

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
Институт радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке  
В.В. Кружаев

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОНИКИ, РАДИОТЕХНИКИ И СИСТЕМ СВЯЗИ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа:</b> <i>Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии. Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Радиолокация и радионавигация.</i>	<b>Код ОП</b> <i>11.06.01</i>
<b>Направление подготовки:</b> <i>Электроника, радиотехника и системы связи.</i>	<b>Код направления и уровня подготовки</b>
<b>Уровень подготовки:</b> <i>высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации.</i>	<i>11.06.01</i>
<b>ФГОС ВО</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО:</b> <i>30.07.2014 г. № 876 с изменениями и дополнениями от 30.04.2015 г.</i>

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2018 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

<b>№ п/п</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Структурное подразделение</b>	<b>Подпись</b>
1	Важенин Владимир Григорьевич	К.т.н., доцент	доцент	департамент радиоэлектроники и связи	
2	Лесная Любовь Леонидовна	нет	научный сотрудник	департамент радиоэлектроники и связи	

Рекомендовано учебно-методическим советом Института радиоэлектроники и информационных технологий-РТФ

Председатель учебно-методического совета \_\_\_\_\_ В.Г. Коберниченко

Согласовано:

Начальник ОПНПК \_\_\_\_\_ Е.А.Бутрина

# **1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ПРОБЛЕМЫ ЭЛЕКТРОНИКИ, РАДИОТЕХНИКИ И СИСТЕМ СВЯЗИ»**

## **1.1 Аннотация содержания дисциплины**

Настоящая программа базируется на вузовских дисциплинах, соответствующих государственному образовательному стандарту по направлению «Радиотехника»: радиотехнические цепи и сигналы; электродинамика и распространение радиоволн; схемотехника аналоговых устройств; схемотехника цифровых устройств; микропроцессоры; устройства СВЧ и антенны; электроника; основы формирования и обработки сигналов; устройства приема и преобразования сигналов; вычислительные устройства и системы; радиотехнические системы.

Дисциплина «Проблемы электроники, радиотехники и систем связи» является дисциплиной по выбору студента учебного плана послевузовского профессионального образования для направленностей «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения», «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии», «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» и «Радиолокация и радионавигация».

## **1.2 Язык реализации дисциплины – русский.**

## **1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у аспиранта следующих компетенций:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
  - готовность организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4).

*Для направленности «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»:*

- способность проводить исследования, разработку, проектирование и эксплуатацию устройств и систем, использующих электромагнитные волны для передачи и приема информации в средствах радиосвязи и телевидения, в метрологии, биологии, медицине и промышленной технологии; а также проводить исследования по созданию теории новых электромагнитных явлений и принципов работы радиотехнических устройств и систем (ПК-1).

*Для направленности «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии»:*

- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования антенн и устройств СВЧ, применяя теоретические методы исследований, численные методы моделирования, экспериментальные методы измерений антенн и устройств СВЧ для различных видов конструктивного и технологического исполнения (ПК-1).

*Для направленности «Системы, сети и устройства телекоммуникаций»:*

- способность синтезировать и анализировать системы, сети и устройства телекоммуникации (ПК-1).

*Для направленности «Радиолокация и радионавигация»:*

- способность проводить исследования и разрабатывать новые системы и устройства радиолокации и радионавигации, новые методы и алгоритмы обработки радиолокационной и радионавигационной информации с целью расширения функциональных возможностей, увеличения дальности действия, точности и разрешающей способности, повышения помехозащищенности и помехоустойчивости (ПК-1).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

- осуществлять инновационную, организационную и коммуникативную деятельность, самосовершенствоваться и развивать творческий потенциал (РО-1);
- проводить теоретические и прикладные исследования по расчету, проектированию и эксплуатации радиолокационного и радионавигационного оборудования с применением современных информационных технологий (РО-2);
- проводить научные исследования в области разработки и совершенствования радиоэлектронного оборудования, представлять их результаты, использовать полученные знания при разработке учебно-методического обеспечения и в преподавательской деятельности по направлению «Электроника, радиотехника и системы связи» (РО-3);
- осуществлять управленческую, проектную и научно-аналитическую деятельность в направлении «Электроника, радиотехника и системы связи» (РО-4).

**Знать:**

- типы радиоэлектронных схем;
- принципы функционирования радиоэлектронных устройств в ВЧ и СВЧ диапазонах;
- теоретические методы анализа и синтеза радиоэлектронных устройств;
- тенденциях развития электроники, элементной и технологической базы радиолокации и радионавигации и влиянии этого развития на выбор перспективных технических решений, обеспечивающих конкурентоспособность разрабатываемой аппаратуры;
- методы теоретического и экспериментального исследований устройств формирования и генерирования и обработки сигналов;
- методы выбора радиоэлектронных устройств для конкретных применений;
- методы построения и способы реализации на ЭВМ имитационных моделей радиоэлектронных устройств формирования и обработки сигналов.

**Уметь:**

- осуществлять синтез структурных и электрических схем радиолокации и радионавигации, грамотно и целенаправленно осуществлять оптимизацию параметров и структуры схем;
- использовать научно-техническую и справочную литературу.

**Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):**

- методами выполнения инженерных расчетов и принятия профессиональных решений по проектированию устройств радиолокации и радионавигации;
- моделями активных приборов, используемых в радиолокации и радионавигации;
- методами, необходимыми для выбора элементной базы и конструкторских решений с учетом требований надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, электромагнитной совместимости и технологичности;
- методами проведения расчетов и вычислительных экспериментов на ЭВМ для оценки показателей эффективности устройств;
- методами работы с научно-технической документацией, технической литературой и другими информационными источниками для решения профессиональных задач.

## 1.4 Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)*	5
1.	Аудиторные занятия	4	4	4
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия	0	0	0
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	Самостоятельная работа аспирантов, включая все виды текущей аттестации	104	0	104
6.	Промежуточная аттестация			Зачет
7.	Общий объем по учебному плану, час.	108		108
8.	Общий объем по учебному плану, з.е.	3		3

## 2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Статистическая радиотехника	<p><i>Математическое описание и методы анализа сигналов и помех</i></p> <p>Пространство сигналов. Метрические и линейные пространства сигналов.</p> <p>Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы.</p> <p>Интегральные представления сигналов.</p> <p>Дискретные сигналы и их анализ. Дискретное преобразование Фурье и Гильберта и их свойства.</p> <p>Решетчатые функции. Z- преобразование.</p> <p>Сообщения, сигналы и помехи. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала.</p> <p>Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов. Моментные и корреляционные функции. Спектральная плотность.</p> <p><i>Модели радиотехнических цепей и устройств</i></p> <p>Линейные цепи и устройства с постоянными параметрами. Активные линейные цепи.</p>

		<p>Нелинейные цепи и устройства. Методы анализа нелинейных цепей.</p> <p>Дискретные линейные системы. Методы анализа и синтеза дискретных радиотехнических устройств.</p> <p>Цифровые фильтры. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры.</p> <p>Следящие радиотехнические системы. Статистическая динамика радиотехнических следящих систем.</p> <p><b>Цифровые методы обработки сигналов</b></p> <p>Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Цифровая фильтрация во временной и частотной областях. Цифровой спектральный анализ. Быстрое преобразование Фурье. Цифровая обработка многомерных сигналов и изображений.</p>
P2	<b>Системы радиосвязи и телевидения</b>	<p><b>Радиосистемы и устройства передачи информации</b></p> <p>Области применения и задачи передачи информации. Мера количества информации (Хартли, К. Шеннон). Энтропия источника информации и ее свойства. Избыточность. Производительность. Дифференциальная энтропия.</p>
P3	<b>Радиотехнические устройства</b>	<p><b>Антенны: излучение и прием радиоволн, распространение электромагнитных волн</b></p> <p>Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. Свободные электромагнитные волны и решение однородных уравнений электродинамики. Плоские волны на границе раздела однородных сред. Рефракция радиоволн в неоднородных средах. Решение электродинамической задачи рассеяния радиоволн на телах заданной формы. Распространение радиоволн в природных условиях. Явления дифракции и интерференции.</p> <p>Канализация радиоволн. Волноводы и фидеры. Теория цепей СВЧ. Электромагнитные резонаторы. Взаимные и невзаимные устройства СВЧ.</p> <p>Элементы теории антенн. Типы направляющих систем. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. Приемная и передающая антенны, их параметры и характеристики. Влияние вида распределения электромагнитного поля в раскрыве антенны на основные параметры антенн.</p> <p>Техническая реализация антенн в различных диапазонах радиоволн.</p> <p><b>Устройства генерирования и формирования сигналов</b></p> <p>Генераторы и автогенераторы в РЛС и РНС. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокочастотных колебательных систем</p>

		<p>(резонаторов). Кварцевые генераторы. Квантовые эталоны частоты. Умножители частоты. Синтезаторы частот. Факторы, ограничивающие мощность генераторов. Суммирование мощностей генераторов.</p> <p><b>Устройства приема и преобразования сигналов</b></p> <p>Основные типы радиоприемных устройств в РЛС и РНС. Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Частотный план радиоприемника. Детекторы сигналов.</p>
P4	<p><b>Статистическая теория радиотехнических систем</b></p>	<p><b>Статистическая теория обработки сигналов в радиотехнических системах</b></p> <p>Сообщения, сигналы и помехи. Передача, извлечение и разрушение информации. Радиосигналы. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры.</p> <p>Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов. Моментные и корреляционные функции. Спектральная плотность. Свойства корреляционных функций. Теорема Винера-Хинчина.</p> <p>Критерии и решающие правила оптимального обнаружения: критерий Байеса, минимаксный критерий, критерий Неймана-Пирсона, критерий Вальда и др. Показатели качества обнаружения сигналов. Методы синтеза оптимальных обнаружителей. Обнаружение детерминированных и квазидетерминированных сигналов на фоне «белого» шума.</p> <p>Обнаружение сигналов в негауссовых помехах.</p> <p>Оценивание времени запаздывания, частоты и фазы различных моделей сигнала. Оценивание параметров стохастических сигналов.</p> <p>Общие сведения о разрешении и распознавании сигналов (объектов). Характеристики (признаки) объектов и сигналов, используемые для разрешения и распознавания. Взаимосвязь задач разрешения и распознавания. Показатели качества разрешения и распознавания и решающие правила.</p> <p>Цифровые методы обработки сигналов. Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Методы синтеза алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры.</p>
P5	<p><b>Радиотехнические системы</b></p>	<p><b>Системы и устройства радиолокации</b></p> <p>Области применения и задачи радиолокации. Виды радиолокации. Обзор пространства. Виды обзора, зона обзора и время обзора.</p>

		<p>Физические основы радиолокации. Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) целей. Поляризационная матрица рассеяния. Модели реальных точечных и протяженных целей. Наблюдаемость точечных целей на фоне протяженных (радиолокационный контраст). Дальность действия РЛС. Влияние атмосферы и подстилающей поверхности на дальность действия РЛС.</p> <p>Устройства обнаружения (обнаружители) радиолокационных сигналов. Структуры обнаружителей. Обнаружители пачек когерентных и некогерентных радиоимпульсов на фоне шума и коррелированных помех. Цифровые обнаружители. Знаковые, ранговые, робастные и адаптивные обнаружители. Методы стабилизации уровня ложных тревог. Пороговая мощность радиолокационного сигнала.</p> <p>Разрешающая способность по дальности, угловым координатам и скорости. Выбор зондирующего сигнала.</p> <p>Простые и сложные сигналы. Двумерная корреляционная функция (ДКФ) зондирующего сигнала. Функция неопределенности (ФН) и диаграмма неопределенности (ДН) радиолокационных сигналов. Методы измерения координат и параметров движения целей. Следящие и неследящие измерители.</p> <p>Пассивные, активные и комбинированные помехи. Характеристики помех. Борьба с пассивными помехами. Селекция движущихся целей (СДЦ). Когерентно-импульсные РЛС.</p> <p>РЛС с синтезированной апертурой (РСА). Выбор параметров РСА и структуры цифровой обработки. Радиоинтерферометры со сверхдлинной базой. Апертурный синтез. Радиовидение.</p> <p><b>Системы и устройства радионавигации</b></p> <p>Методы определения местоположения объекта и способы вывода его в заданную точку пространства. Принципы радионавигации и методы технической реализации радионавигационных систем (РНС) и устройств (РНУ). Методы радиоуправления в радионавигации.</p> <p>Командное следящее радиоуправление, автономное радиоуправление, радиоуправление при наведении по лучу, управление космическими аппаратами. Особенности радиолиний управления объектами.</p> <p>Автономные РНС: системы счисления пути. Радиосистемы навигации по геофизическим полям Земли. Радиовысотомеры и доплеровские измерители скорости и угла сноса летательных аппаратов (ДИС). Корреляционно-экстремальные измерители скорости. Обзорно-сравнительные радионавигационные системы. Системы навигации по рельефу и карте местности.</p>
--	--	--

		<p>Комплексирование навигационных систем с радиотехническими и нерадиотехническими датчиками. Интегрированные РНС.</p> <p>Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Передача сведений об орбитах спутников потребителю для целей навигации. Особенности построения и функционирования СРНС.</p> <p>Радиосистемы ближней навигации (РСБН). Радиосистемы посадки летательных аппаратов.</p> <p><b>Системы и устройства разрушения информации</b></p> <p>Область применения и задачи систем разрушения информации (радиоэлектронной борьбы □ РЭБ).</p> <p>Радиотехническая разведка (РТР). Построение систем и устройств РТР. Определение параметров радиосигналов радиотехнических систем различного назначения средствами РТР. Методы определения местоположения радиоэлектронных систем (РЭС). Эффективность средств РТР.</p> <p>Методы и средства разрушения информации.</p> <p>Радиоэлектронная маскировка.</p> <p>Основные организационные методы помехозащиты. Изменение параметров радиосигнала в процессе работы, борьба с помехами с помощью устройств селекции радиосигналов.</p>
Р6	Статистическая теория связи	<p>Общие сведения о системах и сетях телекоммуникаций. Информация, сообщения, сигналы. Системы и сети телекоммуникаций – среда информационного обмена, их назначения, задачи, состав предоставляемых услуг.</p> <p><b>Радиосигналы</b></p> <p>Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала, Частотно-временная матрица. Простые и сложные (составные) сигналы. Генерация сигналов разных типов.</p> <p>Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов.</p> <p>Огибающая фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.</p> <p>Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций.</p> <p>Свойства и использование однополостной модуляции. Особенности модуляции и детектирования при дискретном модулирующем сигнале.</p> <p>Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных случайным процессом.</p> <p>Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы.</p> <p><b>Принципы многоканальной связи</b></p> <p>Классификация методов уплотнения каналов. Линейные методы уплотнения каналов и доступа. Частотное, временное и фазовое разделение каналов, разделение каналов по форме сигналов. Основы</p>

		<p>линейной теории уплотнения и разделения каналов. Примеры нелинейного уплотнения каналов. Принципы пакетной передачи информации (незакреплённые каналы). Нарушение масштаба времени и потери при пакетной передаче информации.</p> <p><b>Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи</b></p> <p>Классификация сообщений, сигналов и помех. Случайные процессы и их основные характеристики. Энергетические характеристики случайных процессов, энергетические спектры, свойства корреляционных функций, теорема Винера – Хинчина. Гауссовские и марковские случайные процессы. Узкополосные, случайные процессы. Выбросы случайных процессов.</p> <p><b>Преобразование сигналов и помех в каналах связи</b></p> <p>Методы анализа стационарных и переходных режимов каналов связи. Линейные каналы с постоянными параметрами. Прохождение сигналов и помех через линейные каналы с постоянными параметрами. Методы анализа нелинейных каналов. Преобразование сигналов и помех в нелинейных каналах с постоянными параметрами. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.</p> <p>Каналы связи с переменными параметрами, прохождение сигналов через каналы связи с переменными параметрами. Распределение энергии сигнала во временной и частотной областях. Дискретные линейные каналы. Методы анализа и синтеза дискретных каналов связи и их устройств.</p> <p><b>Помехоустойчивость систем передачи сообщений</b></p> <p>Задачи синтеза оптимальных приёмников. Критерии качества приёма сообщений. Оптимальные алгоритмы приёма при полностью известных параметрах сигналов (когерентный приём), понятие согласованного фильтра. Согласованные фильтры для основных типов сигналов. Помехоустойчивость оптимального когерентного приёма дискретных сигналов.</p> <p><b>Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи</b></p> <p>Проблема обеспечения высокой точности передачи дискретных сообщений в каналах с помехами. Потенциальные возможности дискретных каналов связи, теорема К. Шеннона для дискретного канала связи.</p> <p>Потенциальные возможности непрерывных каналов связи при передаче дискретных сообщений. Пропускная способность канала связи.</p>
Р7	Системы и сети телекоммуникаций	<p><b>Элементы теории массового обслуживания</b></p> <p>Основные понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания (СМО), типовые распределения в теории массового обслуживания, показатели эффективности СМО,</p>

		<p>теорема Литтла, области применения, методы исследования СМО.</p> <p>Модели входных потоков.</p> <p>Общие модели СМО, методы моделирования входных потоков, методы моделирования процедуры обслуживания требований, моделирование по времени и по событиям, планирование статистического эксперимента, методы сокращения времени моделирования, смешанные (аналитические и имитационные) методы анализа СМО.</p> <p>Понятие сетей массового обслуживания.</p> <p>Марковские сети массового обслуживания, моделирование систем передачи данных сетями массового обслуживания.</p> <p><b>Архитектура систем и сетей телекоммуникаций</b></p> <p>Основы сетевых технологий. Архитектура и основные элементы телекоммуникационных сетей. Архитектура взаимодействия открытых систем. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ВОС).</p> <p>Системы и сети телекоммуникаций. Наземные средства систем и сетей телекоммуникаций. Сети проводной телефонии.</p> <p>Радиорелейные линии связи.</p> <p>Системы пейджинговой радиосвязи.</p> <p>Системы сотовой связи. Транкинговые системы связи. Специальные системы связи: войсковые, с подводными или подземными объектами и др.</p> <p>Стратегия развития систем спутниковой связи. Примеры и особенности действующих систем.</p> <p>Системы связи с использованием геостационарных спутников.</p> <p>Дальность радиосвязи. Расчет энергетического потенциала радиолинии. Факторы, ограничивающие дальность действия канала радиосвязи: энергообеспечение, влияние параметров канала (затухание, рефракция и т.п.), помехи и др.</p> <p>Принципы обеспечения информационной безопасности систем и сетей телекоммуникаций.</p>
--	--	--

### 3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

#### 3.1 Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины



## 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1 Лабораторные работы

*Не предусмотрено.*

### 4.2 Практические занятия

*Не предусмотрено.*

### 4.3 Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

*Не предусмотрено.*

#### 4.3.2. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

*Не предусмотрено.*

#### 4.3.3 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

*Не предусмотрено.*

#### 4.3.4 Примерная тематика контрольных работ

*Не предусмотрено.*

#### 4.3.5 Примерная тематика коллоквиумов

*Не предусмотрено.*

## 5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

	Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
		Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента
P1	Статистическая радиотехника				*							
P2	Системы радиосвязи и телевидения				*							
P3	Радиотехнические устройства				*							
P4	Статистическая теория радиотехнических систем				*							
P5	Радиотехнические системы				*							
P6	Статистическая теория связи				*							
P7	Системы и сети телекоммуникаций				*							

## 6 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ПРИЛОЖЕНИЕ 1)

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Рекомендуемая литература

#### 7.1.1 Основная литература

1. Никитин, Н.П. Прием и обработка сигналов в цифровых системах передачи: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Никитин, В.И. Лузин. – Екатеринбург : УрФУ, 2013. – 124 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98917>.
2. Радиолокационные системы : учеб. / П.А. Бакулев. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – Москва : Радиотехника, 2007. – 376 с. 31 экз.
3. [Горелов, С.В.](#) Основы научных исследований : учебное пособие [Электронный ресурс] / С.В. Горелов ; В.П. Горелов ; Е.А. Григорьев. – 2-е изд., стер. – М.: Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 534 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=443846>.
4. Мандель, Б.Р. Педагогика : учебное пособие [Электронный ресурс] / Б.Р. Мандель. – 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2014. – 288 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463778>.
5. Кулинич, А.П. Схемотехника электронных средств (Схемотехника) : учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / А.П. Кулинич. – Москва : ТУСУР, 2012. – 43 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11275>.
6. Дистанционное зондирование Земли : учебное пособие. [Электронный ресурс] / под ред. В.М. Владимирова. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2014. – 196 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364521>.
7. Никитин, Н.П. Устройства приёма и обработки сигналов. Системы управления приемником. Устройства борьбы с помехами : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н.П. Никитин, В.И. Лузин.. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 88 с. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/28676>.
8. Фальковский, О.И. Техническая электродинамика [Электронный ресурс] / О.И. Фальковский. – Санкт-Петербург : Лань, 2009. – 432 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/403>.
9. Проектирование узлов цифровой электронной техники: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 36 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/52331>.
10. Яценков, В.С. Основы спутниковой навигации: Системы GPS NAVSTAR и ГЛОНАСС / В.С. Яценков. – М. : Горячая линия - Телеком, 2005. – 272 с. 18 экз.
11. Шошина, К.В. Геоинформационные системы и дистанционное зондирование : учебное пособие [Электронный ресурс] / К.В. Шошина, Р.А. Алешко. – Архангельск : ИД САФУ, 2014. – Ч. 1. – 76 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312310>.
12. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентоведение : учебное пособие [Электронный ресурс] / В.П. Алексеев ; Д.В. Озёркин. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 172 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=209000>.
13. [Каратаева, Н.А.](#) Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие. 1. Теория сигналов и линейные цепи [Электронный ресурс] / Н.А. Каратаева. – Томск : ТУСУР, 2012. – 261 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480452>.
14. [Каратаева, Н. А.](#) Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие. 2. Дискретная обработка сигналов и цифровая фильтрация [Электронный ресурс] /

Н.А. Каратаева. – Томск : ТУСУР, 2012. – 257 с. – Режим доступа:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480454>.

15. [Шайдуров, Г.Я.](#) Основы теории и проектирования радиотехнических систем : учебное пособие [Электронный ресурс] / Г.Я. Шайдуров. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2010. – 282 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229385>.

### 7.1.2 Дополнительная литература

1. Колосовский, Е.А. Устройства приёма и обработки сигналов : учебное пособие / Е.А. Колосовский. – М. : Горячая линия – Телеком, 2007. – 456 с. 21 экз.
2. Тяпкин, В.Н. Методы определения навигационных параметров подвижных средств с использованием спутниковой радионавигационной системы ГЛОНАСС [Электронный ресурс] / В.Н. Тяпкин, Е.Н. Гарин. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. – 260 с. – Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229187>.
3. Горячкин, О.В. Лекции по статистической теории систем радиотехники и связи / О.В. Горячкин. – М. : Радиотехника, 2008. – 192 с. 44 экз.
4. Нефедов, Е.И. Дифракция электромагнитных волн на диэлектрических структурах [Электронный ресурс] / Е.И. Нефедов. – Москва : Наука, 1979. – 270 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477431>.
5. Бакулев, П.А. Радионавигационные системы : учебник для вузов. / П.А. Бакулев, А.А. Сосновский. Изд-е 2-е, испр. и доп. – М. : Радиотехника, 2005. – 224 с. 28 экз.
6. Вестник ГЛОНАСС. Межотраслевой журнал о спутниковой навигации. Периодическое издание. – Режим доступа: <http://vestnik-glonass.ru>.
7. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений : практические советы [Электронный ресурс] / Р. Гонсалес, Р. Вудс. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва : Техносфера, 2012. – 1104 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233465>.
8. Гоноровский, И.С. Радиотехнические цепи и сигналы : учебное пособие для вузов / И.С. Гоноровский. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Радио и связь, 1994. – 480 с. 23 экз.
9. [Замотринский, В.А.](#) Устройства СВЧ и антенны : учебное пособие. 1. Устройства СВЧ [Электронный ресурс] / В.А. Замотринский ; Л.И. Шангина. – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 223 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=208566>.
10. Ботов, М.И. Введение в теорию радиолокационных систем : монография [Электронный ресурс] / М.И. Ботов, В.А. Вяхирев, В.В. Девотчак. – Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2012. – 394 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364046>.

### 7.2 Методические разработки

1. Шостак, А.С. Формирование и передача сигналов : учеб.-метод. пособие [Электронный ресурс] / А.С. Шостак. – Москва : ТУСУР, 2012. – 40 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10910>.
2. Корнилов И.Н. Тестирование навигационной аппаратуры потребителя GPS/ГЛОНАСС : учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / И.Н. Корнилов. – Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2017. – 40 с. – Режим доступа: <http://elar.urfu.ru/handle/10995/48970>.
3. Обработка радиолокационных данных дистанционного зондирования Земли: лабораторный практикум [Электронный ресурс] / В.Г. Коберниченко, О.Ю. Иванов, А.В. Сосновский, В.А. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2013. – 64 с. – Режим доступа: <http://hdl.handle.net/10995/46987>.

4. Трухин, М.П. Математическое моделирование радиотехнических устройств и систем: лабораторный практикум [Электронный ресурс] / М.П. Трухин. – Екатеринбург : УрФУ, 2014. – 190 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98324>.
5. Шабунин, С.Н. Измерение параметров антенн: учеб. пособие [Электронный ресурс] / С.Н. Шабунин, Ю.Е. Мительман, Н.С. Князев. – Электрон. дан. – Екатеринбург : УрФУ, 2014. – 56 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98961>.
6. Воеводин, С.В. Радиоэлектронные системы безопасности [Электронный ресурс] / С.В. Воеводин, Е.И. Духан, Н.Г. Саблина, А.А. Язовский. – УМК. – 2008. – Режим доступа: [http://study.urfu.ru/view/Aid\\_view.aspx?AidId=8244](http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=8244).
7. Полунатурное моделирование бортовых радиолокационных систем, работающих по земной поверхности: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. Г. Важенин [и др.]. – Электрон. дан. – Екатеринбург : УрФУ, 2015. – 208 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99050>.
8. Расчет и измерение характеристик устройств СВЧ и антенн: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю.Е. Мительман [и др.]. – Екатеринбург : УрФУ, 2016. – 140 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99085>.
9. Поршнев, С.В. Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB. + CD: учеб. пособие [Электронный ресурс] / С.В. Поршнев. – Санкт-Петербург : Лань, 2011. – 736 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/650>.

### 7.3 Программное обеспечение

Уральский федеральный университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения (MathCAD, Matlab, LabView и др.).

### 7.4 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационным справочным системам. Электронно-библиотечная система УрФУ и электронная информационно-образовательная среда обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет, как на территории образовательной организации, так и вне ее и обеспечивают одновременный доступ не менее 25% обучающихся по данному направлению подготовки.

1. Национальный открытый университет «ИНТУИТ» <http://www.intuit.ru/>.
2. Зональная научная библиотека УрФУ <http://lib.urfu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>
4. Федеральный портал. Российское образование <http://www.edu.ru/>.
5. Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ <http://study.urfu.ru/>.
6. Российская Государственная Библиотека (Информационно-поисковая система РГБ), Москва <http://www.rsl.ru/>.
7. Российская национальная библиотека (РНБ), Санкт-Петербург <http://www.nlr.ru/>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека (ГПНТБ), Москва <http://www.gpntb.ru/>.
9. Открытый международный архив электронных препринтов [arXiv.org](http://arXiv.org).
10. Базы патентов, открытый поиск [wipo.int](http://wipo.int).
11. Базы данных ВИНТИ <http://viniti.ru/>.
12. ФГБУ Федеральный институт промышленной собственности [http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content\\_ru/ru](http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru).
13. Центральная научная библиотека Уральского отделения РАН <http://cnb.uran.ru/resource/katalog>.

## 7.5 Электронные образовательные ресурсы

Режимы доступа к электронно-библиотечной системе:

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>

Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

Электронный каталог <http://opac.urfu.ru/>

Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>

Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>

Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>

В том числе:

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;

Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;

Scopus: <http://www.scopus.com/>

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

#### 1. Лаборатория, Мира, 32, Р-318

Современная эргономичная мебель для аспирантов – 8 рабочих мест,

Компьютеры (core 2 duo e6550 2.33, 4gb, radeon 4350,250gb) – 8 шт.,

Телевизор sharp – 1 шт.

Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection

#### 2. Лаборатория современных телекоммуникационных систем. Мира, 32. Р-417

Рабочих мест - 3,

учебных мест - 12,

рабочее место преподавателя (стол, стул),

доска маркерная,

телевизионный приемник - 2,

компьютер (3 ед.);

векторный генератор R&S SMU200A (двухканальный векторный генератор до 6 ГГц с опциями всех существующих телекоммуникационных и навигационных систем);

анализатор сигналов R&S FSQ26 (от 20 Гц до 26 ГГц);

лицензионное ПО: MS Office; Adobe Reader; System Center Endpoint Protection;

программное обеспечение HFSS (среда трехмерного электродинамического моделирования);

программное обеспечение AWR Design Environment (среда электродинамического моделирования микрополосковых устройств);

#### 3. Лаборатория Центра высоких технологий. Мира, 32. Р-046

Лабораторная мебель на 8 рабочих мест.

Демокомплекс на базе интерактивной доски esprin TIWEDT79,

Контроллер NI регистрирующий скоростной - 8шт,

Комплект датчиков Grove Smart Plant Care Kit for Arduino - 10 шт,

Комплект для отладки встроенных систем TE-STM32F4 STARTERKIT PRO с камерой и дисплейным модулем - 3 шт,

Комплект для отладки встроенных систем ARDUINO -4 шт,

Источник питания GPS-72303 - 3 шт,

Индукционная паяльная станция Quick-202D ESD - 10 шт,

Климатическая камера MC-711Py,

Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection

#### 4. Лаборатория. Мира, 32. Р-442

Учебная мебель на 25 рабочих мест;

компьютеры (Intel Core 2Duo CPU E6550 @ 2,33GHz 2 Gb RAM ATI Radeon HD 4350

БП Asus 450W Seagate 250Gb ) – 9 шт.,

телевизор sharp – 1 шт.,  
генераторы:  
низко-част. сигналов – 6 шт.,  
высокочастотных сигналов – 6 шт.,  
стенды – 7 шт.,  
цифровой осциллограф – 7 шт.  
Лицензионное ПО: MS Office, Adobe Reader, , System Center Endpoint Protection,  
MatLab, LabView, АСК4106(Акмаком)

## Приложение 1

### к рабочей программе дисциплины

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Критерии оценивания результатов контрольно-оценочных мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

### 6.2. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

#### 6.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

*Не предусмотрено.*

### **6.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

*Не предусмотрено.*

### **6.2.3. Примерные контрольные кейсы**

*Не предусмотрено.*

### **6.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

1. Пространство сигналов. Метрические и линейные пространства сигналов.
2. Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы.
3. Интегральные представления сигналов.
4. Дискретные сигналы и их анализ. Дискретное преобразование Фурье и Гильберта и их свойства. Решетчатые функции. Z- преобразование.
5. Сообщения, сигналы и помехи. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала.
6. Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов. Моментные и корреляционные функции. Спектральная плотность.
7. Линейные цепи и устройства с постоянными параметрами. Активные линейные цепи.
8. Нелинейные цепи и устройства. Методы анализа нелинейных цепей.
9. Дискретные линейные системы. Методы анализа и синтеза дискретных радиотехнических устройств. Цифровые фильтры. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры.
10. Следящие радиотехнические системы. Статистическая динамика радиотехнических следящих систем.
11. Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Цифровая фильтрация во временной и частотной областях. Цифровой спектральный анализ. Быстрое преобразование Фурье. Цифровая обработка многомерных сигналов и изображений.
12. Области применения и задачи передачи информации. Мера количества информации (Хартли, К. Шеннон). Энтропия источника информации и ее свойства. Избыточность. Производительность. Дифференциальная энтропия.
13. Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. Свободные электромагнитные волны и решение однородных уравнений электродинамики. Плоские волны на границе раздела однородных сред. Рефракция радиоволн в неоднородных средах.
14. Решение электродинамической задачи рассеяния радиоволн на телах заданной формы. Распространение радиоволн в природных условиях. Явления дифракции и интерференции.
15. Канализация радиоволн. Волноводы и фидеры. Теория цепей СВЧ. Электромагнитные резонаторы. Взаимные и невзаимные устройства СВЧ.
16. Элементы теории антенн. Типы направляющих систем. Элементарные излучатели. Ближняя и дальняя зоны. Приемная и передающая антенны, их параметры и характеристики. Влияние вида распределения электромагнитного поля в раскрыве антенны на основные параметры антенн.
17. Техническая реализация антенн в различных диапазонах радиоволн.
18. Генераторы и автогенераторы в РЛС и РНС. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Стабилизация с помощью высокочастотных колебательных систем (резонаторов). Кварцевые

- генераторы. Квантовые эталоны частоты. Умножители частоты. Синтезаторы частот. Факторы, ограничивающие мощность генераторов. Суммирование мощностей генераторов.
19. Основные типы радиоприемных устройств в РЛС и РНС. Узлы радиоприемников, их схемные решения и расчет. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Частотный план радиоприемника. Детекторы сигналов.
  20. Сообщения, сигналы и помехи. Передача, извлечение и разрушение информации. Радиосигналы. Радиосигналы с амплитудной и угловой (частотной и фазовой) модуляцией и их спектры. Радиосигналы со сложной (смешанной) модуляцией и их спектры.
  21. Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей, характеристические функции и функции распределения случайных процессов. Энергетические характеристики случайных процессов. Моментные и корреляционные функции. Спектральная плотность. Свойства корреляционных функций. Теорема Винера-Хинчина.
  22. Критерии и решающие правила оптимального обнаружения: критерий Байеса, минимаксный критерий, критерий Неймана-Пирсона, критерий Вальда и др. Показатели качества обнаружения сигналов. Методы синтеза оптимальных обнаружителей. Обнаружение детерминированных и квазидетерминированных сигналов на фоне «белого» шума.
  23. Обнаружение сигналов в негауссовых помехах.
  24. Оценивание времени запаздывания, частоты и фазы различных моделей сигнала. Оценивание параметров стохастических сигналов.
  25. Общие сведения о разрешении и распознавании сигналов (объектов). Характеристики (признаки) объектов и сигналов, используемые для разрешения и распознавания. Взаимосвязь задач разрешения и распознавания. Показатели качества разрешения и распознавания и решающие правила.
  26. Цифровые методы обработки сигналов. Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и выбор параметров кода. Методы синтеза алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры.
  27. Области применения и задачи радиолокации. Виды радиолокации. Обзор пространства. Виды обзора, зона обзора и время обзора.
  28. Физические основы радиолокации. Эффективная площадь рассеяния (ЭПР) целей. Поляризация матрица рассеяния. Модели реальных точечных и протяженных целей. Наблюдаемость точечных целей на фоне протяженных (радиолокационный контраст).
  29. Дальность действия РЛС. Влияние атмосферы и подстилающей поверхности на дальность действия РЛС.
  30. Устройства обнаружения (обнаружители) радиолокационных сигналов. Структуры обнаружителей. Обнаружители пачек когерентных и некогерентных радиоимпульсов на фоне шума и коррелированных помех. Цифровые обнаружители. Знаковые, ранговые, робастные и адаптивные обнаружители. Методы стабилизации уровня ложных тревог. Пороговая мощность радиолокационного сигнала.
  31. Разрешающая способность по дальности, угловым координатам и скорости. Выбор зондирующего сигнала.
  32. Простые и сложные сигналы. Двумерная корреляционная функция (ДКФ) зондирующего сигнала. Функция неопределенности (ФН) и диаграмма неопределенности (ДН) радиолокационных сигналов.
  33. Методы измерения координат и параметров движения целей. Следящие и неследящие измерители.
  34. Пассивные, активные и комбинированные помехи. Характеристики помех. Борьба с

- пассивными помехами. Селекция движущихся целей (СДЦ). Когерентно-импульсные РЛС.
35. РЛС с синтезированной апертурой (РСА). Выбор параметров РСА и структуры цифровой обработки. Радиointерферометры со сверхдлинной базой. Апертурный синтез. Радиовидение.
  36. Методы определения местоположения объекта и способы вывода его в заданную точку пространства. Принципы радионавигации и методы технической реализации радионавигационных систем (РНС) и устройств (РНУ). Методы радиоуправления в радионавигации.
  37. Командное следящее радиоуправление, автономное радиоуправление, радиоуправление при наведении по лучу, управление космическими аппаратами. Особенности радиолиний управления объектами.
  38. Автономные РНС: системы счисления пути. Радиосистемы навигации по геофизическим полям Земли. Радиовысотомеры и доплеровские измерители скорости и угла сноса летательных аппаратов(ДИС).
  39. Корреляционно-экстремальные измерители скорости. Обзорно-сравнительные радионавигационные системы. Системы навигации по рельефу и карте местности.
  40. Комплексование навигационных систем с радиотехническими и нерадиотехническими датчиками. Интегрированные РНС.
  41. Спутниковые радионавигационные системы (СРНС). Передача сведений об орбитах спутников потребителю для целей навигации. Особенности построения и функционирования СРНС.
  42. Радиосистемы ближней навигации (РСБН). Радиосистемы посадки летательных аппаратов.
  43. Область применения и задачи систем разрушения информации (радиоэлектронной борьбы РЭБ).
  44. Радиотехническая разведка (РТР). Построение систем и устройств РТР. Определение параметров радиосигналов радиотехнических систем различного назначения средствами РТР. Методы определения местоположения радиоэлектронных систем (РЭС). Эффективность средств РТР.
  45. Методы и средства разрушения информации.
  46. Радиоэлектронная маскировка.
  47. Основные организационные методы помехозащиты. Изменение параметров радиосигнала в процессе работы, борьба с помехами с помощью устройств селекции радиосигналов.
  48. Информация, сообщения, сигналы. Системы и сети телекоммуникаций – среда информационного обмена, их назначения, задачи, состав предоставляемых услуг.
  49. Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала, Частотно-временная матрица. Простые и сложные (составные) сигналы. Генерация сигналов разных типов.
  50. Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов.
  51. Огибающая фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.
  52. Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций.
  53. Свойства и использование однополостной модуляции. Особенности модуляции и детектирования при дискретном модулирующем сигнале.
  54. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных случайным процессом.
  55. Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы.
  56. Классификация методов уплотнения каналов. Линейные методы уплотнения каналов и доступа. Частотное, временное и фазовое разделение каналов, разделение каналов по форме сигналов. Основы линейной теории уплотнения и разделения каналов.
  57. Примеры нелинейного уплотнения каналов.

58. Принципы пакетной передачи информации (незакреплённые каналы). Нарушение масштаба времени и потери при пакетной передаче информации.
59. Классификация сообщений, сигналов и помех. Случайные процессы и их основные характеристики. Энергетические характеристики случайных процессов, энергетические спектры, свойства корреляционных функций, теорема Винера – Хинчина. Гауссовские и марковские случайные процессы. Узкополосные, случайные процессы. Выбросы случайных процессов.
60. Методы анализа стационарных и переходных режимов каналов связи. Линейные каналы с постоянными параметрами. Прохождение сигналов и помех через линейные каналы с постоянными параметрами.
61. Методы анализа нелинейных каналов. Преобразование сигналов и помех в нелинейных каналах с постоянными параметрами. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.
62. Каналы связи с переменными параметрами, прохождение сигналов через каналы связи с переменными параметрами. Распределение энергии сигнала во временной и частотной областях. Дискретные линейные каналы. Методы анализа и синтеза дискретных каналов связи и их устройств.
63. Задачи синтеза оптимальных приёмников. Критерии качества приёма сообщений. Оптимальные алгоритмы приёма при полностью известных параметрах сигналов (когерентный приём), понятие согласованного фильтра.
64. Согласованные фильтры для основных типов сигналов. Помехоустойчивость оптимального когерентного приёма дискретных сигналов.
65. Проблема обеспечения высокой точности передачи дискретных сообщений в каналах с помехами. Потенциальные возможности дискретных каналов связи, теорема К. Шеннона для дискретного канала связи.
66. Потенциальные возможности непрерывных каналов связи при передаче дискретных сообщений. Пропускная способность канала связи.
67. Основные понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания (СМО), типовые распределения в теории массового обслуживания, показатели эффективности СМО, теорема Литтла, области применения, методы исследования СМО.
68. Модели входных потоков.
69. Общие модели СМО, методы моделирования входных потоков, методы моделирования процедуры обслуживания требований, моделирование по времени и по событиям, планирование статистического эксперимента, методы сокращения времени моделирования, смешанные (аналитические и имитационные) методы анализа СМО.
70. Понятие сетей массового обслуживания.
71. Марковские сети массового обслуживания, моделирование систем передачи данных сетями массового обслуживания.
72. Основы сетевых технологий. Архитектура и основные элементы телекоммуникационных сетей. Архитектура взаимодействия открытых систем. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ВОС).
73. Системы и сети телекоммуникаций. Наземные средства систем и сетей телекоммуникаций. Сети проводной телефонии.
74. Радиорелейные линии связи.
75. Системы пейджинговой радиосвязи.
76. Системы сотовой связи. Транкинговые системы связи. Специальные системы связи: войсковые, с подводными или подземными объектами и др.
77. Стратегия развития систем спутниковой связи. Примеры и особенности действующих систем.
78. Системы связи с использованием геостационарных спутников.

79. Дальность радиосвязи. Расчет энергетического потенциала радиолинии. Факторы, ограничивающие дальность действия канала радиосвязи: энергообеспечение, влияние параметров канала (затухание, рефракция и т.п.), помехи и др.
80. Принципы обеспечения информационной безопасности систем и сетей телекоммуникаций.

#### **6.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

*Не предусмотрено.*

## 9 ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РПД

<b>Номер листа изменений</b>	<b>Номер протокола заседания учебно-методического совета института</b>	<b>Дата заседания учебно-методического совета института</b>	<b>Всего листов в документе</b>	<b>Подпись руководителя направления подготовки (ОП)</b>