

Федеральное агентство связи  
Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждения высшего профессионального  
образования «Сибирский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики» (ФГОБУ ВПО «СибГУТИ»)



УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по научной работе  
А.Н. Фионов  
«    »      2012 г.

**ПРОГРАММА  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ 210700.68  
«ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
И СИСТЕМЫ СВЯЗИ»**

Рассмотрена и одобрена научно-методическим советом СибГУТИ  
(протокол №2 от 9.10. 2012 г.)

Председатель совета Носов профессор Носов В.И.

Новосибирск 2012 г.

## **1. Основы теории информации.**

1. Непрерывные, дискретные случайные процессы. Методы их описания. Нормальные, пуассоновские и марковские процессы. Корреляционные функции и энергетические спектры типовых сообщений и сигналов связи.

2. Модели систем и каналов передачи информации. Аддитивные и мультипликативные помехи в каналах связи. Каналы с замираниями и рассеянием.

3. Общие понятия и количественная мера информации. Энтропия источников дискретных и непрерывных сообщений и её свойства. Производительность источника сообщений и его согласование с каналом передачи. Информационные характеристики источников дискретных и непрерывных сообщений. Методы статистического кодирования (сжатия) сообщений: код Шеннона, Хаффмена и др. Пропускная способность и основная теорема Шеннона для дискретных и непрерывных каналов с шумами и без шумов.

## **2. Статистическая теория передачи сигналов.**

1. Методы решения задачи обнаружения, различения и фильтрации сигналов, принимаемых на фоне помех. Оптимальная линейная и нелинейная фильтрация по различным критериям.

2. Элементы теории оптимальных статистических решений. Априорные и апостериорные вероятности, формула Байеса. Функция правдоподобия. Решающие функции и функции потерь. Критерии оптимальности Неймана-Пирсона и Котельникова.

3. Элементы теории линейного и нелинейного разделения сигналов при многоканальной передаче.

4. Методы модуляции и детектирования дискретных и непрерывных сигналов. Сравнительная оценка параметров модулированных сигналов при использовании амплитудной (АМ), частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ) модуляции. Многократная фазовая и квадратурная АМ модуляции при передаче дискретных сигналов.

5. Широкополосные сигналы и их основные свойства. Применение широкополосных сигналов в системах передачи информации.

6. Дискретизация и квантование непрерывных сигналов. Цифровые методы формирования и обработки сигналов. Цифровые фильтры.

7. Помехоустойчивое и эффективное кодирование, основные алгоритмы и характеристики. Циклические и свёрточные коды, каскадные коды.

### **3. Мультисервисные сети.**

1. Классификация, элементы и характеристики современных сетей электросвязи.

2. Характеристики основных элементов сети электросвязи: оконечных устройств, линий связи, каналов и трактов связи, станций и узлов. Сравнение способов коммутации в узлах связи (коммутация каналов, сообщений, пакетов, кроссовая коммутация), области их применения. Основные требования к каналам и системам коммутации.

3. Система электросвязи Российской Федерации и её основные подсистемы. Состав и основные характеристики систем документальной электросвязи (ДЭС) и сети связи общего пользования (ССОП). Принципы построения и перспективы развития единой сети связи страны. Современные и перспективные принципы построения ССОП, в том числе сети абонентского доступа и транспортной сети.

4. Организация нумерации на современных ССОП. Особенности применения систем сигнализации на телефонных сетях. Общеканальная система сигнализации № 7 МСЭ-Т. Особенности обеспечения синхронизации на сетях электросвязи.

5. Открытые системы. Семиуровневая эталонная модель взаимодействия открытых систем (ЭМВОС). Требования, предъявляемые к ISDN. Службы и услуги. Эталонная модель протоколов N-ISDN и B-ISDN. Архитектура, протоколы и интерфейсы сетей доступа. Виртуальные сети (VPN).

6. Принципы построения мультисервисных транспортных сетей и сетей доступа. Выбор технологии для переноса информации в мультисервисных сетях. Сети подвижной связи второго и третьего поколений.

7. Общая архитектура сетей нового поколения (NGN). Функциональная структура NGN. Технология переноса MPLS. Принципы построения транспортных пакетных сетей. Методы и средства обеспечения качества обслуживания в NGN.

8. Управление на сетях связи. Особенности концепции TMN МСЭ-Т. Централизованное и децентрализованное управление. Иерархия управления. Динамическое управление. Особенности управления на сетях с коммутацией каналов, коммутацией пакетов, кроссовой коммутацией.

9. Структурный анализ и синтез сетей связи. Сеть связи как большая система. Системный подход к анализу и синтезу сетей связи. Распределение каналов на сетях. Методы оптимизации структуры сетей. Оптимизация развивающихся структур. Прогнозирование основных параметров сетей связи. Методы статистического моделирования сетей связи.

### **4. Телекоммуникационные системы и устройства.**

Устройства генерирования, формирования и обработки сигналов.

1. Основные теории автоколебаний. Схемы автогенераторов. Методы повышения стабильности частоты. Синтез частот.

2. Управление параметрами высокочастотных колебаний. Виды модуляции (манипуляции), используемые в телекоммуникационных системах. Методы реализации модуляции. Схемы модуляторов. Формирование широкополосных сигналов.

3. Основы нелинейной теории генераторов с внешним возбуждением. Классы и режимы работы. Способы обеспечения широкополосного усиления. Схемы реализации на различных активных элементах. Методы повышения энергетической эффективности. Сложение мощностей генераторов. Структурные схемы передатчиков телекоммуникационных систем.

4. Основы линейной теории усиления радиочастотных колебаний. Входные цепи радиоприемников. Преобразование частоты колебаний. Приемники прямого преобразования. Основы теории супергетеродинного приема сигналов. Принципы построения трактов промежуточной частоты.

5. Динамический диапазон радиоприемных устройств. Методы повышения линейности и расширения динамического диапазона. Способы повышения помехозащищенности.

6. Системы и устройства фазовой, частотной и временной (тактовой) синхронизации. Обобщенные уравнения. Линейные режимы работы. Нелинейная теория синхронизации. Процессы захвата и устойчивость. Работа систем при воздействии помех.

7. Основы компьютерного моделирования и схемотехнического проектирования телекоммуникационных устройств. Методы формирования математических моделей и баз данных. Основные математические методы, алгоритмы и комплексы программ.

## **5. Направляющие среды.**

1. Направляющие среды (НС) как компоненты сетей, их классификация, конструкция и основные характеристики.

2. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) как наиболее перспективный тип НС, особенности распространения сигнала по многомодовым и одномодовым оптическим волокнам, оценка параметров передачи, дисперсионных и нелинейных свойств оптических волокон.

3. Процессы распространения сигналов в электрических НС различного типа (проводных и радио), теория передачи сигналов по электрическим НС и принципы расчета основных параметров ИС.

4. Взаимные электромагнитные влияния в НС различного типа, современные методы защиты от опасных и мешающих влияний.

5. Оценка пропускной способности, параметров надежности, живучести, помехоустойчивости и электромагнитной совместимости различных НС. Нормирование параметров НС различного типа. Основные рекомендации МСЭ по НС.

6. Современные и перспективные методы проектирования, строительства и эксплуатации НС различного типа.

## **6. Системы коммутации.**

1. Потоки вызовов, их основные свойства и характеристики. Простейший поток вызовов и его свойства, формула Эрланга. Методы прогнозирования телефонной нагрузки, характеристики качества обслуживания. Обслуживание потоков вызовов полнодоступным пучком с потерями и ожиданием.

2. Методы расчета пропускной способности многозвенных коммутационных схем. Особенности расчета пропускной способности мультисервисных сетей.

3. Структура современных коммутационных узлов, составные части, их назначение и основные характеристики. Одно- и многозвенные ступени искания, их назначение и режимы работы. Способы образования полно- и неполнодоступных включений пучков каналов (приборов) Обусловленное искание. Не блокирующие коммутационные блоки, их структурные параметры и область применения. Пространственно-временные коммутационные системы, способы построения, структурные параметры, область применения.

4. Цифровые системы коммутации, их состав, структура и описание процессов функционирования. Особенности построения управляющих устройств узлов коммутации с программным управлением. Язык спецификации и описаний SDL. Язык программирования высокого уровня CHILL. Принципы технического обслуживания узлов коммутации с программным управлением. Язык диалога VVL.

5. Узлы коммутации пакетов, их состав, структура, описание процессов функционирования. Сравнительная характеристика протоколов X-25, TCP-IP, ATM, Ethernet, MPLS. Особенности функционирования узлов быстрой коммутации пакетов.

6. IP - телефония, IP - телевидение.

## **7. Многоканальные телекоммуникационные системы.**

1. Методы формирования канальных и групповых сигналов в аналоговых системах передачи (АСП). Организация и основные характеристики аналоговых каналов и трактов. Особенности организации линейного тракта АСП.

2. Расчет и нормирование помех и искажений в каналах и трактах АСП. Методы борьбы с помехами и искажениями.

3. Особенности формирования цифровых сигналов при использовании импульсно-кодовой модуляции (ИКМ), адаптивной дельта-модуляции (АДМ), адаптивной дифференциальной импульсно-кодовой модуляции (АДИКМ). Оценка защищенности от шумов квантования при линейном и нелинейном кодировании. Шумы дискретизации.

4. Особенности формирования циклов передачи ЦСП плезиохронной (ПЦИ) и синхронной (СЦИ) цифровых иерархий. Организация тактовой, цикловой и сверхцикловой синхронизации в ЦСП. Адаптивные приемники синхросигнала. Основные параметры системы синхронизации. Особенности временного группообразования в ПЦИ и СЦИ.

5. Принципы организации и нормирование основных характеристик цифровых каналов и трактов. Организация цифровых линейных трактов (ЦЛТ). Расчет и нормирование помех и искажений в цифровых каналах и трактах. Особенности формирования и основные характеристики кодов в ЦЛТ. Многоуровневые коды.

6. Связь между коэффициентом ошибок и защищенностью на входе регенератора. Фазовые дрожания. Принципы нормирования ошибок и фазовых дрожаний в цифровых каналах и трактах. Регенерация цифровых сигналов. Выбор и оптимизация параметров основных узлов регенератора. Принципы расчета длины участка регенерации при использовании различных направляющих сред.

7. Особенности построения волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Методы уплотнения волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Основные характеристики активных и пассивных компонентов ВОСП и ВОЛС. Свойства и параметры лазерного излучения. Генерация когерентного оптического излучения.

8. Свойства и параметры приемников оптического излучения. Шумы фотоприемников. Методы модуляции оптического излучения: прямая и внешняя модуляция. Основные методы приема оптического излучения. Прямое фотодетектирование. Фотодетектирование с преобразованием частоты (гомодинный и гетеродинный прием). Коды в цифровых линейных трактах ВОСП. ВОСП со спектральным разделением оптических каналов.

9. Транспондеры с преобразованием на основе технологии OTN/OTN. Реконфигурируемые оптические мультиплексоры ROADM, фотонные коммутаторы ОХС и их применение в полностью оптических сетях. Особенности регенерации оптических сигналов. Оптические усилители.

10. Помехи и искажения в каналах и трактах ВОСП. Методы компенсации хроматической и поляризационной модовой дисперсии. Методы расчета длины участка регенерации и участка оптического усиления ВОСП. Q-фактор и его применение для оценки качества передачи в ВОСП.

11. Методы оценки качества передачи информации по аналоговым и цифровым каналам и трактам. Объективные и субъективные методы оценки качества передачи. Принципы нормирования качества передачи информации по каналам и трактам.

12. Принципы построения оптических мультисервисных транспортных сетей на основе технологий: SDH, ATM, OTN/OTN, EoT, T-MPLS. Принципы построения тактовой сетевой синхронизации и распределение тактового синхронизма в транспортных сетях. Принципы управления транспортными сетями. Принципы защиты транспортных сетей.

13. Принципы построения автоматически коммутируемых оптических транспортных сетей ASON. Принципы построения пассивных оптических сетей PON на основе технологий: A-PON, B-PON, E-PON, G-PON.

## **8. Радиорелейные линии и спутниковые телекоммуникационные системы.**

1. Особенности построения высокоскоростных ЦРРЛ синхронной цифровой иерархии передачи. Общие характеристики систем, типовые параметры. Структурные схемы устройств и выбор их параметров. Энергетические расчеты уровней полезного и мешающих сигналов.

2. Влияние АЧХ и ФЧХ линейной части систем ЦРРЛ на величину межсимвольных искажений. Расчёт вероятности ошибочного приёма при различных видах модуляции. Методы повышения помехоустойчивости. Применение эквалайзеров и помехоустойчивого кодирования.

3. Энергетический расчет линий ССС и выбор параметров аппаратуры. Особенности построения абонентских и шлюзовых земных станций, бортовых ретрансляторов. Примеры современных ССС и области их применения. Типы орбит ИСЗ систем ССС, их энергетические параметры и планы частот.

4. Методы организации многостанционного доступа в ССС. Сравнение систем с частотным (МДЧР), временным (МДВР) и кодовым (МДКР) разделением. Типовые системы и их параметры. Системы непосредственного телевизионного вещания (СНТВ). Перспективные системы спутниковой связи.

## **9. Наземные и спутниковые телекоммуникационные системы с подвижными объектами.**

1. Особенности радиальных и сотовых систем. Основные аналоговые и цифровые стандарты систем транкинговой, пейджинговой и сотовой связи. Частотные планы, энергетические параметры, организация многостанционного доступа.

2. Особенности распространения сигналов в условиях городской застройки. Модели радиоканалов и виды замираний. Расчет отношения сигнал-интерференция. Принципы частотно-территориального планирования. Расчет основных энергетических параметров телекоммуникационных систем с подвижными объектами.

3. Способы повышения помехоустойчивости телекоммуникационных систем с подвижными объектами. Виды каналов передачи и управления, их организация и функционирование. Взаимодействие с сетями общего пользования.

4. Основные типы используемых орбит ИСЗ. Сравнительные характеристики существующих и перспективных ССС с подвижными объектами, диапазоны частот, основные типы используемых орбит ИСЗ, способы организации многостанционного доступа. Виды используемых сигналов и пропускная способность каналов. Энергетические соотношения. Проблемы электромагнитной совместимости с наземными системами.

**Примечание:** Разделы, непосредственно относящиеся к выбранной специальности подготовки и подлежащие углублённому изучению, уточняются научным руководителем соискателя.

### **Литература:**

1. Зюко А.Г., Кловский Д.Д., Назаров М.В., Финк Л.М. Теория передачи сигналов. Учебник для ВУЗов. М., Радио и связь, 1986 г., 304 с.
2. Макаров А.А. Статистическая теория радиотехнических систем. Учеб. пособие/СибГУТИ, Новосибирск, 2007 г., 114 с.
3. Гроднев И.И., Верник СМ. Линии связи. М., Радио и связь, 1988, 544 с.
4. Лагутин В.С., Степанов С.Н. Телетрафик мультисервисных сетей связи. М., Радио и связь, 2000 г., 320 с.
5. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи. М., Эко-Трендз, 2000 г., 239 с.
6. Спутниковая связь и вещание. Справочник. Под ред. Л.Я. Кантора., М., Радио и связь, 1998 г., 344 с.
7. Радиопередающие устройства./Под ред. В.В. Шахгильдяя, М.: Радио и связь, 1996 г. 540 с.
8. Радиоприемные устройства. Под ред. Н.Н. Фомина. М., Радио и связь, 1996 г., 510 с.
9. Фокин В.Г. Оптические системы передачи и транспортные сети. М., Эко-Трендз, 2008 г., 288 с.
10. Фриман Р. Волоконно-оптические сети. 3-е издание, М., Техносфера, 2007 г., 496 с.
11. Заславский К.Е. Волоконно-оптические системы передачи со спектральным уплотнением. Учебное пособие УМО, Новосибирск, СибГУТИ, 2005 г., 136 с.
12. Листвин А.В., Листвин В.Н., Швырков Д.В. Оптические волокна для линий связи. М., ЛЕСАР арт, 2003 г., 288 с.
13. Бакланов И.Г. SDH-NGSDH: практический взгляд на развитие транспортных сетей., М., Метротек, 2006 г., 736 с.
14. Ершов В.А., Кузнецов Н.А. Мультисервисные телекоммуникационные сети., М., Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003 г., 432 с.
15. Давыдкин П.Н., Колтунов М.Н., Рыжков А.В. Тактовая сетевая синхронизация. М., Эко-Трендз, 2004 г., 205 с.
16. Руководство по технологиям объединенных сетей, 4-е издание. Пер. с англ. М., Издательский дом «Вильямс», 2005 г., 1040 с.
17. Никульский И.Е. Оптические интерфейсы цифровых коммутационных станций и сети доступа., М., Техносфера, 2006 г., 251 с.
18. Телекоммуникационные системы и сети. Том 3. Мультисервисные сети./Величко В.В, Субботин Е.А., Шувалов В.П., Ярославцев А.Ф. Учебное пособие УМО., М., Горячая линия - Телеком, 2005 г., 592 с.
19. Бакланов И.Г. Технология ADSL/ADSL2+: теория и практика применения. М., Метротек, 2007 г., 384 с.



20. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи., М., Эко-Трендз, 2003 г., 288 с.
21. Дымарский Я.С., Крутякова Н.П., Яновский Г.Г. Управление сетями связи: принципы, протоколы, прикладные задачи., М., ИТЦ «Мобильные коммуникации», 2003 г., 384 с.
22. Гольдштейн Б.С, Соколов. В.А.. Автоматическая коммутация. «Академия», 2007 г., 272 с.
23. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации., М., Эко-Трендз, 2008 г., 399 с.
24. Макаров А.А. Прибылов В.П. Помехоустойчивое кодирование: Моногр./СибГУТИ - г. Новосибирск, 2005 г., 186 с.
25. Справочник по радиорелейной связи./под ред. Бородича С.В., изд. 2-е перераб. и доп., М, Радио и связь, 1981 г., 416 с.
26. Носов В.И. Радиорелейные линии синхронной цифровой иерархии. Основы цифровой передачи сигналов и построения РРЛ: Учеб. пособие. Умо по спец. Связь/СибГУТИ., Новосибирск, 2006 г., 223 с.
27. Спутниковая связь и вещание: Справочник (под ред. Кантора Л.Я.). 3-е изд. М.:Радио и связь, 1998 г., 528 с.
28. Битнер В.И., Попов Г.Н. Нормирование качества телекоммуникационных услуг. М.: Горячая линия-Телеком. 2004 г., 306 с.
29. Крук Б.И., Попантопуло В.Н., Шувалов В.П. Телекоммуникационные системы и сети. Том 1., М.: Горячая линия-телеком, 2004 г., 647 с.
30. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. Технология и протоколы MPLS., «БХВ – Санкт-Петербург», 2005 г., 301 с

## Согласовано:

Проректор по учебной работе  
Мамойленко Сергей Николаевич

24.10.12г.



Начальник отдела подготовки  
кадров высшей квалификации  
Солдатова Юлия Николаевна

24.10.12г.

