

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

Документ подписан электронной подписью

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

Владелец: Семенов Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ 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 | 144 | 144 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | 4 | 4 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|--------------------------------|---------|
| Зачет с оценкой | 10 |

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 |

| | | |
|---|--|---|
| 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 | | | | | |
| 10 семестр | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|----|----|----|----|-----|----------------|
| 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 | |

| | | | |
|---|---|---|--------|
| 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 | |

| | | | |
|--|---|---|--------|
| 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 | |

| | | | |
|------------------------------------|---|----|--------|
| 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

| 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 | |

| | | |
|------------------|----|--|
| 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 | | |

| | | | | |
|--|--|----|--------|---------------------|
| 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

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 | E (посредственно) |
| | 60 – 64 | |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. 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

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:

- 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 |

| | | | |
|--|----------------|---------------------|--|
| 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

| 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

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:

- 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 разрешением 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

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

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;

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

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

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

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

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «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-4aba- 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 |
|------------------|-----------------|--|