 58520

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. Статистическая теория радиотехнических систем: Учебное пособие / В. И. Тисленко - 2016. 160 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6554.

7.2. Дополнительная литература

1. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного зондирования Земли : учебное пособие / Г. С. Кондратенков, А. Ю. Фролов ; ред. : Г. С. Кондратенков. - М. : Радиотехника, 2005. - 368 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).
2. Справочник-задачник по радиолокации : справочное издание / В. В. Васин, Б. М. Степанов. - М. : Советское радио, 1977. - 315[5] с. : ил. - Библиогр.: с. 310-316 (наличие в библиотеке ТУСУР - 29 экз.).
3. Радиотехнические системы. Часть 1: Учебное пособие / Е. В. Масалов - 2012. 109 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1253.
4. Радиотехнические системы. Часть 2: Учебное пособие / Е. В. Масалов - 2012. 118 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1254.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы: Методическое пособие по проведению практических занятий / В. П. Денисов - 2013. 33 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852.
2. Радиотехнические системы: Методические указания по выполнению самостоятельной работы / Е. В. Масалов - 2012. 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1607.
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.

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

Согласована на портале № 58520

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.

Программное обеспечение:

- Far Manager;
- Opera;
- Scilab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Учебная лаборатория информационных технологий: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 423 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Доска магнитно-маркерная BRAUBERG;
- LMC-100103 Экран с электроприводом Master Control Matte 203*203 см White FiberGlass, черная кайма по периметру;
- Проектор NEC «M361X»;
- Системный блок (16 шт.);
- Мониторы (16 шт.);
- Компьютер;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Opera;
- Scilab;

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:

Согласована на портале № 58520

- 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 Радиовидение, история вопроса и принцип работы	ПКР-11	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий
2 Сравнение РЛС бокового обзора (РБО) и РСА	ПКР-11	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий

Согласована на портале № 58520

3 Характеристики объектов радиолокационной съемки	ПКР-11	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий
4 Дальность действия РСА	ПКР-10, ПКР-11	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Дискуссия	Примерный перечень тем для дискуссий
5 Функция неопределенности зондирующего сигнала	ПКР-10, ПКР-11	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Структурная схема РСА землеобзора	ПКР-10	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Алгоритмы обработки сигналов РСА	ПКР-11	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Система компенсации траекторных нестабильностей	ПКР-10, ПКР-11	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
9 Распознавание объектов и точность оценки координат	ПКР-10	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
10 Помехозащищенность и скрытность работы РСА	ПКР-11, ПКР-10	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
11 Режим селекции движущихся целей	ПКР-11	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

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

Согласована на портале № 58520

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 **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

Согласована на портале № 58520

1. Какую характеристику улучшает РЛС с синтезированием апертуры?
   а) разрешение по дальности;
   б) разрешение по углу;
   в) разрешение по скорости;
   г) разрешение по времени;
2. Отношение сигнал шум в РСА обратно пропорционально какой степени дальности?
   а) второй;
   б) третьей;
   в)четвёртой;
   г) корню квадратному;
3. Линейное угловое разрешение в РСА зависит от:
   а) дальности
   б) габаритов антенной системы
   в) скорости
   г) температуры
4. Платформа импульсной РЛС с РСА передвигается со скоростью 40 км/ч. Длительность импульса 200 мкс. Чему равна однозначно определяемая дальность действия, если осуществляется боковой обзор?
   а) 8 км
   б) 200 км
   в) для проведения расчёта не хватает исходных данных
   г) 50 км
5. Платформа импульсной РЛС с РСА передвигается со скоростью 40 км/ч, длина волны 3 см, длительность импульса 200 мкс, период следования 1 мс. Будет ли при таких параметрах системы наблюдаться неоднозначность определения угловой координаты цели, если ширина ДН АС 60 град?
   а) Да
   б) Нет
   в) для проведения расчёта не хватает исходных данных
   г) Да, но при определённых условиях
6. Улучшение какого параметра обеспечивает использование широкополосных сигналов?
   а) разрешение по углу
   б) разрешение по дальности
   в) разрешение по скорости
   г) разрешение по времени
7. При увеличении размеров антенной системы:
   а) падает дальность действия;
   б) улучшается разрешающая способность по углу
   в) уменьшается диапазон однозначного определения дальности
   г) улучшается разрешающая способность по скорости
8. Какова размерность удельной эффективной площади рассеяния подстилающей поверхности:
   а) метр;
   б) метр квадратный;
   в) безразмерная
   г) градус квадратный
9. Какое отражение характерно для шероховатой поверхности:
   а) диффузное
   б) зеркальное
   в) резонансное
   г) многочастотное
10. Какое отражение характерно для гладкой поверхности:
    а) диффузное
    б) зеркальное
    в) резонансное
    г) многочастотное
11. Какое отражение характерно для волнообразной поверхности:

Согласована на портале № 58520

а) диффузное
б) зеркальное
в) резонансное
г) многочастотное

12. Как меняется ОСШ РЛС с синтезированием апертуры при увеличении длины волны:
    а) увеличивается
    б) не меняется
    в) падает
    г) становится равным нулю
13. Как меняется ОСШ РЛС с синтезированием апертуры при увеличении мощности шума приемника:
    а) увеличивается
    б) не меняется
    в) падает
    г) становится равным нулю
14. Как меняется ОСШ РЛС с синтезированием апертуры при увеличении мощности излучения:
    а) увеличивается
    б) не меняется
    в) падает
    г) становится равным нулю
15. Как меняется ОСШ РЛС с синтезированием апертуры при увеличении коэффициента направленного действия антенны: а) увеличивается
    б) не меняется
    в) падает
    г) становится равным нулю
16. Как изменится объем функции неопределённости импульсного сигнала, если ввести в него линейную частотную модуляцию?
    а) увеличится пропорционально полосе ЛЧМ
    б) уменьшится пропорционально полосе ЛЧМ
    в) не изменится
    г) увеличится в 2 раза
17. Что произойдет с разрешением по скорости, если увеличить длительность пачки импульсов?
    а) не изменится
    б) улучшится
    в) ухудшится
    г) пропадет (возникнет неоднозначность оценки скорости)
18. Как изменится линейное разрешение по углу, если увеличить скорость платформы РЛС?
    а) не изменится;
    б) улучшится
    в) ухудшится
    г) станет равной нулю
19. Что произойдет с линейным разрешение по углу в РСА, если увеличить дальность до цели?
    а) не изменится;
    б) улучшится
    в) ухудшится
    г) станет равной нулю
20. Можно ли применять единый закон устранения миграции по дальности для целей, расположенных на разных азимутах?
    а) да
    б) нет
    в) всё зависит от того, по какому алгоритму выполнять устранение миграции
    г) до определённых значений дальностей можно, а для других нет.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

Согласована на портале № 58520

1. РЛС бокового обзора и РЛС с синтезированной апертурой антенны. Принцип работы, основные характеристики (разрешающая способность, дальность действия), сравнительный анализ.
2. Характеристики объектов радиолокационной съемки (тип рассеяния, зависимость от длины волны, влияние поляризации, спекл-шум).
3. Задача обнаружения целей в РСА (обнаружение на слабоотражающем фоне)
4. Задача обнаружения целей в РСА (режим картографирования)
5. Задача обнаружения целей в РСА (обнаружение на сильноотражающем фоне)
6. Задача обнаружения целей в РСА (обнаружение цели с отрицательным контрастом).
7. Функция неопределённости зондирующего сигнала в РСА без учёта ДН и с учётом ДН. Неоднозначность измерений дальности и угла.
8. Структурная схема РСА землеобзора, описание функций основных блоков.
9. Выбор параметров зондирующего сигнала и антенной системы в РСА.
10. Обработка траекторного сигнала в РСА (этапы обработки, согласованная фильтрация).
11. Миграции целей по дальности, её устранение.
12. Геометрически искажения изображения.
13. Система компенсации траекторных нестабильностей в РСА землеобзора (фазовых искажений)
14. Система компенсации траекторных нестабильностей в РСА землеобзора (влияние амплитудных)
15. Инерциальная система навигации.
16. Алгоритмы автофокусировки изображения в РСА.
17. Дешифрование РЛИ в РСА. Объекты радиолокационной разведки и их опознавательные признаки (портреты).
18. Помехозащищенность, пути достижения помехозащищенности. Скрытность работы, способы повышения скрытности.
19. Помехоустойчивость в РСА. Виды преднамеренных помех. Влияние шумовой помехи на дальность действия.
20. Селекция движущихся целей в РСА. Типы задач СДЦ. Методы СДЦ.

9.1.3. Примерный перечень тем для дискуссий

1. Преимущество РСА перед обычными РЛ и оптическими системами
2. Обнаружение целей с отрицательным контрастом
3. Селекция движущихся целей
4. Уменьшение спекл-шума в РЛИ РСА
5. Автофокусировка в РСА

9.1.4. Темы лабораторных работ

1. Моделирование импульсного активного радара в среде MatLab. Знакомство со встроенными функциями, позволяющие осуществить имитацию распространения сигнала и отражения от точечной цели с произвольной ЭПР. Сравнительный анализ когерентного и некогерентного накопления сигнала
2. Моделирование сжатия сигнала по времени (согласованная фильтрация). Анализ выходного сигнала при различных параметрах системы. Теоретический расчет разрешения по дальности и сравнение с полученными значениями при моделировании.
3. Моделирование сжатия сигнала по азимуту в РСА. Анализ характеристики радиолокационного изображения. Расчет теоретической разрешающей способности по азимуту и её сравнение с полученной при моделировании. Влияние характеристик системы на вид изображения.
4. Моделирование траекторных нестабильностей. Анализ их влияния на качество итогового изображения. Расчет теоретического уровня искажений изображения и сравнение с полученным при моделировании.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление

Согласована на портале № 58520

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
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;

Согласована на портале № 58520

– 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 № 58520

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:

Доцент, каф. РТС	Е.П. Великанова	Разработано, e691ff66-b8e0-4f06-9452-23c2ef8d3917

Согласована на портале № 58520