**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П.Е. Троян
«19» 12 2018 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: **заочная**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники (ТОР)**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2019 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 7 семестр | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 8 | | 8 | часов |
| Практические занятия | 2 | 2 | 4 | часов |
| Лабораторные занятия | | 4 | 4 | часов |
| Самостоятельная работа | 62 | 55 | 117 | часов |
| Контрольные работы | | 2 | 2 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | | 9 | 9 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 72 | 72 | 144<br>4 | часов<br>з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|---|---|---|
| Экзамен | 8 | |
| Контрольные работы | 8 | 1 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Троян П.Е.
Должность: Директор департамента образования
Дата подписания: 19.12.2018
Уникальный программный ключ:
1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Томск

Согласована на портале № 67977

## 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).

Индекс дисциплины: Б1.В.13.

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** | | |

Согласована на портале № 67977

| | | |
|---|---|---|
| ОПК-2. Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных | ОПК-2.1. Знает основные принципы проведения экспериментальных исследований и использования основных приемов обработки и представления полученных данных | Знать определение сигнала, помехи, наблюдателя, сообщения. Комплексное представление радиосигналов. Функционал плотности вероятностей нормального белого шума.<br>Критерий минимума среднего риска. Критерий идеального наблюдателя. Критерий НейманаПирсона. Определение функции правдоподобия. Отношение правдоподобия. Смысл корреляционного интеграла. Принцип работы согласованного фильтра и коррелятора. Отношение сигнал-шум. Смысл вероятностей ложной тревоги и правильного обнаружения. Смысл характеристик обнаружения. Особенности и схемы когерентных и некогерентных обнаружителей.<br>О практической оптимальности в плане вероятности ошибки различения большого числа ортогональных сигналов. Ортогональность сигналов в усиленном смысле. Смысл понятия "разрешение сигналов". Смысл понятия "сжатие сигналов". Виды сложных сигналов. Определение и смысл частотно-временной функции неопределенности. Определение радиолокации, радионавигации, радиоуправления. Виды радиолокации: активная, полуактивная, пассивная. Влияние эффекта Допплера на частоту принимаемых сигналов. Классификацию радиолокационных и радионавигационных систем и их тактические и технические характеристики. Основные характеристики РЛС кругового обзора. Классификацию вторичного излучения. Смысл понятия "элемент разрешения". Классификацию целей. Смысл поляризационной матрицы. Понятие и смысл эффективной поверхности рассеяния. |
| | ОПК-2.2. Умеет выбирать эффективную методику экспериментальных исследований | Уметь пользоваться обнаружительными характеристиками. Корректно использовать в расчетах на компьютере различные версии функции ошибок. Рассчитывать дальность действия РЛС по заданным вероятностям ложной тревоги и правильного обнаружения, а также соотношению сигнал-шум. Анализировать диаграмму неопределенности сигнала. Оценивать коэффициент усиления антенны по ширине ее диаграммы направленности. Оценивать разрешение частотного дальномера по полосе частот зондирующего сигнала. Оценивать максимальную однозначную дальность РЛС по периоду зондирования. |
| | ОПК-2.3. Владеет навыками проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных данных | Владеть методами анализа и синтеза радиотехнических систем. |
| **Профессиональные компетенции** | | |

| | | |
|---|---|---|
| ПКР-3. Способен выполнять расчет и проектирование деталей, узлов и устройств радиотехнических систем в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования | ПКР-3.1. Знает принципы конструирования отдельных деталей, узлов и устройств радиотехнических систем. | Знать особенности трехгранного уголкового отражателя. Зависимость ЭПР шара от его радиуса относительно длины волны. Основное уравнение радиолокации. Влияние отражения радиоволн от подстилающей поверхности на дальность действия РЛС. Влияние условий распространения радиоволн на дальность действия РЛС. Особенности частотного метода измерения дальности. |
| | ПКР-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик деталей, узлов и устройств радиотехнических систем. | Уметь отличать по функциональной схеме когерентный различитель/обнаружитель сигнала от некогерентного. |
| | ПКР-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем. | Владеть методами анализа и синтеза радиотехнических систем. |

## 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 | 8 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 18 | 10 | 8 |
| Лекционные занятия | 8 | 8 | |
| Практические занятия | 4 | 2 | 2 |
| Лабораторные занятия | 4 | | 4 |
| Контрольные работы | 2 | | 2 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 117 | 62 | 55 |
| Подготовка к тестированию | 85 | 62 | 23 |
| Подготовка к контрольной работе | 22 | | 22 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 10 | | 10 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 9 | | 9 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 144 | 72 | 72 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 4 | 2 | 2 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

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

Согласована на портале № 67977

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 | - | - | 6 | 7 | ОПК-2 |
| 2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем. | 1 | 1 | - | 6 | 8 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 3 Представление сигналов и помех. | 1 | - | - | 6 | 7 | ОПК-2 |
| 4 Нормальный вектор и нормальный случайный процесс. Белый шум. | 1 | - | - | 6 | 7 | ОПК-2 |
| 5 Обнаружение детерминированного сигнала. | 1 | 1 | - | 6 | 8 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. | 1 | - | - | 6 | 7 | ОПК-2 |
| 7 Обнаружение случайных сигналов. | 1 | - | - | 6 | 7 | ОПК-2 |
| 8 Оценка амплитуды сигнала. | 1 | - | - | 6 | 7 | ОПК-2 |
| 9 Оценка частоты сигнала. | - | - | - | 6 | 6 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 10 Понятие о разрешении и разрешающей способности. | - | - | - | 8 | 8 | ОПК-2 |
| Итого за семестр | 8 | 2 | 0 | 62 | 72 | |
| **8 семестр** | | | | | | |
| 21 Функция неопределенности в теории разрешения. | - | - | - | 4 | 6 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 22 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. | - | - | - | 4 | 4 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 23 Виды сложных сигналов. | - | - | - | 4 | 4 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 24 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала. | - | - | - | 4 | 4 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 25 Радиотехнические методы определения координат и их производных. | - | - | 2 | 7 | 9 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 26 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики. | - | - | - | 4 | 4 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 27 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора. | - | - | 1 | 7 | 8 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 28 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов. | - | 1 | - | 4 | 5 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 29 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов. | - | - | - | 4 | 4 | ОПК-2, ПКР-3 |

Согласована на портале № 67977

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве. | - | 1 | - | 4 | 5 | ОПК-2, ПКР-3 |
| 31 Частотный метод измерения дальности. | - | - | 1 | 9 | 10 | ОПК-2, ПКР-3 |
| Итого за семестр | 0 | 2 | 4 | 55 | 61 | |
| Итого | 8 | 4 | 4 | 117 | 133 | |

### 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 | ОПК-2 |
| | 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 | ОПК-2, ПКР-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 | ОПК-2 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 67977

| | | | |
|---|---|---|---|
| 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 | ОПК-2 |
| | 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 | ОПК-2, ПКР-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. | 1 | ОПК-2 |
| | Итого | 1 | |
| 7 Обнаружение случайных сигналов. | Структурная схема оптимального обнаружителя. Спектр мощности полезного сигнала. Энергетический приемник. Число независимых отсчетов сигнала. | 1 | ОПК-2 |
| | Итого | 1 | |

Согласована на портале № 67977

| | | | |
|---|---|---|---|
| 8 Оценка амплитуды сигнала. | Отношение максимального правдоподобия. Структурная схема оптимального оценивателя. Точность измерителя амплитуды. | 1 | ОПК-2 |
| | Итого | 1 | |
| 9 Оценка частоты сигнала. | Оценка частоты сигнала. | 0 | ОПК-2, ПКР-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. | 0 | ОПК-2 |
| | Итого | - | |
| | Итого за семестр | 8 | |
| **8 семестр** | | | |
| 21 Функция неопределенности в теории разрешения. | Определение функции неопределенности (ФН). Минимизация уровня ФН. | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| 22 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. | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |

Согласована на портале № 67977

| | | | |
|---|---|---|---|
| 23 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. | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| 24 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. | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| 25 Радиотехнические методы определения координат и их производных. | Дальномерный, разностно-дальномерный и другие методы определения дальности в РТС | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| 26 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики. | Основные классификации РЛС и РНС. ТТХ систем. | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| 27 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора. | Принципы построение РЛС кругового обзора. Параметры систем. Расчетные соотношения | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| 28 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. | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |

Согласована на портале № 67977

| | | | |
|---|---|---|---|
| 29 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов. | ЭПР плоской металлической пластины. ЭПР уголкового отражателя. ЭПР шара. ЭПР линейного полуволнового вибратора. | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| 30 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. | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| 31 Частотный метод измерения дальности. | Принципы работы частотного радиодальномера. Расчетные соотношения. Примеры использования систем | - | ОПК-2, ПКР-3 |
| | Итого | - | |
| Итого за семестр | | - | |
| Итого | | 8 | |

### 5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

| № п.п. | Виды контрольных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **8 семестр** | | | |
| 1 | Контрольная работа | 2 | ОПК-2, ПКР-3 |
| Итого за семестр | | 2 | |
| Итого | | 2 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **8 семестр** | | | |
| 25 Радиотехнические методы определения координат и их производных. | Исследование автоматического ультракоротковолнового пеленгатора АРП-6Д. | 1 | ОПК-2 |
| | Исследование поляризационно-фазовой угломерной системы. | 1 | ОПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 67977

| | | | |
|---|---|---|---|
| 27 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора. | Обнаружение целей и измерение координат радиолокационной станцией в режиме обзора. | 1 | ОПК-2 |
| | Итого | 1 | |
| 31 Частотный метод измерения дальности. | Исследование самолетного радиовысотомера РВ-20. | 1 | ОПК-2 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 4 | |
| Итого | | 4 | |

### 5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – 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. | 1 | ПКР-3 |
| | Итого | 1 | |
| 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. | 1 | ПКР-3 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 2 | |
| **8 семестр** | | | |
| 28 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов. | Физические основы радиотехнических методов определения координат и скорости объектов. | 1 | ПКР-3 |
| | Итого | 1 | |
| 30 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве. | Дальность действия радиотехнических систем в свободном пространстве. | 1 | ПКР-3 |
| | Итого | 1 | |
| Итого за семестр | | 2 | |
| Итого | | 4 | |

### 5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Согласована на портале № 67977

Не предусмотрено учебным планом

### 5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – 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 | 6 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем. | Подготовка к тестированию | 6 | ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 3 Представление сигналов и помех. | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Нормальный вектор и нормальный случайный процесс. Белый шум. | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Обнаружение детерминированного сигнала. | Подготовка к тестированию | 6 | ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 7 Обнаружение случайных сигналов. | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 8 Оценка амплитуды сигнала. | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 9 Оценка частоты сигнала. | Подготовка к тестированию | 6 | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 6 | | |
| 10 Понятие о разрешении и разрешающей способности. | Подготовка к тестированию | 8 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Итого | 8 | | |
| Итого за семестр | | 62 | | |
| **8 семестр** | | | | |
| 21 Функция неопределенности в теории разрешения. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |

Согласована на портале № 67977

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 22 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 23 Виды сложных сигналов. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 24 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 25 Радиотехнические методы определения координат и их производных. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3 | ОПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 7 | | |
| 26 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 27 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 3 | ОПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 7 | | |
| 28 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |

Согласована на портале № 67977

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 29 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 30 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 2 | ПКР-3 | Тестирование |
| | Итого | 4 | | |
| 31 Частотный метод измерения дальности. | Подготовка к контрольной работе | 2 | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 3 | ОПК-2 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 4 | ОПК-2 | Лабораторная работа |
| | Итого | 9 | | |
| Итого за семестр | | 55 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 9 | | Экзамен |
| Итого | | 126 | | |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-2 | + | | + | + | Контрольная работа, Лабораторная работа, Тестирование, Экзамен |
| ПКР-3 | + | + | | + | Контрольная работа, Тестирование, Экзамен |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

## 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

Согласована на портале № 67977

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 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.

Согласована на портале № 67977

### 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

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;

Согласована на портале № 67977

- 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. | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем. | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Представление сигналов и помех. | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Нормальный вектор и нормальный случайный процесс. Белый шум. | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Обнаружение детерминированного сигнала. | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 7 Обнаружение случайных сигналов. | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 8 Оценка амплитуды сигнала. | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 67977

| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 Оценка частоты сигнала. | ОПК-2, ПКР-3 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 10 Понятие о разрешении и разрешающей способности. | ОПК-2 | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 21 Функция неопределенности в теории разрешения. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 22 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 23 Виды сложных сигналов. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 24 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 25 Радиотехнические методы определения координат и их производных. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 26 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |

Согласована на портале № 67977

| | | | |
|---|---|---|---|
| 27 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 28 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 29 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 30 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 31 Частотный метод измерения дальности. | ОПК-2, ПКР-3 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | 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 |

Согласована на портале № 67977

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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<br>или<br>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:
   а) является постоянной и не зависит от диаметра шара;
   б) является постоянной и зависит от диаметра шара через его квадрат;

Согласована на портале № 67977

в) зависит от длины волны в минус четвертой степени;
г) зависит от длины волны в четвертой степени.

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

Согласована на портале № 67977

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

Согласована на портале № 67977

### 9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Общая модель радиотехнической системы.
2. Представление сигналов и помех.
3. Понятие о разрешении и разрешающей способности.
4. ТТХ системы
5. Разрешающая способность

### 9.1.4. Темы лабораторных работ

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

## 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) |

Согласована на портале № 67977

| | | |
|---|---|---|
| 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.

Согласована на портале № 67977

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС
протокол № 4 от «16» 11 2018 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. ТОР | С.И. Богомолов | Согласовано, 645961f5-19ed-4d47-a699-64d057f3100c |
| Заведующий обеспечивающей каф. РТС | С.В. Мелихов | Согласовано, 385c9e7d-2407-461d-8604-80cee7018227 |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |
| Декан ЗиВФ | И.В. Осипов | Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Старший преподаватель, каф. ТОР | Д.Ю. Пелявин | Согласовано, 7cc8b64f-c195-4b19-9449-1e0dda376c70 |
| 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 № 67977