

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой РТС

\_\_\_\_\_ Г.С. Шарыгин

**Голиков Александр Михайлович**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**

Методические указания для специальности 210403  
«Защищенные системы связи»

Разработчик  
Доцент каф. РТС

\_\_\_\_\_ Голиков А.М.

Томск 2012

Рекомендовано к изданию кафедрой радиотехнических систем Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники

**Голиков А.М. Государственный экзамен: Методические указания для специальности 210403«Защищенные системы связи». – Томск: Том. Гос. Ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012.- 16 с.**

© Голиков А.М.

© Томский гос ун-т систем управления  
и радиоэлектроники, 2012.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Государственным образовательным стандартом по специальности 210403 «Защищенные системы связи» направления подготовки дипломированных специалистов 654400 «Телекоммуникации», утвержденным Минобразованием России 10.03.2000 г. (регистрационный № 20-тех/дс), предусмотрена государственная аттестация выпускников в виде:

- защиты выпускной квалификационной работы;
- государственного экзамена.

Программа государственного экзамена составлена на основе «Методических рекомендации по определению структуры и содержания государственных аттестационных испытаний направления подготовки дипломированных специалистов 654400 телекоммуникации», разработанных УМО по образованию в области телекоммуникаций (2002 г.).

## **2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ**

### ***2.1. Виды деятельности выпускников и соответствующие им задачи профессиональной деятельности***

Виды деятельности выпускников и соответствующие им задачи профессиональной деятельности определены ГОСом.

Выпускники по направлению подготовки «Телекоммуникации» - в соответствии с фундаментальной и специальной подготовкой - должны выполнять следующие виды профессиональной деятельности:

- производственно-технологическая;
- проектная;
- научно-исследовательская;
- организационно-управленческая.

### ***2.2. Соответствие профессиональных функций и требований к подготовке выпускника***

В таблице 1 определено соответствие требований ГОС к профессиональной подготовленности различным видам профессиональной деятельности выпускников.

Таблица 1.

Требования ГОС к профессиональной подготовленности выпускника	Виды профессиональной деятельности			
	Производственно – технологическая	Проектная	Научно- исследовательская	Организационно – управленческая
<b>Должен знать:</b>				
- принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и распределения информации в сетях связи;	+	+	+	+
- особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем;		+	+	
- принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности разрабатываемых и используемых средств связи;	+	+	+	+
- схемотехнику устройств электросвязи;	+	+	+	
- прогрессивные методы технической эксплуатации систем и устройств связи;		+	+	+
- методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области связи;		+	+	
- основы проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации технических средств многоканальных, в том числе волоконно-оптических, систем и линий связи;	+	+	+	+
- требования стандартизации, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи;	+	+	+	+
- основные методы маркетинга и менеджмента в области телекоммуникаций;		+		+
<b>Уметь применять:</b>				
- методы проектирования телекоммуникационных сетей, систем, устройств и блоков с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений;		+	+	
- правила и нормы проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации систем и линий связи;	+	+	+	+

- методы оценки параметров устройств и систем связи;	+	+	+	
- передовые методы технического контроля и диагностики в процессе настройки и эксплуатации средств связи;	+			+
- теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и информатики;		+	+	
- технические решения по повышению качества передачи информации и снижению опасных и мешающих влияний в системах связи;	+	+		+
- необходимые меры по обеспечению безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды при производстве, строительстве и эксплуатации систем и устройств связи.	+	+		+

**2.3. Требования к профессиональной подготовленности выпускника, необходимые для выполнения им профессиональных функций, и соответствующие виды государственных аттестационных испытаний**

В таблице 2 определены возможности использования различных видов итоговой аттестации для определения соответствия требованиям ГОС.

Таблица 2

Требования ГОС к профессиональной подготовленности выпускника	Вид аттестационного испытания		Приме- чание
	Госуд. экзамен	Защита ВКР	
<b>Должен знать:</b>			
- принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и распределения информации в сетях связи;			Текущ. аттест.
- особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем;	+	+	
- принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности разрабатываемых и используемых средств связи;	+	+	Прак- тика
- схемотехнику устройств электросвязи;		+	

- прогрессивные методы технической эксплуатации систем и устройств связи;		+	Практика
- методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области связи;			Текущ. аттест.
- основы проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации технических средств многоканальных, в том числе волоконно-оптических, систем и линий связи;	+	+	Практика
- требования стандартизации, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи;		+	Практика
- основные методы маркетинга и менеджмента в области телекоммуникаций.		+	
<b>Уметь применять:</b>			
- методы проектирования телекоммуникационных сетей, систем, устройств и блоков с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений;		+	
- правила и нормы проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации систем и линий связи;	+	+	Практика
- методы оценки параметров устройств и систем связи;	+	+	
- передовые методы технического контроля и диагностики в процессе настройки и эксплуатации средств связи;		+	Практика
- теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и информатики;		+	
- технические решения по повышению качества передачи информации и снижению опасных и мешающих влияний в системах связи;		+	
- необходимые меры по обеспечению безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды при производстве, строительстве и эксплуатации систем и устройств связи.		+	Практика

#### **2.4. Основные дисциплины, позволяющие определить соответствие требованиям ГОС в процессе государственного экзамена**

В таблице 3 определены основные дисциплины образовательной профессиональной программы по циклам общепрофессиональных и специальных дисциплин, контроль усвоения

которых позволяет определить соответствие требованиям ГОС в процессе итоговой аттестации.

Таблица 3

Требования ГОС к профессиональной подготовке выпускника	Дисциплины образовательной программы (разделы)									Примечание
	Теория электрической связи	Безопасность жизнедеятельности	Менеджмент в телекоммуникациях	Направляющие среды в электросвязи и средства их защиты	Сети электросвязи	Многоканальные цифровые системы передачи и средства их защиты	Основы информационной безопасности	Сети и системы радиосвязи и средства их информационной защиты	Методологическое обеспечение защищенных телекоммуникационных систем	
<b>Должен знать:</b>										
- принципы построения телекоммуникационных систем различных типов и распределения информации в сетях связи;	+			+	+	+		+		
- особенности передачи различных сигналов по каналам и трактам телекоммуникационных систем;	+			+	+	+		+		
- принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности разрабатываемых и используемых средств связи;				+	+	+		+		
- схемотехнику устройств электросвязи;				+	+	+		+		
- прогрессивные методы технической эксплуатации систем и устройств связи, в том числе обеспечение организационных и инженерно-технических мер защиты информации в телекоммуникационных системах;			+	+	+	+	+	+	+	
- методы проведения теоретических и экспериментальных исследований в области связи, в том числе и для выбора наиболее целесообразных практических решений по защите информации в телекоммуникационных системах;	+			+		+	+	+	+	

- основы проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации технических средств, в том числе внедрение специальных технических и программно-математических средств защиты информации в телекоммуникационных системах;				+	+	+	+	+	+	
- требования стандартизации, метрологического обеспечения и безопасности жизнедеятельности при разработке и эксплуатации устройств и систем электросвязи;		+		+	+	+		+	+	
<b>Уметь применять:</b>										
- методы проектирования телекоммуникационных сетей, систем, устройств и блоков с технико-экономическим обоснованием принимаемых решений;			+	+	+	+		+		
- правила и нормы проектирования, строительства, монтажа и эксплуатации систем и линий связи;		+		+	+	+		+	+	
- методы оценки параметров устройств и систем связи;	+			+		+	+	+	+	
- передовые методы технического контроля и диагностики в процессе настройки и эксплуатации средств связи;				+	+	+		+	+	
- теоретические и экспериментальные методы исследования с целью создания новых перспективных средств связи и выбора наиболее целесообразных практических решений по защите информации в телекоммуникационных системах;	+			+	+	+	+	+	+	
- технические решения по повышению качества передачи информации и снижению опасных и мешающих влияний в системах связи, в том числе обеспечение организационных и инженерно-технических мер защиты информации в телекоммуникационных системах;	+	+	+	+	+	+	+	+		
- необходимые меры по обеспечению безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды при производстве, строительстве и эксплуатации систем и устройств связи.		+		+	+	+		+	+	



### 3. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Государственный экзамен по специальности проводится в соответствии с ГОС и «Положением об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений в Российской Федерации», утвержденном Минобразованием РФ (приказ №1155 от 25.03.2003). Порядок проведения и программа государственного экзамена определяются вузом на основании соответствующего ГОС, действующего учебного плана и рекомендаций, разработанных УМО по образованию в области телекоммуникаций от 2002 г.

Всю организационную работу по подготовке и проведению экзамена проводит деканат совместно с кафедрами, привлекаемыми к его проведению.

УМО по образованию в области телекоммуникаций формулирует следующие общие рекомендации по организации и проведению государственного экзамена по специальности:

- - экзамен носит междисциплинарный характер и проводится с привлечением не менее трех дисциплин из специального и, при необходимости, общепрофессионального циклов дисциплин, устанавливаемых советом факультета, обеспечивающего подготовку по данной специальности;
- - программа экзамена и варианты заданий утверждаются деканом факультета, а состав экзаменационной комиссии и ее председатель - ректором вуза;
- - студенты допускаются к междисциплинарному экзамену только после успешной сдачи экзаменационной сессии;
- - до проведения экзамена в соответствии с расписанием, утвержденным ректором, и учебной нагрузкой соответствующих кафедр проводится специальная подготовка, включающая чтение установочных лекций, проведение практических занятий и консультаций;
- - экзамен проводится в письменном виде, причем каждый студент выполняет индивидуальное задание;
- - задание включает одну (комплексного характера) или несколько задач, требующих конкретных решений и представляющих собой небольшие инженерные задачи, решение которых позволяет оценить соответствие подготовки выпускников требованиям ГОС в области их умений и навыков, причем объем заданий должен быть рассчитан на время проведения экзамена в течение не более 4-х академических часов;
- - содержание заданий должно быть по возможности приближено к задачам, решаемым студентами в процессе выполнения курсовых проектов и работ, на практических занятиях и в рамках индивидуальной работы в процессе реализации соответствующего ГОС;
- - на экзамене студентам, наряду с конспектами лекций, разрешается пользоваться учебно-методической, научно-технической и справочной литературой, рекомендованной соответствующими кафедрами, и техническими средствами расчета и оформления выполнения задания;
- - результаты экзамена (с выставлением оценок “отлично”, “хорошо”, “удовлетворительно” и “неудовлетворительно”) проставляются в экзаменационную ведомость и в зачетную книжку за подписью председателя комиссии и ее членов. При принятии решения по экзаменационной оценке учитывается не только правильность полученных результатов, но и оформление работы (наличие кратких пояснений к расчетным фор-

мулам и принимаемым решениям, грамотное использование размерностей величин и степени округления результатов расчетов, анализ полученных результатов и т.п.), причем для получения положительной оценки должны быть правильно решены не менее 50% задач;

- - студенты имеют право на апелляцию, причем заявления на проведение апелляции на имя председателя комиссии подаются в день объявления результатов;
- - кафедрам, участвующим в проведении экзамена, целесообразно осуществить подготовку и издание соответствующих внутривузовских учебно-методических пособий и (или) указаний.
- - образцы решения экзаменационных заданий ( 5-10 экз. ) должны храниться в деканате не менее одного года для предоставления (в случае необходимости) органам, контролирующим или аттестующим данную специальность.
- - повторное прохождение итоговых аттестационных испытаний целесообразно назначать не ранее чем через три месяца и не более чем через пять лет после прохождения итоговой государственной аттестации впервые. Повторные итоговые аттестационные испытания не могут назначаться высшим учебным заведением более двух раз.

### **3. ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 210403 – ЗАЩИЩЕННЫЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ**

Проведение государственного экзамена по специальности 210403 – Защищенные системы связи ориентированно на следующие дисциплины:

из общепрофессионального блока дисциплин:

- ОПД.Ф.05 Теория электрической связи;

из блока специальных дисциплин:

- СД.02 Основы информационной безопасности;
- СД.06 Многоканальные цифровые системы передачи информации и средства их защиты;
- СД.08 Сети электросвязи.

#### **3.1. Перечень вопросов по дисциплине «Теория электрической связи»**

Информация и сигнал как ее материальный носитель. Случайный характер сообщений и сигналов. Системы передачи, хранения и распределения информации. Структурная схема системы передачи информации (СПИ). Линия связи с помехами, функции передатчика и приемника. Статистический анализ и синтез СПИ. Системы распределения информации. Многоканальная связь и многостанционный доступ, сети электросвязи как системы массового обслуживания.

Математические модели сигналов и помех. Вероятностное описание последовательности символов. Примеры цифровых сигналов. Дискретные сигналы. Последовательность гауссовских случайных величин. Непрерывные сигналы. Стационарный гауссовский случайный процесс, числовые характеристики. Белый шум. Случайное поле. Примеры непрерывных сигналов. Аддитивные и мультипликативные помехи. Канал многолучевого распространения волн как фильтр со случайно изменяющимися параметрами.

Преобразование сигналов в каналах связи. Основные задачи кодирования: сокращение избыточности, повышение помехоустойчивости, скрытности, криптоустойчивости. Квантование во времени непрерывных сигналов, ошибки квантования. АЦП и ЦАП. Компрессия сигнала. Модуляция несущей аналоговым сигналом: АМ, АМ с подавленной несущей, однополосная АМ, ЧМ. Спектры модулированных сигналов и полоса частот, требуемая для передачи. Модуляция импульсной несущей дискретным сигналом: АИМ, ШИМ, ВИМ. Способы модуляции в цифровых СПИ: АМ, ЧМ, ФМ, ОФМ. Многопозиционные методы модуляции. Спектры модулированных сигналов, межсимвольная интерференция. Геометрическое представление сигналов и помех.

Помехоустойчивое и криптоустойчивое кодирование в цифровых системах передачи информации. Принципы помехоустойчивого кодирования. Блочные корректирующие коды. Обнаружение и исправление ошибок. Кодовое расстояние. Блочные линейные коды. Коды Хемминга, Рида-Малера. Циклические коды. Способы кодирования и декодирования циклических кодов. Коды БЧХ, коды Рида-Соломона. Сверточные коды (СК). Пороговое декодирование. Декодирование по методу Витерби. Декодирование с мягким решением. Группирование ошибок, перемежение символов при кодировании, применение циклических и сверточных кодов. Предельные возможности помехоустойчивого кодирования. Помехоустойчивость систем с обратной связью (ОС). Теоретико-информационная концепция криптозащиты сообщений в телекоммуникационных системах. Модель и основные понятия секретной связи. Алгоритмика классических криптосистем с секретными ключами. Двухключевая теоретико-числовая криптосистема RSA.

Основы теории информации. Собственная информация, энтропия. Избыточность и ее роль. Кодирование в цифровых каналах без помех. Коды Шеннона-Фано, Хафмана, Лемпел-Зива. Цифровые каналы с помехами. Скорость создания и скорость передачи информации. Пропускная способность двоичного симметричного канала. Теоремы Шеннона о кодировании в дискретном канале с помехами. Информация в непрерывных сигналах. Дифференциальная энтропия непрерывного отсчета. Пропускная способность непрерывного канала с аддитивным белым гауссовским шумом, формула Шеннона.

Оптимальный прием сигналов и основы теории помехоустойчивости. Когерентные и некогерентные системы передачи информации. Решающая схема, построенная по правилу максимума апостериорной вероятности. Оптимальный прием в канале с постоянными параметрами при наличии аддитивного белого шума, вероятность ошибки. Относительная фазовая модуляция. Вероятность ошибки при приеме многопозиционных сигналов. Разнесенный прием. Регенерация цифрового сигнала в ретрансляторах. Среднеквадратическая ошибка при приеме отсчетов непрерывного сигнала, неравенство Рао-Крамера, аномальные ошибки.

Методы многоканальной связи и многостанционного доступа. Основные положения теории разделения сигналов в системах многоканальной связи. Многостанционный доступ с ЧРК, ВРК, кодовым разделением каналов. Междуканальные помехи. Синхронный и асинхронный методы передачи в цифровых многоканальных системах. Иерархии цифровых систем.

Принципы распределения информации. Сети и системы обмена информацией. Классификация сетей, каналов, линий. Структуры сетей. Кабельные сети и сети радиосвязи: релейная передача, электромагнитная совместимость, принцип повторного использования частот, общая синхронизация. Коммутация каналов и коммутация пакетов: сравнительный анализ. Классификация гибридных методов. Современные технологии синхронного и асинхронного обмена информацией в сетях: контейнерная передача, виртуальные каналы и виртуальные пути, маршрутизация и коммутация, защита от ошибок. Примеры: АТМ, Frame Relay. Основные положения теории массового обслуживания. Структура систем распределения информации. Многоуровневая архитектура связи и протоколы.

### **Рекомендуемая литература.**

1. Теория и техника передачи информации: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. – 2012. 210 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1750>
2. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. – 2012. 202 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1754>

### **3.2. Перечень вопросов по дисциплине «Основы информационной безопасности»**

Основные понятия теории информационной безопасности. Анализ угроз информационной безопасности. Основные понятия теории компьютерной безопасности. Понятие информации, информационной безопасности АС. Субъектно-объектная модель информационной системы. Основные определения. Язык. Объекты. Субъекты. Доступ. Информационный поток. Монитор безопасности. Ядро безопасности. Иерархические модели вычислительных систем и модель взаимодействия открытых систем (*OS/ISO*). Ценность информации. Аддитивная модель. Порядковая шкала. Решетка ценности. Анализ угроз информационной безопасности. Угрозы конфиденциальности, целостности, доступности информации, раскрытия параметров информационной системы. Структура теории компьютерной безопасности. Основные уровни защиты информации. Защита машинных носителей информации (МНИ). Защита средств взаимодействия с МНИ. Защита представления информации. Защита содержания информации. Основные виды атак на информационные АС. Классификация основных атак и вредоносных программ.

Методы и средства обеспечения информационной безопасности. Построение систем защиты от угрозы нарушения конфиденциальности информации. Организационно режимные меры. Защита от несанкционированного доступа (НСД). Построение парольных систем. Криптографические методы защиты. Защита от угрозы нарушения конфиденциальности на уровне содержания информации. Построение систем защиты от угрозы нарушения целостности информации. Организационно-технологические меры защиты. Защита целостности программно-аппаратной среды. Основные методы защиты памяти. Цифровая подпись. Защита от угрозы целостности на уровне содержания информации. Построение системы защиты от угрозы доступности информации. Эксплуатационно-технологические меры защиты. Защита от сбоев программно-аппаратной среды. Защита семантического анализа и актуальности информации. Построение системы защиты от угрозы раскрытия параметров информационной

системы. Сокрытие характеристик носителей. Мониторинг использования систем защиты. Защита параметров представления и содержания информации.

Основы комплексного обеспечения информационной безопасности. Модели, стратегии (политики) и системы обеспечения информационной безопасности. Понятие политики безопасности. Политика (стратегия) безопасности. Дискреционная политика разграничения доступа. Мандатная (полномочная) политика разграничения доступа. Разработка и реализация политики безопасности. Модели безопасности. Описание систем защиты с помощью матрицы доступа. Модель Харрисона-Руззо-Ульмана (*HRU*). Разрешимость проблемы безопасности. Описание модели Белла-Лападулы (*BL*). Основная теорема безопасности модели Белла-Лападулы. Эквивалентные подходы к определению безопасности модели Белла-Лападулы. Решетка мандатных моделей. Ролевая политика безопасности.

Стандарты информационной безопасности, критерии и классы оценки защищенности компьютерных систем и сетей. Основные критерии защищенности информационных автоматизированных систем (АС). Классы защищенности АС. Критерии и классы защищенности средств вычислительной техники (СВТ) и АС. Стандарты по оценке защищенности АС. Стандарт оценки безопасности компьютерных систем *TCSEC* («Оранжевая книга»). Основные требования к системам защиты в *TCSEC*. Классы защиты *TCSEC*. Концепция защиты АС и СВТ по руководящим документам Гостехкомиссии РФ. Классификация СВТ по документам Гостехкомиссии. Классификация АС по документам Гостехкомиссии, требования классов защиты. Единые критерии безопасности информационных технологий (*Common Criteria*). Основные положения «Единых критериев». Требования безопасности. Профили защиты.

Методология построения и анализа систем обеспечения информационной безопасности. Применение иерархического метода для построения защищенной АС. Исследование корректности реализации и методы верификации АС. Теория безопасных систем (*TCB*). Информационные АС и программные средства, сертифицированные в соответствии с требованиями «Оранжевой книги». Проблемы компьютерной безопасности. Перспективные направления исследований в области компьютерной безопасности. Центры компьютерной безопасности

#### **Рекомендуемая литература.**

1. Основы информационной безопасности: учеб. пособие / А.М. Голиков. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники. 2007. – 201 с. (<http://edu.tusur.ru/training/publications/1024>)
2. Голиков А.М. Основы информационной безопасности: учеб. пособие для практических и семинарских занятий. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 154 с. (<http://edu.tusur.ru/training/publications/1017>)
3. Основы информационной безопасности : Учебное пособие для вузов / Е. Б. Белов и др.] - М. : Горячая линия-Телеком, 2006. - 544 с.. (80 экз.)

### **3.3. Перечень вопросов по дисциплине «Многоканальные цифровые системы передачи информации и средства их защиты»**

Краткая характеристика преобразований, которым подвергаются сигналы в процессе их передачи в цифровых системах передачи информации (ЦСПИ). Основные отличия цифровых и аналоговых методов передачи. Обзор содержания курса.

Форматирование и узкополосная модуляция. Преобразование неэлектрических сигналов в электрические. Коды, применяемые для кодирования текстов. АЦП и ЦАП. Компандирование аналогового сигнала. Способы передачи сигналов с ИКМ. Искажения в канале, межсимвольная интерференция. Прием M-ичного сигнала на фоне белого шума, корреляционный метод приема, битовая вероятность ошибки. Роль отношения сигнал/шум. Симплексные, ортогональные и биортогональные системы сигналов.

Кодирование источника. Коды Шеннона-Фано, Хафмана, Лемпела-Зива. Модифицированный код Хафмана. Предельные характеристики при квантовании непрерывного источника. Спектральное кодирование источника. Дифференциальная ИКМ с предсказанием, дельта-модуляция. Модельное кодирование сигнала, вокодер, кодирование речи в сотовых системах стандарта GSM. Кодирование видеоизображения, MPEG-2.

Шифрование. Цели и классификация. Методы подстановки и перестановки. Методы шифрования в системах непосредственного телевизионного вещания. Псевдослучайные цифровые последовательности, методы генерирования, свойства. Гаммирование как скоростной метод поточного шифрования. Шифрование речи в сотовых системах стандартов GSM и CDMA. Асимметричные системы шифрования. Алгоритмы DES, PGP, Диффи-Хеллмана и RSA.

Канальное кодирование. Назначение и способы. Кодирование без введения избыточности. Оптимальные коды для передачи в постоянном канале с белым шумом. Симплексные коды, коды Адамара, биортогональные коды. Кодирование с введением избыточности. Линейные блочные коды. Циклические коды, техника кодирования и декодирования. Коды Хэмминга, БЧХ, Рида-Соломона. Объединение кодов: композиционные и каскадные коды, турбо-коды. Перемежение символов при наличии пакетов ошибок. Сверточные коды. Техника кодирования. Древовидная и решетчатая диаграммы. Методы декодирования: пороговый, последовательный, максимума правдоподобия. Алгоритм декодирования Витерби.

Многостанционный доступ (МД). Способы разделения каналов при МД: частотный, временной, кодовый. Методы МД в сотовых системах стандартов NMT-450, GSM и CDMA, а также в спутниковых системах Intelsat, Iridium, Globalstar.

Расширение спектра. Цели и методы, типичные заблуждения. Метод прямой последовательности. Методы скачкообразной перестройки частоты. Роль синхронизации приемника сигнала с расширенным спектром. Многоканальные цифровые системы передачи с ИКМ. Европейский и американский варианты плезиохронной цифровой иерархии. ИКМ-30, структура кадра, метод согласования скоростей цифровых потоков. ИКМ-120, ИКМ-480, ИКМ-1920. Оборудование линейного тракта, обслуживаемые и необслуживаемые регенераторные пункты. Системы передачи по волоконно-оптическому кабелю. Принципы построения, методы модуляции оптического сигнала. SONET/SDH. Передающие и приемные оптические модули. Волновое уплотнение: WDM, DWDM. Отечественные волоконно-оптические системы передачи. Радиорелейные системы передачи. Общие сведения. Антенно-волноводные тракты. Отечественные радиорелейные системы передачи.

### Рекомендуемая литература

1. Теория и техника передачи информации: Учебное пособие / Акулиничев Ю. П., Бернгардт А. С. – 2012. 210 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1750>
2. Теория и техника передачи информации: Учебно - методическое пособие для проведения практических занятий и самостоятельной работы студентов / Акулиничев Ю. П. – 2012. 202 с. <http://edu.tusur.ru/training/publications/1754>
3. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие для вузов: В 3-х т./ ред. В. П. Шувалов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005 - . - (Специальность для высших учебных заведений). Т. 1: Крук Б.И. Современные технологии/ Б. И. Крук, В. Н. Попантопуло, В. П. Шувалов. - 3-е изд., испр. и доп.. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 647 с. - 50 экз. *анл(5), счз1(1), счз5(1), аул(43)*

#### **3.4. Перечень вопросов по дисциплине «Сети электросвязи»**

Состав и структуры сетей. Первичные и вторичные сети. Классификация сетей. Роль сетей электросвязи в народном хозяйстве. Краткий исторический очерк. Обзор содержания курса.

Международные организации и стандартизация в области электросвязи. Международная организация по стандартизации (ISO), Международный союз электросвязи и его отделения (ITU-T, ITU-R), Европейский институт телекоммуникационных стандартов (ETSI). Основные стандарты и рекомендации.

Линии передачи. Абонентские, местные, внутризональные и магистральные линии. Медный кабель (витая пара, коаксиальный кабель), погонное затухание, полоса передаваемых частот, регенераторы сигнала. Оптический кабель (одномодовое, многомодовое, градиентное волокно), способы прокладки и соединения, характеристики, типы регенераторов. Распространение радиоволн разных диапазонов. Радиорелейные линии, ретрансляторы. Радиолинии сотовой связи. Радиолинии спутниковой связи.

Первичные сети электросвязи. От ЕАСС к ВСС. Назначение и функции ВСС. Аналоговые сети с частотным уплотнением каналов ТЧ. Стандарты, определяющие характеристики цифровых первичных сетей. Плезиохронная и синхронная цифровые иерархии. Волновое мультиплексирование при передаче по оптическому кабелю. Сигнализация в сети: ОКС № 7.

Коммутация каналов и коммутация пакетов в сетях электросвязи. Источники информации постоянного и пульсирующего характера. Сообщение и пакет – типичные форматы. Коммутация каналов и коммутация пакетов – определения, условия применения, сравнительный анализ для сетей связи различного назначения. Оборудование центров коммутации каналов: декадно-шаговые, координатные и электронные АТС. Оборудование центров коммутации пакетов: концентраторы, коммутаторы, маршрутизаторы, мосты, шлюзы. Дейтаграммный метод. Протокол IP. Коммутация пакетов с предварительным установлением соединения. Виртуальные каналы и виртуальные пути. Гибридные методы – классификация и особенности. Стандарты X.25, Frame Relay, АТМ.

Вторичные сети и оконечное оборудование. Телефонная сеть общего пользования. Сеть факсимильной связи. Сеть абонентского телеграфирования. Цифровая сеть с интеграцией

служб. Узкополосная и широкополосная ISDN. Локальные и глобальные компьютерные сети. Модемы. Сети сотовой и спутниковой радиосвязи: методы передачи и многостанционного доступа, сопряжение с телефонной сетью общего пользования. Сети профессиональной подвижной радиосвязи.

Основы теории телетрафика. Вероятностные характеристики потока требований на обслуживание. Единицы трафика. Вероятность потери вызова. Формула Эрланга. Связь между величиной трафика и качеством обслуживания.

### **Рекомендуемая литература**

1. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи: учеб. пособие. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2007. – 214 с. (100 экз.)
2. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие для вузов: В 3-х т./ ред. В. П. Шувалов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005 - . - (Специальность для высших учебных заведений). Т. 1: Крук Б.И. Современные технологии/ Б. И. Крук, В. Н. Попантонопуло, В. П. Шувалов. - 3-е изд., испр. и доп.. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 647 с. - 50 экз. анл(5), счз1(1), счз5(1), аул(43)
3. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие для вузов: В 3 т./ Г. П. Катунин [и др.]. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005 - Т. 2: Радиосвязь, радиовещание, телевидение: Учебное пособие для вузов/ ред. : В. П. Шувалов. - 2-е изд., испр. и доп.. - М.: Горячая линия-Телеком, 2005. - 672 с. – 52 экз. анл(5), счз1(1), счз5(1), аул(45)