

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Директор Института  
высоких технологий



  
Е.А. Анциферов

27 октября 2023 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе



  
В.В. Смирнов

«30» октября 2023 г.

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания по специальной дисциплине  
для поступающих на обучение по образовательным программам  
высшего образования – программам подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре ИРНИТУ**

**Научная специальность:**

**2.2.13. Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения**

Иркутск – 2023 г.

## Тема №1. Статистическая радиотехника

### Раздел 1. Математическое описание и методы анализа сигналов и помех

Детерминированные радиотехнические сигналы, их спектральные и корреляционные характеристики. Модулированные сигналы, их временное и спектральное представление.

Случайные сигналы и их вероятностные характеристики; корреляционный и спектральный анализ случайных сигналов.

Гармонический анализ сигналов. Спектры периодических и непериодических сигналов.

Дискретные сигналы и их анализ. Дискретное преобразование Фурье и его свойства.

Радиосигналы с амплитудной, частотной и фазовой модуляцией и их спектры. Огибающая, фаза и частота узкополосного сигнала.

Шумы и помехи как случайные процессы. Плотности распределения вероятностей случайных процессов. Автокорреляционные и взаимные корреляционные функции.

### Раздел 2. Модели радиотехнических цепей и устройств

Линейные и нелинейные цепи и устройства. Частотные и временные характеристики линейных цепей. Методы анализа стационарных и переходных режимов в радиотехнических цепях.

Линейные цепи и устройства с постоянными параметрами. Активные линейные цепи. Усилители и их характеристики. Параметры и эквивалентные схемы усилителей.

Нелинейные цепи и устройства. Методы анализа нелинейных цепей. Умножители частоты. Амплитудные ограничители. Детекторы. Преобразователи частоты колебаний. Генераторы колебаний. Модуляторы.

### Раздел 3. Цифровые методы обработки сигналов

Дискретизация сигналов по времени и квантование по уровню. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Ошибки квантования и округления. Цифровая фильтрация и цифровые фильтры. Характеристики и формы реализации цифровых фильтров. Цифровой спектральный анализ. Быстрое преобразование Фурье.

#### Основная литература

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 2000. – 462 с.
2. Попов В.П. Основы теории цепей. М.: Высшая школа, 2007. – 576 с.
3. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов. М.: Техносфера, 2012. – 1048 с.

#### Дополнительная литература

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Дрофа, 2006. – 719 с.
2. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. М.: Радиотехника, 2003. – 400 с.

## Тема № 2. Системы радиосвязи и телевидения

### Раздел 1. Радиосистемы и устройства передачи информации

Мера количества информации (Хартли, К. Шеннон). Энтропия источника информации и ее свойства. Избыточность. Производительность.

Пропускная способность канала связи. Формула Шеннона. Основная теорема кодирования. Понятие о кодировании информации: код, алфавит, основание и значность кода. Способы приема двоичных сигналов в каналах с постоянными параметрами. Некогерентный прием двоичных АМ и ЧМ сигналов. Разнесенный прием сигналов. Теория потенциальной помехоустойчивости В.А. Котельникова. Критерий помехоустойчивости приема непрерывных сообщений. Виды модуляции при передаче непрерывных сообщений. Применение АМ, БМ, ОПМ, ФМ и ЧМ, их сравнение по выигрышу и физическое объяснение. Пороговые явления при передаче непрерывных сообщений. Цифровые методы передачи непрерывных сообщений. Импульсно-кодовая модуляция (ИКМ). Частотное и временное разделение сигналов. Разделение сигналов по форме.

Радиолинии. Диапазоны радиоволн в системах передачи информации. Распространение электромагнитных волн вблизи поверхности Земли; тропосферное распространение радиоволн; ионосферное распространение радиоволн; распространение радиоволн в условиях пересеченной местности и при наличии препятствий.

Виды радиосистем передачи информации (РСПИ): связные, телевизионные, телеметрические и командные. Характеристики и параметры передаваемых сообщений. Канал связи и его характеристики. Пропускная способность канала. Критерии качества радиосистемы передачи информации. Структура радиосигналов. Методы модуляции и кодирования. Спутниковые, радиорелейные, сотовые системы передачи информации.

Методы и устройства синхронизации и вхождения в связь. Синхронизация в РСПИ: фазовая, тактовая, цикловая и кадровая синхронизация. Цифровые телекоммуникационные системы. Иерархия цифровых систем передачи информации. Способы коммутации каналов, пакетов, сообщений. Управление потоками данных в сетях.

Принципы построения волоконно-оптических систем передачи информации. Особенности проектирования волоконно-оптических систем передачи. Многофункциональные волоконно-оптические системы передачи информации.

## **Раздел 2. Радиотелевизионные системы**

Физические принципы, используемые для формирования, передачи, приема и консервации изображений. Диапазон радиоволн, используемый в телевидении. Методы разложения изображений на элементы. Видеосигнал и его характеристики. Принцип последовательной передачи элементов изображения. Кадр, строки и элементы изображения. Слитность изображения. Синхронизация смены кадров и начала развертки строк.

Особенности построения телевизионных передатчиков. Передача радиосигнала изображения. Передача звукового сопровождения. Формирование и передача сигналов синхронизации и кода цветности. Преобразование оптического изображения в электрический сигнал в передающей телевизионной камере (ПТК). Передающие телевизионные трубки. Методы стабилизации частоты в передатчиках.

Особенности передающих и приемных телевизионных антенн метровых, дециметровых и сантиметровых волн. Особенности телевизионных приемников. Селектор каналов, преобразователь частоты, УПЧ, видеоусилитель и декодер цветности. Генераторы строчной и кадровой развертки. Воспроизведение телевизионных изображений: кинескопы, матричные телеэкраны.

Системы вещательного телевидения: форматы передачи, радиосигналы и их спектры, принцип совместимости. Цифровое телевидение. Телевидение высокой четкости. Кабельное телевидение. Спутниковые телевизионные системы.

## **Раздел 3. Системы и устройства радиоуправления**

Математические модели непрерывных и дискретных линейных объектов и систем. Передаточные функции и частотные характеристики. Назначение, принципы использования и построение устройств радиоавтоматики (РА), элементы устройств РА. Способы

практической оценки и обеспечение необходимых качественных показателей устройств радиоуправления: устойчивость, точность, качество в переходном режиме, помехоустойчивость.

Области применения и задачи управления объектами. Элементы теории автоматического управления. Объекты управления. Контур следящего радиоуправления и его основные звенья.

#### **Раздел 4. Методы проектирования и конструирования радиоэлектронных средств**

Зависимость технических требований к РЭС от их назначения и условий эксплуатации. Способы защиты РЭС от воздействия окружающей среды и механических воздействий. Основы защиты радиоэлектронных средств от воздействия непреднамеренных помех, электромагнитных и ионизирующих излучений. Основы теории надежности РЭС.

Компоновка и комплексная микроминиатюризация радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Интегральная микросхемотехника, большие (БИС) и сверхбольшие (СБИС) интегральные схемы. Печатный монтаж. Ремонтопригодность РЭА. Тепловой режим радиоэлектронной аппаратуры.

#### **Основная литература**

1. Основы радиотехнических систем. Учебное пособие. / Белоусов О.А., Федюнин П.А., Зырянов Ю.Т. С.-Пб.: Лань, 2015. – 192 с.
2. Телевидение: Учебник для вузов, 4-е изд., стереотипное / В.Е. Джакония и др.; под ред. В.Е. Джаконии – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 616 с.
3. Карякин В.Л. Цифровое телевидение: учебное пособие для вузов, 2-е изд., переработанное и дополненное / В.Л. Карякин. – М: СОЛОН-ПРЕСС, 2013. – 451 с.
4. Арсеньев Г.Н., Замуруев С.Н. Радиоавтоматика. Учебник. 2-е изд. М.: Минфра-М, 2016. – 592 с.
5. Головицына М.В. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств. Учебник. М.: ИНТУИТ, 2014. – 431 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Коновалов Г.Ф. Радиоавтоматика: Учебник для вузов. М: Радиотехника, 2003. – 288 с.
2. Баканов Г.Ф., Соколов С.С. Конструирование и производство радиоаппаратуры. Учебник. М.: Академия, 2014. – 383 с.

### **Тема № 3. Радиотехнические устройства**

#### **Раздел 1. Антенны: излучение и прием радиоволн, распространение электромагнитных волн**

Уравнения Максвелла. Граничные условия. Энергия электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойтинга. Электромагнитные волны и решение однородных уравнений электродинамики. Рефракция радиоволн в неоднородных средах. Явления дифракции и интерференции.

Электромагнитные волны в направляющих системах. Канализация радиоволн. Основы теории длинных линий. Волноводы и фидеры. Электромагнитные колебания в объемных резонаторах. Принципы функционирования устройств СВЧ, типовые узлы и элементы.

Возбуждение электромагнитных полей заданными источниками. Элементарные излучатели. Излучение электромагнитных волн в свободное пространство. Элементы теории антенн. Ближняя и дальняя зоны. Приемная и передающая антенны, их параметры и ха-

рактеристики. Техническая реализация антенн различных диапазонах радиоволн для целей радиосвязи и телевидения. Проблемы электромагнитной совместимости антенн.

## **Раздел 2. Устройства генерирования и формирования сигналов**

Физические принципы процессов генерирования и формирования радиосигналов. Генераторы и автогенераторы. Режимы самовозбуждения, их особенности. Стабильность частоты и методы ее повышения. Кварцевые генераторы. Квантовые эталоны частоты. Умножители частоты. Синтезаторы частоты.

Управление колебаниями (модуляция). Основы теории линейной и нелинейной модуляции (манипуляции).

Генерация и усиление СВЧ колебаний. Основные типы генераторов и усилителей СВЧ.

Построение радиопередающих систем и устройств различных диапазонов волн с различными типами модуляции несущего колебания. Основные элементы передающих устройств: модуляторы, усилители мощности, умножители, синтезаторы частоты.

## **Раздел 3. Устройства приема и обработки сигналов**

Основные методы приема (супергетеродинный, инфрадинный, прямого усиления и прямого преобразования). Основные типы радиоприемных устройств. Узлы радиоприемников, их схемные решения. Преобразователи частоты сигналов, смесители и гетеродины. Детекторы сигналов: амплитудные, частотные и фазовые. Усилители различных частотных диапазонов.

Методы обеспечения основных характеристик устройств приема и обработки радиосигналов – чувствительность, одно- и многосигнальная частотная избирательность, динамический диапазон по основному и соседнему каналам. Системы автоматического регулирования в устройствах приема и обработки радиосигналов.

Физические принципы построения усилительно-преобразовательного тракта устройств приема и обработки радиосигналов с малым уровнем собственных шумов, с высокой частотной избирательностью.

Построение приемных устройств различных диапазонов волн с различными типами модуляции несущей. Шумовые параметры и частотная избирательность приемных устройств. Основные типы усилительных и генераторных приборов. Элементы приемных устройств: входные цепи, фильтры, усилители, преобразователи частоты, демодуляторы, устройства автоподстройки.

Особенности телевизионных и связанных радиоприемников. Элементная база радиоприемных устройств. Варианты схем приемников с использованием современной элементной базы электрорадиокомпонентов – интегральных микросхем, элементов функциональной электроники, сигнальных микропроцессоров и однокристалльных контроллеров.

## **Раздел 4. Цифровые устройства и микропроцессоры**

Основы алгебры логики и теории переключательных функций. Основы теории асинхронных потенциальных и синхронных автоматов. Синтез цифровых узлов: триггеры, счетчики, мультиплексоры, демультиплексоры, сумматоры. Микропроцессоры: архитектура, система команд, интерфейсные большие интегральные схемы (БИС) и БИС памяти.

## **Раздел 5. Оптические устройства**

Понятие о волоконных световодах (ВС), типы и основные характеристики ВС. Физические основы распространение волн по оптическому волокну. Модовая структура

направляемых волн. Затухание, дисперсия, поляризация и деполяризация волн в волоконных световодах. Полоса пропускания ВС. Волоконно-оптические разветвители, соединители, фильтры, мультиплексоры. Влияние внешних воздействий на характеристики ВС. Оптоэлектронные компоненты волоконно-оптических систем передачи информации: светоизлучающие диоды, лазерные диоды, приемные фотодиоды, модуляторы, переключатели оптических сигналов, волоконно-оптические усилители.

Волоконно-оптические системы передачи информации (СПИ). Основные характеристики компонентов волоконно-оптических систем передачи. Функциональная схема линейной части фотоприемного тракта. Особенности аналоговых волоконно-оптических систем передачи. Многофункциональные волоконно-оптические системы передачи информации.

Волоконно-оптические СПИ с модуляцией интенсивности оптического излучения, когерентные СПИ, многоволновые СПИ. Основные методы измерения характеристик волоконно-оптических СПИ. Основные виды цифровых волоконно-оптических сетей передачи информации и технологии мультиплексирования и демультиплексирования сигналов. Синхронизация в цифровых сетях.

## **Раздел 6. Аналоговые устройства и источники электропитания**

Параметры и характеристики аналоговых электронных устройств (АЭУ). Принципы построения и функционирования типовых усилительных звеньев, использование обратных связей. Базовые схемные конфигурации аналоговых интегральных схем. Операционные усилители, устройства линейного и нелинейного функционального преобразования сигналов (сравнение, суммирование, перемножение, интегрирование, дифференцирование, логарифмирование, частотная фильтрация).

Источники вторичного электропитания: выпрямители, инверторы, конверторы, стабилизаторы с непрерывным и импульсным регулированием, импульсные источники электропитания.

### **Основная литература**

1. Нефедов Е.И. Устройство СВЧ и антенны. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Академия, 2009. – 384 с.
2. Головин О.В. Устройства генерирования, формирования, приема и обработки сигналов. Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия - Телеком, 2014. – 783 с.
3. Микушин А.В., Сажнев А., Сединин В. Цифровые устройства и микропроцессоры. С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2010. – 818 с.
4. Скляр О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи. Учебное пособие. С.-Пб.: Лань, 2016. – 265 с.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. М.: Мир, 2012. – 704 с.
6. Васильков А.В., Васильков И.А. Источники электропитания. Учебное пособие. М. Форум, 2016. – 399 с.

### **Дополнительная литература**

1. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для вузов / Под ред. Д.И. Воскресенского. М: Радиотехника, 2006. – 376 с.
2. Проектирование источников электропитания электронной аппаратуры. Учебное пособие. / Березин О.К., Костиков В.Г., Парфенов Е.М., Шахнов В.А. М.: КноРус, 2016. – 532 с.

## **Тема № 4. Радиотехнические системы**

### **Раздел 1. Общие вопросы построения радиотехнических систем**

Принципы построения радиотехнических систем; радиолокационные, радионави-

гационные и радиотехнические системы передачи информации. Оценка характеристик радиотехнических систем. Радиолокационная селекция и распознавание объектов. Методы измерения дальности, скорости и угловых координат. Оптическая и тепलोкация. Спутниковые радионавигационные системы.

## **Раздел 2. Радиолокационные и радионавигационные системы (РЛС и РНС)**

Принципы радиолокации и методы реализации радиолокационных устройств и систем. Виды радиолокации. Физические основы радиолокации, отражение, рассеяние и переизлучение радиоволн объектами (целями). Характеристики целей. Основы статистической теории радиолокации: обнаружение, разрешение и оценивание параметров сигналов. Статистические критерии обнаружения и оценивания. Борьба с пассивными и активными помехами. Радиодальномеры, радиопеленгаторы и измерители скорости.

Принципы радионавигации и методы реализации радионавигационных систем и устройств. Автономные и неавтономные радиосистемы. Радиосистемы навигации по геофизическим полям Земли. Радиосистемы навигации по опорным сигналам, излучаемым из точек пространства с известными координатами или с известных орбит. Методы определения местоположения: дальномерно-пеленгационный, дальномерный, пеленгационный. Региональные и глобальные РНС. Спутниковые РНС. Местоопределение с помощью РНС. Ошибки определения местоположения на плоскости и в пространстве. Рабочие зоны радионавигационных систем.

Однопозиционные и многопозиционные системы. Наземные, воздушные, морские и космические системы. Основные типы современных и перспективных радиолокационных и радионавигационных средств, решаемые ими задачи, эффективность.

Принципы дистанционных радиофизических исследований Земли и космоса. Взаимосвязь параметров природных объектов и сред со статистическими характеристиками отраженных или излученных сигналов. Космические и самолетные локационные системы акустического, оптического, инфракрасного и радиодиапазонов. Локационные методы в радиоастрономии.

### **Основная литература**

1. Основы радиотехнических систем. Учебное пособие. / Белоусов О.А., Федюнин П.А., Зырянов Ю.Т. С.-Пб., Лань, 2015. – 191 с.
2. Смольский С.М., Комаров И.В Основы теории радиолокационных систем с непрерывным излучением частотно-модулированных колебаний. М.: Горячая линия-Телеком, 2015. – 391 с.
3. Многофункциональные радиолокационные системы. Учебное пособие для ВУЗов / Дудник П.И., Ильчук А.Р., Татарский Б.Г. М.: Дрофа, 2007. – 283 с.
4. Скрышник О.Н. Радионавигационные системы воздушных судов: Учебник. М.: Инфра-М, 2016. – 348 с.

### **Дополнительная литература**

1. Радиолокационные системы землеобзора космического базирования / Верба В.С., Неронский Л.Б., Осипова И.Г., Турок В.Э. М.: Радиотехника, 2010. – 680 с.
2. Перов А.И. Статистическая теория радиотехнических систем. М.: Радиотехника, 2003. – 400 с.

Составитель:

Строкин Н.А., д.ф.-м.н., профессор 