



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«МИРЭА — Российский технологический университет»

РТУ МИРЭА

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор

_____ Н.И. Прокопов
« ____ » _____ 202__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.6 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Научная специальность

2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

Форма обучения

Очная

Москва 2025

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» являются:

1. Подготовка аспирантов к кандидатскому экзамену по специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» в соответствии с программой кандидатского минимума и паспортом научной специальности с учетом ключевых направлений исследований.

2. Освоение общепризнанных методов аналитического описания, научно-практического исследования, программно-численного анализа и построения радиотехнических систем и устройств, на базе которых основаны принципы создания и развития новых научно обоснованных решений, методов и разработок в области: сигнальных процессов радиотехнических систем, устройств генерации и преобразования сигналов; технической электродинамики, радиоволновых процессы и технологии; радиотехнических методов, систем и технологий приемопередачи информации; радиоинформационной алгоритмистики, программного моделирования и цифровой обработки сигналов; аудиовизуальных технологий телевидения и медиасвязи.

3. Изучение перспективных научно-технических методов и особенностей проектирования, технологии производства и испытания радиотехнических систем и устройств, включая аудиовизуальные системы и технологии телевидения, в наукоемких отраслях и направлениях.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» является обязательной дисциплиной образовательного компонента блока «Дисциплины (модули)» учебного плана научной специальности 2.2.13 «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

3. Требования к результатам освоения дисциплины «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

В ходе освоения дисциплины «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» идет дальнейшее формирование элементов (знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности) аспиранта:

способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, способность к пониманию основных проблем в своей предметной области, выбору методов и средств их решения;

способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой своих исследований;

способность анализировать состояние научно-технической проблемы, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию по теме исследований;

способность оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследований.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

фундаментальную теорию, методы анализа и исследования электромагнитных явлений, радиоволновых и сигнальных процессов, принципы работы и построения радиотехнических устройств, включая аудиовизуальные системы и технологии телевидения; основные радиотехнические, электродинамические, сигнальные и программно-аппаратные характеристики радиоэлектронных систем и устройств.

Уметь:

проводить лабораторные, стендовые и промышленные научно-экспериментальные и программно-численные исследования, направленные на изучение новых электромагнитных процессов и явлений, разработку и создание радиотехнических систем и устройств генерации и преобразования сигналов, приемопередачи информации, радиоинформационной алгоритмистики, моделирования и цифровой обработки сигналов, аудиовизуальных систем и устройств телевидения в наукоемких отраслях и направлениях.

Владеть:

научно-техническими методами проектирования, разработки, моделирования, технологии производства, диагностики и испытания радиотехнических устройств, использующих электромагнитные волны для приемопередачи информации, на системном, схмотехническом и программно-аппаратном уровне.

4. Содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» составляет 3 зачетных единицы (108 акад. часов).

4.1. Распределение объема дисциплины по разделам (темам), семестрам, видам учебной работы и формам контроля.

| № раздела | Семестр | Неделя семестра | Объем (в акад. час.) | | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам) | |
|-----------|---------|-----------------|----------------------|---|----|----|-------------|----|----------|---|--|
| | | | Всего | Контактная работа (по видам учебных занятий) | | | | СР | Контроль | | |
| | | | | Всего | ЛК | ПР | СР под рук. | | | | |
| 1 | 4 | 1 | 6 | 2 | 2 | | | 2 | | Устное собеседование | |
| 1 | 4 | 2 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | Выполнение практических заданий | |
| 1 | 4 | 3 | 6 | 2 | 2 | | | 2 | | Устное собеседование | |

| № раздела | Семестр | Неделя семестра | Объем (в акад. час.) | | | | | | | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам) | |
|---------------------|---------|-----------------|----------------------|---|----|----|-------------|----|----------|---|--|
| | | | Всего | Контактная работа (по видам учебных занятий) | | | | СР | Контроль | | |
| | | | | Всего | ЛК | ПР | СР под рук. | | | | |
| 1 | 4 | 4 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | Выполнение практических заданий | |
| 2 | 4 | 5 | 6 | 2 | 2 | | | 2 | | Устное собеседование | |
| 2 | 4 | 6 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | Выполнение практических заданий | |
| 3 | 4 | 7 | 6 | 2 | 2 | | | 2 | | Устное собеседование | |
| 3 | 4 | 8 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | Выполнение практических заданий | |
| 3 | 4 | 9 | 6 | 2 | 2 | | | 2 | | Устное собеседование | |
| 3 | 4 | 10 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | Выполнение практических заданий | |
| 4 | 4 | 11 | 6 | 2 | 2 | | | 2 | | Устное собеседование | |
| 4 | 4 | 12 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | Выполнение практических заданий | |
| 4 | 4 | 13 | 6 | 2 | 2 | | | 2 | | Устное собеседование | |
| 4 | 4 | 14 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | Выполнение практических заданий | |
| 5 | 4 | 15 | 6 | 2 | 2 | | | 2 | | Устное собеседование | |
| 5 | 4 | 16 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 2 | Выполнение практических заданий | |
| 6 | 4 | 17 | 6 | 2 | 2 | | | 2 | | Устное собеседование | |
| 6 | 4 | 18 | 6 | 2 | | 2 | | 2 | 4 | Выполнение практических заданий | |
| По материалам курса | | | 16 | | | | | | 16 | Экзамен | |
| Всего в 4 семестре: | | | 108 | 36 | 18 | 18 | 0 | 36 | 36 | | |
| Всего: | | | 108 | 36 | 18 | 18 | 0 | 36 | 36 | | |

4.2. Наименование и содержание разделов дисциплины

| Номер темы | Наименование темы | Содержание темы |
|------------|--|--|
| 1. | Сигнальные процессы радиотехнических систем, устройств генерации и преобразования сигналов | Аналоговые непрерывные, дискретные и цифровые сигналы. Детерминированные, квазидетерминированные и случайные сигнальные процессы. Узкополосные, широкополосные и сверхширокополосные сигналы. Аналитическое спектральное, временное и частотно-временное представление сложных сигналов радиосвязи и радиолокации. Модулированные и манипулированные сигналы |

| Номер темы | Наименование темы | Содержание темы |
|---------------|-------------------|--|
| | | <p>и их представление. Стационарные, финитные (импульсные) и стохастические сигнальные процессы. Стационарный шум и шумоподобные сигналы. Белый гауссовский шум и его спектральная плотность мощности. Собственные шумы радиотехнических устройств. Активные помехи и их классификация. Отношение сигнал-шум и сигнал-помеха.</p> <p>Энергетические и неэнергетические показатели качества радиотехнических систем и устройств и методы их улучшения (помехоустойчивость; быстродействие; фазочастотные и динамические показатели устойчивости, вносимых искажений, стабильности; ЭМС и т.д.).</p> <p>Линейные и нелинейные радиотехнические устройства и системы, их рабочие режимы и параметрические характеристики. Нелинейные и фазочастотные искажения сигналов.</p> <p>Стационарные и переходные процессы радиотехнических систем и устройств и методы их сигнального анализа. Линейная и нелинейная фильтрация сигналов. Типовые схемы и параметры сигнальных фильтров. Вторичные источники электропитания и их характеристики. Импульсные и непрерывные стабилизаторы напряжения. Вольт-амперные характеристики радиотехнических устройств и систем.</p> <p>Генерация и преобразование сигналов: фазочастотное — угловая модуляция/демодуляция, гетеродирование, управление временной задержкой; динамическое — амплитудная модуляция/демодуляция, усиление/аттенюация, компрессия, реверберация; радиофизическое — сигнальная телеметрия неэлектрических величин, радиоэлектронные конверторы, датчики и сенсоры; аналого-цифровое — АЦП/ЦАП; цифровое — кодеры/декодеры, интерфейсы.</p> <p>Аналоговые и векторные генераторы НЧ/ВЧ- и СВЧ-сигналов, их режимы, типовые схемы, параметры характеристики. Усилители НЧ/ВЧ- и СВЧ-сигналов, их режимы, типовые схемы и характеристики. Типовые схемы, режимы и параметры преобразовательных радиотехнических устройств и систем.</p> <p>Радиоакустические и аудиосигнальные преобразователи. Типовые схемы АЦП/ЦАП устройств. Стробоскопическое преобразование</p> |

| Номер темы | Наименование темы | Содержание темы |
|---------------|--|--|
| | | <p>СВЧ-сигналов. Системы с обратными связями и их характеристики. Следящие радиотехнические системы типа АРУ и ФАПЧ. Радиотехнические системы тактирования и синхронизации. Частотно-временные, векторные и импульсно-переходные методы анализа и исследования радиотехнических систем и устройств. Передаточные характеристики радиотехнических систем и устройств. Связь импульсной характеристики с передаточной функцией. Матричные методы анализа многополюсных радиоэлектронных устройств. Операторные методы анализа радиотехнических устройств.</p> |
| 2. | Техническая электродинамика, радиоволновые процессы и технологии | <p>Электромагнитные поля и волны, их характеристики и параметры. Уравнения и законы электродинамики. Интегральное и дифференциальное представление уравнений Дж. Максвелла. Материальные уравнения электродинамики. Условия излучения и распространения электромагнитных волн. Теорема Пойнтинга. Баланс энергии электромагнитного поля в комплексном представлении. Волновое уравнение для монохроматических полей. Классификация и параметры материальных сред. Радиоволновые процессы в неограниченных изотропных средах. Радиоволновые процессы в анизотропных средах. Радиоволновые процессы в метокомпозитных средах. Радиоволновые процессы в средах с нормальной и аномальной частотной дисперсией. Электромагнитные волны в гиротропных средах. Поляризация электромагнитных волн и ее виды. Распространение электромагнитных волн на границе раздела двух сред. Волновое сопротивление и импеданс. Радиоволновые процессы в волноводах, микрополосковых и коаксиальных направляющих регулярных и нерегулярных линиях. Граничная частота и условие распространения радиоволн в направляющих системах. Режим бегущей и обратной волны. КСВ и методы волнового согласования радиотехнических устройств. Диаграмма полных сопротивлений Вольперта-Смита и ее применение. Радиоволновые процессы в объемных и полосковых резонаторах.</p> |

| Номер темы | Наименование темы | Содержание темы |
|---------------|---|---|
| | | <p>Особенности распространения радиоволн различных частотных диапазонов в околоземном тропосферном, ионосферном пространстве и за его пределами. Распространение радиоволн в космических линиях связи. Дифракция, рефракция, интерференция, диссипация и суперпозиция плоских радиоволн. Радиоволновой эффект Доплера и его применение.</p> <p>Микрополосковые устройства СВЧ. Радиотехнические методы анализ и синтез СВЧ-фильтров. Радиоволновые процессы в ферритовых устройствах СВЧ. Эффект Фарадея. Твердотельные приемно-передающие СВЧ-модули и их характеристики. Электронно-вакуумные приборы и устройства генерирования СВЧ-колебаний: клистрон, магнетрон, ЛБВ и ЛОВ. Антенные устройства, их классификация и основные радиотехнические характеристики. Принципы и задачи построения ФАР/АФАР и их применение. Техническая реализация антенн различных диапазонов радиоволн для цифровой радиосвязи, локации, навигации и телевидения. Радиоволновые технологии субнаносекундного разрешения. Электромагнитная совместимость и экранирование радиотехнических систем, устройств и модулей СВЧ.</p> <p>Радиотехнические методы векторного анализа устройств ВЧ/СВЧ. Матрица S-параметров N-полюсников, характеристика ее элементов и их физический смысл.</p> <p>Электродинамическое моделирование радиоволновых процессов в программно-численной среде Feko и сигнальных модулей СВЧ — в среде AWR.</p> |
| 3. | Радиотехнические методы, системы и технологии приемопередачи информации по каналам радиосвязи | <p>Методы передачи цифровой информации по каналам радиосвязи. Теорема Шеннона-Хартли. Трансиверов с прямой оцифровкой сигнала. SDR-технологии.</p> <p>Энергетические и неэнергетические обнаружители сигналов. Корреляционный обнаружитель. Корреляционный и оптимальный прием сигналов. Сигнальная алгоритмистика оптимального обнаружения сигнала на фоне аддитивного белого гауссовского шума. Критерий оптимальности Байеса. Правило принятия решения о наличии или отсутствии сигнала. Радиостатистический метод</p> |

| Номер темы | Наименование темы | Содержание темы |
|------------|---|---|
| | | <p>максимального правдоподобия. Методы радиомониторинг и распознавание модулированных и манипулированных сигналов средств связи и радиоуправления. Структурная схема оптимального обнаружителя детерминированных и квазидетерминированных сигналов, анализ помехоустойчивости, кривые обнаружения. Помехоустойчивость обнаружителя сигналов. Методы согласованной фильтрации. Спектральные характеристики полезного сигнала и шума. Критерий обнаружения сигналов Неймана-Пирсона. Оптимальное различение сигналов на фоне белого шума. Структура оптимального различителя детерминированных и квазидетерминированных сигналов. Оптимальное оценивания заданного параметра сигнала. Структура оптимального оценивателя. Потенциальная точность оценивания параметров сигналов. Радиостатистические методы оптимального обнаружения узкополосных сигналов на фоне аддитивного белого гауссовского шума: со случайной начальной фазой и амплитудой; с неизвестной несущей частотой; неизвестной длительности импульсов; с неизвестными моментами появления и исчезновения сигнала. Сигнальное кодирование, цифровые виды модуляции типа ASK, FSK, PSK, ASK/PSK, QPSK, QAM, GMSK, OFDM, их аналитическое описание и фазовые созвездия. Помехи и помехоустойчивость. Методы помехоустойчивого кодирования. Принципы построения кодирующих и декодирующих устройств. Циклический код. Коды Баркера и Хэмминга.</p> |
| 4. | Радиоинформационная алгоритмистика, программное моделирование и цифровая обработка сигналов | <p>Обобщенная схема цифровой обработки сигналов. Дискретизация сигналов по частоте и времени. Динамическое квантование сигналов по уровню. Теорема В.А. Котельникова. Алгоритмы быстрого, прямого и обратного дискретного стационарного и финитного преобразование Фурье и их свойства. Цифровой спектрально-временной анализ дискретных сигналов. Кепстральный анализ сигналов. Ключевые операции ЦОС: свертка и корреляция. Корреляционные характеристики дискретных случайных сигналов и их статистические</p> |

| Номер темы | Наименование темы | Содержание темы |
|---------------|-------------------|--|
| | | <p>оценки. Вейвлет-преобразование цифровых сигналов. Преобразование Габора. Преобразование Уолша-Адамара. Преобразование Хаара. Преобразование Гильберта. Функция и коэффициент корреляции сигналов. Ресемплинг и децимация десертных сигналов. Цифровая передискретизация сигналов. Многоскоростные цифровые системы. Аналого-цифровые преобразователи и выбор параметров кода. Радиотехнические параметры скоростных АЦП реального и эквивалентного времени. Цифро-аналоговые преобразователи и их характеристики. Методы синтеза алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов. Строб-фрейм дискретизация сигналов. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Методы аналитического описания и типы цифровых фильтров. Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры). Цифровые фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтры). Ошибки квантования и округления. Методы расчета цифровых фильтров. Коэффициент передачи и импульсная характеристика цифровых фильтров. Цифровая фильтрация во временной и частотной областях. Построение цифровых согласованных фильтров. Аналитические сигналы и метод комплексных амплитуд. Спектральные методы анализа линейных и нелинейных устройств. Цифровое моделирование случайных процессов с заданной плотностью вероятности. Метод канонических разложений в ЦОС. Цифровое моделирование следящих систем типа АРУ и ФАПЧ методом информационного параметра. Обработка бинарных изображений. Направления, развитие и области применения цифровой обработки изображений. Методы фильтрации и улучшения изображений. Двумерное преобразование Фурье. Фильтрация изображений в частотной области. Реализация алгоритмов ЦОС на процессорах и ПЛИС. Программно-аппаратные и архитектурно-конфигурируемые радиотехнические системы, их характеристики и типовые схемы функциональной реализации. Особенности схемно-архитектурного проектирования радиотехнических устройств и</p> |

| Номер темы | Наименование темы | Содержание темы |
|---------------|---|---|
| | | <p>систем приема информации в среде визуально-графического программирования GNU Radio. Цифровая алгоритмистика машинного обучения в радиотехнике. Построение нейронных сетей для анализа и распознавания радиосигналов, аудио и видеоизображений в интеллектуальных радиотехнических системах.</p> <p>Прототипирование и анализ цифровых двойников радиотехнических систем. Разработка интерактивных радиоприложений и интерфейсов. Программно-численный эксперимент и его планирование. Цифровое моделирование радиотехнических систем и устройств: функциональное системотехническое; аналоговое, цифровое и архитектурно-смешанное схемотехническое; электродинамическое. Особенности визуально-графического имитационное моделирование в программных средах типа Multisim, Simulink, Scicos, LabVIEW и т.д.. Киберфизическое моделирование радиотехнических систем и устройств. Воспроизводимость и адекватность цифровых моделей. Статистические показатели воспроизводимости результатов программно-численного моделирования радиотехнических устройств и систем.</p> |
| 5. | Аудиовизуальные технологии телевидения и медиасвязи | <p>Цифровое и растровое изображение. Цифровое представления телевизионного и звукового сигналов медиасвязи и их радиочастотные характеристики. Радиочастотные диапазоны цифрового медиавещания. Формирование и обработка цифровых телевизионных радиосигналов.</p> <p>Построение радиоэлектронных систем и сетей цифрового телевидения. Цифровые модемы и аудио/видео-трансиверы. Методы модуляции, демодуляции, кодирования, декодирования и восстановления аудио/видео-сигналов.</p> <p>Технологии цифрового дециметрового и спутникового телевидения. Цифровое телевизионное вещание стандартов цифровой передачи мультимедиа DVB: спутникового DVB-S, кабельного DVB-C, мобильного DVB-H, а также наземного эфирного вещания DVB-T и их разновидностей. Прогрессивные стандарты DVB-T2 и DVB-S2. Концепция стандарта DVB-T2. Архитектура системы DVB-T2 и описание ее структурной схемы обработки информации.</p> |

| Номер темы | Наименование темы | Содержание темы |
|---------------|--|--|
| | | <p>Цифровые тюнеры, интерфейсы передачи видео- и звуковых данных. Цифровые конверторы и транспондеры. Усилители цифровых видеосигналов, их типовые схемы и характеристики. Видеокодеки и видеокомпрессия в телевидении. Стандарты цифровой видеокомпрессии SD, HDTV, UHD, MPEG, HEVC и AVI/H высокой и ультравысокой четкости. Кодеры цифрового сжатия. Мультиплексоры. COFDM-демодуляторы видеосигналов.</p> <p>Особенности формирования наземной сети телевизионного вещания. Цифровое телевизионное вещание по спутниковым, кабельным и интернет-сетям.</p> <p>Основные требования к системам передачи сигналов цифрового телевидения по радиоканалам. Принцип кодирования, исправляющего ошибки. Радиотехнические методов повышения четкости, качества цветопередачи, абсолютной и контрастной чувствительности изображений.</p> <p>Цифровые методы обнаружения, распознавания и аутентификации видео- и радиоизображений.</p> <p>Цифровая обработка и моделирование многомерных сигналов и изображений.</p> <p>Радиоприложения машинного зрения в среде визуального программирования LabVIEW.</p> <p>Методы и средства измерений и диагностики радиотехнических и сигнальных параметров цифровых видеоприемников.</p> |
| 6. | Радиотехнические устройства и системы в наукоемких отраслях и направлениях | <p>Радиотехнические и радиоинформационные системы локации, навигации, РТР и РЭП.</p> <p>Радиоэлектронные системы, устройства и датчики технического зрения. Радиовизионные и инфракрасные системы регистрации и обработки изображений. Радиосенсорные и радиометрические системы радиочастотной аутентификации и аппаратной диагностики.</p> <p>Радиомониторинг и телеметрия.</p> <p>Информационно-измерительные нейросетевые системы и технологии управления и обработки информации. Сигнальная радиоакустика, аудиовизуальные системы и технологии цифрового телевидения в метрологии, промышленности, медицинской диагностике, космонавтике, геоинформационных системах, астрономии, а также других наукоемких</p> |

| Номер темы | Наименование темы | Содержание темы |
|------------|-------------------|--|
| | | отраслях и направлениях. Научно-технических методы и особенности проектирования, технологии производства и испытания радиотехнических систем и устройств, включая аудиовизуальные системы и технологии телевидения. |

4.3. Лабораторные работы (ЛБ)

Учебным планом не предусмотрены.

4.4. Практические занятия (ПР)

| № п/п | Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (в акад. часах) |
|---------------|-----------------------|---|------------------------------|
| 1 | 1 | Генерация векторных радиосигналов, их регистрация и частотно-временная постобработка. | 4 |
| 2 | 2 | Диаграмма Вольперта-Смита и векторный анализ S-параметров радиотехнических систем и модулей. | 2 |
| 3 | 3 | Корреляционный и оптимальный прием цифровых сигналов. Построение цифрового оптимального обнаружителя узкополосных сигналов на фоне аддитивного белого гауссовского шума с одним неизвестным неэнергетическим параметром на основе метода максимального правдоподобия. | 4 |
| 4 | 4 | Согласованная фильтрация сигналов. Схемно-архитектурное проектирование УКВ-приемника и анализ цифрового RTL-SDR тюнера в среде визуально-графического программирования GNU Radio. | 4 |
| 5 | 5 | Исследование методов сигнально-томографического радиовидения. Цифровые методы обнаружения, распознавания и аутентификации видео- и радиоизображений. | 2 |
| 6 | 6 | Цифровые методы секвенсорной эквализации аудиосигналов радиотехнических систем | 2 |
| Всего: | | | 18 |

5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Виды самостоятельной работы обучающегося, порядок и сроки ее выполнения:

подготовка к лекциям и практическим занятиям с использованием конспекта лекций, материалов практических занятий и приведенных ниже (п 8.1 и 8.2) источников (в соответствии с расписанием занятий);

оформление отчетов по выполненным практическим заданиям и теоретическая подготовка к их сдаче (в соответствии с расписанием занятий).

Перечень вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации — в соответствии с тематикой дисциплины.

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Описание показателей и критериев оценивания знаний, умений и владений на различных этапах их формирования, описание шкал оценивая

6.1.1. Показатели и критерии оценивания, используемые шкалы оценивания

| Показатели оценивания | Критерии оценивания | Средства оценивания | Шкалы оценивания |
|-----------------------|--|---|------------------|
| Умение | Правильность выполнения учебных заданий, аргументированность выводов | <i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен | Шкала 1 |
| Знание | Правильность и полнота ответов, глубина понимания вопроса | <i>Текущий контроль:</i> выполнение устных/письменных заданий, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен | Шкала 1 |
| Владение | Обоснованность и аргументированность выполнения учебной деятельности | <i>Текущий контроль:</i> выполнение практического задания, тестирование <i>Промежуточная аттестация:</i> экзамен | Шкала 2 |

6.1.2. Описание шкал оценивания степени сформированности знаний, умений и владений

Шкала 1. Оценка сформированности знаний, умений и владений

| Обозначения | | Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений | | |
|-------------|---------------------|--|--|--|
| Цифр. | Оценка | | | |
| | | Знать | Уметь | Владеть |
| 1 | Неудовлетворительно | Отсутствие знаний | Отсутствие умений | Отсутствие навыков |
| 2 | Неудовлетворительно | Фрагментарные знания | Частично освоенное умение | Фрагментарное применение |
| 3 | Удовлетворительно | Общие, но не структурированные знания | В целом успешное, но не систематически осуществляемое умение | В целом успешное, но не систематическое применение |

| Обозначения | | Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений | | |
|-------------|---------|---|--|--|
| Цифр. | Оценка | | | |
| | | Знать | Уметь | Владеть |
| 4 | Хорошо | Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания | В целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение навыков |
| 5 | Отлично | Сформированные систематические знания | Сформированное умение | Успешное и систематическое применение навыков |

Шкала 2. Комплексная оценка сформированности знаний, умений и владений

| Обозначения | | Формулировка требований к степени сформированности знаний, умений и владений |
|-------------|--|--|
| Цифр. | Оценка | |
| 1 | Неудовлетворительно | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале |
| 2 | Удовлетворительно или неудовлетворительно <i>(по усмотрению преподавателя)</i> | Знать на уровне ориентирования , представлений. Субъект учения знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает их в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения |
| 3 | Удовлетворительно | Знать и уметь на репродуктивном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях |
| 4 | Хорошо | Знать, уметь, владеть на аналитическом уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения |
| 5 | Отлично | Знать, уметь, владеть на системном уровне. Субъект учения знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания учебной дисциплины, его значимость в содержании учебной дисциплины |

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования знаний, умений и владений в процессе освоения образовательной программы.

Типовые вопросы и задания для текущего контроля (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках текущего контроля по дисциплине) по разделам дисциплины

Примеры вопросов по теме 1:

1. Стационарные, финитные (импульсные) и стохастические сигнальные процессы. Стационарный шум и шумоподобные сигналы. Белый гауссовский шум и его спектральная плотность мощности. Собственные шумы радиотехнических устройств. Активные помехи и их классификация. Отношение сигнал-шум и сигнал-помеха.

2. Аналоговые и векторные генераторы НЧ/ВЧ- и СВЧ-сигналов, их режимы, типовые схемы, параметры характеристики.

3. Радиотехнические системы с обратными связями и их характеристики. Следящие системы типа АРУ и ФАПЧ. Радиотехнические системы тактирования и синхронизации.

Пример практического задания по теме 1:

В программной среде Scilab синтезировать I/Q-сигнал по варианту с заданной частотой дискретизации в формате *.csv или *.dat. Загрузить I/Q-сигнальную выборку в векторный генератор R&S SMBV100B. Подключить генератор к цифровому осциллографу R&S RTO2032 и анализатору спектру R&S FSH13. В автоматическом и ждущем режиме регистрации данных на цифровых приборах выгрузить две сигнальные выборки сигнала во временном и частотном представлении. Выполнить сигнальную частотно-временную постобработку, оценить радиотехнические параметры сформированного сигнала, произвести корреляционный анализ физически сгенерированного сигнала с исходным репером I/Q-сигнала при ОСШ 12 дБ.

Примеры вопросов по теме 2:

1. Режимы бегущей и обратной радиоволн. КСВ и методы волнового согласования радиотехнических устройств. Диаграмма полных сопротивлений Вольперта-Смита и ее применение.

2. Распространение радиоволн различных частотных диапазонов в околоземном тропосферном, ионосферном пространстве и за его пределами. Распространение радиоволн в космических линиях связи. Дифракция, рефракция, интерференция, диссипация и суперпозиция плоских радиоволн.

3. Радиотехнические методы векторного анализа устройств ВЧ/СВЧ. Матрица S-параметров N-полюсников, характеристика ее элементов и их физический смысл.

Пример практического задания по теме 2:

При помощи векторного анализатора цепей R&S ZNLE построить матрицу рассеяния S-параметров, входную и выходную импедансную- и КСВ-частотную

характеристику СВЧ-модуля селективного усилителя, работающего на частоте 2,4 ГГц в полосе 20 МГц и нагруженного на 50-омную коаксиальную линию.

Примеры вопросов по теме 3:

1. Сигнальная алгоритмистика оптимального обнаружения сигнала на фоне аддитивного белого гауссовского шума. Критерий оптимальности Байеса. Правило принятия решения о наличии или отсутствии сигнала. Радиостатистический метод максимального правдоподобия.
2. Методы согласованной фильтрации. Спектральные характеристики полезного сигнала и шума. Критерий обнаружения сигналов Неймана-Пирсона.
3. Сигнальное кодирование, цифровые виды модуляции типа ASK, FSK, PSK, ASK/PSK, QPSK, QAM, GMSK, OFDM, их аналитическое описание и фазовые созвездия.

Пример практического задания по теме 3:

В среде GNU Radio по заданному варианту построить оптимальный обнаружитель узкополосного радиосигнала с неизвестной несущей частотой, равновероятно работающего в диапазоне $f_0 \pm \Delta f$. Амплитуда узкополосного радиосигнала U , мешающее воздействие — АБГШ, ОСШ — 9 дБ. Определить в течение какого времени необходимо обрабатывать сигнал, чтобы оценить его исходную частоту с заданной вероятностью ошибки $P_{\text{ош}}$.

Примеры вопросов по теме 4:

1. Алгоритмы быстрого, прямого и обратного дискретного стационарного и финитного преобразование Фурье и их свойства. Цифровой спектрально-временной анализ дискретных сигналов. Кепстральный анализ сигналов. Ключевые операции ЦОС: свертка и корреляция. Корреляционные характеристики дискретных случайных сигналов и их статистические оценки.
2. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Методы аналитического описания и типы цифровых фильтров. Цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры). Цифровые фильтры с бесконечной импульсной характеристикой (БИХ-фильтры).
3. Реализация алгоритмов ЦОС на процессорах и ПЛИС. Программно-аппаратные и архитектурно-конфигурируемые радиотехнические системы, их характеристики и типовые схемы функциональной реализации. Особенности схемно-архитектурного проектирования радиотехнических устройств и систем.

Пример практического задания по теме 4:

При помощи средств визуального программирования в среде GNU Radio построить архитектуру ЧМ SDR-приемника с трансляцией радиостанции на звуковую карту ПК. Источник сигнала — RTL-SDR тюнера RTL2832 (частота настройки — 103,4 МГц, коэффициент усиления — 10 дБ, полоса пропускания — 150 кГц, частота дискретизации — 2,048 МГц). Ресемплинг принимаемого радиосигнала (коэффициент децимации — 4). Настройки фильтра нижних частот: частота среза — 10 кГц, ширина полосы перехода — 500 кГц, частота дискретизации входного сигнала — 512 кГц, остальные настройки блока фильтрации — по умолчанию). Настройки частотного демодулятора: частота

дискретизации входного сигнала — 512 кГц, аудиодецимация — 10. Полученные сигнал радиостанции вывести на модуль индикации QT GUI и аудиокарту ПК. Произвести оценку частотно-временных характеристик ЧМ-сигнала.

Примеры вопросов по теме 5:

1. Технологии цифрового наземного и спутникового телевидения. Цифровое телевизионное вещание стандартов цифровой передачи мультимедиа DVB: спутникового DVB-S, кабельного DVB-C, мобильного DVB-H, а также наземного эфирного вещания DVB-T и их разновидностей. Прогрессивные стандарты DVB-T2 и DVB-S2. Концепция стандарта DVB-T2. Архитектура системы DVB-T2 и описание ее структурной схемы обработки информации.

2. Основные требования к системам передачи сигналов цифрового телевидения по радиоканалам. Принцип кодирования, исправляющего ошибки. Радиотехнические методов повышения четкости, качества цветопередачи, абсолютной и контрастной чувствительности изображений.

3. Цифровые методы обнаружения, распознавания и аутентификации видео- и радиоизображений. Цифровая обработка и моделирование многомерных сигналов и изображений.

Пример практического задания по теме 5:

Исходя из заданного варианта в программной среде LabVIEW по статистическому критерию Пирсона и параметру корреляционной связи оценить вероятность аутентификации заданного сигнально-томографического радиопортрета, полученного радиовизором, если базисная функция частотно-временного Вейвлет-преобразования — гауссиан длительностью 200 пс.

Примеры вопросов по теме 6:

1. Радиотехнические и радиоинформационные системы локации, навигации, РТР и РЭП.

2. Сигнальная радиоакустика, аудиовизуальные системы и технологии цифрового телевидения в метрологии, промышленности, медицинской диагностике, космонавтике, геоинформационных системах, астрономии, а также других наукоемких отраслях и направлениях.

3. Научно-технических методы и особенности проектирования, технологии производства и испытания радиотехнических систем и устройств, включая аудиовизуальные системы и технологии телевидения.

Пример практического задания по теме 6:

Исходя из заданного варианта в среде ISE Design Suite построить цифровой эквалайзер аудиосигналов, выполняющий частотно-временную коррекцию: фильтрацию нижних, средних и верхних частот, реверберацию и заданную временную задержку сигнала.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену (оценка сформированности элементов (знаний, умений, навыков) в рамках промежуточной аттестации по дисциплине).

1. Аналоговые непрерывные, дискретные и цифровые сигналы.

2. Детерминированные, квазидетерминированные и случайные сигнальные процессы.
3. Узкополосные, широкополосные и сверхширокополосные сигналы.
4. Аналитическое спектральное, временное и частотно-временное представление сложных сигналов радиосвязи и радиолокации.
5. Модулированные и манипулированные сигналы и их представление.
6. Стационарные, финитные (импульсные) и стохастические сигнальные процессы.
7. Стационарный шум и шумоподобные сигналы.
8. Белый гауссовский шум и его спектральной плотность мощности.
9. Собственные шумы радиотехнических устройств.
10. Активные помехи и их классификация. Отношение сигнал-шум и сигнал-помеха.
11. Энергетические и неэнергетические показатели качества радиотехнических систем и устройств и методы их улучшения.
12. Линейные и нелинейные радиотехнические устройства и системы, их рабочие режимы и параметрические характеристики.
13. Нелинейные и фазочастотные искажения сигналов.
14. Стационарные и переходные процессы радиотехнических систем и устройств и методы их сигнального анализа.
15. Линейная и нелинейная фильтрация сигналов.
16. Типовые схемы и параметры сигнальных фильтров.
17. Вторичные источники электропитания и их характеристики.
18. Импульсные и непрерывные стабилизаторы напряжения.
19. Вольт-амперные характеристики радиотехнических устройств.
20. Генерация и преобразование сигналов.
21. Аналоговые и векторные генераторы НЧ/ВЧ- и СВЧ-сигналов, их режимы, типовые схемы, параметры характеристики.
22. Усилители НЧ/ВЧ- и СВЧ-сигналов, их режимы, типовые схемы и характеристики.
23. Типовые схемы, режимы и параметры преобразовательных радиотехнических устройств и систем.
24. Радиоакустические и аудиосигнальные преобразователи.
25. Типовые схемы АЦП/ЦАП. Стробоскопическое преобразование СВЧ-сигналов.
26. Системы с обратными связями и их характеристики.
27. Следящие радиотехнические системы типа АРУ и ФАПЧ. Радиотехнические системы тактирования и синхронизации.
28. Частотно-временные, векторные и импульсно-переходные методы анализа и исследования радиотехнических систем и устройств.
29. Передаточные характеристики радиотехнических систем и устройств. Связь импульсной характеристики с передаточной функцией.
30. Матричные методы анализа многополюсных радиоэлектронных

устройств. Операторные методы анализа радиотехнических устройств.

31. Электромагнитные поля и волны, их характеристики и параметры. Уравнения и законы электродинамики.

32. Интегральное и дифференциальное представление уравнений Дж. Максвелла. Материальные уравнения электродинамики.

33. Условия излучения и распространения электромагнитных волн.

34. Теорема Пойнтинга. Баланс энергии электромагнитного поля в комплексном представлении.

35. Волновое уравнение для монохроматических полей.

36. Классификация и параметры материальных сред.

37. Радиоволновые процессы в неограниченных изотропных средах. Радиоволновые процессы в анизотропных средах.

38. Радиоволновые процессы в метокомпозитных средах.

39. Радиоволновые процессы в средах с нормальной и аномальной частотной дисперсией.

40. Электромагнитные волны в гиротропных средах.

41. Поляризация электромагнитных волн и ее виды.

42. Распространение электромагнитных волн на границе раздела двух сред.

43. Волновое сопротивление и импеданс.

44. Радиоволновые процессы в волноводах, микрополосковых и коаксиальных направляющих регулярных и нерегулярных линиях.

45. Граничная частота и условие распространение радиоволн в направляющих системах.

46. Режимы бегущей и обратной радиоволн.

47. КСВ и методы волнового согласования радиотехнических устройств.

48. Диаграмма полных сопротивлений Вольперта-Смита и ее применение.

49. Радиоволновые процессы в объемных и полосковых резонаторах.

50. Добротность и частотно-избирательные характеристики СВЧ-резонаторов.

51. Распространение радиоволн различных частотных диапазонов в околосферном тропосферном, ионосферном пространстве и за его пределами.

52. Распространение радиоволн в космических линиях связи.

53. Дифракция, рефракция, интерференция, диссипация и суперпозиция плоских радиоволн.

54. Радиоволновой эффект Доплера и его применение.

55. Микрополосковые устройства СВЧ. Радиотехнические методы анализ и синтез СВЧ-фильтров.

56. Радиоволновые процессы в ферритовых устройствах СВЧ. Эффект Фарадея.

57. Твердотельные приемно-передающие СВЧ-модули и их характеристики.

58. Типовые схемы построения приемно-передающих модулей дециметрового и сантиметрового диапазонов.
59. Электронно-вакуумные приборы и устройства генерирования СВЧ-колебаний: клистрон, магнетрон, ЛБВ и ЛОВ.
60. Антенные устройства, их классификация и основные радиотехнические характеристики.
61. Принципы и задачи построения ФАР/АФАР и их применение.
62. Техническая реализация антенн различных диапазонах радиоволн для цифровой радиосвязи, локации, навигации и телевидения.
63. Радиоволновые технологии субнаносекундного разрешения. Векторная генерация наносекундных сигналов.
64. Принципы построения приемных и радиоизмерительных устройств наносекундных сигналов на АЦП прямого преобразования реального и эквивалентного времени.
65. Электромагнитная совместимость и экранирование радиотехнических систем, устройств и модулей СВЧ.
66. Радиотехнические методы векторного анализа устройств ВЧ/СВЧ.
67. Матрица S-параметров N-полюсников, характеристика ее элементов и их физический смысл.
68. Электродинамическое моделирование радиоволновых процессов в программно-численной среде Feko и сигнальных модулей СВЧ – в среде AWR.
69. Численные методы технической электродинамики: метод моментов, метод конечных элементов, метод конечных разностей во временной области.
70. Методы передачи цифровой информации по каналам радиосвязи. Теорема Шеннона-Хартли.
71. Трансиверов с прямой оцифровкой сигнала. SDR-технологии.
72. Энергетические и неэнергетические обнаружители сигналов. Корреляционный обнаружитель.
73. Корреляционный и оптимальный прием сигналов.
74. Сигнальная алгоритмистика оптимального обнаружения сигнала на фоне аддитивного белого гауссовского шума.
75. Критерий оптимальности Байеса.
76. Правило принятия решения о наличии или отсутствии сигнала.
77. Метод максимального правдоподобия в системах радиосвязи.
78. Методы радиомониторинг и распознавание модулированных и манипулированных сигналов средств связи и радиоуправления.
79. Структурная схема оптимального обнаружителя детерминированных и квазидетерминированных сигналов.
80. Анализ помехоустойчивости радиотехнических устройств, кривые обнаружения.
81. Помехоустойчивость обнаружителя сигналов.
82. Методы согласованной фильтрации.
83. Спектральные характеристики полезного сигнала и шума.

84. Критерий обнаружения сигналов Неймана-Пирсона.
85. Оптимальное различение сигналов на фоне белого шума.
86. Структура оптимального различителя детерминированных и квазидетерминированных сигналов.
87. Оптимальное оценивание заданного параметра сигнала.
88. Структура оптимального оценивателя.
89. Потенциальная точность оценивания параметров сигналов.
90. Радиостатистические методы оптимального обнаружения узкополосных сигналов на фоне АБГШ со случайной начальной фазой и амплитудой.
91. Радиостатистические методы оптимального обнаружения узкополосных сигналов на фоне АБГШ с неизвестной несущей частотой.
92. Радиостатистические методы оптимального обнаружения импульсных сигналов на фоне АБГШ с неизвестной длительностью.
93. Радиостатистические методы оптимального обнаружения узкополосных сигналов на фоне АБГШ с неизвестными моментами появления и исчезновения сигнала.
94. Сигнальное кодирование, цифровые виды модуляции типа ASK, FSK, PSK, ASK/PSK, QPSK, QAM, GMSK, OFDM, их аналитическое описание и фазовые созвездия.
95. Помехи и помехоустойчивость. Методы помехоустойчивого кодирования.
96. Принципы построения кодирующих и декодирующих устройств. Циклический код. Коды Баркера и Хэмминга.
97. Обобщенная схема цифровой обработки сигналов.
98. Дискретизация сигналов по частоте и времени. Динамическое квантование сигналов по уровню. Теорема В.А. Котельникова.
99. Алгоритмы быстрого, прямого и обратного дискретного стационарного и финитного преобразование Фурье и их свойства.
100. Цифровой спектрально-временной анализ дискретных сигналов. Кепстральный анализ сигналов.
101. Ключевые операции ЦОС: свертка и корреляция. Корреляционные характеристики дискретных случайных сигналов и их статистические оценки.
102. Вейвлет-преобразование цифровых сигналов.
103. Преобразование Габора.
104. Преобразование Уолша-Адамара.
105. Преобразование Хаара.
106. Преобразование Гильберта.
107. Функция и коэффициент корреляции сигналов.
108. Ресемплинг и децимация дискретных сигналов.
109. Цифровая передискретизация сигналов.
110. Многоскоростные цифровые системы.
111. Аналого-цифровые преобразователи и выбор параметров кода.

112. Радиотехнические параметры скоростных АЦП реального и эквивалентного времени.
113. Цифро-аналоговые преобразователи и их характеристики.
114. Методы синтеза алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов.
115. Строб-фрейм дискретизация сигналов.
116. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры.
117. Методы аналитического описания и типы цифровых фильтров.
118. Цифровые КИХ-фильтры.
119. Цифровые БИХ-фильтры.
120. Ошибки квантования и округления.
121. Методы расчета цифровых фильтров.
122. Коэффициент передачи и импульсная характеристика цифровых фильтров.
123. Цифровая фильтрация во временной и частотной областях.
124. Построение цифровых согласованных фильтров.
125. Аналитические сигналы и метод комплексных амплитуд.
126. Спектральные методы анализа линейных и нелинейных устройств.
127. Цифровое моделирование случайных процессов с заданной плотностью вероятности.
128. Метод канонических разложений в ЦОС.
129. Цифровое моделирование следящих систем типа АРУ и ФАПЧ методом информационного параметра.
130. Обработка бинарных изображений.
131. Направления, развитие и области применения цифровой обработки изображений.
132. Методы фильтрации и улучшения изображений.
133. Двумерное преобразование Фурье.
134. Фильтрация изображений в частотной области.
135. Реализация алгоритмов ЦОС на процессорах и ПЛИС.
136. Матричные ЦПОС и DSP-системы.
137. Сигнальные радиоинтерфейсы и цифровые конверторы.
138. Программно-аппаратные и архитектурно-конфигурируемые радиотехнические системы, их характеристики и типовые схемы функциональной реализации.
139. Аппаратные возможности и ограничения программно-определяемых устройств и их радиотехнические характеристики.
140. Особенности схемно-архитектурного проектирования радиотехнических устройств в среде визуально-графического программирования GNU Radio.
141. Цифровая алгоритмистика машинного обучения в радиотехнике.
142. Построение нейронных сетей для анализа и распознавания радиосигналов, аудио и видеоизображений в интеллектуальных

радиотехнических системах.

143. Системное прототипирование и анализ цифровых двойников радиотехнических систем.

144. Разработка интерактивных радиоприложений и интерфейсов.

145. Программно-численный эксперимент и его планирование.

146. Цифровое моделирование радиотехнических систем и устройств: функциональное системотехническое; аналоговое, цифровое и архитектурно-смешанное схемотехническое; электродинамическое.

147. Особенности визуально-графического имитационное моделирование в программных средах типа Multisim, Simulink, Scicos, LabVIEW.

148. Правила создания адекватных SPICE и HDL моделей описания радиотехнических устройств и систем.

149. Киберфизическое моделирование радиотехнических систем и устройств. Воспроизводимость и адекватность цифровых моделей.

150. Статистические показатели и критерии воспроизводимости результатов программно-численного моделирования радиотехнических устройств и систем.

151. Цифровое и растровое изображение, их параметры и характеристики.

152. Цифровое представления телевизионного и звукового сигналов медиасвязи и их радиочастотные характеристики.

153. Радиочастотные диапазоны цифрового медиавещания. Формирование и обработка цифровых телевизионных радиосигналов.

154. Построение радиоэлектронных систем и сетей цифрового телевидения.

155. Цифровые модемы и аудио/видео-трансиверы.

156. Особенности формирования наземной сети телевизионного вещания.

157. Цифровое телевизионное вещание по спутниковым, кабельным и интернет-сетям.

158. Методы модуляции, демодуляции, кодирования, декодирования и восстановления аудио/видео-сигналов.

159. Технологии цифрового наземного и спутникового телевидения.

160. Цифровое телевизионное вещание стандартов цифровой передачи мультимедиа DVB: DVB-S, DVB-C, DVB-H, DVB-T.

161. Прогрессивные стандарты DVB-T2 и DVB-S2.

162. Концепция стандарта DVB-T2.

163. Архитектура системы DVB-T2 и описание ее структурной схемы обработки информации.

164. Цифровые тюнеры, интерфейсы передачи аудио/видео-сигналов.

165. Цифровые конверторы и транспондеры.

166. Усилители цифровых видеосигналов, их типовые схемы и характеристики.

167. Видеокодеки и видеокомпрессия в телевидении.

168. Стандарты цифровой видеокомпрессии SD, HDTV, UHD, MPEG,

HEVC и AVI/H высокой и ультравысокой четкости.

169. Кодеры цифрового сжатия.

170. Мультиплексоры. COFDM-демодуляторы видеосигналов.

171. Основные требования к системам передачи сигналов цифрового телевидения по радиоканалам.

172. Принцип кодирования, исправляющего ошибки.

173. Радиотехнические методов повышения четкости, качества цветопередачи, абсолютной и контрастной чувствительности изображений.

174. Цифровые методы обнаружения, распознавания и аутентификации видео- и радиоизображений.

175. Цифровая обработка и моделирование многомерных сигналов и изображений.

176. Радиоприложения машинного зрения в среде визуального программирования LabVIEW.

177. Методы и средства измерений и диагностики радиотехнических и сигнальных параметров цифровых видеоприемников.

178. Радиотехнические и радиоинформационные системы локации, навигации, РТР и РЭП.

179. Радиоэлектронные системы, устройства и датчики технического зрения.

180. Радиовизионные и инфракрасные системы регистрации и обработки изображений.

181. Радиосенсорные и радиометрические системы радиочастотной аутентификации и аппаратной диагностики.

182. Системы радиомониторинга и телеметрии и их характеристики.

183. Информационно-измерительные нейросетевые системы и технологии управления и обработки информации.

184. Сигнальная радиоакустика, аудиовизуальные системы и технологии цифрового телевидения в метрологии.

185. Сигнальная радиоакустика, аудиовизуальные системы и технологии цифрового телевидения в промышленности.

186. Сигнальная радиоакустика, аудиовизуальные системы и технологии цифрового телевидения в медицинской диагностике.

187. Сигнальная радиоакустика, аудиовизуальные системы и технологии цифрового телевидения в космонавтике.

188. Сигнальная радиоакустика, аудиовизуальные системы и технологии цифрового телевидения в геоинформационных системах и радиоастрономии.

189. Сигнальная радиоакустика, аудиовизуальные системы и технологии цифрового телевидения в наукоемких отраслях и направлениях.

190. Научно-технических методы проектирования, технологии производства и испытания радиотехнических систем и устройств, включая аудиовизуальные системы и технологии телевидения.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

Процедуры и средства оценивания элементов знаний, умений и владений по дисциплине «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

| Процедура проведения | Средство оценивания | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|--|
| | Текущий контроль | | | | Промежуточный контроль |
| | Выполнение устных заданий | Выполнение письменных заданий | Выполнение практических заданий | Выполнение тестовых заданий | Экзамен |
| Продолжительность контроля | По усмотрению преподавателя | По усмотрению преподавателя | По усмотрению преподавателя | По усмотрению преподавателя | В соответствии с принятыми нормами времени |
| Форма проведения контроля | Устный опрос | Письменный опрос | Письменный опрос | Письменный опрос | В письменной форме |
| Вид проверочного задания | Устные вопросы | Письменные задания | Практические задания | Письменный опрос | Экзаменационный билет |
| Форма отчета | Устные ответы | Ответы в письменной форме | Ответы в письменной форме | Ответы в письменной форме | Ответы в письменной форме |
| Раздаточный материал | Нет | Справочная литература | Справочная литература | Справочная литература | Справочная литература |

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения» предусматривает лекции и практические занятия. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое занятие и указания на самостоятельную работу.

При подготовке к лекционным занятиям аспирантам необходимо: перед очередной лекцией необходимо просмотреть конспект материала предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности аспирантов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому занятию аспиранты имеют возможность

воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям аспирантам необходимо:

приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия;

в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов; на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Аспирантам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на занятии. Аспиранты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу экзаменационной сессии не допускаются к экзамену.

8. Ресурсное обеспечение дисциплины

8.1. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Битюков В.К. Схемотехника электронных устройств: учебное пособие / А. П. Тепляков, В.К. Битюков. — М.: РТУ МИРЭА, 2021. — 186 с.

2. Ковалгин Ю.А. Цифровое радиовещание: системы и технологии / Ю.А. Ковалгин. М.: Горячая линия — Телеком, 2021. — 580 с.

3. Костин М.С., Бойков К.А. Радиоволновые технологии субнаносекундного разрешения: монография / М. С. Костин, К. А. Бойков. — М.: РТУ МИРЭА, 2021. — 142 с.

4. Костин М.С., Ярлыков А.Д. Устройства и модули сверхвысоких частот / М.С. Костин, А.Д. Ярлыков. — М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. — 397 с.

5. Костин М.С., Ярлыков А.Д. Электродинамика, радиоволновые процессы и технологии: учебное пособие / М.С. Костин, А.Д. Ярлыков. — М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. — 311 с.

6. Костин М.С., Ярлыков А.Д. Архитектурно-конфигурируемые SDR-технологии радиомониторинга и телеметрии: учебное пособие / М. С. Костин, А.Д. Ярлыков. — М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. — 144 с.

7. Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н., Иванов М.Т. Радиотехнические цепи и сигналы. — М.: Питер, 2019. — 336 с.

8. Сизых В.В., Шахтарин Б.И.. Случайные процессы в радиотехнике и

автоматике. — М.: Горячая линия-Телеком, 2020. — 285 с.

б) дополнительная литература:

9. Беличенко В.П., Буянов Ю.И., Кошелев В.И. Сверхширокополосные импульсные радиосистемы. — Новосибирск.: Наука, 2015. — 473 с.

10. Д.Б. Петленко, А.Д. Ярлыков. Метаматериалы в твердотельных РВС-модулях сверхвысоких частот: учебное пособие / Д.Б. Петленко, А.Д. Ярлыков. — М.: Реглет, 2020. — 51 с.

11. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход. — М.: Вильямс, 2018. — 992 с.

12. Афанасьев А.А., Рыболовлев А.А., Рыжков А.П. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие для вузов / А.А. Афанасьев, А.А. Рыболовлев, А.П. Рыжков. — М.: Горячая линия — Телеком, 2017. — 356 с.

13. Шахтарин Б.И. Нелинейная оптимальная фильтрация в примерах и задачах. — М.: Горячая линия — Телеком, 2014. — 344 с.

14. Куликов Г.В. Радиовещательные приемники: учеб. пособие / Г.В. Куликов, А.А. Парамонов. — М.: МИРЭА, 2009. — 119 с.

15. Литвин С.М., Попов О.Б., Чернышева Т.В. Аудиопроцессорная обработка сигналов звукового вещания: учебное пособие для вузов / С.М. Литвин, О.Б. Попов, Т.В. Чернышева. — М.: Горячая линия — Телеком, 2017. — 222 с.

16. Мамчев Г.В. Цифровое телевизионное вещание: учебное пособие для вузов / Г.В. Мамчев. — М.: Горячая линия — Телеком, 2014. — 448 с.

17. Мощенский Ю.В. Теоретические основы радиотехники. Сигналы. — М.: Лань, 2018. — 216 с.

18. Мишенков С.Л., Попов, О.Б. Электроакустика и звуковое вещание: учебное пособие для вузов / С.Л. Мишенков, О.Б. Попов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2011. — 156 с.

19. Нефедов В.И., А.С. Сигов Основы радиоэлектроники и связи: учеб. пособие для вузов / В.И. Нефедов, А.С. Сигов. — М.: Высш. шк., 2009. — 735 с.

20. Попов О.Б. Компьютерный практикум по цифровой обработке аудиосигналов: учебное пособие для вузов / О.Б. Попов. — М.: Горячая линия — Телеком, 2010. — 176 с.

21. Попов О.Б., Рихтер С.Г. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания: учебное пособие для вузов / О.Б. Попов, С.Г. Рихтер. — М.: Горячая линия — Телеком, 2012. — 341 с.

22. Радзиевский В.Г., Трифонов П.А. Обработка сверхширокополосных сигналов и помех. — М.: Радиотехника, 2009. — 288 с.

23. Рихтер С.Г. Цифровое радиовещание / С.Г. Рихтер. — М.: Горячая линия — Телеком, 2015. — 352 с.

24. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов / А.Б. Сергиенко. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 756 с.

25. Ковалгин Ю.А., Вологдин Э.И. Аудиотехника: учебник для вузов / Ю.А. Ковалгин, Э.И. Вологдин. — М.: Горячая линия — Телеком, 2013. — 742 с.

26. Костин М.С. Субнаносекундные сигналы и технологии: учебное пособие / М. С. Костин. — М.: МИРЭА, 2018. — 110 с.
27. Будагян И.Ф., Дубровин В.Ф., Сигов А.С. Электродинамика и распространение радиоволн: учебное пособие / И.Ф. Будагян, В.Ф. Дубровин, А.С. Сигов. — М.: МГТУ МИРЭА, 2014. — 192 с.
28. Визильтер Ю. В. и др. Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. — М.: ДМК Пресс. 2015. — 464 с.
29. Вишневский В.И., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. — М.: Техносфера, 2006. — 288с.
30. Гринева А.Ю. Широкополосные и сверхширокополосные сигналы и системы. — М.: Радиотехника, 2009. — 168 с.
31. Иванов М.Т., Сергиенко А.Б., Ушаков В.Н. Теоретические основы радиотехники / В.Н. Ушаков. — М.: Высшая школа, 2008. — 306 с.
32. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы: учеб. пособие / И.Е. Иродов. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. — 264 с.
33. Каганов В.И., Битюков В.К. Основы радиоэлектроники и связи: Учеб. пособие для вузов / В.И. Каганов, В.К. Битюков. — М.: Горячая линия-Телеком, 2012. — 542 с.
34. Кестер У. Аналого-цифровое преобразование / Уолт Кестер. — М.: Техносфера, 2008. — 1016 с.
35. Фокин Г.А. Технологии программно-конфигурируемого радио: учеб. Пособие. — М.: Горячая Линия — Телеком., 2019. — 316 с.
36. Чапурский В.В. Избранные задачи теории сверхширокополосных систем. — М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 280 с.
37. Alexander N., Trevor B. Non-stationary Electromagnetics. — USA: Jenny Stanford Publishing, 2012. — 616 p.
38. D. Self. Small Signal Audio Design 3rd Edition / Douglas Self. — USA.: Focal Press, 2020. — 756 p.
39. D. Self. Small Signal Audio Design 3rd Edition / Douglas Self. — USA.: Focal Press, 2020. — 756 p.
40. Ian Oppermann, Matti Hämäläinen, Jari Iinatti. UWB: Theory and Applications. — USA.: John Wiley & Sons Ltd, 2004. — p. 248.
41. James D. Taylor , Boryssenko A., Boryssenko E. Advanced Ultrawideband Radar. Signals, Targets, and Advanced Ultrawideband Radar Systems. — USA.: CRC Press, 2016. — 494 p.
42. Joshua D. Reiss, Andrew McPherson. Audio Effects. Theory, Implementation and Application. — USA.: CRC Press, 2008. — 367 p.
43. K. Edition. Digital Signal Processing for Audio Applications. Second Edition / Kindle Edition. — USA.: RecordingBlogs, 2014. — 348 p.
44. K. Edition. Digital Signal Processing for Audio Applications. Second Edition / Kindle Edition. — USA.: RecordingBlogs, 2014. — 348 p.
45. Michael Steer. Microwave and RF Design, Vol.2: Transmission Lines. (Third

Edition). — USA.: University of North Carolina Press, 2019. — 284 p.

46. Michael Steer. Microwave and RF Design, Vol.3: Networks. (Third Edition). — USA.: University of North Carolina Press, 2019. — 240 p.

47. Michael Steer. Microwave and RF Design, Vol.4: Amplifiers and Oscillators. (Third Edition). — USA.: University of North Carolina Press, 2019. — 219 p.

48. Michael Steer. Microwave and RF Design, Vol.4: Modules. (Third Edition). — USA.: University of North Carolina Press, 2019. — 254 p.

49. Richard G. Carter. Microwave and RF Vacuum Electronic Power Sources (The Cambridge RF and Microwave Engineering Series). — USA.: Cambridge University Press, 2018. — 838 p.

50. Travis F. Collins, Robin Getz, Di Pu, and Alexander M. Wyglinski. Software-Defined. — USA.: Analog Devices, 2018. — 375 p.

51. Udo Zölzer. Digital Audio Signal Processing 2nd Edition / by Udo Zölzer. — USA.: Wiley, 2008. — 340 p.

52. Udo Zölzer. Digital Audio Signal Processing 2nd Edition / by Udo Zölzer. — USA.: Wiley, 2008. — 340 p.

8.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимые для освоения дисциплины

1. <http://library.mirea.ru/>

Научно-техническая библиотека РТУ МИРЭА

2. <https://e.lanbook.com/>

Электронно-библиотечная системы (ЭБС) Издательства «Лань»

3. <https://passport.rsl.ru/>

Российская государственная библиотека

8.3. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем:

- пакет офисных программ Microsoft Office;
- пакет электродинамического моделирования Altair FEKO;
- интегрированная платформа разработки, анализа и моделирования ВЧ/СВЧ-устройств AWR Design Environment;
- интегрированная платформа разработки, анализа и моделирования электронных схем NI Multisim;
- программная среда для разработки виртуальных информационно-измерительных систем приборов LabVIEW;
- пакет прикладных программ инженерно-научных расчетов и численного моделирования Scilab;
- пакет программно-архитектурного визуального-графического проектирования SDR-систем GNU Radio;
- интерактивное радиоприложений радиомониторинга SDRSharp.

8.4. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

- учебная аудитория;
- учебно-научные лаборатории кафедры радиоволновых процессов и технологий Института радиоэлектроники и информатики: «Радиоволновых технологий», «Разработки и эксплуатации РЭС», «Радиоволновых процессов и модулей СВЧ», «Сигнальной радиоакустики, аудиовизуальных систем и технологий», «Радиомониторинга и телеметрии», УНЦ «TESLA».