



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ»**



Утверждена
председатель приемной комиссии
С.Д. Ерохин

«__» _____ 2020 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Специальная дисциплина»

по направлению подготовки кадров высшей квалификации

11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

(указывается код и наименование направления подготовки)

Очная

(форма обучения)

Москва 2020 г.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Направление подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи является направлением подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре МТУСИ по укрупненной группе направлений 11.00.00 Электроника, радиотехника и системы связи, целью подготовки по которой является воспитание квалифицированных научных кадров, способных вести научно-исследовательскую работу, самостоятельно ставить и решать актуальные научные задачи, адекватно воспринимать научные достижения специалистов в той же области знаний, передавать свои знания научной общественности.

В аспирантуру принимаются лица, имеющие высшее профессиональное образование, подтвержденное дипломом специалиста или дипломом магистра, или имеющие высшее профессиональное образование, полученное в образовательных учреждениях иностранных государств. За счет бюджетных средств имеют право обучаться лица, получающие образование данного уровня впервые (специалисты и магистры). Прием в аспирантуру регламентируется «Правилами приема в аспирантуру МТУСИ».

Целью вступительных испытаний в аспирантуру по направлению подготовки 11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи является проверка уровня освоения поступающими общекультурных (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций, предусмотренных Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ФГОС ВО) по программам аспирантуры. В процессе испытаний экзаменуемые должны показать уровень компетенций в профессиональной сфере деятельности, достаточный для продолжения высшего профессионального образования в аспирантуре.

Лица, поступающие в аспирантуру, могут представить в конкурсную комиссию публикации, научные работы в профессиональных изданиях или рукописи, в том числе: ВКР магистра (специалиста), аннотации докладов на студенческих научно-технических конференциях, дипломы и сертификаты

призеров и лауреатов студенческих конкурсов научных работ, исследовательских проектов. Кроме того, поступающие в аспирантуру могут представить в приемную комиссию результаты индивидуального собеседования предполагаемого научного руководителя с соискателем, в котором излагается мнение о научных способностях соискателя, сформированное в ходе собеседования или предшествующей научно-исследовательской деятельности магистранта (специалиста), в согласии на осуществление научного руководства соискателем.

Программа вступительных испытаний включает основные темы дисциплин ОП ВО базовой части профессионального цикла подготовки специалистов и магистров по направлению Электроника, радиотехника и системы связи, дополненные дисциплинами вариативной части профессионального цикла, отражающими отраслевые особенности в сфере инфокоммуникаций.

Конкурсные испытания включают в себя анализ документов и других представленных сведений для предварительной подготовки [индивидуального протокола испытаний](#); устно-письменный экзамен по направлению аспирантуры. Поступающие в аспирантуру сдают следующие конкурсные вступительные экзамены: специальная дисциплина; философия; иностранный язык.

По результатам вступительных экзаменов приемная комиссия принимает решение по каждому претенденту о зачислении его в аспирантуру. Зачисление в аспирантуру производится приказом ректора.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

«Безопасность радиосвязи»

1. Анализ современных угроз безопасности инфокоммуникаций.
2. Взгляды крупнейших политических союзов и военно-политического руководства крупнейших стран на информационно-техническое противоборство в контексте безопасности инфокоммуникаций.

3. Международные проблемы безопасности инфокоммуникаций и роль России в их урегулировании.

4. Доктринальные взгляды Российской Федерации на проблему безопасности инфокоммуникаций.

5. Совершенствование правового обеспечения безопасности инфокоммуникаций в России.

6. Совершенствование системы обеспечения безопасности инфокоммуникаций в России.

7. Совершенствование технического регулирования в интересах обеспечения безопасности инфокоммуникаций в России.

8. Рекомендации по обеспечению безопасности инфокоммуникаций личного пользования.

9. Исследование технических каналов утечки информации в инфокоммуникационных системах.

10. Снижение заметности радиосетей за счёт применения сверхширокополосных сигналов.

11. Повышение помехоустойчивости радиосетей за счёт оптимального приёма радиосигналов.

12. Сравнительный анализ методов модуляции радиосигналов в интересах обеспечения помехозащищённости радиосетей.

13. Узконаправленные антенны (различных диапазонов) радиостанции (спутниковой, тропосферной, радиорелейной станции) с минимизацией боковых лепестков их диаграмм направленности.

14. Повышение помехоустойчивости специальных телевизионных сетей.

15. Анализ методов выявления электронных устройств негласного получения информации, внедренных в средства инфокоммуникаций.

16. Индикаторы электромагнитного поля для выявления электронных устройств негласного получения информации.

17. Программно-аппаратные комплексы радиоконтроля для выявления электронных устройств негласного получения информации.

18. Анализаторы проводных коммуникаций для выявления электронных устройств негласного получения информации.

22. Совершенствование лицензирования деятельности по технической защите инфокоммуникаций.

23. Совершенствование сертификации технических средств защиты инфокоммуникаций.

«Интеллектуальные системы в управлении и автоматизации»

Современные системы управления данными и технологии баз данных

1. История развития БД. Файлы и файловые системы, распределенные, NoSQL БД.

2. Архитектура БД. трехуровневая модель ANSI, процесс прохождения пользовательского запроса
3. Классификация моделей данных. Классы СУБД. Возможности профессиональных СУБД. Российские и зарубежные СУБД
4. Режимы работы с базой данных. Архитектура клиент-сервер: структура типового интерактивного приложения. Модели FS; RDA, сервера БД, сервера приложений
5. Иерархическая модель данных. Язык описания данных иерархической модели. Внешние модели. Язык манипулирования данными в иерархических базах данных.
6. Сетевая модель данных. Языки описания и манипулирования данными в сетевой модели.
7. Реляционная алгебра. Теоретико-множественные операции реляционной алгебры (объединение, пересечение, разность, конкатенация кортежей, произведение). Специальные операции (выборка, проекция, соединение, деление).
8. Язык SQL. История развития SQL. Структура SQL. Типы данных. Операторы DDL,
9. DML, DQL. Оператор выбора SELECT, предикаты раздела WHERE . Null-значения. трехзначная логика
10. Этапы жизненного цикла БД. Этапы проектирования БД Проектирование реляционных БД на основе принципов нормализации.
11. Системный анализ предметной области. Инфологическое моделирование. ER - модель Переход к реляционной модели данных.
12. Даталогическое проектирование. Эквивалентная схема БД. Функциональная зависимость. Возможный, первичный, внешний ключи отношения, Взаимно-независимые атрибут, детерминант отношения, аксиомы Армстронга. Многозначная зависимость в отношении, теорема Фейджина.
13. Последовательность нормальных форм. Их свойства.

Системы и сети телекоммуникаций. Элементы теории массового обслуживания.

1. Основные понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания (СМО), типовые распределения в теории массового обслуживания, показатели эффективности СМО, теорема Литтла, области применения, методы исследования СМО.
2. Модели входных потоков. Стационарные и нестационарные потоки, пуассоновские потоки, потоки Эрланга, потоки Пальма, теорема Хинчина о сходимости суммы потоков.
3. Марковские СМО. Системы с бесконечной и конечной очередью, многолинейные СМО, СМО с отказами, СМО с конечным и бесконечным источником, методика расчёта показателей эффективности марковских СМО.
4. Методы имитационного моделирования СМО.

5. Понятие сетей массового обслуживания. Марковские сети массового обслуживания, моделирование систем передачи данных сетями массового обслуживания.

6. Представление о сетях Петри. Основные варианты использования сетей Петри для моделирования систем и сетей телекоммуникаций. Моделирование на основе кусочно-линейных агрегатов. Элементы теории предикатов и их использование для описания программно-аппаратных комплексов.

7. Представления об экспертной системе. Основные разновидности оболочек экспертных систем. Понятия математического аппарата различных нечётких множеств. Использование возможностей тензорного исчисления для моделирования программно-аппаратных комплексов.

Архитектура систем и сетей телекоммуникаций

1. Основы сетевых технологий: Архитектура и основные элементы телекоммуникационных сетей. Архитектура взаимодействия открытых систем. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ВОС). Уровни модели и функции, реализуемые на каждом из её уровней. Основные элементы модели ВОС: функциональный уровень, услуга, служба, соединение, блок данных, протокол связи. Определение протокола связи и его назначение. Понятие протокольного стека и профиля протоколов. Способы спецификации и верификации телекоммуникационных протоколов. Протоколы физического уровня. Протоколы канального уровня. Особенности протоколов для локальных и глобальных сетей. Протоколы, применяемые в локальных сетях.

2. Методы коммутации в сетях телекоммуникаций.

3. Системы и сети телекоммуникаций: Наземные средства систем и сетей телекоммуникаций. Сети проводной телефонии. Радиорелейные линии связи. Системы пейджинговой радиосвязи. Системы сотовой связи. Транкинговые системы связи. Специальные системы связи: войсковые, с подводными или подземными объектами и др.

4. Системы спутниковой связи. Особенности организации спутниковых сетей на основе геостационарных и низкоорбитальных спутников связи. Стратегия развития систем спутниковой связи. Примеры и особенности действующих систем.

5. Принципы обеспечения информационной безопасности систем и сетей телекоммуникаций: Оценка уязвимости информации. Определение требований к защите информации. Функции и задачи защиты информации. Средства защиты и системы защиты информации. Криптографические методы и средства защиты. Защита информации в компьютерных системах.

Математическое моделирование сложных систем связи

1. Моделирование как метод исследования сложных систем связи и управления. Общие подходы

2. Построение модели системы. Математическое моделирование, имитационное моделирование.
3. Основные сведения о пакете MATLAB. Моделирование случайных величин (векторов) с помощью системы MATLAB.
4. Общая структурная схема системы связи. Имитационная модель системы связи.
5. Коэффициент ошибок и его измерение. Выбор числа экспериментов.
6. Модели случайных процессов в системах связи и управления. Винеровский процесс.
7. Процессы авторегрессии различных порядков.
8. Фильтрация в системах автоматизации связи и управления. Общая постановка задачи фильтрации в дискретном времени. Фильтр Калмана
9. Вычислительная сложность алгоритма обработки сигналов в системах связи и управления.
10. Алгоритмы экспоненциальной и полиномиальной сложности. Порядок сложности алгоритмов. Методы снижения сложности.
11. Быстрые алгоритмы умножения матриц и векторов.

«Техническая Электродинамика и Антенны»

1. Назначение и классификация антенн. КНД, КПД и коэффициент усиления антенны. Параметры диаграммы направленности
2. Линейные антенные решетки. Режимы излучения решетки. Влияние амплитудно-фазового распределения на направленные свойства решетки.
3. Основные параметры антенн в режиме приёма. Связь с параметрами антенн в режиме передачи. Условие выделения максимальной мощности в нагрузке антенны.
4. Сложные вибраторные антенные решетки. Директорные антенны. Логопериодические антенны. Полосковые антенны.
5. Антенны поверхностных волн. Диэлектрические и ребристо-стержневые антенны.
6. Антенны систем подвижной радиосвязи. Антенны базовых станций. Антенны мобильных терминалов.
7. Вопросы электромагнитной совместимости в антенно-фидерной технике. Методы оценки взаимного влияния близкорасположенных антенн. Способы повышения помехозащищенности и развязок антенн.

«Радиооборудование и схемотехника»

1. Анализ режимов работы резонансного усилителя мощности (генератора с внешним возбуждением) при линейной идеализации статических характеристик усилительного элемента.

2. Анализ режимов работы радиочастотного усилителя мощности в ключевом режиме класса D.
3. Анализ режимов работы радиочастотного усилителя мощности в ключевом режиме класса E.
4. Анализ нелинейных искажений при линейном усилении мощности радиосигналов с непостоянной огибающей.
5. Методы линеаризации усилителей мощности радиосигналов с непостоянной огибающей.
6. Методы повышения КПД линейных усилителей мощности (бигармонические режимы работы, автоматическое регулирования режима, схема У. Догерти).
7. Синтетические методы усиления мощности радиосигналов с меняющейся амплитудой: метод дефазирования (метод М. Ширекса); полярная архитектура тракта усиления мощности (метод отдельного усиления огибающей и фазомодулированного заполнения на основе схемы Л. Кана).
8. Методы повышения стабильности частоты автогенератора.
9. Фазовые шумы в автогенераторах. Методы снижения фазовых шумов в кварцевых автогенераторах и в генераторах управляемых напряжением (ГУН).
10. Анализ работы непрерывной системы фазовой АПЧ с пропорционально-интегрирующим фильтром.
11. Анализ работы импульсной системы фазовой АПЧ с пропорционально-интегрирующим фильтром.
12. Спектральные, шумовые и переходные характеристики синтезаторов частот на основе системы фазовой АПЧ с целочисленным и дробным делением частоты.

«Телевидение и звуковое вещание»

1. Основные энергетические и световые светотехнические величины
2. Характеристики (пространственные, временные, цветовые) зрительной системы.
3. Основы колориметрии. Основные законы колориметрии. Параметры, характеризующие цвет объекта.
4. Уменьшение мерности изображения. Развёртки: прогрессивная, чересстрочная, сегментные кадры. Обзор стандартов разложения изображений. Синхронизация.
5. Форма и спектр телевизионного сигнала. Номинальные уровни и длительности. Передача и выделение сигналов синхронизации. Определение верхней и нижней частоты. «Тонкая» структура спектра ТВ сигнала
6. Системы аналогового цветного телевидения
7. Фоточувствительные матрицы преобразователей свет-телевизионный сигнал. ПЗС – матрицы с кадровым, строчным, строчно-

кадровым переносом заряда. КМОП – матрицы. Структурная схема телевизионной камеры

8. Дискретизация и квантование сигналов ТВ изображений. Рекомендации ITU-R BT 601 и ITU-R BT 709. Форматы дискретизации.

9. Видеокодирование. Особенности видеокодирования в стандартах MPEG-2 и MPEG-4 part.10 AVC. Возможная структурная схема кодера.

10. Профили и уровни MPEG-2 и H.264. Системный уровень MPEG-2. Формирование транспортного потока и структура его пакета. Процесс декодирования транспортного потока в приёмнике.

11. Стандарты наземного цифрового телевизионного вещания DVB-T и DVB-T2. Стандарты спутникового цифрового телевизионного вещания DVB-S/S2. Структурная схема формирователя сигнала. Особенности модуляции

12. Колориметрические измерения в телевизионных системах

13. Оценка специфических искажений оптических систем и матриц телевизионных камер

14. Измерение параметров и характеристик преобразователей сигнал-свет и телевизионных камер

15. Объективные метрики оценки качества изображений

16. Контроль параметров транспортного потока MPEG. Интерфейс ASI. Контроль параметров сигналов и устройств интерфейса SDI

17. Контроль параметров радиосигнала в системах DVB

18. Передача видеоданных по IP – сетям. Используемые протоколы. Контроль параметров передачи

19. Нарисовать и прокомментировать распределения мгновенных значений амплитуды и амплитудно-частотную характеристику для музыкального и речевого сигналов.

20. Как определяется и чему соответствует уровень, динамический диапазон и пик-фактор аудиосигналов.

21. Как преобразуются акустические сигналы в электрические и наоборот.

22. Что такое микрофон давления и градиента давления. Диаграммы направленности таких микрофонов. Принцип действия и свойства электродинамического катушечного микрофона, конденсаторного, для чего используется.

23. Принцип действия громкоговорителя, его основные детали и характеристики. Конденсаторные, плазменные, рупорные излучатели звука, их особенности и назначение.

24. Назначение акустического оформления громкоговорителей, типы оформления их свойства.

25. Назначение и классификация звуковых систем, форматы звуковых сигналов, качество звучания

26. ИКМ с равномерным квантованием. Дельта - сигма модуляция

27. Дифференциальная ИКМ и дельта-модуляция

28. Мгновенное компандирование и почти мгновенное компандирование.
29. Энтропийное кодирование. Субполосное кодирование.
30. Компрессирование в формате MP3. Психоакустическая модель.
31. Компрессия цифровых звуковых данных в системах Dolby Digital , DTS, SDDS.
32. Алгоритмы работы динамического процессора. Эксайтеры, энхансеры и виталайзеры
33. Классификация методов оценки качества. Субъективная и объективная оценка качества аудиосигналов, систем и устройств

«Электромагнитная совместимость и управление радиочастотным спектром»

1. Общие принципы передачи радиосигналов в реальных каналах связи.
2. Искажения сигналов. Мультипликативные и аддитивные помехи.
3. Основные виды модуляции радиосигналов в аналоговых и цифровых системах радиосвязи (СРС), их сравнение. Энергетические спектры радиосигналов различных видов.
4. Потенциальная помехоустойчивость и пропускная способность идеального и реального канала связи.
5. Понятия электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств (ЭМС РЭС) и электромагнитной обстановки (ЭМО). Основные параметры, определяющие ЭМО. Внутрисистемные и межсистемные помехи в системах фиксированных и подвижных служб.
6. Виды радиослужб. Регламент радиосвязи, Международный союз электросвязи; его Исследовательские комиссии, занимающиеся вопросами ЭМС и управления радиочастотным спектром.
7. Критерии ЭМС для аналоговых и цифровых СРС различных радиослужб.
8. Влияние замираний полезного и мешающего радиосигналов (ПС и МС, соответственно) на качество приема ПС. Методы уменьшения влияния замираний полезного радиосигнала на качество приема при наличии МС.
9. Физические причины появления помех на выходе демодулятора рецептора помех из-за наличия МС. Влияние формы спектра МС и его расстройки на качество приема ПС.
10. Методы улучшения ЭМО и ЭМС.
11. Временной и спектральный подходы к анализу ЭМС. Теорема свертки спектров ПС и МС при спектральном подходе к анализу ЭМС.
12. Основные требования к характеристикам радиопередающих устройств с точки зрения ЭМС и пути их выполнения.
13. Основные требования к характеристикам приемников, влияющие на ЭМС РЭС, и пути их выполнения. Кривая восприимчивости

супергетеродинного приемника к воздействию мешающих сигналов. Побочные каналы приема. Связь между запасом на замирания полезного сигнала, реальной чувствительностью рецептора помехи и величиной защитного отношения.

14. Основные требования к характеристикам антенн, влияющие на ЭМС РЭС, и пути их выполнения. Использование адаптивных антенных решеток и метода ММО для достижения ЭМС РЭС.

15. Основное уравнение радиосвязи, его использование при расчете ЭМС. Определение максимально допустимого значения мощности мешающего радиосигнала на входе демодулятора рецептора помех. Защитные отношения и методы их определения.

16. Общие соображения по проведению теоретического анализа воздействия мешающего радиосигнала на вход приемника полезного сигнала. Последовательность проведения анализа ЭМС двух РЭС в случае использования критерия защитного отношения.

17. Основные принципы расчета частотно-территориального разнота (ЧТР) между РЭС различных типов. Принцип расчета координационного расстояния.

18. Основные принципы назначения частотных каналов для РЭС. Приграничная координация частотных присвоений.

19. Технические средства обеспечения ЭМС РЭС различных видов. Различные принципы компенсации или ослабления помех, вызванных влиянием МС.

20. Методы обеспечения ЭМС РЭС, расположенных на одном объекте.

21. Принципы частотно-территориального планирования сетей фиксированной радиосвязи и радиодоступа, сетей телерадиовещания, сетей мобильной связи. Различия одночастотных и многочастотных сетей звукового и телевизионного радиовещания с точки зрения теории ЭМС.

22. Основные принципы анализа ЭМС систем и сетей спутниковой связи при использовании геостационарных спутников связи.

23. Содержание важнейших рекомендаций МСЭ по вопросам ЭМС систем и сетей спутниковой связи. Технические и административные пути и методы улучшения ЭМС таких систем.

24. Особенности анализа проблемы ЭМС систем и сетей спутниковой связи при использовании негеостационарных спутников.

25. Виды промышленных помех, их нормирование и методы уменьшения их влияния. Примерные диапазоны частот промышленных помех различного происхождения.

26. Служба радиоконтроля как элемент системы управления использованием РЧС. Основные параметры излучений РЭС, подлежащие радиоконтролю. Методы пеленгации источников излучений.

27. Глобальные и региональные планы использования полос радиочастот. Международная правовая защита частотных присвоений.

28. Эффективность использования радиочастотного спектра. Пути ее повышения.

«Радиотехнические системы»

Направленность «05.12.04 – Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

1. Для поступающих после окончания магистратуры

1.1 Устройства генерирования и формирования сигналов:

Основы теории и расчета высокочастотных резонансных генераторов с внешним возбуждением (ГВВ). Умножители частоты. Широкополосные усилители мощности. Ключевые режимы в ГВВ. Сложение мощностей генераторов. Автогенераторы (АГ) гармонических колебаний и синтезаторы сетки частот. Формирование радиосигналов высоких частот с амплитудной, частотной и фазовой модуляцией. Устройства генерирования колебаний и формирования сигналов сверхвысоких частот. Квантовые генераторы СВЧ и оптического диапазона. Побочные излучения устройств генерирования колебаний и формирования радиосигналов. Примеры построения устройств формирования сигналов и генерирования колебаний ВЧ и СВЧ диапазонов.

Формирование модулированных радиосигналов высоких частот.

1.2 Устройства приема и обработки сигналов (УПОС):

Общие сведения о радиоприеме и основные методы приема сигналов. Основные характеристики радиоприемных устройств. Входные цепи и устройства. Усилители сигналов радиочастоты. Усилители сигналов промежуточной частоты. Преобразователи частоты. Детекторы сигналов. Автоматические регулировки. Помехоустойчивость УПОС по отношению к помехам различного вида. Применение цифровой обработки сигналов в УПОС. Реализация оптимальных и квазиоптимальных алгоритмов обработки сигналов. Радиоприемные устройства различного назначения. Перспективы развития устройств приема и обработки сигналов.

1.3 Основы телевидения (ТВ):

ТВ изображение и его зрительное восприятие. Формирование сигнала ТВ изображения. Фотоэлектрические преобразователи ТВ изображений.

Формирование ТВ изображения. Цифровая обработка и кодирование сигналов ТВ изображений и звуковых сигналов.

Системы ТВ вещания.

1.4 Радиотехнические устройства и системы передачи информации:

Классификация радиотехнических систем и основные области их применения. Обобщенная структурная схема радиотехнической системы

передачи информации (РСПИ). Классификация РСПИ, основные характеристики РСПИ.

Математические модели источников дискретных сообщений (ИДС). Информационные характеристики источников дискретных сообщений – дифференциальная энтропия, Е- производительность. Информация, сообщения, сигналы. Преобразование непрерывных сообщений в дискретные. Математические модели каналов передачи: дискретные, непрерывные. Скорость передачи информации. Пропускная способность дискретного канала. Двоичный канал без памяти с аддитивным гауссовским белым шумом.

Псевдослучайные последовательности.

Эффективное использование полосы частот канала передачи. Виды модуляции: ФМ-М, ЧММС, КАМ-М.

Задачи различения сигналов и проверки статистических гипотез. Структура байесовского алгоритма различения двух сигналов со случайными параметрами на фоне аддитивного гауссовского шума. Байесовский алгоритм двух сигналов со случайными фазами и амплитудами. Помехоустойчивость. Потенциальная помехоустойчивость. Расчет вероятности ошибок различения сигналов со случайными фазами.

Корректирующие коды. Основные понятия и способы задания. Линейные коды, методы кодирования и декодирования. Сверточные коды. Способы задания, кодирования и декодирования.

Системы с временным разделением каналов. Системы с частотным разделением каналов. Системы с кодовым разделением каналов. Разделение сигналов по форме.

Синхронизация в РСПИ : фазовая, кадровая, цикловая.

1.5 Компьютерное моделирование и исследование радиотехнических устройств и систем:

Математические модели и действия над ними.

Математический аппарат для моделирования сигналов, устройств и систем. Линейные системы и их математическое описание. Математические модели нелинейных систем. Математические модели случайных величин, процессов и полей.

Методы математической статистики и их применение в радиотехнике.

Основные понятия математической статистики. Оценка вероятности случайного события. Определение неизвестных функции распределения и плотности вероятности. Определение неизвестных параметров распределения. Элементы регрессионного и дисперсионного анализа. Оценивание характеристик случайных процессов и полей.

Методологические основы моделирования.

Методологические основы моделирования. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных процессов. Моделирование случайных полей. Моделирование случайных потоков и систем массового обслуживания. Математическое моделирование каналов радиотехнических и

телекоммуникационных систем. Инструментальные средства имитационного моделирования.

2. Для поступающих после окончания специалитета

2.1 Радиотехнические сигналы

Комплексная огибающая радиосигнала. Квадратурное представление. Способ вычисления спектральной плотности мощности радиосигнала по его комплексной огибающей. Функция неопределенности узкополосного радиосигнала. Сложные шумоподобные сигналы и области их применения. Системы функций Уолша. Области применения. М-последовательности. Способ формирования. Основные свойства. Области применения. Автокорреляционные и взаимно-корреляционные функции фазоманипулированных сигналов.

2.2 Обнаружение сигналов

Обнаружение сигнала со случайной фазой: критерии оптимальности, метод синтеза оптимального алгоритма, функциональная схема обнаружителя. Согласованный фильтр: определение, основные свойства, пример применения и технической реализации. Обнаружение сигнала со случайной начальной фазой.

Когерентное различение двух сигналов: метод синтеза оптимального алгоритма, функциональная схема устройства различения, анализ качества.

2.3 Оценка параметров сигналов на фоне шума

Оценка параметров сигнала на фоне гауссовского белого шума: постановка задачи, критерии оптимальности, метод синтеза алгоритма оценивания, функциональная схема когерентного измерителя амплитуды гармонического сигнала. Неравенство Крамера-Рао.

Метод измерения дальности до объекта в свободном пространстве. Функциональная схема измерителя. Метод измерения радиальной скорости перемещения объекта в свободном пространстве. Функциональная схема измерителя.

Методы измерения угловых координат

2.4 Фильтрация сигналов на фон помех

Импульсная функция линейной системы. Задача линейной фильтрации стационарного случайного процесса. Физически реализуемая оптимальная линейная система. Фильтр Винера-Хинчина. Интерполяция и экстраполяция стационарного случайного процесса. Метод порождающего процесса. Фильтр Калмана-Бьюси.

Направленность «05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций»

Теория построения инфокоммуникационных сетей и систем

Роль и место инфокоммуникационных систем и сетей (ИКСиС) в формировании инфокоммуникационной структуры общества. ИКСиС как

большие и сложные системы. Понятия больших и сложных систем (БСС). Основные проблемы создания БСС.

Методы передачи сигналов по различным средам передачи и каналам связи. Основные модели и характеристики информационного трафика. Сетевые топологии ИКСиС. Показатели функционирования ИКСиС. Расчет и обеспечение ПФ ИКСиС.

Методы управления характеристиками и параметрами ИКСиС. Концепция TMN. Применение модели взаимодействия открытых систем в ИКСиС. Интерфейсы и протоколы взаимодействия, применяемые в современных ИКСиС.

Перспективы развития ИКСиС.

Перспективные технологии мобильной связи и радиодоступа

Методы параллельной передачи информации и кодового разделения подпотоков данных. Принципы манипуляции ансамбля несущих с кодовым разделением (МАН-КРД). Синхронизация в системах МАН-КРД. Использование МАН-КРД в системах WiMAX.

Современные тенденции построения широкополосных одночастотных и многочастотных систем радиосвязи и радиодоступа (MSSDMA). Ортогональные последовательности с действительными и комплексными коэффициентами. Варианты структуры систем MSSDMA. Использование MSSDMA в мобильной сотовой связи (WCDMA, LTE).

Многоантенные радиолинии передачи информации. Принципы построения систем с пространственно-временным кодированием. MIMO-системы, условия эффективности. Сопоставление с другими методами уплотнения. Адаптивное использование MIMO-систем.

Перспективные системы космической и наземной радиосвязи

Основные параметры и характеристики современных и перспективных систем космической и наземной радиосвязи.

Протоколы множественного доступа в системах спутниковой (ССС) и наземной радиосвязи.

Проблемы и пути создания геостационарных ССС с высокой пропускной способностью.

Спутниковые сети связи на базе негеостационарных ретрансляторов.

Использование ССС в новых информационных технологиях (IP, ATM) и инфраструктурах (NGN).

Современные цифровые радиорелейные линии связи (ЦРРЛ). Особенности построения ЦРРЛ в сетях с пакетной коммутацией. Передача TDM и Ethernet по ЦРРЛ.

Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств систем (ЭМС РЭС)

Виды современных систем радиосвязи и радиодоступа. Регламент радиосвязи. Задача оценки ЭМС РЭС. Технические основы анализа ЭМС РЭС.

Виды мешающих воздействий на системы радиосвязи и радиодоступа и их основные характеристики. Индустриальные радиопомехи.

Методы обеспечения ЭМС территориально разнесенных РЭС. Технические средства обеспечения ЭМС территориально разнесенных РЭС.

Методы анализа и обеспечения ЭМС РЭС, расположенных на одном объекте.

Методы частотно-территориального планирования сетей радиосвязи и радиодоступа.

Особенности проблемы ЭМС при использовании геостационарных спутников.

Управление использованием радиочастотным спектром (РЧС) на международном и национальном уровнях. Экономические методы управления использованием РЧС. Организация службы радиоконтроля в РФ.

Современные методы и средства цифровой обработки сигналов в инфокоммуникационных системах

Дискретизация и квантование, АЦП и ЦАП. Дискретное преобразование Фурье, преобразование Лапласа, Z-преобразование сигналов и их свойства и применения. Цифровые системы, передаточные функции, импульсные характеристики, цифровые фильтры.

Классификация процессоров, архитектуры. Процессоры фирмы ANALOG DEVICES, классификация и применения. Реализация нерекурсивного фильтра. Реализация на процессоре формирователя гармонического колебания и шумовой последовательности

ПЛИС- классификация и порядок проектирования. Реализация на ПЛИС БПФ и нерекурсивных фильтров.

Направления развития методов и средств цифровой обработки сигналов.

Компьютерное моделирование систем радиосвязи, мобильной связи и радиодоступа

Основные принципы и методы компьютерного моделирования систем радиосвязи (СРС), мобильной связи (СМС) и систем радиодоступа (СРД).

Моделирование основных случайных воздействий в СРС, СМС и СРД.

Моделирование сигналов и помех в СРС, СМС и СРД.

Модели основных функциональных блоков СРС, СМС и СРД

Основные характеристики и особенности применения компьютерных программ визуального моделирования.

«Информационная безопасность»

1 Сетевые технологии

Работа протоколов транспортного уровня TCP и UDP. Роль и назначение номеров портов. Формат и назначение полей TCP/UDP-пакета. Принципы трансляции адресов. Реальные и приватные IP-адреса.

Принципы построения локальных виртуальных сетей VLAN.

Основные принципы работы протоколов маршрутизации сети. Различия локальных и глобальных сетей передачи данных. Основные типы WAN-интерфейсов. Принципы построения глобальных сетей передачи данных. WAN-протоколы: PPP, PPPoE, MPLS.

Принципы передачи мультимедийной информации через сети передачи данных

Беспроводные сети: Режимы работы и топологии беспроводных сетей. Методы уплотнения при беспроводной передаче данных. Коллективные и групповые сети. Защита беспроводных сетей

2 Сети следующего поколения:

Сеть следующего поколения, мультисервисная сеть;

Протокол передачи в реальном времени (RTP);

Протокол управления RTP (RTP Control Protocol);

Протокол инициации сессий SIP;- . Транспортный протокол с управлением потоками SCTP

3 СОВ

Классификация. Архитектура. Структура системы обнаружения вторжения. Технологии обнаружения аномальной активности. Анализ систем обнаружения вторжения использующих сигнатурные методы. Функциональные возможности межсетевых экранов и систем обнаружения вторжений. Программы-анализаторы сетевого трафика. *Wireshark* от *tcpdump*. Способы осуществления перехвата сетевого трафика. Примеры сетевых атак: TCP SYN-flood; ICMP-flood; ARP-spoofing. Программная реализация обнаружения заданной сетевой атаки, автоматическое реагирование и логирование подозрительной активности. Понятия : Эксплойт; сниффинг; спуфинг; сканер уязвимостей

«Сети связи и системы коммутации»

Телефонные сети общего пользования.

1. Классификация и уровни иерархии телефонных сетей.
2. Принципы построения городских телефонных сетей.
3. Принципы построения сельских телефонных сетей.
4. Принципы построения зонных телефонных сетей.
5. Принципы построения междугородной и международной телефонных сетей.
6. Стратегии и принципы цифровизации телефонных сетей.
7. Сигнализация по двум выделенным сигнальным каналам.

8. Модель системы общеканальной сигнализации ОКС 7.
9. Принципы построения сети сигнализации ОКС 7.
10. Система и план нумерации на междугородной телефонной сети.
11. Открытая система нумерации на сельских телефонных сетях.
12. Принципы построения цифровых сетей с интеграцией служб (ISDN).
13. Принципы построения интеллектуальных сетей связи.
14. Качество обслуживания вызовов в сетях с коммутацией каналов.
15. Оценка качества телефонной связи, экспертная оценка качества (MOS).

Сети подвижной радиотелефонной связи

1. Архитектура системы GSM поколения 2G.
2. Подсистема базовых станций.
3. Назначение и функционирование регистров HLR и VLR.
4. Мобильные приложения стека протоколов ОКС. Модель протокола MAP.
5. Обновление данных о местонахождении абонента с помощью MAP.
6. Входящий вызов в СПС из ТфОП.
7. Нумерация в GSM.
8. Сетевая архитектура сетей поколения 3G UMTS.
9. Пакетная сеть GPRS.
10. Качество обслуживания в сетях подвижной радиотелефонной связи.
11. Повторное использование частот в сетях подвижной радиотелефонной связи.
12. Конвергенция мобильных и стационарных сетей связи. Концепция мультимедийной подсистемы IP-IMS. Архитектура IMS.

Сети передачи данных.

1. Эталонная модель взаимодействия открытых систем.
2. Сети на базе протокола X.25.
3. Сети на базе протокола Frame Relay.
4. Основы технологии асинхронного режима переноса – АТМ.
5. Модель стека протокола TCP/IP.
6. Структура заголовков IPv4 и IPv6.
7. Особенности использования протоколов TCP и UDP.
8. Принципы назначения адресов в сетях IP.
9. Основы технологии VoIP. Протоколы RTP и RTCP.
10. Качество обслуживания в сетях передачи данных.
11. Концепция сетей последующих поколений – NGN.
12. Классификация оборудования NGN.
13. Технология Ethernet на сети доступа и транспортной сети.

Потоки вызовов

1. Способы задания и определения случайных потоков.
2. Основные свойства потоков вызовов.
3. Основные характеристики потоков вызовов.
4. Простейший поток вызовов, формула Пуассона.
5. Математическое ожидание и дисперсия числа вызовов простейшего потока.
6. Закон распределения промежутков между вызовами.
7. Длительность обслуживания. Поток освобождений.
8. Простейшая классификация потоков вызовов.

Телефонная нагрузка

1. Определения телефонной нагрузки (поступающая, обслуженная, потерянная). Теоремы о количественной оценке интенсивности нагрузки.
2. Основные параметры телефонной нагрузки. Расчёт средней длительности одного занятия.
3. Концентрация телефонной нагрузки. Метод определения положения часа наибольшей нагрузки (ЧНН).
4. Колебания нагрузки. Доверительные интервалы.
5. Способы распределения нагрузки.

Пропускная способность полнодоступного пучка с отказами

1. Обслуживание простейшего потока вызовов полнодоступным пучком линий с потерями. Постановка задачи. Диаграмма состояний и переходов, вероятности состояний.
2. Первое распределение Эрланга.
3. Потери в полнодоступном пучке при обслуживании простейшего потока вызовов. Первая формула Эрланга.
4. Анализ графических зависимостей между основными величинами, входящими в первую формулу Эрланга.
5. Понятие о Марковских процессах, процессах рождения и гибели.
6. Обслуживание потока от ограниченного числа источников нагрузки. Формулы Энгсета.
7. Соотношение между потерями по времени, вызовам и нагрузке при обслуживании потока от ограниченного числа источников нагрузки.
8. Сравнение пропускной способности полнодоступного пучка, обслуживающего вызовы примитивного или простейшего потоков.
9. Расчёт пропускной способности однозвенных полнодоступных коммутационных схем при обслуживании потоков с повторными вызовами.

Системы с ожиданием

1. Обслуживания простейшего потока вызовов полнодоступным пучком с ожиданием при показательном распределении длительности занятия. Постановка задачи. Диаграмма состояний и переходов. Вероятности состояний.

2. Вторая формула Эрланга, условия её применения.
3. Основные характеристики качества обслуживания в системах с ожиданием.
4. Системы с ожиданием при постоянной длительности занятия.

Однозвенные недоступные (НПД) включения

1. Основные характеристики и типы НПД включений.
2. Выбор структуры ступенчатых и равномерных НПД схем.
3. Формула Эрланга для идеальных НПД включений.
4. Упрощенные методы расчёта пропускной способности НПД схем (Эрланга, О Делла, Пальма – Якобеуса).

Методы расчёта пропускной способности многозвенных коммутационных схем

1. Комбинаторный метод Якобеуса расчёта пропускной способности двухзвенных коммутационных схем. Постановка задачи. Основные уравнения. Определение вероятностей W_i и $H_m - i$.
2. Потери в двухзвенных схемах без сжатия и расширения при полном доступном включении линий.
3. Потери в двухзвенных схемах с концентрацией и с расширением при полном доступном включении линий.
4. Метод эффективной доступности для расчёта двухзвенных недоступных коммутационных схем.
5. Условия использования метода эффективной доступности.
6. Расчет многозвенных коммутационных схем, работающих в режиме группового искания, методом вероятностных графов.
7. Расчет многозвенных коммутационных схем, работающих в режиме абонентского искания, методом вероятностных графов.
8. Принципы построения сетей с обходными направлениями.
9. Расчёт пропускной способности систем с обходными направлениями.
10. Принципы расчёта объёма транспортного ресурса в мультисервисных сетях связи.

«Общая теория связи»

1. Структурная схема телекоммуникационной системы передачи информации. Назначение отдельных элементов. Внутренние и внешние характеристики.
2. Классификация детерминированных сигналов; их временное и спектральное представления.
3. Узкополосные и аналитические сигналы. Преобразование Гильберта.
4. Теорема Котельникова. Дискретизация непрерывных сигналов (НС). Временное и спектральное представления.

5. Восстановление НС по их дискретным отсчетам. Спектральное и временное представления
6. Обобщенный ряд Фурье. Расчет оптимальных параметров. Среднеквадратическая погрешность.
7. Аналого-цифровое и цифро-аналоговое преобразования непрерывных сигналов (НС). Метод импульсно-кодовой модуляции (ИКМ). Особенности дифференциальной ИКМ (ДИКМ).
8. Вероятностные и числовые характеристики случайных сигналов.
9. Функция корреляции и спектр плотности мощности; их свойства и взаимосвязь.
10. Классификация каналов связи (КС). Условия согласования сигналов и КС.
11. Прямые и косвенные модели непрерывных КС (НКС). Уравнения состояния и наблюдения. Модели гауссовского и релеевского КС.
12. Прямые и косвенные модели дискретных КС (ДКС). Графы переходов и вероятностные характеристики.
13. Преобразование случайных сигналов в линейных звеньях КС
14. Преобразование случайных сигналов в нелинейных звеньях КС.
15. Формирование и детектирование сигналов дискретной модуляции при гармоническом переносчике. Сигнально-кодовые конструкции.
16. Однополосная модуляция. Многопозиционная квадратурная модуляция.
17. Обнаружение импульсных сигналов в шумах; расчет вероятностей ошибок и оптимального порога решающего устройства.
18. Согласованный фильтр. Временное и спектральное представления. Максимизация отношения сигнал/шум.
19. Алгоритмы работы и структурные схемы оптимальных приёмников дискретных сообщений (ДС) в гауссовском КС.
20. Потенциальная помехоустойчивость приёма ДС. Расчет средней вероятности ошибки.
21. Сравнение потенциальной помехоустойчивости приема сигналов ДАМ, ДЧМ и ДФМ.
22. Алгоритмы оптимального приёма при оценивании скалярных и векторных параметров НС.
23. Потенциальная помехоустойчивость систем передачи НС с различными видами модуляции.
24. Информационные характеристики источников ДС (ИДС); энтропия, производительность, избыточность, взаимная информация.
25. Информационные характеристики источников НС (ИНС); дифференциальная энтропия, взаимная информация. Эпсилон-энтропия НС.
26. Скорость передачи и пропускная способность ДКС. Особенности двоичных КС.
27. Скорость передачи и пропускная способность НКС. Особенности гауссовского КС.

28. Теорема кодирования Шеннона для КС без помех. Кодирование источника.
29. Эффективное кодирование ДС. Коды Шеннона-Фано и Хаффмена; условие оптимальности кодов.
30. Теорема кодирования Шеннона для КС с помехами. Кодирование канала.
31. Принципы корректирующего (помехоустойчивого) кодирования и декодирования с обнаружением и исправлением ошибок.
32. Линейные систематические блочные коды. Правила и схемы кодирования и декодирования.
33. Циклические коды. Правила и схемы кодирования и декодирования.
34. Принципы сверточного и каскадного кодирования ДС.
35. Оценка помехоустойчивости корректирующих кодов.
36. Многоканальные системы связи (МСС). Основы теории уплотнения и разделения сигналов в МСС.
37. МСС с временным разделением каналов (ВРК).
38. МСС с частотным разделением каналов (ЧРК).
39. МСС с кодовым разделением каналов (КРК).

«Математическая кибернетика и информационные технологии»

1. Классификация сетей электросвязи. Принципы построения и функционирования сетей связи общего пользования.
2. Типовые каналы и тракты передачи. Структура местных, региональных и магистральных первичных сетей.
3. Основные требования по структурной надежности, живучести и устойчивости функционирования первичных сетей связи.
4. Пространственная и временная коммутация каналов. Принципы построения коммутационных полей и управляющих устройств систем коммутации. Функциональные схемы цифровых систем коммутации.
5. Алгоритмы установления соединений в цифровых системах коммутации. Достоинства и недостатки технологии коммутации каналов.
6. Принципы маршрутизации пакетов в IP-сетях. Качество обслуживания (QoS) и качество восприятия (QoE) сообщений.
7. Модель взаимодействия открытых систем ЭМВОС (OSI). Назначение уровней. Понятие стека протоколов. Правила взаимодействия между объектами одного уровня. Доступ к службам нижележащих уровней.
8. Теорема Котельникова, последовательность преобразования аналоговых сигналов в цифровую форму. Дискретизация, квантование и кодирование сигналов различных типов. Импульсно-кодовая модуляция.
9. Системы передачи синхронной цифровой иерархии (СЦИ). Концепция СЦИ. Транспортные структуры СЦИ различных уровней. Особенности топологии сетей СЦИ.

10. Случайные потоки событий. Пуассоновский поток. Рекуррентный поток. Стационарные потоки. Потоки с отсутствием последействия. Ординарные потоки.
11. Системы массового обслуживания. Формулы Эрланга. Формула Поллачека–Хинчина. Эргодичность системы массового обслуживания.
12. Применение цепей Маркова при исследовании систем массового обслуживания. Сети массового обслуживания.
13. Математические модели теории надежности. Виды распределений времени безотказной работы. Экспоненциальное распределение. Распределение Вейбулла. Гамма-распределение.
14. Методы обеспечения надежности программных средств и инфокоммуникационных систем.
15. Критерии эффективности программных средств. Примитивы качества.
16. Архитектура базы данных, физическая и логическая независимость (трехуровневая модель ANSI).
17. Классы СУБД и возможности использования профессиональных СУБД.
18. Коммутация и маршрутизация в инфокоммуникационных систем.
19. Формальные грамматики. Грамматики непосредственных составляющих. Контекстно-свободные грамматики языки. Автоматные грамматики и регулярные языки.
20. Конечные автоматы и автоматы с магазинной памятью.
21. Машина Тьюринга. Нормальные алгорифмы Маркова. Рекурсивные функции. Лямбда-исчисление.
22. Алгоритмы нахождения максимального потока.
23. Основные понятия распознавания образов.
24. Байесовский метод оптимизации.
25. Модели параметрического и непараметрического обучения.
26. Многослойные распознающие машины.
27. Основные понятия структур данных.
28. Процедурные, логические и функциональные языки программирования.
29. Понятие информации и энтропии. Основная теорема теории передачи информации.
30. Оптимальное кодирование информации.
31. Базовые функции операционной системы (ОС) современных ЭВМ
32. Применение имитационного моделирования при анализе инфокоммуникационных систем. Факторы, влияющие на погрешность имитационного моделирования.

«Технологии электронного обмена данными»

1. Основные положения Конституции Российской Федерации в сфере информационной безопасности (ИБ)

2. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации, основные положения
3. Нормативное правовое, техническое и просветительское регулирование обеспечения информационной безопасности (ИБ) – возможности и ограничения.
4. Основные направления законодательного регулирования ИБ в Российской Федерации.
5. Основные направления стандартизации ИБ. Отличия технического и правового регулирования ИБ.
6. Просветительские, культурологические и этические нормы ИБ.
7. Определение ИБ. Основные блоки, входящие в модель обеспечения ИБ.
8. Обеспечение ИБ Интернета как неотъемлемой составной части сети связи общего пользования (ССОП).
9. ФЗ "Об информации, информационных технологиях и о защите информации", его основные положения в части ИБ.
10. ФЗ «О персональных данных», его основные положения в части ИБ.
11. ФЗ "О связи", его основные положения в части ИБ.
12. ФЗ "Об электронной подписи", его основные положения в части ИБ.
13. Оценка рисков. Качественный метод оценки рисков.
14. Основные задачи СОПМ. Активный и пассивный методы реализации СОПМ.
15. В чем различие между свободным, открытым и бесплатным ПО?
16. Конституционные права человека и гражданина на доступ к информации
17. Социально-психологические последствия внедрения и широкого распространения современных информационных технологий.
18. Меры борьбы с негативным контентом, распространяемым в сети Интернет, не противоречащие принципам свободы слова.

«Многоканальные телекоммуникационные системы»

Оборудование оптических транспортных сетей

1. Схема мультиплексирования в СЦИ
2. Виды информационных структур в СЦИ
3. Формирование сверхциклов VC и TU нижних уровней
4. Формирование контейнера C-4 и синхронного транспортного модуля STM-1
5. Формирование виртуального контейнера VC-12 (асинхронное и байт-синхронное размещение)
6. Формирование синхронных транспортных модулей высоких уровней
7. Структура синхронных транспортных модулей (STM)

8. Назначение и структура секционных и трактовых заголовков
9. Структура указателей и принцип их действия
10. Смежная сцепка контейнеров в СЦИ
11. Функциональная схема мультиплексора
12. Защита мультиплексных секций
13. Защита кольцевых структур и соединений подсети
14. Построение ЦТС с волновым уплотнением
15. Система тактовой синхронизации СЦИ
16. Архитектура TMN
17. Принципы построения полностью оптической сети (ОТС)
18. Схема мультиплексирования в ОТС
19. Информационная структура OPUk
20. Информационная структура ODUk
21. Информационная структура OTUk
22. Виртуальные сцепки контейнеров в СЦИ
23. Виртуальные сцепки ODUk в ОТС
24. Структура пакетов GFP-F
25. Синхронизация пакетов GFP и сигналы технического обслуживания
26. Особенности «прозрачной» технологии GFP (GFP-T)
27. Принцип регулирования пропускной способности канала (LCAS)
28. Основные определения и целевые нормы на показатели ошибок в сети ОТС
29. Эксплуатационные нормы на показатели ошибок в сети ОТС
30. Фазовые флуктуации и их нормирование в сети ОТС

Спектральное уплотнение

1. Технологии спектрального мультиплексирования
2. Взаимодействие инфокоммуникационных технологий с транспортной технологией WDM
3. Функциональная схема WDM системы
4. Линейные тракты WDM систем
5. Параметры и характеристики WDM системы и оптических каналов
6. Транспондеры и волновые конверторы
7. Оптические мультиплексоры и оптические демультиплексоры
8. Волоконно-оптические усилители
9. Компенсаторы хроматической дисперсии
10. Коды применения WDM интерфейсов
11. Параметры оптических интерфейсов
12. Классификация нелинейных эффектов в одномодовых оптических волокнах
13. Влияние нелинейных эффектов на передачу оптических сигналов
14. Выбор сетевой структуры линейного тракта
15. Определение длины усилительного участка

16. Определение максимальной протяженности регенерационной секции
17. Методика расчета дисперсии в линейных трактах
18. Методика размещения на регенерационной секции ОУ и МКД

«Метрология, стандартизация и измерения в инфокоммуникациях»

1. Термины и определения в метрологии. (стр. 6-7).
2. Методы измерений (прямой, сравнения, нулевой, дифференциальный и др.). (9-11).
3. Основные характеристики измерений (погрешность, принцип измерения, точность и др.) (11-12).
4. Погрешность измерений. Определение. Относительная и абсолютная погрешность измерений. (40-41).
5. . Причины возникновения. Способы компенсации. Методическая и инструментальная Систематическая погрешность погрешности. (42-56).
6. Случайные погрешности. Дисперсия. Доверительный интервал и доверительная вероятность. (56-65).
7. Погрешности косвенных измерений. (80-82).
8. Основные элементы аналоговых стрелочных приборов. (121-126).
9. Стрелочные приборы магнитоэлектрической системы. (127-132).
10. Основные принципы построения цифровых измерительных приборов. Дискретизация, квантование, кодирование. (147-157).
11. Аналого-цифровые преобразователи время-импульсного типа. (160-166).
12. Измерение напряжения. Вольтметры. Преобразователи переменного напряжения в постоянное по пиковому, и средневыпрямленному значениям. (171-182, 185).
13. Коэффициенты амплитуды и формы. (166-169).
14. Электронные осциллографы. Структурная схема. (256-262).
15. Конструкция электронно-лучевой трубки. (252-256).
16. Пилообразная и синусоидальная развертки в электронно-лучевом осциллографе. (263-268).
17. Виды синхронизации разверток. Области применения. (268-276).
18. Измерение частоты с помощью осциллографа. Фигуры Лиссажу. (302-305).
19. Измерение частоты методом нулевых биений. (305-308).
20. Измерение частоты резонансным методом. (308-311).
21. Цифровой частотомер и измеритель временных интервалов. (311-320).
22. Измерение амплитудно-частотных характеристик. (335-340).
23. Измерение фазового сдвига. (325-333).
24. Измерение параметров компонентов цепей с помощью мостовых схем. (351-455).

25. Резонансный метод измерения параметров компонентов цепей. (464-465).
26. Измерение мощности. (217-224).
27. Измерение мощности в диапазоне СВЧ. Термистеры и болометры. (226-236).
28. Измерение нелинейных искажений. Коэффициент гармоник. (382-386).

Страницы указаны для книги Хромой Б.П Метрология и измерения в телекоммуникационных системах из раздела Литература.

«Направляющие телекоммуникационные среды»

Современная оптическая связь

1. Оптические линии в открытом пространстве. Оптические линии между космическими объектами. Направляющие линии передачи. Структурная схема волоконно-оптической связи. Перспективы развития волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Пассивные компоненты ВОЛС. Требования, предъявляемые к ВОЛС современной многоканальной и автоматической связью. Преимущества ВОЛС. Направляющие оптические системы передачи и пассивные компоненты ВОЛС: световоды, оптические кабели связи, лазеры, светодиоды, соединители, фотодиоды. Частотно-пропускная способность различных направляющих систем и технико-экономическое сравнение направляющих систем.

Основы электродинамики оптических линий связи

1. Основы теории электромагнитного поля. Электромагнитное поле: основные сведения и определения. Основные уравнения электродинамики. Материальные уравнения. Уравнения Максвелла для диэлектрической среды. Решение для изотропной среды. Скалярное волновое уравнение. Векторное волновое уравнение. Решение скалярного волнового уравнения для плоской волны. Параметры распространения волны.

2. Распространение лазерного излучения в атмосфере. Поглощение лазерного излучения атмосферными газами. Коэффициент поглощения, оптическая толщина. Спектральное пропускание. Рассеяние лазерного излучения в атмосфере. Нелинейные эффекты при распространении лазерного излучения в атмосфере.

3. Распространение электромагнитных волн в оптических направляющих системах. Строение планарных и двухслойных световодов. Физические процессы в планарных и двухслойных световодах. Волновая и лучевая трактовка распространения оптических сигналов.

Теория направляющих оптических систем

1. Основы теории распространения оптических сигналов в волоконных световодах. Строение волоконных световодов. Основные положения теории передачи по световодам. Основное уравнение передачи.

Решение волнового уравнения для сердцевины и оболочки. Решение для меридианальных лучей. Коэффициент распространения, скорость передачи по световоду и волновое сопротивление.

2. Оптические волокна (ОВ). Критические длины волн и частота. Апертура оптического волокна. Понятие моды. Одномодовый и многомодовый режим передачи. Определение числа мод.

3. Группы волн в оптическом волокне. Направляемые волны, волны оболочки и излучаемые волны. Математическое определение их существования. Нормированная частота и линейно-поляризованные волны. Ступенчатые и градиентные оптические волокна. Числовая апертура в ступенчатом и градиентном волокне. Особенности распространения оптических сигналов в градиентных волокнах. Определение числа распространяемых мод в градиентных волокнах.

4. Одномодовая передача по оптическим волокнам. Поле в одномодовом волокне. Определение диаметра модового пятна. Влияние профиля показателя преломления на передачу по одномодовым волокнам.

5. Затухание оптических сигналов в ОВ. Собственные потери в оптических волокнах. Механизм потерь поглощения и рассеяния. Частотная зависимость затухания поглощения и затухания рассеивания в кварцевых ОВ. Типовые зависимости составляющих потерь от длины волны, затухания энергии в оптических волокнах при различных длинах волн. Дополнительные кабельные потери, обусловленные технологией производства оптических кабелей (ОК). Дополнительное затухание за счет изгибов. Затухание в галогенидных, халькогенидных и фторидных стеклах в инфракрасном спектре.

6. Затухание в пассивных компонентах ВОЛС. Основные понятия об источниках излучения и фотоприемниках. Ввод излучения в оптические волокна. Переход между источником и волокном. Передача мощности между излучающей и приемной поверхностями. Эффективность ввода. Ввод излучения с применением линзы. Чувствительность устройства ввода излучения к механическим рассогласованиям. Устройства вывода излучения. Эффективность оптического фотона. Эффект смещения сопрягаемых волн (радиальное, осевое и угловое смещение). Потери за счет френелевского отражения, различия числовых апертур, диаметров сердечников, их неконцентричности и эллиптичности.

7. Дисперсионные характеристики ОВ. Уширение импульсов в ОВ. Виды дисперсий. Причины возникновения дисперсии. Модовая и хроматическая (частотная) дисперсия. Материальная, волноводная (внутримодовая), профильная дисперсия. Влияние дисперсии на возможности передачи. Пропускная способность ОВ.

Конструкции и характеристики оптических линий связи

1. Классификации оптических волокон. Многомодовые и одномодовые ОВ. Рекомендации МСЭ-Т по характеристикам оптических волокон.

2. Процесс изготовления ОВ. Процесс изготовления опорных кварцевых труб. Процесс изготовления кварцевых заготовок, метод тигля, метод двойного тигля, метод ионного обмена, метод химического осаждения из паровой фазы (CVD). Процесс вытяжки ОВ. Защитные оболочки. Конструкции оптических модулей. Классификация ОК по назначению, конструктивным особенностям, условиям прокладки. Маркировка оптических кабелей связи. Построение сердечника кабеля, защитные оболочки, защитные бронепокровы, гидрофобные наполнители. Металлические элементы в конструкциях ОК. Типы, конструкции и характеристики междугородных ОК, оптических кабелей зонной, городской и сельской связи.

3. Типы, конструкции и характеристики внутриобъектовых специальных, монтажных, подвесных и подводных кабелей связи.

4. Зарубежные конструкции оптических кабелей связи. Технологии изготовления ОК связи. Параметры прочности ОК. Расчет механической прочности конструкций ОК.

5. Конструкции пассивных компонентов оптической линии связи. Разъемные соединения. Методы разъемных соединений. Разъемы для многоволоконных кабелей. Фигурные соединители.

6. Неразъемные соединения. Типы неразъемных соединений. Методы электродуговой сварки.

7. Направленные ответвители, мультиплексоры, демультиплексоры, изоляторы. Поляризационные контроллеры, фильтры, селекторы мод, тонкопленочные линзы, призмы, отражатели.

Влияние внешних воздействий на оптические линии связи и меры защиты

1. Общая характеристика факторов влияния на оптические линии связи (оптические кабели, муфты).

2. Проблема электромагнитной совместимости в ОК с металлическими элементами. Виды и классификация внешних электромагнитных воздействий. Влияние атмосферного электричества. Влияние линий электропередачи. Влияние электрофицированных железных дорог. Нормы опасных влияний. Расчет опасного электрического влияния. Расчет опасного магнитного влияния. Меры защиты волоконно-оптических ЛС (на основе оптических кабелей с металлическими элементами) от опасных электромагнитных влияний. Схемы защиты. Разрядники и предохранители. Типы заземлителей. Защиты кабельных линий (на основе оптических кабелей с металлическими элементами) от грозы. Особенности защиты ОК с металлическими элементами от ударов молнии в районах вечной мерзлоты. Меры защиты обслуживающего персонала. Меры защиты, применяемые на установках сильного тока. Меры защиты, применяемые на установках связи. Особенности защиты кабелей в алюминиевых и стальных оболочках.

3. Влияние внешних факторов (температура, механические усилия, влажность, ионизирующее излучение) на передаточные и прочностные параметры ОК. Меры защиты.

КРИТЕРИИ ВЫСТАВЛЕНИЕ ОЦЕНКИ

Оценка «Отлично» - ставится при полных, исчерпывающих, аргументированных ответах на все основные и дополнительные экзаменационные вопросы. Ответы должны отличаться логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание источников, понятийного аппарата и умения ими пользоваться при ответе.

Оценка «Хорошо» ставится при достаточно полных и аргументированных ответах на все основные и дополнительные экзаменационные вопросы. Ответы должны отличаться логичностью, четкостью, знанием понятийного аппарата и литературы по теме вопроса. В целом, экзаменуемый демонстрирует неплохое знание вопроса, но с заметными ошибками.

Оценка «Удовлетворительно» ставится при неполных и слабо аргументированных ответах, демонстрирующих общее представление и элементарное понимание существа поставленных вопросов и понятийного аппарата.

Оценка «Неудовлетворительно» ставится при незнании и непонимании абитуриентом существа экзаменационных вопросов и допускающим серьезные ошибки при ответе на вопрос.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Хромой Б.П Метрология и измерения в телекоммуникационных системах. Том.1. М.: ИРИАС, 2007
2. Оптические телекоммуникационные системы. Учебник для вузов/ В.Н.Гордиенко, В.В. Крухмалев, А.Д.Моченов, Р.М.Шарафутдинов. Под ред. проф. В.Н.Гордиенко. – М.: Горячая линия–Телеком, 2011. – 368 с.: ил.
3. Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С. Многоканальные телекоммуникационные системы: учебник для вузов. – 2-е издание, испр. и доп.–М.: Горячая линия –Телеком, 2013. – 396 с.: ил.
4. В.Г.Фокин. Оптические системы передачи и транспортные сети. Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 288 с.: ил.
5. Агравал Г. Нелинейная волоконная оптика. М. Мир. 1996. 325с.
6. Иванов А.Б. Волоконная оптика. Компоненты, системы передачи, измерения. М. Syrus Systems, 1999, 627с.
7. Листвин А.В., Листвин В.Н., Швырков Д.В. Оптические волокна для линий связи. М. Лесарарт. 2003. 288с.

8. Фриман Р.Л. Волоконно-оптические системы связи. Перевод с английского под редакцией Слепова Н.Н. М. Техносфера. 2003. 440с.
9. Портнов Э.Л. Принципы построения первичных сетей и оптические кабельные линии. М. Горячая линия-Телеком. 2009. 544с
10. Андреев В.А., Портнов Э.Л., Кочановский Л.Н. Направляющие системы электросвязи. Часть 1. Под редакцией Андреева В.А. Теория передачи и влияния. Учебник для вузов-М. Горячая линия-Телеком 2009.
11. Андреев В.А., Бурдин А.В., Портнов Э.Л., Кочановский Л.Н., Попов В.Б. Направляющие системы электросвязи Часть 2 под редакцией Андреева В.А. Проектирование, строительство и техническая эксплуатация: Учебник для вузов М.Горячая линия-Телеком 2010.
12. Гордиенко В.Н., Тверецкий М.С. Многоканальные телекоммуникационные системы: учебник для вузов М.Горячая линия-Телеком 2005. 416с.
13. Скворцов Б.В., Иванов В.И., Крухмалев В.В. и др. Оптические системы передачи. М.Радио и связь 1994. 224с.
14. Волоконно-оптическая техника:современное состояние и перспективы. изд. 2-е, перераб. и доп.\под ред.С.А.Дмитриева,Н.Н.Слепова. 2-е М.: ООО «Волоконно-оптическая техника». –2005.
15. Ларин Ю.Т. Оптические кабели. Престиж. –М.: 2006. –304 с.
16. Портнов Э.Л. Оптические кабели связи их монтаж и измерение Горячая линия-телеком, М. 2012г, 448с.
17. Игнатенков В.Г., Сахнин А.А. Защищенное информационное пространство. Комплексный технический контроль радиоэлектронных средств. – М.: Горячая линия-Телеком, 2016. – 336 с.
18. [Зайцев А.П.](#), [Мещеряков Р.В.](#), [Шелупанов А.А.](#) Технические средства и методы защиты информации: Учебник для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2017. – 442 с.
19. Киселёв Д.Н., Перфилов О.Ю. Радиомониторинг и распознавание радиоизлучений: Учеб. пособие. – М.: Горячая линия-Телеком, 2017. – 90 с.
20. Кубанков А.Н. Система обеспечения информационной безопасности Российской Федерации: организационно-правовой аспект [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кубанков А.Н., Куняев Н.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Всероссийский государственный университет юстиции (РПА Минюста России), 2014.— 78 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47262.html>.— ЭБС «IPRbooks».
21. Кубанков А.Н., Перфилов О.Ю., Скляренко Л.А. Хронология развития инфокоммуникаций: Учеб. пособие. – М.: Горячая линия-Телеком, 2016. – 64 с.
22. Носов В.И. Методы повышения помехоустойчивости систем радиосвязи с использованием технологии ММО и пространственно-временной обработки сигнала [Электронный ресурс]: монография/ Носов В.И.— Электрон. текстовые данные.— Н.: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2014.— 316 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40536.html>.— ЭБС «IPRbooks».

23. Обеспечение помехоустойчивости цифровых устройств [Электронный ресурс]/ С.Н. Гончаров [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2013.— 113 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60859.html>.— ЭБС «IPRbooks».
24. Перфилов О.Ю. Радиопомехи: Учеб. пособие. – М.: Горячая линия-Телеком, 2017. – 110 с.
25. [Сахнин А.А.](#) Техника комплексного технического контроля радиоэлектронных средств: Учеб. пособие. – М.: Горячая линия-Телеком, 2017. – 240 с.
26. Генерирование колебаний и формирование радиосигналов: Учеб.пособие / Под. ред. В.Н.Кулешова и Н.Н.Удалова. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 416 с.
27. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой радиосвязи (Базовые методы и характеристики). - М.: Экотрендз, 2005. – 392 с.: ил.
28. Телевидение/ Под.ред. В.Е. Джакония. - М.: Радио и связь, 2004 г. - 453 с.
29. Сорокин А.С. Основы цифрового моделирования систем подвижной радиосвязи. –М.: МГУСИ, 2006 г.
30. Тихонов В.И., Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. – М.: РиС, Гор. Линия-Телеком, 2013. -607 с.:ил.
31. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – М.: Советское радио, 1975г., т.2. – 391с. :ил.
32. Шмалько А.В. Цифровые сети связи. – М.: Экотрендз, 2001.
33. Рыжков А.Е., Сиверс М.А., Воробьев В.О. Стандарты и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMAX / Учебное пособие для вузов. –СПб: СПГУТ им. Б.-Бруевича, 2012.- 268 с.
34. Камнев В.Е. и др. Спутниковые сети связи. – М.: Альпина паблишер, 2004 г. – 536 с.
35. Основы управления использованием радиочастотного спектра / Под ред. М.А. Быховского. – М.: Красанд, 2012. (Том 2).
36. Солонина А.И. Арбузов С.М. Цифровая обработка сигналов. Моделирование на MATLAB – Санкт-Петербург, БХВ – Петербург 2008.
37. Сперанский В.С. Сигнальные микропроцессоры и их применения в системах телекоммуникаций и электронике.- М.: Горячая линия-Телеком, 2008г.
38. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи: Учебник для ВУЗов. СПб.: БХВ-Петербург, 2010.–400с.
39. Пшеничников А.П. Теория телетрафика. – Учебник для ВУЗов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2017. – 212с.
40. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для ВУЗов.4-е изд.–СПб.: Питер, 2011.– 958с.

41. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей. – М.: Эко-Трендз, 2010.– 392с.
42. Деарт В.Ю. Мультисервисные сети связи. Протоколы и системы управления сеансами (Softswitch/IMS).-М.:Брикс-М, 2011-198с.
43. Деарт В.Ю. Мультисервисные сети связи. Транспортные сети и сети доступа.–М.: Брис-М, 2014- 189с.
44. Семёнов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения.–СПб.: Наука и Техника, 2005- 240 с.
45. Маликова Е.Е., Пшеничников А.П. Расчёт объёма оборудования мультисервисных сетей связи. Учебное пособие для вузов. М.:Горячая линия-Телеком, 2017.–90с.

Дополнительная

1. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей: Учеб.пособие для вузов / Е.Б.Алексеев, В.Н.Гордиенко, В.В.Крухмалев, и др.; Под ред. В.Н. Гордиенко и М.С.Тверецкого. - М.: Горячая линия – Телеком, 2008. - 392 с.: ил.
2. Листвин В.Н., Трещиков В.Н. DWDM системы: научное издание. – М.: Издательский Дом «Наука», 2013. – 300 с.
3. Снегов А.Д., Шарафутдинов Р.М. Волоконно-оптические системы передачи со спектральным разделением. Часть 2. Принципы построения и проектирования сетей связи с аппаратурой ВОСП-СР: Учебное пособие / МТУСИ. – М.: – 2004. – 31 с.: ил.
4. Иванов Р.Б., Николотов В.И., Снегов А.Д. Волоконно-оптические системы передачи со спектральным разделением. Часть 3. Нелинейные эффекты в линиях передачи с аппаратурой ВОСП-СР: Учебное пособие / МТУ СИ. - М, 2005. - 39 с.
5. Р.Фриман. Волоконно- оптические системы связи. М.: - Техносфера, 2005. – 440 с.: ил.
6. АндрэЖиран. Руководство по технологии и тестированию систем WDM. / Пер. с англ. под ред. А.М. Бродниковского, Р.Р. Убайдуллаева, А.В. Шмалько. / Общая редакция А.В. Шмалько. – М.: EXFO, 2001.
7. М.С. Тверецкий. Нормирование параметров ошибок и фазовых флуктуаций в полностью оптической сети / мтуси. – м., 2011. – 29 с.
8. Тверецкий М.С. Информационные структуры и интерфейсы фотонной сети: Учебное пособие / мтуси. – М., 2008. – 36 с.
9. Тверецкий М.С. Проектирование цифровых телекоммуникационных систем: Учебное пособие / мтуси. – М., 2007. – 85 с.
10. МСЭ-Т Серия G. Добавление 39 (02.2006) Рассмотрение вопросов расчета и проектирования оптических систем.

Начальник отдела аспирантуры МТУСИ

Панков К.Н.