

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова»
(ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной деятельности



А.Л. Кузнецов

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
по специальной дисциплине, соответствующей направленности
программы подготовки научно-педагогических кадров в
аспирантуре

Направленность подготовки:

Системы, сети и устройства телекоммуникаций

Введение

Программа вступительных испытаний при приеме на обучение по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре разработана в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по программам магистратуры "Радиотехника", "Инфокоммуникационные технологии и системы связи" и базируется на дисциплинах: радиотехнические цепи и сигналы; электродинамика и распространение радиоволн; схемотехника аналоговых электронных устройств; цифровые и микропроцессорные устройства; устройства СВЧ и антенны; электроника; устройства генерирования и формирования сигналов; устройства приёма и преобразования сигналов; радиотехнические системы; статистическая теория радиотехнических систем.

Основной материал программы, обязательный для изучения всеми поступающими, сосредоточен в разделах 1, и 2.1—2.4, он формирует общую теоретическую базу. Материал остальных разделов ориентирован на различные направления подготовки диссертационной работы и изучается в объеме необходимом для выбранной научно-технической задачи.

1 Содержание программы

1. Статистическая теория связи

Общие сведения о системах и сетях телекоммуникаций.

Информация, сообщения, сигналы. Системы и сети телекоммуникаций - среда информационного обмена, их назначения, задачи, состав предоставляемых услуг.

1.1. Радиосигналы

Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала, Частотно-временная матрица. Простые и сложные (составные) сигналы. Генерация сигналов разных типов.

Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов.

Огибающая фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.

Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций.

Свойства и использование однополостной модуляции. Особенности модуляции и детектирования при дискретном модулирующем сигнале.

Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных случайным процессом.

Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы.

1.2. Кодирование источников и каналов связи

Избыточность источника сообщения и причины её появления. Классификация методов уменьшения избыточности, уменьшение статистической и семантической избыточности. Теорема К. Шеннона о кодировании источника. Конструктивные методы кодирования источников, кодирование речевых сигналов и сигналов видео изображений.

Задача помехоустойчивого кодирования. Классификация помехоустойчивых кодов.

Блочные коды и их декодирование. Примеры важнейших блочных кодов. Циклические коды, методы их декодирования. Свёрточные коды, их классификация и основные характеристики. Методы декодирования свёрточных кодов.

Эффективность и энергетический выигрыш кодирования. Кодирование в каналах с памятью. Нелинейное кодирование.

Международные стандарты сжатия речевых и видео сообщений.

1.3. Принципы многоканальной связи

Классификация методов уплотнения каналов. Линейные методы уплотнения каналов и доступа. Частотное, временное и фазовое разделение каналов, разделение каналов по форме сигналов. Основы линейной теории уплотнения и разделения каналов.

Примеры нелинейного уплотнения каналов.

Принципы пакетной передачи информации (незакреплённые каналы). Нарушение масштаба времени и потери при пакетной передаче информации.

1.4. Модемы каналов связи

Низкоскоростные и высокоскоростные модемы для проводных и радиолиний. Модемы волоконно-оптических каналов связи. Особенности модемов многостанционного доступа. Модемы для передачи информации по энергетическим сетям. Модемы для каналов связи с переменными параметрами. Использование в модемах полососберегающих методов передачи и приёма сигналов. Особенности модемов при разнесённом приеме.

1.5. Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи

Классификация сообщений, сигналов и помех. Случайные процессы и их основные характеристики. Энергетические характеристики случайных процессов, энергетические спектры, свойства корреляционных функций, теорема Винера - Хинчина. Гауссовские и марковские случайные процессы. Узкополосные, случайные процессы. Выбросы случайных процессов.

Функциональные пространства и их базисы. Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы (гармонические функции Радемахера - Уолша, Лагера, Эрмита. Дискретизация аналогового процесса. Теорема отсчётов.

Представления случайных процессов рядами и дифференциальными уравнениями. Решётчатые функции. Z-преобразование.

Модели дискретных и непрерывных источников информации.

1.6. Преобразование сигналов и помех в каналах связи

Методы анализа стационарных и переходных режимов каналов связи. Линейные каналы с постоянными параметрами. Прохождение сигналов и помех через линейные каналы с постоянными параметрами.

Методы анализа нелинейных каналов. Преобразование сигналов и помех в нелинейных каналах с постоянными параметрами. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.

Нелинейные устройства каналов связи: преобразователи частоты, ограничители, детекторы, генераторы, модуляторы.

Каналы связи с переменными параметрами, прохождение сигналов через каналы связи с переменными параметрами. Распределение энергии сигнала во временной и частотной областях. Параметрическое усиление, преобразование и генерирование сигналов. Дискретные линейные каналы. Методы анализа и синтеза дискретных каналов связи и их устройств. Цифровые фильтры, физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Характеристики цифровых фильтров. Цифровой спектральный анализ на основе дискретного и быстрого преобразования.

Следящие устройства каналов связи. Статистическая динамика следящих устройств. Структурные схемы следящих устройств автоматической регулировки усиления, фазовой и частотной автоматической подстройки.

Модели непрерывных каналов связи: канал без помех, канал с аддитивным гауссовым шумом, канал с неопределённой фазой сигнала и аддитивным шумом и канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом.

Модели дискретных каналов связи: двоичный симметричный канал без памяти, асимметричный канал без памяти, канал с памятью и канал с пакетными ошибками. Моделирование каналов связи.

1.7. Помехоустойчивость систем передачи сообщений

Задачи синтеза оптимальных приёмников. Критерии качества приёма сообщений. Оптимальные алгоритмы приёма при полностью известных параметрах сигналов (когерентный приём), понятие согласованного фильтра. Согласованные фильтры для основных типов сигналов. Помехоустойчивость оптимального когерентного приёма дискретных сигналов.

Приём сигналов в каналах с межсимвольной интерференцией.

Приём сигналов с неопределённой фазой (некогерентный приём). Приём в условиях флуктуации фаз и амплитуд сигналов. Приём дискретных сообщений в каналах с сосредоточенными по спектру и импульсными помехами.

Особенности приёма сообщений в оптическом диапазоне волн.

Сравнение помехоустойчивости вариантов передачи дискретных сообщений. Прием в целом. Поэлементный приём с жёсткими и мягкими решениями. Теорема Л.И. Финка.

1.8. Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи

Проблема обеспечения высокой точности передачи дискретных сообщений в каналах с помехами. Потенциальные возможности дискретных каналов связи, теорема К. Шеннона для дискретного канала связи.

Потенциальные возможности непрерывных каналов связи при передаче дискретных сообщений. Пропускная способность канала связи.

Критерии помехоустойчивости передачи непрерывных сообщений. Оптимальная оценка параметров сигнала. Оптимальная демодуляция непрерывных сигналов. Помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений при слабых помехах. Порог помехоустойчивости. Аномальные ошибки. Оптимальная линейная фильтрация непрерывных сигналов, фильтр Колмогорова - Винера. Фильтрация Калмана.

Решение задачи нелинейной фильтрации. Цифровая передача непрерывных сообщений, импульсно-кодовая модуляция и кодирование с предсказанием.

Адаптивные методы цифрового представления непрерывных сообщений.

2. Системы и сети телекоммуникаций

2.1. Элементы теории массового обслуживания

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.

Модели входных потоков. Стационарные и нестационарные потоки, пуассоновские потоки, потоки Эрланга, потоки Пальма, теорема Хинчина о сходимости суммы потоков.

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.

Полумарковские случайные процессы, метод Кендалла, анализ влияния закона распределения времени обслуживания на среднее время ожидания СМО, приоритетные

СМО, виды приоритетов, методика анализа приоритетных СМО. Особенности мультиплексирования в сетях PDH и SDH.

Методы имитационного моделирования СМО.

Общие модели СМО, методы моделирования входных потоков, методы моделирования процедуры обслуживания требований, моделирование по времени и по событиям, планирование статистического эксперимента, методы сокращения времени моделирования, смешанные (аналитические и имитационные) методы анализа СМО.

2.2. Архитектура систем и сетей телекоммуникаций

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.

Методы коммутации в сетях телекоммуникаций.

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.

Системы спутниковой связи. Принципы построения систем спутниковой связи (ССС). Системы орбит спутников связи. Виды, особенности и способы организации спутниковых радиолиний. Характеристики спутниковых радиолиний. Диапазоны рабочих частот СССР. Основные показатели СССР. Зоны видимости, покрытия, обслуживания. Пропускная способность СССР. Системы подвижной спутниковой связи. Экономические показатели и критерии экономической эффективности использования СССР. Метод многостанционного доступа (МД). Способы организации многостанционного доступа. МД с частотным разделением каналов. МД с временным разделением каналов. МД с разделением по форме сигналов. Методы случайного доступа. Организация информационных и служебных каналов связи. Космический сегмент СССР.

Стратегия развития систем спутниковой связи. Примеры и особенности действующих систем.

Примеры и особенности низкоорбитальных систем спутниковой связи.

Примеры и особенности среднеорбитальных систем спутниковой связи. Особенности построения орбитальной группировки. Системы связи с использованием геостационарных спутников.

Дальность радиосвязи. Расчет энергетического потенциала радиолинии. Факторы, ограничивающие дальность действия канала радиосвязи: энергообеспечение, влияние параметров канала (затухание, рефракция и т.п.), помехи и др.

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.

2.4 Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций

Речевой сигнал, его особенности и характеристики. Звуки, фонемы, форманты. Распознавание речи слуховым аппаратом человека.

Статистические характеристики речевых сигналов: интервал стационарности, законы распределения, энергетический спектр, корреляционная функции и разборчивость речи.

Вокодеры: полосный, формантный, гомоморфный, линейный предсказатель речи (липредер), фонемный вокодер.

Скремблеры, работающие в частотной, временной, частотно-временной областях.

Цифровое скремблирование речи.

Методы модуляции при передачи речевых сигналов.

Передача речевых сигналов в общем пакете, проблема нарушения масштаба времени.

Проблемы высокоточной передачи измерительной информации в телекоммуникационных системах и сетях, потери и задержки сообщений.

Методы экономичного представления изображений. Основные стандарты кодирования изображений, используемые в сетях широкого пользования.

Возможности безрастрового представления изображений.

Согласование методов представления изображений и протоколов.

Экономное использование ресурсов сети при организации видеотелефонии и телеконференций.

Общие принципы и классификация систем подвижной радиосвязи. Транкинговые, сотовые, беспроводные, пейджинговые и спутниковые сети подвижной радиосвязи. Радиосети передачи данных. Стандарты и системы подвижной радиосвязи первого, второго и третьего поколений. Диапазоны частот, протоколы информационного обмена, системы сетевого управления, системы сигнализации. Виды услуг, предоставляемых в сетях подвижной радиосвязи.

Коммутационное и терминальное оборудование систем подвижной радиосвязи.

Оборудование систем подвижной радиосвязи: состав и основные особенности. Основные функции; принципы построения и типы коммутационных систем.

Модели радиоканалов и предсказания уровня сигнала для естественных условий распространения радиоволн в условиях сельской и городской застройки. Методы частотно-территориального планирования; кластерные модели; расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети; методы повышения емкости сетей; проблемы электромагнитной совместимости.

2 Вопросы для подготовки к вступительному испытанию

1. Понятие вероятности, пространство элементарных событий, основные теоремы теории вероятностей.
2. Случайные величины и функции распределения.
3. Числовые характеристики случайных величин.
4. Нормальный закон распределения случайных величин.
5. Центральная предельная теорема.
6. Элементы математической статистики. Выборочные характеристики и распределения.
7. Точечные оценки параметров. Метод моментов и наибольшего правдоподобия.

8. Доверительная вероятность и интервалы.
9. Статистические гипотезы.
10. Случайные процессы. Корреляционный и спектральный анализ. Эргодические случайные процессы.
11. Основы теории марковских процессов.
12. Основы цифровой обработки сигналов. Квантование по времени и по уровню. Теорема отсчетов Найквиста.
13. Цифровая фильтрация. Цифровые фильтры с КИХ и БИХ.
14. Быстрое преобразование Фурье.
15. Применение методов цифровой обработки в анализе речевых сигналов.
16. Выделение полезного сигнала с помощью линейного частотного фильтра.
17. Оптимальная линейная фильтрация сигналов известной формы.
18. Оптимальная фильтрация случайных сигналов. Постановка задачи и критерии оптимальности. Связь дисперсии сигнала ошибки со спектрами мощности. Минимизация дисперсии ошибки.
19. Мера информации. Определение взаимной информации. Средняя взаимная информация и энтропия.
20. Дискретные каналы без памяти. Пропускная способность. Классификация каналов. Нахождение пропускной способности дискретного канала без памяти.
21. Матричные антагонистические игры. Основные понятия и соотношения.

3 Список рекомендуемой литературы

1. Венцель Е.С. Теория вероятностей. М.-Наука, 1969.
2. Раскин Л.Г. Анализ сложных систем и элементы теории оптимального управления. М.-Сов.радио, 1976.
3. Гольденберг Л.М. и др. Цифровые фильтры. М.-Связь, 1974(1982).
4. Рабинер Л.Р., Шафер Р.В. Цифровая обработка речевых сигналов.
5. Казаков В.А. Введение в теорию марковских процессов и некоторые радиотехнические задачи. М.-Сов.радио, 1973.
6. Левин Б.Р. Статистическая радиотехника. т.3.
7. Гоноровский СИ. Радиотехнические цепи и сигналы.
8. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений.
9. Галлагер. Теория информации и надежная связь.
10. Дюбин Г.Н., Суздаль В.Г. Введение в теорию игр. М.-Наука., Гл. редакция физ.-мат. литературы, 1981.
11. Баскаков СИ. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2000.
12. Тихонов В.И. Харисов В.Н. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем. М.: Радио и связь, 1991.
13. Ярлыков М.С. Миронов М.А. Марковская теория оценивания случайных процессов. М.: Радио и связь, 1993.
14. Антенны и устройства СВЧ: Учебник для ВУЗов. Под ред. Д.И. Воскресенского. М.: Изд-во МАИ, 1999.
15. Теория электрической связи: Учебник для вузов / Под ред. Д.Д. Кловского. М.: Радио и связь, 1998.
16. Системы и сети передачи информации: Учебное пособие для вузов / Под ред. Р.Б. Мазепы. М.: Изд-во МАИ, 2001.

17. Основы радиоуправления: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.А. Вейцеля. М.: Радио и связь, 1995.
18. Цифровые радиоприемные системы: Справочник / Под ред. М.И. Жодзишского. М.: Радио и связь, 1990.
19. Справочник по спутниковым системам. М.: Радио и связь, 1994.
20. Герасименко В.А., Малюк А.А. Основы защиты информации: Учебник для вузов. М.: Изд-во ООО «Инкомбанк», 1997.
21. Карташевский В.Г., Семенов СП., Фирстова Т.В. Сети подвижной связи. М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001.
22. Радиотехнические системы передачи информации: Учебное пособие для вузов / Под ред. В.В. Калмыкова. М.: Радио и связь, 1990.

Программа разработана ведущей кафедрой «Радиотехника». Руководитель направленности: д.т.н., профессор В.В. Хворенков