

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. проректора по научной работе,



К.В. Дукельский

« 31 » марта 2015 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА ПО ПРОФИЛЮ  
05.12.13-СИСТЕМЫ, СЕТИ И УСТРОЙСТВА  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

**1. Сети и системы связи.**

История развития сетей связи. Единая Сеть Электросвязи Российской Федерации. Структура телефонной сети общего пользования. Местные и междугородные сети.

Коммутация каналов и коммутация пакетов. Конвергенция как концепция развития сетей связи. Сети связи следующего поколения (NGN-Next Generation Network). Архитектура, примеры услуг. Программные коммутаторы (SoftSwitch). Мультимедийная подсистема (IMS). Протоколы TCP/IP. Протокол IPv6.

Архитектура корпоративной сети. Виртуальные локальные сети. Виртуальные частные сети. Технология Ethernet.

Качество обслуживания в NGN. Классы и параметры качества обслуживания. Качество восприятия. Способы обеспечения гарантированного уровня качества обслуживания: многопротокольная коммутация по метке, интегральное обслуживание, дифференцированное обслуживание.

Сети сухопутной сотовой подвижной связи. Эволюция сотовых сетей. Система GSM. Системы 3-го поколения. Системы долговременной эволюции (LTE).

Понятие сети доступа. Широкополосный доступ. Технологии xDSL, PON. Беспроводный широкополосный доступ. Стандарты IEEE 802.11 (WiFi) и IEEE 802.16 (WiMax).

**2. Теория телетрафика и моделирование.**

Простейший (пуассоновский) поток вызовов. Система с бесконечным числом источников. Формула Эрланга. Система с конечным числом источников. Формула Энгсета. Системы с потерями и с ожиданием. Вторая формула Эрланга.

Системы с произвольным законом длительности обслуживания. Формула Полячека-Хинчина. Формула Литтла для систем с ожиданием.

Самоподобные потоки. Автокорреляция. Медленно убывающие и быстро убывающие зависимости. Параметр Херста. Оценка параметра Херста (методы R/S, Higuchi). Метод ON/OFF для генерации самоподобных потоков. Использование вейвлет-анализа для представления самоподобных потоков. Антиперсистентные потоки.

Имитационное моделирование в телекоммуникациях. Виды имитационного моделирования. Достоверность и точность результатов моделирования. Пакеты и средства имитационного моделирования: ns-2, Opnet, Anylogic, PYTHON, C#NET и их особенности.

**3. Самоорганизующиеся сети и системы.**

Концепция Интернета Вещей. Самоорганизующиеся сети. Примеры самоорганизующихся сетей (USN, VANET).

Всепроницающие сенсорные сети USN. Кластерная организация сенсорных сетей. Мобильные сенсорные сети. Алгоритмы выбора головного узла кластера LEACH, DCA. Протоколы сигнализации в беспроводных сенсорных сетях ZigBee и 6LoWPAN.

#### **4. Инфокоммуникационные системы**

Эволюция телекоммуникаций. Цифровые и пакетные сети связи. Поколения мобильных и фиксированных сетей.

Сети связи следующего поколения (NGN). Протоколы SIP, Megaco/H.248.

Сетевая архитектура IPMultimediaSubsystem (IMS).

Сети 4G. Архитектура SAE/LTE-A.

Самоорганизующиеся сети (SON). Сети Adhocsimesh.

Коммуникации M2M. Концепция Интернета вещей (IoT).

Системы управления инфокоммуникациями. NGOSS и Frameworx.

Модели теории телетрафика. Классификация Кендалла. Вероятностно-временные характеристики. Основные формулы.

Самоподобные потоки. Оценивание параметра Херста.

Модели самоорганизующихся систем. Мультиагентные системы.

#### **5. Фотоника и линии связи**

Тенденции развития современной электросвязи. Требования к направляющим системам. Виды направляющих систем, их частотные диапазоны и назначение. Кабели связи, их классификация и конструкции. Требования к кабелям связи. Конструктивные и эксплуатационные параметры коаксиальных, симметричных и оптических кабелей.

Телеграфные уравнения, их решение для однородной линии. Первичные параметры передачи, их зависимость от частоты и конструкции. Вторичные параметры, их зависимость от частоты и конструкции.

Собственное, рабочее и вносимое затухания и входное сопротивление в однородных линиях. Режимы работы линии: согласованный, холостого хода и короткого замыкания.

Расчет сигнала на выходе линии при входном гармоническом воздействии.

Импульсная характеристика и расчет формы импульса на выходе линии при входном импульсном сигнале. Свойства неоднородных линий. Виды и параметры неоднородностей. Попутный и обратный потоки в неоднородной линии.

Классификация взаимных влияний. Непосредственные и косвенные влияния. Регулярные и нерегулярные составляющие влияния. Нормирование взаимных влияний в направляющих системах связи.

Первичные параметры взаимных влияний. Эквивалентные схемы взаимных влияний.

Расчеты помех на ближнем и дальнем концах симметричной линии при непосредственном влиянии. Вторичные параметры взаимных влияний, их зависимость от частоты и длины линии.

Способы защиты линий связи от взаимных влияний. Скрутка цепей симметричных кабелей. Скрещивание симметричных цепей воздушных и кабельных линий связи. Схемы и индексы скрещивания. Симметрирование кабельных цепей. Экранирование кабельных цепей. Реакция экрана.

Источники опасных и мешающих влияний. Нормы влияний. Расчет опасных и мешающих влияний. Меры защиты от опасных и мешающих влияний, применяемые на линиях связи.

Устройство заземлений. Экранирование кабелей связи. Экранное затухание цилиндрического экрана для электрического, магнитного и электромагнитного полей, его зависимость от частоты и конструкции. Преимущества многослойных экранов. Виды коррозии. Меры защиты от коррозии, применяемые на установках сильного тока и установках связи.

Законы отражения и преломления света. Распространение света в многомодовых и одномодовых оптических волокнах. Нормированная частота. Длина волны отсечки. Коэффициент затухания и его зависимость от длины волны. Виды дисперсии.

Нелинейные явления в оптических волокнах. Рассеяние Манделштамма-Бриллюэна, Рамана, четырехволновое смешение.

Активные компоненты волоконно-оптических сетей связи. Принцип действия, конструкции и параметры. Передающие и приемные устройства. Оптические усилители и транспондеры.

Пассивные компоненты волоконно-оптических сетей связи. Принцип действия, конструкции и параметры. Мультиплексоры спектрального уплотнения, разветвители, кроссы, аттенюаторы, соединители, изоляторы, циркуляторы.

Виды и параметры аналоговых и цифровых систем передачи. Выбор аппаратуры и кабеля. Проектирование трассы. Расчеты длин усилительных и регенерационных участков на симметричных и коаксиальных кабелях.

Особенности проектирования оптических линейных трактов. Выбор оптического волокна. Расчет длины регенерационного участка. Использование оптических усилителей и систем спектрального уплотнения. Компенсация дисперсии в линейном тракте.

Размещение обслуживаемых и необслуживаемых усилительных и регенерационных пунктов на трассе. Организация и расчет цепей дистанционного питания. Резервирование.

Организация строительных работ. Способы прокладки кабелей связи - подземная, подводная и воздушная. Механизация строительных работ. Использование кабелеукладчиков, горизонтально направленное бурение. Монтаж муфт. Особенности прокладки и монтажа оптических кабелей.

Организация работ по эксплуатации линейных трактов. Надежность линейно-кабельных сооружений. Основные причины повреждений кабелей связи. Организация ремонтно-восстановительных работ.

Состав и периодичность профилактических измерений. Аварийные измерения. Определение характера и места повреждения. Методы и приборы для поиска трасс кабелей.

Методы и приборы для измерений электрических кабельных цепей на постоянном, переменном и импульсном токе. Измерение сопротивлений шлейфа, изоляции и асимметрии. Измерение емкости. Измерение расстояний до мест обрыва, короткого замыкания, сосредоточенной омической асимметрии, разбитости пар, понижения сопротивления изоляции.

Методы и приборы для оптических измерений в проходящем и рассеянном свете. Измерение мощности излучения, вносимого затухания, распределения коэффициента затухания вдоль линейного тракта, потерь в соединениях волокон, энергетического запаса, динамического диапазона.

### **Литература к блокам 1, 2, 3**

1. Б.С.Гольдштейн, Н.А.Соколов, Г.Г.Яновский. Сети связи. Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2010.
2. А.Е.Кучерявый, А.В.Прокопьев, Е.А.Кучерявый. Самоорганизующиеся сети. Санкт-Петербург, Любавич, 2011.
3. Н.А.Соколов. Задачи планирования сетей электросвязи. Санкт-Петербург, Техника связи, 2012.
4. А.Е.Кучерявый, А.И.Парамонов, Е.А.Кучерявый. Сети связи общего пользования. Тенденции развития и методы расчета. Москва, ФГУП ЦНИИС, 2008.
5. А.Е.Рыжков, М.А.Сиверс, В.О.Воробьев, А.С.Гусаров, А.С.Слышков, Р.В.Шуньков. Системы и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMax. Санкт-Петербург, Линк, 2012.
6. Б.С.Гольдштейн, А.Е.Кучерявый. Сети связи пост-NGN. Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2012.

7. О.И.Шелухин, А.М.Тенякшев, А.В.Осин. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. Москва, Радиотехника, 2003.
8. Э.Таненбаум. Компьютерные сети. 4-е издание. СПб, Питер, 2003.
9. Л.Клейнрок. Теория массового обслуживания. Учебник. М., Машиностроение, 1979.
10. А.М.Галкин, Е.А.Кучерявый, Д.А.Молчанов. Пакет моделирования NS-2. Учебное пособие. СПб ГУТ, 2007.
11. Е.А.Кучерявый. Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет. Наука и Техника, СПб, 2004.

#### **Литература к блоку 4**

12. Б.С.Гольдштейн, А.Е.Кучерявый. Сети связи пост-NGN. БХВ, С.-Петербург, 2013.
13. Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский, Сети связи. Учебник для ВУЗов. БНВ, С. Петербург, 2014.
14. Л. Клейнрок. Теория массового обслуживания. М.: Машиностроение, 1979.
15. О.И.Шелухин, А.В.Осин, С.М.Смольский. Самоподобие и фракталы. Телекоммуникационные приложения. М. Физматлит, 2008, 362 с.

#### **Литература к блоку 5**

16. Андреев, В. А. Направляющие системы электросвязи : учебник для вузов / В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия -Телеком.
17. Т. 1 : Теория передачи и влияния. - 2009. - 424 с.
18. Андреев, В.А. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов / В. А. Андреев, А. В. Бурдин, В. Б. Попов, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский. - 7-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия -Телеком.
19. Т. 2 : Проектирование, строительство и техническая эксплуатация. – 2010. – 424 с.
20. Глаголев, С. Ф. Физические основы оптических направляющих систем : учеб. пособие / С. Ф. Глаголев, В. С. Иванов, Л. Н. Кочановский; Федер. агентство связи, ГОУ ВПО "СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2008. - 160 с.
21. Былина М.С., Глаголев С.Ф., Кочановский Л.Н., Пискунов В.В. Измерение параметров волоконно-оптических линейных трактов. Учебное пособие. СПбГУТ. СПб, 2002.
22. Складов, О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи : учеб. пособие / О. К. Складов. - 2-е изд., стер. - СПб. : Лань, 2010. - 265 с.

Составили профессора А.Е. Кучерявый, Б.С Гольдштейн, С.Ф. Глаголев