**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Радиотехнические системы

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РСС, Кафедра радиоэлектроники и систем связи**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2018 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 7 семестр | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 32 | 0 | 32 | часов |
| 2 | Практические занятия | 32 | 14 | 46 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 16 | 0 | 16 | часов |
| 4 | Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 0 | 10 | 10 | часов |
| 5 | Всего аудиторных занятий | 80 | 24 | 104 | часов |
| 6 | Самостоятельная работа | 28 | 48 | 76 | часов |
| 7 | Всего (без экзамена) | 108 | 72 | 180 | часов |
| 8 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 0 | 36 | часов |
| 9 | Общая трудоемкость | 144 | 72 | 216 | часов |
| | | 4.0 | 2.0 | 6.0 | З.Е. |

Экзамен: 7 семестр
Зачет: 8 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 8 семестр

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шелупанов А.А.
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.12.2017
Уникальный программный ключ:
c53e145e-8b20-45aa-9347-a5e4dbb90e8d

Томск 2018

Согласована на портале № 37154

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС 26 июня 2018 года, протокол № 11.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. РТС | _____ | А. В. Новиков |
| Заведующий обеспечивающей каф. РТС | _____ | С. В. Мелихов |

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан РТФ | _____ | К. Ю. Попова |
| Заведующий выпускающей каф. РСС | _____ | А. В. Фатеев |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС) | _____ | В. А. Громов |
| Старший преподаватель кафедры радиоэлектроники и систем связи (РСС) | _____ | Ю. В. Зеленецкая |

Согласована на портале № 37154

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Формирование системного подхода к проектированию радиоэлектронных средств.

Обобщение, систематизация и развитие знаний студентов.

### 1.2. Задачи дисциплины

– Изучение основ теории обнаружения и различения сигналов, а также соответствующих алгоритмов и устройств.

– Изучение основ теории измерения параметров сигналов радиотехнических систем.

– Изучение такого понятия как разрешение сигналов (сложные сигналы).

– Изучение основных принципов построения радиолокационных и радионавигационных систем.

– Изучение физических основ радиолокационного обнаружения объектов.

– Изучение дальности действия радиосистем и точности радиотехнических методов местоопределения.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Радиотехнические системы» (Б1.В.ОД.7) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Радиотехнические системы.

Последующими дисциплинами являются: Радиотехнические системы, Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-2 способностью реализовывать программы экспериментальных исследований, включая выбор технических средств и обработку результатов;

– ПК-7 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** Определение сигнала, помехи, наблюдателя, сообщения. Комплексное представление радиосигналов. Функционал плотности вероятностей нормального белого шума. Критерий минимума среднего риска. Критерий идеального наблюдателя. Критерий Неймана-Пирсона. 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. 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. 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.

– **уметь** Отличать по функциональной схеме когерентный различитель/обнаружитель сигнала от некогерентного. Пользоваться обнаружительными характеристиками. Корректно использовать в расчетах на компьютере различные версии функции ошибок. Рассчитывать

Согласована на портале № 37154

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.

- **владеть** Методами анализа и синтеза радиотехнических систем.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры | |
|---|---|---|---|
| | | 7 семестр | 8 семестр |
| Аудиторные занятия (всего) | 104 | 80 | 24 |
| Лекции | 32 | 32 | 0 |
| Практические занятия | 46 | 32 | 14 |
| Лабораторные работы | 16 | 16 | 0 |
| Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) | 10 | 0 | 10 |
| Самостоятельная работа (всего) | 76 | 28 | 48 |
| Выполнение курсового проекта / курсовой работы | 10 | 0 | 10 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 12 | 12 | 0 |
| Проработка лекционного материала | 16 | 16 | 0 |
| Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 24 | 0 | 24 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 14 | 0 | 14 |
| Всего (без экзамена) | 180 | 108 | 72 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | 0 |
| Общая трудоемкость, ч | 216 | 144 | 72 |
| Зачетные Единицы | 6.0 | 4.0 | 2.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Лек., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб., ч | КП/КР, ч | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | | | | |
| 1 Общая модель радиотехнической | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | ПК-2 |

Согласована на портале № 37154

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| системы. | | | | | | | |
| 2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем. | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 5 | ПК-2, ПК-7 |
| 3 Представление сигналов и помех. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-2 |
| 4 Нормальный вектор и нормальный случайный процесс. Белый шум. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-2 |
| 5 Обнаружение детерминированного сигнала. | 3 | 4 | 0 | 0 | 1 | 8 | ПК-2, ПК-7 |
| 6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-2 |
| 7 Обнаружение случайных сигналов. | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | ПК-2 |
| 8 Оценка амплитуды сигнала. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-2 |
| 9 Оценка частоты сигнала. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 10 Понятие о разрешении и разрешающей способности. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-2 |
| 11 Функция неопределенности в теории разрешения. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-2 |
| 12 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | ПК-2 |
| 13 Виды сложных сигналов. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-2 |
| 14 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-2 |
| 15 Радиотехнические методы определения координат и их производных. | 0 | 6 | 8 | 0 | 6 | 20 | ПК-2, ПК-7 |
| 16 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики. | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | ПК-7 |
| 17 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора. | 0 | 0 | 4 | 0 | 2 | 6 | ПК-2 |
| 18 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов. | 2 | 8 | 0 | 0 | 1 | 11 | ПК-2, ПК-7 |
| 19 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов. | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | ПК-2 |
| 20 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного | 2 | 5 | 0 | 0 | 1 | 8 | ПК-2, ПК-7 |

Согласована на портале № 37154

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| наблюдения в свободном пространстве. | | | | | | | |
| 21 Частотный метод измерения дальности. | 0 | 0 | 4 | 0 | 4 | 8 | ПК-2 |
| Итого за семестр | 32 | 32 | 16 | 0 | 28 | 108 | |
| 8 семестр | | | | | | | |
| 22 Спутниковые радионавигационные системы. | 0 | 6 | 0 | 10 | 6 | 12 | ПК-2 |
| 23 Дальность действия радиолиний. | 0 | 4 | 0 | | 4 | 8 | ПК-7 |
| 24 Селекция движущихся целей. | 0 | 4 | 0 | | 4 | 8 | ПК-7 |
| 25 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики. | 0 | 0 | 0 | | 10 | 10 | ПК-7 |
| 26 Влияние отражения радиоволн от земной поверхности на дальность действия РЛС. | 0 | 0 | 0 | | 8 | 8 | ПК-7 |
| 27 Влияние условий распространения радиоволн на дальность действия радиолокационных и радионавигационных систем. | 0 | 0 | 0 | | 8 | 8 | ПК-2 |
| 28 Обнаружение сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой. | 0 | 0 | 0 | | 8 | 8 | ПК-2 |
| Итого за семестр | 0 | 14 | 0 | 10 | 48 | 72 | |
| Итого | 32 | 46 | 16 | 10 | 76 | 180 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины (по лекциям) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 1 Общая модель радиотехнической системы. | Структурная схема РТС и ее описание. Виды помех. | 1 | ПК-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. | 2 | ПК-2 |

Согласована на портале № 37154

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 2 | |
| 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. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 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. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 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. | 3 | ПК-2 |
| | Итого | 3 | |
| 6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. | Модель сигнала со случайной начальной фазой.Решающее правило для равномерно распределенной начальной фазы.Структура оптимального обнаружителя.Обобщенное распределение Рэлея.Зависимость величины потерь некогерентного обнаружителя от вероятностей ложной тревоги и пропуска сигнала. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 7 Обнаружение случайных сигналов. | Структурная схема оптимального обнаружителя.Спектр мощности полезного сигнала.Энергетический приемник.Число независимых отсчетов сигнала. | 1 | ПК-2 |
| | Итого | 1 | |
| 8 Оценка амплитуды сигнала. | Отношение максимального правдоподобия.Структурная схема оптимального оценивателя.Точность измерителя амплитуды. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 10 Понятие о разрешении и разрешающей способности. | Разрешение по запаздыванию, разрешение по частоте и разрешение по углу на примере радиолокации.Аналогии с многолучевостью в радиосвязи и радионавигации. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 37154

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11 Функция неопределенности в теории разрешения. | Определение функции неопределенности (ФН).Минимизация уровня ФН. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 12 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. | Функция неопределенности (ФН) по времени запаздывания.Повтор формы ФН на выходе согласованного фильтра.Укорочение ФН и проигрыш по энергии импульса при фиксированной пиковой мощности.Сжатие сигнала на выходе согласованного фильтра.Усложнение комплексной огибающей сигнала.База сигнала.Сложный (шумоподобный) сигнал. | 3 | ПК-2 |
| | Итого | 3 | |
| 13 Виды сложных сигналов. | Сигнал с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ).Комплексная амплитуда сигнала с ЛЧМ.Девиация частоты.Спектральная плотность ЛЧМ-сигнала.Корреляционная функция ЛЧМ-сигнала.Физика сжатия ЛЧМ-сигнала.Фазоманипулированные сигналы. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 14 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала. | Определение частотно-временной функции неопределенности (ЧВ ФН) сигнала.Примеры ЧВ ФН для прямоугольного сигнала и сигнала с линейной частотной модуляцией.Диаграмма неопределенности.Тело неопределенности.Кнопочная ФН. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 18 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов. | Понятие отраженного сигнала.Виды вторичного излучения.Элемент разрешения.Распределенная и точечная цель.Матрица комплексных коэффициентов отражения (поляризационная матрица рассеяния).ЭПР цели. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 19 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов. | ЭПР плоской металлической пластины.ЭПР уголкового отражателя.ЭПР шара.ЭПР линейного полуволнового вибратора. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| 20 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве. | Критерий Неймана-Пирсона.Обобщенное уравнение радиолокации.Шумовая температура, коэффициент шума приемника.Коэффициент потерь.Коэффициент усиления антенны.Сравнение эффекта увеличения дальности действия от изменения коэффициента усиления антенны и энергии зондирующего импульса. | 2 | ПК-2 |
| | Итого | 2 | |
| Итого за семестр | | 32 | |
| Итого | | 32 | |

Согласована на портале № 37154

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Радиотехнические системы | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 Радиотехнические системы | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| 2 Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты | + | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | | + | | | |

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Прак. зан. | Лаб. раб. | КСР (КП/КР) | Сам. раб. | |
| ПК-2 | + | + | + | | + | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Собеседование, Отчет по лабораторной работе, Тест |
| ПК-7 | | + | | + | + | Домашнее задание, Конспект самоподготовки, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест |

Согласована на портале № 37154

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 15 Радиотехнические методы определения координат и их производных. | ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВОГО ПЕЛЕНГАТОРА АРП-6Д. | 4 | ПК-2 |
| | ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ФАЗОВОЙ УГЛОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ. | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 17 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора. | ОБНАРУЖЕНИЕ ЦЕЛЕЙ И ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИЕЙ В РЕЖИМЕ ОБЗОРА. | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| 21 Частотный метод измерения дальности. | ИССЛЕДОВАНИЕ САМОЛЕТНОГО РАДИОВЫСОТОМЕРА РВ-20. | 4 | ПК-2 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 16 | |
| Итого | | 16 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | |
| 2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем. | Математическая модель сигналов и помех.Некоторые разделы теории вероятностей и статистической радиотехники. | 2 | ПК-7 |
| | Итого | 2 | |
| 5 Обнаружение детерминированного сигнала. | Соотношение сигнал-шум.Энергия сигнала.Спектральная плотность мощности белого шума.Вероятности ложной тревоги и правильного обнаружения.Функция ошибок.Корреляционный интеграл.Структурная схема оптимального обнаружителя. | 4 | ПК-7 |

Согласована на портале № 37154

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 4 | |
| 15 Радиотехнические методы определения координат и их производных. | Импульсный метод измерения дальности. | 3 | ПК-7 |
| | Точность измерения координат радиолокационных целей. | 3 | |
| | Итого | 6 | |
| 16 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики. | Методы обзора пространства в радиолокации. | 2 | ПК-7 |
| | Индикаторные выходные устройства. | 2 | |
| | Методика выбора основных технических показателей РЛС. | 3 | |
| | Итого | 7 | |
| 18 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов. | Физические основы радиотехнических методов определения координат и скорости объектов. | 4 | ПК-7 |
| | Расчет ЭПР типовых радиолокационных целей. | 4 | |
| | Итого | 8 | |
| 20 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве. | Дальность действия радиотехнических систем в свободном пространстве. | 5 | ПК-7 |
| | Итого | 5 | |
| Итого за семестр | | 32 | |
| 8 семестр | | | |
| 22 Спутниковые радионавигационные системы. | Спутниковые радионавигационные системы. | 6 | ПК-2 |
| | Итого | 6 | |
| 23 Дальность действия радиолиний. | Дальность действия радиолиний. | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| 24 Селекция движущихся целей. | Фильтр чересперiодной компенсации, его характеристики.Расчет доплеровских частот для типовых ситуаций. | 4 | ПК-7 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 14 | |
| Итого | | 46 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | |

Согласована на портале № 37154

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 Общая модель радиотехнической системы. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 2 Поля, сигналы, помехи. Предмет статистической теории радиотехнических систем. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 3 Представление сигналов и помех. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 4 Нормальный вектор и нормальный случайный процесс. Белый шум. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 5 Обнаружение детерминированного сигнала. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 6 Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 7 Обнаружение случайных сигналов. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 8 Оценка амплитуды сигнала. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 10 Понятие о разрешении и разрешающей способности. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 11 Функция неопределенности в теории разрешения. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 12 Разрешение по времени запаздывания. Простые и сложные сигналы. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 13 Виды сложных сигналов. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 14 Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |

Согласована на портале № 37154

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| сигнала. | | | | |
| 15 Радиотехнические методы определения координат и их производных. | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6 | ПК-2 | Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Итого | 6 | | |
| 17 Построение и основные характеристики РЛС кругового обзора. | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | ПК-2 | Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Итого | 2 | | |
| 18 Радиолокационные цели и формирование отраженных сигналов. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 19 Эффективная площадь рассеяния простейших объектов. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 20 Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве. | Проработка лекционного материала | 1 | ПК-2 | Тест |
| | Итого | 1 | | |
| 21 Частотный метод измерения дальности. | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4 | ПК-2 | Отчет по лабораторной работе, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| Итого за семестр | | 28 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| 8 семестр | | | | |
| 22 Спутниковые радионавигационные системы. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 6 | ПК-2 | Домашнее задание, Тест |
| | Итого | 6 | | |
| 23 Дальность действия радиолиний. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-7 | Домашнее задание, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 24 Селекция движущихся целей. | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 4 | ПК-7 | Домашнее задание, Тест |
| | Итого | 4 | | |
| 25 Классификация радиолокационных и радионавигационных систем, их тактические и технические характеристики. | Выполнение курсового проекта / курсовой работы | 10 | ПК-7 | Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест |
| | Итого | 10 | | |

Согласована на портале № 37154

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 26 Влияние отражения радиоволн от земной поверхности на дальность действия РЛС. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-7 | Конспект самоподготовки, Тест |
| | Итого | 8 | | |
| 27 Влияние условий распространения радиоволн на дальность действия радиолокационных и радионавигационных систем. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-2 | Собеседование, Тест |
| | Итого | 8 | | |
| 28 Обнаружение сигнала со случайными амплитудой и начальной фазой. | Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса | 8 | ПК-2 | Конспект самоподготовки, Тест |
| | Итого | 8 | | |
| Итого за семестр | | 48 | | |
| Итого | | 112 | | |

## 10. Курсовой проект / курсовая работа

Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость аудиторных занятий и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

| Наименование аудиторных занятий | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| 8 семестр | | |
| Указано в методических указаниях. | 10 | ПК-7 |
| Итого за семестр | 10 | |

### 10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

- Импульсная самолетная РЛС для наблюдения за надводными кораблями.
- РЛС обзора летного поля.
- Корабельная РЛС с непрерывным излучением и частотной модуляцией.
- РЛС системы противовоздушной обороны.
- Радиовысотомер для пилотирования самолетов гражданской авиации.
- Носимая РЛС разведки наземных движущихся целей.

Согласована на портале № 37154

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 7 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 7 | 7 | 7 | 21 |
| Отчет по лабораторной работе | 10 | 15 | 15 | 40 |
| Тест | 4 | 3 | 2 | 9 |
| Итого максимум за период | 21 | 25 | 24 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 21 | 46 | 70 | 100 |
| 8 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Конспект самоподготовки | 7 | 7 | 7 | 21 |
| Отчет по курсовому проекту / курсовой работе | 10 | 12 | 14 | 36 |
| Собеседование | | 10 | 10 | 20 |
| Тест | 2 | 3 | 3 | 8 |
| Итого максимум за период | 24 | 37 | 39 | 100 |
| Нарастающим итогом | 24 | 61 | 100 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Согласована на портале № 37154

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 334 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1664 (дата обращения: 07.07.2018).

2. Радиотехнические системы : Учебник для вузов. - М. : Высшая школа , 1990. - 496 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Васин, Владимир Васильевич. Справочник-задачник по радиолокации : справочное издание. - М. : Советское радио , 1977. - 315[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 28 экз.)

2. Справочник по радиолокации : Пер. с англ.: В 4 т. / Ред. М. И. Скольник, Ред. пер. К. Н. Трофимов. Т. 1 : Основы радиолокации : справочное издание. - М. : Советское радио , 1976. - 454[2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 27 экз.)

3. Справочник по радиолокации : Пер. с англ.: В 4 т. / Ред. М. И. Скольник, Ред. пер. К. Н. Трофимов. Т. 3 : Радиолокационные устройства и системы : справочное издание. - М. : Советское радио , 1979. - 528 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 33 экз.)

4. Бакулев, Петр Александрович. Радионавигационные системы : Учебник для вузов. - М. : Радиотехника , 2005. - 224 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Радиотехнические системы. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: Методические указания по выполнению лабораторных работ / Денисов В. П., Дудко Б. П. - 2012. 167 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1196 (дата обращения: 07.07.2018).

2. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Методическое пособие по проведению практических занятий / Денисов В. П. - 2013. 33 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2852 (дата обращения: 07.07.2018).

3. Радиолокационные системы [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие по организации самостоятельной работы студентов / Денисов В. П. - 2012. 21 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1590 (дата обращения: 07.07.2018).

4. Радиотехнические системы [Электронный ресурс]: Методические указания к курсовому проектированию для студентов специальности 210302.65 «Радиотехника» / Денисов В. П. - 2012. 73 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1202 (дата обращения: 07.07.2018).

5. Проектирование радиотехнических систем [Электронный ресурс]: Методические указания по курсовому проектированию / Голиков А. М. - 2018. 24 с. - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7287 (дата обращения: 07.07.2018).

Согласована на портале № 37154

### 12.3.2. 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.

## 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется использовать базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, к которым у ТУСУРа есть доступ https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

# 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

## 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

### 13.1.1. 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 количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, 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:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение не требуется.

### 13.1.3. 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.);

Согласована на портале № 37154

- 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 Mathcad13, 14

**13.1.4. 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.

Состав оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

**13.2. 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 зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например,

Согласована на портале № 37154

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.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

ЭПР шара при его диаметре, заметно превышающем длину волны поля:
- является постоянной и не зависит от диаметра шара;
- является постоянной и зависит от диаметра шара через его квадрат;
- зависит от длины волны в минус четвертой степени;
- зависит от длины волны в четвертой степени.

ЭПР дождевого облака зависит от:
- длины волны в минус четвертой степени;
- длины волны в четвертой степени;
- длины волны в минус второй степени;
- длины волны во второй степени.

ЭПР дождевого облака:
- зависит от дальности как D^2;
- зависит от дальности как 1 / D^2;
- не зависит от дальности.

Величина ЭПР является:
- безразмерной величиной;
- измеряется в квадратных метрах;
- измеряется в метрах.

Величина удельной ЭПР измеряется в:
- децибелах;
- квадратных метрах;
- в метрах.

Вероятность правильного обнаружения зависит от энергии зондирующего импульса:
- верно;
- ошибочно.

Зависимость величины разрешения по дальности частотного дальномера от ширины спектра зондирующего импульса:
- прямая;
- обратная.

Чем определяется разрешение по дальности импульсного дальномера?
- длительностью зондирующего импульса;
- периодом зондирования;
- средней излучаемой мощностью.

Диаграмма неопределенности сигнала с линейной частотной модуляцией представляет собой:
- эллипс;
- окружность;
- прямоугольник.

Спектральная плотность мощности шума измеряется в:
- Вт/Гц;
- В;

Согласована на портале № 37154

- В^2;
- дБ.

Коррелятор — это устройство, которое вычисляет:
- Интеграл по времени от входного сигнала
- Произведение опорного сигнала и входного
- Интеграл по времени от произведения опорного сигнала и входного
- Свертку опорного сигнала с входным

Мощность теплового шума на входе малошумящего усилителя приемника прямо пропорциональна:
- Коэффициенту шума малошумящего усилителя
- Полосе частот принимаемого радиосигнала
- Несущей частоте принимаемого радиосигнала
- Существует сама по себе и ни от чего не зависит

Коэффициент шума малошумящего усилителя это:
- Отношение сигнал-шум на входе усилителя, деленное на отношение сигнал-шум на его выходе
- Уровень собственного шума усилителя, в dBm
- Величина kT, где T — температура окружающей среды, k — постоянная Больцмана
- Разница коэффициентов усиления усилителя (в dB), измеренных для двух опорных температур

Согласованный фильтр является:
- Линейным фильтром с постоянными параметрами
- Нелинейным фильтром с постоянными параметрами
- Линейным фильтром с переменными параметрами
- Нелинейным фильтром с переменными параметрами

Ширина диаграммы направленности антенны:
- обратно пропорциональна размеру ее апертуры;
- прямо пропорциональна размеру апертуры;
- не зависит от размера апертуры.

Увеличение степени шероховатости зеркала антенны приводит к:
- снижению коэффициента усиления антенны;
- сужению диаграммы направленности антенны;
- смещению спектра принимаемого сигнала.

Низколетящую цель в общем случае обнаружить:
- сложнее;
- проще.

Уголковый отражатель примечателен:
- широкой диаграммой направленности и сравнительно большой ЭПР;
- широкой диаграммой направленности и сравнительно малой ЭПР;
- узкой диаграммой направленности и сравнительно большой ЭПР;
- узкой диаграммой направленности и сравнительно малой ЭПР;

Большая металлическая пластина примечательна тем, что:
- ее ЭПР практически не зависит от угла облучения;
- ее ЭПР сильно зависит от угла облучения.

При зондировании некоторой реальной сложной цели горизонтально поляризованной волной, отраженная волна в общем случае будет:
- иметь две компоненты: горизонтальную и вертикальную;
- иметь горизонтальную поляризацию.

В радиолокации применяют:
- критерий идеального наблюдателя;
- критерий Неймана-Пирсона.

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Дальность действия линии связи в свободном пространстве.

Радиотехнические методы определения местоположения.

Согласована на портале № 37154

Дальность действия активной РЛС в свободном пространстве.

Основные тактические и технические параметры РЛС.

Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов.

Понятие об ЭПР радиолокационных целей. Классификация целей.

Методика расчета ЭПР объемно-распределенных целей.

Понятие о сжатии импульсов в радиолокации. Оптимальная обработка ФКМ сигналов.

Влияние Земли на дальность действия РЛС.

Влияние атмосферы на дальность действия РЛС.

Влияние эффекта Допплера на работу ЧМ дальномера.

Характеристики ЭПР реальных радиолокационных целей.

Использование в РЛ сигналов сложной формы.

Импульсный метод измерения дальности: обобщенная структурная схема дальномера; основные расчетные соотношения.

Принцип действия частотного дальномера; основные расчетные соотношения.

ЭПР поверхностно распределенных целей.

РЛС кругового обзора; структурная схема и основные расчетные соотношения при круговом обзоре.

Физические основы радиотехнических методов обнаружения объектов, определение их координат и скорости.

### 14.1.3. Вопросы на самоподготовку

Как зависит дисперсия оценки времени запаздывания сигнала от ширины его спектра? От отношения сигнал-шум?

Как зависит дисперсия оценки частоты сигнала от его длительности? От отношения сигнал-шум?

Можно ли оценить частоту сигнала с помощью дискретного преобразования Фурье? Если да, опишите алгоритм работы такого оценивателя.

### 14.1.4. Вопросы на собеседование

Зависит ли ЭПР участка площадью S от угла облучения? Каким образом?

От чего зависит значение коэффициента отражения от поверхности?

Что такое разрешаемая площадь?

Как зависит от дальности ЭПР объемно распределенной цели?

Как зависит от длины волны ЭПР дождевого облака? От интенсивности дождя?

Как распределена ЭПР множества случайно расположенных элементарных отражателей? Меняется ли распределение ЭПР при появлении ярко выраженной стабильно отражающей цели? Каким образом?

Что такое "блестящая точка"?

От чего зависят спектральные характеристики отраженного сигнала?

Что такое угловой шум цели?

Какова средняя ЭПР человека?

Зависит ли от частотного диапазона степень влияния условий распространения радиоволн на дальность действия РЛС? От времени суток? От высот антенн?

По какому закону уменьшается мощность радиоволн при наличии поглощения в среде распространения?

Влияют ли молекулы кислорода на степень поглощения миллиметровых радиоволн? Молекулы водяного пара?

Каким образом делается коррекция дальности действия на поглощение радиоволн?

Как влияет рефракция радиоволн на дальность действия РЛС?

Более дальнобойными, в условиях распространения над земной поверхностью, являются волны с меньшей или большей длиной волны?

### 14.1.5. Темы домашних заданий

Цель удалена от РЛС на 75 км. Какую дальность до цели покажет индикатор станции, если период следования импульсов равен 300 мкс?

Определить разность фаз колебаний при измерении угловой координаты фазовым методом,

Согласована на портале № 37154

если расстояние между приемными антеннами равно 75 см, длина волны 25 см и угол phi = 5 градусов.

Найти радиус шара R, сторону квадратной пластины a, длину ребра уголкового отражателя b, имеющих ЭПР при длине волны 3 см, равную ЭПР крейсера.

Определить вероятности правильного обнаружения и ложной тревоги при обнаружении полностью известного сигнала, если пороговый уровень 10, отношение сигнал-шум 20.

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВОГО ПЕЛЕНГАТОРА АРП-6Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ФАЗОВОЙ УГЛОМЕРНОЙ СИСТЕМЫ.

ОБНАРУЖЕНИЕ ЦЕЛЕЙ И ИЗМЕРЕНИЕ КООРДИНАТ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИЕЙ В РЕЖИМЕ ОБЗОРА.

ИССЛЕДОВАНИЕ САМОЛЕТНОГО РАДИОВЫСОТОМЕРА РВ-20.

### 14.1.7. Зачёт

Дальность действия линии связи в свободном пространстве.

Радиотехнические методы определения местоположения.

Дальность действия активной РЛС в свободном пространстве.

Основные тактические и технические параметры РЛС.

Оптимальные обнаружители одиночных радиоимпульсов.

Понятие об ЭПР радиолокационных целей. Классификация целей.

Методика расчета ЭПР объемно-распределенных целей.

Понятие о сжатии импульсов в радиолокации. Оптимальная обработка ФКМ сигналов.

Влияние Земли на дальность действия РЛС.

Влияние атмосферы на дальность действия РЛС.

Влияние эффекта Допплера на работу ЧМ дальномера.

Характеристики ЭПР реальных радиолокационных целей.

Использование в РЛ сигналов сложной формы.

Импульсный метод измерения дальности: обобщенная структурная схема дальномера; основные расчетные соотношения.

Принцип действия частотного дальномера; основные расчетные соотношения.

ЭПР поверхностно распределенных целей.

РЛС кругового обзора; структурная схема и основные расчетные соотношения при круговом обзоре.

Физические основы радиотехнических методов обнаружения объектов, определение их координат и скорости.

### 14.1.8. Темы курсовых проектов / курсовых работ

РЛС обзора летного поля.

Корабельная РЛС с непрерывным излучением и частотной модуляцией.

РЛС системы противовоздушной обороны.

Радиовысотомер для пилотирования самолетов гражданской авиации.

Носимая РЛС разведки наземных движущихся целей.

## 14.2. 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 14.

Согласована на портале № 37154

Таблица 14 – 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 исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. 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 № 37154