

# БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

Ханты-Мансийского автономного округа–Югры

«Сургутский государственный университет»

Утверждаю: Первый проректор

Даниленко И.Н.

«25» 09 2019 г.



## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

### НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 11.04.02 «ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ СВЯЗИ»

#### Магистерская программа «Системы и устройства радиотехники и связи»

Раздел 1. Электрические цепи и сигналы.

Тема 1. Характеристики сигналов.

Понятие сигнала. Математическое описание сигналов. Комплексное представление вещественных сигналов. Аналитический сигнал. Размерность сигналов. Разложение сигнала в ряд. Ортонормированные системы функций. Ряды Фурье. Интеграл Фурье. Спектральное представление сигналов. Спектральная плотность аналитического сигнала. Огибающая и мгновенная фаза сигналов. Мгновенная частота. Аналоговый сигнал. Дискретный сигнал. Цифровой сигнал. Графическое отображение сигналов. Линейное пространство сигналов. Норма сигналов. Метрика сигналов. Скалярное произведение сигналов. Коэффициент корреляции сигналов. Мощность и энергия сигналов. Ортогональные сигналы. Корреляционные функции сигналов. Автокорреляционная функция. Взаимная корреляционная функция. Спектры мощности. Равенство Парсеваля. Энергетические спектры сигналов. Тестовые сигналы. Единичные импульсы. Гребневая функция. Треугольные импульсы. Экспоненциальный импульс. Функции Лапласа и Гаусса. Гармонические колебания. Радиоимпульс. Случайные процессы и их основные характеристики. Шумы и помехи. Функциональные характеристики случайного процесса. Одномерная функция распределения вероятностей. Одномерная плотность вероятностей. Функции математического ожидания, дисперсии, среднего квадратического отклонения. Двумерная плотность распределения вероятностей. Корреляционные и ковариационные функции случайных процессов. Свойства функций автоковариации и автокорреляции. Взаимные моменты случайных процессов. Статистическая независимость случайных процессов. Классификация случайных процессов. Эргодические процессы. Функции спектральной плотности. Каноническое разложение случайных функций. Комплексные случайные функции. Финитное преобразование Фурье. Спектры мощности случайных функций. Теорема Винера-Хинчина. Взаимные спектральные функции. Эффективная ширина спектра мощности. Соотношение неопределенности. Преобразования случайных функций. Системы преобразования случайных функций. Связь выходных статистических функций с

входными: Модели случайных сигналов и помех. Телеграфный сигнал. Белый шум. Гауссовый шум. Гауссовы случайные процессы.

### *Тема 2. Характеристики систем.*

Линейные системы. Общие понятия систем. Основные системные операции. Математическая модель системы. Нерекурсивные цифровые системы. Рекурсивные цифровые системы. Стационарные и нестационарные системы. Импульсная характеристика системы. Импульсный отклик системы. Свертка (конволюция). Интеграл Дюамеля. Интеграл свертки. Свойства свертки. Параметры эффекта Гиббса. Реакция системы на произвольный сигнал. Усиление постоянной составляющей сигнала. Усиление шумов. Передаточные функции систем. Z-преобразование. Устойчивость систем. Частотные характеристики систем. Корреляционные соотношения. Спектральные соотношения. Дисперсия выходного сигнала. Функция когерентности. Структурные схемы систем. Графы систем. Соединения систем. Схемы реализации систем. Обращенные формы.

## Раздел 2. Электроника, электротехника и схемотехника.

### *Тема 1. Электрические цепи постоянного тока.*

Пассивные элементы электрических цепей. Источники энергии. Классификация электрических цепей. Параметры элементов электрических цепей постоянного тока. Схемы замещения. Применение законов Ома и Кирхгофа для описания электрического состояния цепей постоянного тока. Метод непосредственного применения законов Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод суперпозиций (наложения). Метод узловых потенциалов (метод двух узлов). Метод эквивалентного генератора.

### *Тема 2. Электрические цепи переменного тока.*

Способы представления синусоидальных величин. Элементы электрических цепей переменного тока. Законы Кирхгофа для цепей переменного тока. Резонанс напряжений. Разветвленные электрические цепи. Резонанс токов. Мощность в цепи однофазного переменного тока. Способы соединения фаз генератора трехфазной системы. Способы соединения приёмников трёхфазных цепей. Соединение треугольником. Работа трехфазной цепи при переключении фаз приёмников. Мощности трехфазных цепей. Способы измерения активной мощности в трехфазных цепях.

### *Тема 3. Электрические приборы и измерения.*

Виды и методы измерений. Погрешности измерения и классы точности. Показывающие измерительные приборы с электромеханическими преобразователями. Магнитоэлектрические приборы. Электромагнитные приборы. Электродинамические приборы. Индукционные приборы. Мостовые и компенсационные методы измерений. Мостовые методы измерения. Понятие о мостах переменного тока. Компенсационные методы измерения. Понятие о цифровых и электронных измерительных приборах. Понятие об измерении неэлектрических величин электрическими методами.

### *Тема 4. Полупроводниковая электроника.*

Электропроводность полупроводников. Электрические переходы. Полупроводниковые диоды. Биполярные транзисторы. Способы включения биполярных транзисторов. Основные режимы работы транзистора. Полевые транзисторы. Транзистор с управляющим p-n-переходом. МДП (МОП)-транзисторы. Способы включения полевых транзисторов. Туннельный и обращенный диоды. Двухбазовый диод (однопереходный транзистор). Лавинный транзистор. Динисторы и тиристоры. Излучающие диоды. Фоторезисторы. Фотодиоды. Фототранзисторы. Оптроны.

### *Тема 5. Аналоговая схемотехника.*

Основные характеристики усилительных устройств. Структурная схема усилительного устройства. Классификация электронных усилителей. Амплитудно-частотная и фазочастотная

характеристики. Переходная характеристика. Лине́йные и нелинейные искажения. Амплитудная характеристика, динамический диапазон. Классы усиления. Обратные связи в усилителях. Виды обратных связей. Влияние отрицательной обратной связи на стабильность коэффициента усиления. Влияние отрицательной обратной связи на нелинейные искажения. Влияние отрицательной обратной связи на величину входного и выходного сопротивлений усилителя. Амплитудно-частотная характеристика усилителя с обратной связью. Частотный критерий устойчивости усилителя с обратной связью. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе. Эквивалентные схемы и малосигнальные параметры усилительных приборов. Способы включения биполярного транзистора. Характеристики и малосигнальные параметры полевых транзисторов. Эквивалентные схемы замещения полевых транзисторов. Усилительные каскады на биполярных транзисторах. Нагрузочные прямые постоянного и переменного тока. Работа каскадов в области средних, нижних и верхних частот. Схемы высокочастотной и низкочастотной коррекции. Каскад при работе в режиме большого сигнала. Усилитель низкой частоты с гальванически связанными каскадами общий эмиттер – общий коллектор. Температурная стабилизация режима работы биполярного транзистора. Усилительные каскады на полевых транзисторах. Работа каскадов в области средних и верхних частот. Усилители мощности. Выходной каскад в режимах класса А, В и АВ. Каскад с вольтодобавкой. Операционные усилители. Дифференциальный усилительный каскад. Стабилизаторы тока. Инвертирующий и неинвертирующий усилитель постоянного тока. Аналоговый сумматор. Аналоговый интегратор. Усилители переменного напряжения. Усилители с токовым выходом. Усилители тока. Амплитудный детектор. Выпрямитель среднего значения. Преобразователи сопротивления в напряжение. Избирательные усилители. Резонансный усилитель с параллельным LC-контуром. Каскадный усилитель. Активные фильтры нижних и верхних частот. Генераторы гармонических колебаний. Условия баланса фаз и амплитуд. Автогенератор с трансформаторной обратной связью. Трёхточечные генераторы. Кварцевая стабилизация частоты. Автогенератор с трехзвенной RC-цепью. Автогенератор с мостом Вина. Генератор с независимым возбуждением. Автогенератор на туннельном диоде. Стабилизаторы постоянного напряжения. Параметрический стабилизатор напряжения на кремниевом стабилитроне. Источник опорного напряжения. Компенсационный стабилизатор напряжения. Стабилизатор на операционном усилителе с ограничением выходного тока.

#### *Тема 6. Цифровая схемотехника.*

Логические функции и элементы. Аксиомы, законы, тождества и теоремы алгебры логики (булевой алгебры). Представление и преобразование логических функций. Структура и принцип действия логических элементов. Комбинационные логические устройства. Шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры и демультиплексоры. Сумматоры. Цифровой компаратор. Преобразователи кодов. Арифметико-логическое устройство. Триггеры и цифровые автоматы. RS-триггеры на логических элементах. Разновидности RS-триггеров. JK-триггеры. D-триггер и T-триггер. Несимметричные триггеры. Цифровые автоматы. Регистры и счётчики. Сдвиговые регистры. Синхронные сдвиговые регистры с обратными связями. Электронные счётчики. Запоминающие электронные устройства. Статические оперативные запоминающие устройства. Динамические оперативные запоминающие устройства. Энергонезависимые оперативные запоминающие устройства. Постоянные запоминающие устройства. Флэш-память.

### Раздел 3. Теория электрической связи.

#### *Тема 1. Системы электросвязи.*

Понятие информации. Количественная мера информации. Энтропия источника информации. Основные свойства энтропии. Энтропия непрерывного источника информации. Информационная

емкость сигналов. Системы, каналы и линии связи. Помехи и искажения линий связи. Основные характеристики систем связи.

*Тема 2. Математические модели сообщений, сигналов, помех и каналов связи.*

Линейные и нелинейные модели каналов связи. Преобразование сигналов в каналах связи. Модели непрерывных, дискретных и дискретно-непрерывных каналов связи. Принципы дискретизации. Воспроизведение сигнала. Равномерная дискретизация. Спектр дискретного сигнала. Интерполяционный ряд Котельникова-Шеннона. Дискретизация с усреднением. Дискретизация спектров. Информационная тождественность динамической и спектральной формы сигнала. Дискретизация усеченных сигналов. Соотношение спектров одиночного и периодического сигналов. Дискретизация по критерию наибольшего отклонения. Адаптивная дискретизация. Квадратное кодирование сигналов, Децимация и интерполяция данных.

*Тема 3. Модуляция и детектирование сигналов.*

Аналоговая модуляция. Амплитудная и угловая модуляция. Помехоустойчивость амплитудной и угловой модуляции. Однополосная модуляция. Энергия однополосного сигнала амплитудной модуляции. Многополосный модулирующий сигнал. Демодуляция сигналов амплитудной модуляции. Балансная амплитудная модуляция. Однополосная амплитудная модуляция. Подярная модуляция. Фазовая модуляция. Частотная модуляция. Однополосная угловая модуляция. Спектры сигналов с угловой модуляцией. Сигналы с многополосной угловой модуляцией. Демодуляция сигналов угловой модуляции. Квадратурная модуляция. Демодуляция квадратурного сигнала. Дискретная (цифровая) модуляция. Модулирование дискретными сообщениями. Модуляция и детектирование при импульсном переносчике.

*Тема 4. Кодирование источников и каналов связи.*

Теорема Котельникова. Теорема Шеннона. Помехоустойчивое (канальное) кодирование. Сверточные (решетчатые) коды. Способы цифрового кодирования данных. Логическое кодирование. Методы синхронизации. Методы обнаружения искажений информации. Импульсно-кодовая передача данных. Импульсно-модулированные сигналы. Амплитудно-импульсная модуляция. Широко-импульсная модуляция. Временная импульсная модуляция. Кодово-импульсная модуляция. Модуляция символьных и кодовых данных. Амплитудно-манипулированные сигналы. Угловая манипуляция. Внутриимпульсная частотная модуляция. Сигналы линейной частотной модуляции. Спектр прямоугольного сигнала линейной частотной модуляции.

*Тема 5. Многоканальная электросвязь.*

Частотное, временное и фазовое разделение сигналов. Разделение сигналов по форме. Кодовое разделение сигналов. Коммутация и маршрутизация в сетях связи. Пропускная способность сетей многоканальной электросвязи.

**Раздел 4. Направляющие системы электрической связи:**

*Тема 1. Электромагнитные поля и волны.*

Электромагнитное поле как особый вид материи. Электрический заряд и электрический ток. Электрическое и магнитное поля как два проявления электромагнитного поля. Основные характеристики электромагнитного поля. Виды сред и их классификация по характеру взаимодействия с электромагнитным полем. Материальные уравнения. Закон полного тока. Первое уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Токи проводимости и смещения. Закон электромагнитной индукции. Второе уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Теорема Гаусса для электростатического поля и постулат Максвелла. Третье уравнение Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Четвертое уравнение

Максвелла в интегральной и дифференциальной формах. Закон сохранения электрического заряда и уравнение непрерывности линий электрического тока. Закон Ома в дифференциальной форме. Степень взаимной обусловленности электрического и магнитного полей. Граничные условия на поверхности раздела сред с различными макроскопическими параметрами. Поверхностные заряды и токи. Граничные условия на поверхности идеального проводника. Комплексная диэлектрическая проницаемость среды. Диэлектрические потери. Баланс энергии электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга. Плотность потока энергии поля. Баланс активной и реактивной мощностей. Волны в диэлектрических средах. Волны в проводящих средах. Глубина проникновения поля в материал.

#### *Тема 2. Радиоканалы и радиолинии.*

Основные электрические параметры передающих и приемных антенн. Симметричные вибраторы. Антенные решетки. Прямоугольные и круглые расстровые антенны и излучающие поверхности. Активные вибраторные антенны. Щелевые резонансные антенны. Синфазные вибраторные антенные решетки. Антенны в печатном исполнении. Многощелевые волноводные антенны. Директорные антенны. Догонериодические вибраторные антенны. Антенны вращающейся поляризации. Антенны поверхностных волн. Апертурные антенны. Особенности антенн для телевидения, радиорелейных линий и космической радиосвязи. Электромагнитная совместимость антенн. Распространение радиоволн в свободном пространстве. Распространение земной волны. Электрические параметры земной атмосферы. Распространение радиоволн в земной атмосфере. Замирания сигнала. Искажения сигнала. Помехи радиоприему. Распространение ультракоротких волн на наземных радиолиниях. Распространение ультракоротких волн на космических радиолиниях. Распространение коротких волн. Распространение средних и длинных волн. Особенности распространения волн оптического диапазона.

#### *Тема 3. Проводные направляющие системы электросвязи.*

Принципы работы проводных направляющих систем. Закрытые и открытые линии передачи. Классификация направляемых волн. Продольные поперечные волны и гибридные волны. Параметры направляемых волн. Поперечный коэффициент распространения. Критическая длина волны и критическая частота. Волна основного типа. Условие одноволнового режима. Параметры поперечных электромагнитных волн в линиях передачи. Поперечный коэффициент распространения. Фазовая и групповая скорости. Параметры электрических электромагнитных волн в линиях передачи. Поперечный коэффициент распространения. Фазовая и групповая скорости. Параметры магнитных электромагнитных волн в линиях передачи. Поперечный коэффициент распространения. Фазовая и групповая скорости. Прямоугольный волновод. Конструкция. Структура поля и параметры основной волны прямоугольного волновода. Круглый волновод. Конструкция. Структура поля и параметры основной волны круглого волновода. Граничные условия на поверхности, ограничивающей направляющую систему. Затухание направляемых волн. Потери в заполнении и в металлических стенках. Комплексный коэффициент распространения. Коэффициент затухания и глубина проникновения поля в стенки волновода. Структура поля и параметры направляемых волн в коаксиальном волноводе. Волновое сопротивление. Конструктивные особенности коаксиальных волноводов. Симметричные линии связи. Электрические процессы в симметричных линиях связи. Конструктивные особенности симметричных линий связи.

#### *Тема 4. Оптические направляющие системы связи.*

Типы оптических волокон. Распространение различных мод по оптоволокну. Микроизгибы и макроизгибы. Конструкция кабеля. Характеристики оптического волокна. Волокно с выровненным или с профильным показателем. Волокно с выровненным или с профильным показателем

предомления оболочки. Оптический разветвитель (сплиттер — комбайнер). Оптический аттенюатор. Волоконно-оптический фильтр. Волоконно-оптический изолятор. Волоконно-оптический терминатор. Волоконно-оптический переключатель (коммутатор). Пассивный компенсатор (хроматической) дисперсии. Волоконно-оптический соединитель (оптический разъем). Сращивание оптических волокон. Светонзлучающие диоды. Лазерные диоды. PIN-фотодиоды. Оптические приемники.

## Раздел 5. Телекоммуникационные системы и сети.

### Тема 1. Теория телетрафика.

Потоки вызовов. Основные свойства и характеристики потоков вызовов. Простейший поток вызовов и его свойства. Математическое ожидание и дисперсия простейшего потока вызовов. Закон распределения промежутков между вызовами простейшего потока. Длительность обслуживания. Поток освобождений. Телефонная нагрузка. Основные параметры телефонной нагрузки. Концентрация телефонной нагрузки. Способы распределения телефонной нагрузки. Обслуживание простейшего потока вызовов (первая формула Эрланга). Дифференциальные уравнения Эрланга. Распределение Эрланга. Потери в полнодоступном пучке при обслуживании простейшего потока вызовов. Рекуррентная формула Эрланга. Средняя пропускная способность линий полнодоступного пучка. Обслуживание полнодоступного пучка потока от ограниченного числа источников нагрузки (формула Энгсета). Обслуживание простейшего потока вызовов полнодоступным пучком с ожиданием при показательном распределении длительности занятия. Системы с ожиданием при постоянной длительности обслуживания. Расчёт пропускной способности управляющих устройств. Комбинированная система обслуживания. Расчёт систем с повторными вызовами. Формула Эрланга для идеальной неполнодоступные включения с потерями схемы (третья формула Эрланга).

### Тема 2. Сигналы и линии связи.

Телекоммуникационные сигналы и их характеристики. Уровни передачи. Рабочее затухание (усиление) линии связи. Остаточное затухание линии связи. Амплитудная, частотная и фазовая характеристики линии связи. Коэффициент нелинейных искажений. Защищенность от помех. Двухсторонние каналы с разделением по времени, частоте и форме. Цифровое кодирование. Тактовая синхронизация.

### Тема 3. Цифровые системы передачи.

Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразование. Временное группобразование. Цикловая синхронизация. Линейные тракты цифровых систем передачи. Преобразование цифровых кодов. Регенерация цифровых сигналов. Качество цифровой передачи сигналов. Плезиохорная и синхронная цифровые иерархии. Методы асинхронной передачи.

### Тема 4. Транспортные сети.

Единая сеть связи Российской Федерации. Первичные и вторичные сети. Типовые каналы первичной сети связи. Широкополосные каналы и их основные характеристики. Основной цифровой канал и типовые цифровые тракты. Показатели эффективности сетей связи. Сервис открытых систем. Эталонная модель взаимодействия открытых систем (OSI/ISO). Сети с коммутацией каналов, сообщений и пакетов. Топологии сетей связи. Краткая характеристика основных элементов телекоммуникационных сетей. Классификация сетевых протоколов. Транспортные сети и сети доступа. Архитектура транспортных сетей. Технологии построения транспортных сетей — PDH, SDH, DWDM, Ethernet, ATM, MPLS. Мультисервисные сети. Управление и синхронизация в транспортных сетях.

### Тема 5. Телефонные сети.

Местные, зональные, междугородные и международные телефонные сети. Технологии передачи информации. Технологии синхронизации. Технологии коммутации каналов. Системы сигнализации в телефонных сетях. Система и план нумерации. Средства поддержки услуг. Качество обслуживания в телефонных сетях.

*Тема 6. Сети документальной электросвязи.*

Телеграфная связь. Факсимильная связь. Видеотекст. Голосовая почта. стек протоколов TCP/IP. Адресация и маршрутизация в IP сетях. Локальные и глобальные компьютерные сети. Структуризация компьютерных сетей. Сетевое оборудование – хабы, коммутаторы, маршрутизаторы, шлюзы. Структура сети Интернет.

*Тема 7. Информационная безопасность.*

Методы, средства и системы обеспечения информационной безопасности информационно-телекоммуникационных сетей и систем, управление информационной безопасностью информационно-телекоммуникационных сетей и систем. Модели угроз информационной безопасности. Аппаратные и программные средства защиты информационно-телекоммуникационных сетей и систем.

**Раздел 6. Радиосвязь.**

*Тема 1. Генераторные устройства.*

Схемы генераторов с внешним возбуждением. Статические характеристики генераторных ламп и транзисторов. Динамические характеристики выходного тока в генераторах с внешним возбуждением. Гармонический анализ анодного тока. Коэффициенты Берга. Параметры граничного режима. Сеточные цепи ламп в генераторах с внешним возбуждением. Ламповый генератор с внешним возбуждением по схеме с общей сеткой. Работа генераторов с внешним возбуждением в перенапряженном режиме. Генераторы с внешним возбуждением на биполярных транзисторах в граничном и недонапряженном режимах. Работа генераторов с внешним возбуждением на полевых транзисторах в граничном и недонапряженном режимах. Генератор с внешним возбуждением с транзисторами в ключевом режиме. Умножители частоты. Цепи питания генераторов. Резонансные колебательные цепи генераторов. Широкодиапазонные колебательные цепи генераторов. Выходные колебательные системы.

*Тема 2. Радиопередающие устройства.*

Транзисторные автогенераторы. Автогенераторы с кварцем. Синтезаторы частоты. Амплитудная модуляция. Схемы каскадов радио и звуковой частоты при анодной амплитудной модуляции. Амплитудная модуляция транзисторных генераторов. Передатчики с амплитудной манипуляцией. Структурные схемы устройств однополосной модуляции. Принципы построения многоканальных передатчиков с однополосной модуляцией. Групповой сигнал и его характеристики. Получение ЧМ и ФМ колебаний. Особенности построения передатчиков с угловой модуляцией. Передатчики дискретных сигналов с угловой модуляцией. Особенности телевизионного сигнала. Структурные схемы ТВ радиопередающих станций. Структурные схемы трактов телевизионных передатчиков изображения. Совместная работа передатчиков сигналов изображения и звукового сопровождения. Структурные схемы передатчиков радиорелейной и космической связи. Частотные модуляторы. Преобразователь частоты. Тракт усиления мощности. Передатчики РРЛ с импульсной модуляцией. Количественные характеристики надежности радиопередатчиков.

*Тема 3. Радиоприемные устройства.*

Структура и принцип действия радиоприемных устройств. Входные цепи радиоприемников. Усилители радиосигналов. Преобразователи частоты и параметрические усилители. Детекторы

радиосигналов. Гетеродинный тракт, регулировки и индикация в радиоприемных устройствах. Радиоприемные устройства с цифровой обработкой сигналов. Электромагнитные помехи в радиоприемных устройствах. Разнесенный прием. Приемные устройства наземных радиорелейных систем. Приемные устройства систем спутниковой связи и вещания. Профессиональные радиоприемные устройства декаметрового диапазона. Приемники звукового вещания. Приемники телевизионного вещания. Приемники систем персонального радиовызова.

*Тема 4. Космическая и наземная радиосвязь.*

Декаметровые наземные системы связи. Радиорелейные линии прямой видимости. Системы спутниковой связи и телевидения. Состав земных и космических станций. Орбиты искусственных спутников Земли. Многостанционный доступ. Эффект Допплера. Запаздывание символов. Методы передачи сигналов в системах спутниковой связи.

*Тема 5. Мобильная радиосвязь.*

Принципы построения сотовых систем мобильной радиосвязи. Многостанционный доступ в системах мобильной радиосвязи. Обслуживание вызовов в системах мобильной радиосвязи. Характеристики радиоканала в сотовых системах мобильной радиосвязи. Передача речевой информации в цифровых системах мобильной радиосвязи. Локализация подвижных абонентов в сетях мобильной радиосвязи. Позиционирование абонентских станций в сетях мобильной радиосвязи. Транкинговые системы мобильной радиосвязи. Территориальные сотовые системы мобильной радиосвязи общего пользования. Системы широкополосного беспроводного доступа. Частотно-территориальное планирование сотовых сетей мобильной радиосвязи. Цифровые сотовые системы связи стандарта GSM. Сотовые системы связи стандарта IS-95 (CDMA). Системы беспроводной связи, стандарт DECT.

*Раздел 7. Оптоволоконная связь.*

*Тема 1. Физический уровень волоконно-оптических систем связи.*

Модель волоконно-оптической системы передачи. Регенераторы в сетях волоконно-оптической связи. Волоконно-оптические усилители. Романовские усилители.

*Тема 2. Канальный уровень волоконно-оптических систем связи.*

Мультиплексирование с разделением по длине волны. Синхронные оптические сети. Синхронная цифровая иерархия. Бюджет волоконно-оптических систем связи. Доступность и безотказность систем волоконно-оптической связи. Оптическая коммутация. Оверлейные сети. Полностью оптические кросс-коммутаторы. Поиск неисправностей в оптических сетях.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Метрология, стандартизация, сертификация: Учебник / И.П. Кошечая, А.А. Канке. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2012. - 416 с.
2. Опадчий, Юрий Федорович. Аналоговая и цифровая электроника [Текст] : полный курс : учебник для студентов вузов / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров ; под ред. О. П. Глудкина. — М. : Горячая линия-Телеком, 2005 (Вологда : ПФ Полиграфист). — 768 с.
3. Белецкий, Александр Федорович. Теория линейных электрических цепей [Текст] : учебник : [для студентов электротехнических институтов связи] / А. Ф. Белецкий. — Изд. 2-е, стер. — СПб. [и др.] : Лань, 2009. — 542 с.
4. Андреев Р.Н. Теория электрической связи [Электронный ресурс]: курс лекций. Учебное пособие для вузов/ Андреев Р.Н., Краснов Р.П., Чепелев М.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2014.— 230 с.



5. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Теория. Учебно-методическое пособие. — Электрон. дап. — Томск : ТГУ (Национальный исследовательский Томский государственный университет), 2013. — 232 с.
6. Дунаев, С.Д. Цифровая схемотехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.Д. Дунаев, С.Н. Золотарев. — Электрон. дап. — М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2007. — 238 с.
7. Чумаков, А.С. Статистическая радиотехника и радиофизика; учебно-методическое пособие. — М. : ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 31 с.
8. Кураев, Александр Александрович. Электродинамика и распространение радиоволн : Учебное пособие. — Москва : Минск : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М" : ООО "Новое знание", 2013. — 424 с.
9. Нефёдов, Евгений Иванович. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Е. И. Нефёдов. — М. : Академия, 2010. — 316 с.
10. Устройства СВЧ и антенны : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 654200 "Радиотехника" / Дмитрий Иванович Воскресенский, Вадим Леонтьевич Гостюхин, Владимир Матвеевич Максимов, Леонид Иванович Пономарев ; под ред. Д.И. Воскресенского. — [Изд. 4, испр. и доп.] — Москва : Радиотехника, 2016. — 555 с.
11. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов: учебное пособие. -- 2-е изд. - М.; Гор. линия-Телеком, 2012. - 456 с.
12. Радиопередающие устройства : Учебник для студентов вузов / Под ред. В. В. Шахгильдяна.— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Радио и связь, 2003. — 559 с.
13. Башарин Г.П. Лекции по математической теории телеграфика: учебное пособие/ Башарин Г.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Российский университет дружбы народов, 2009.— 146 с.
14. Телекоммуникационные системы и сети. Том 1, Том 2, Том 3: учебное пособие/ В.В. Величко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Горячая линия - Телеком, 2015.— 592 с.
15. Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А.Г. Бельтов, И.Ю. Жуков, Д.М. Михайлов, А.В. Стариковский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 206 с.
16. Галкин, В.А. Цифровая мобильная радиосвязь: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / В. А. Галкин. — М. : Горячая линия - Телеком, 2007. — 432 с.
17. Подвижная радиосвязь / Д.Ж. Сакалама; Под ред. О.И. Шелухина. - М.: Гор. линия-Телеком, 2012. - 512 с.
18. Бадер, М.П. Электромагнитная совместимость: учебник. — Электрон. дап. — М. : УМЦ ЖДТ (Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте), 2002. — 639 с.
19. Алексеев, Е. Б. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей : Учебное пособие / Алексеев Е. Б. — Москва : Горячая линия - Телеком, 2012. — 392 с.
20. Винокуров В.М. Сети связи и системы коммутации: учебное пособие/ Винокуров В.М.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012.— 304 с.

21. Мелихов, С. В. Аналоговое и цифровое радиовещание : Учебное пособие / Мелихов С. В. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012 .— 233 с.
22. Шаньгин, В.Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях: учебное пособие. — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2012. — 592 с.

Председатель экзаменационной комиссии,

к.т.н., доцент



Д.В. Тараканов