

Федеральное агентство связи
Уральский технический институт связи и информатики (филиал)
ФГБОУ ВО "Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики"
в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)



УРАЛЬСКИЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ
СВЯЗИ
И ИНФОРМАТИКИ

Согласовано
Зам. директора по УМР
Е.А. Минина

«18» 09 2018г.



Утверждаю
Директор УрТИСИ СибГУТИ

Е.А. Субботин

«18» 09 2018г.

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру

Направление подготовки научно-педагогических кадров

11.06.01 Электроника, радиотехника и системы связи

Профиль «Системы, сети и устройства телекоммуникации»

Екатеринбург
2018

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Программа вступительного экзамена в аспирантуру по направлению подготовки научно - педагогических кадров 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи», профиль «Системы, сети и устройства телекоммуникаций» включает вопросы из основных дисциплин профессиональной подготовки студентов и магистрантов направления Электроника, радиотехника и системы связи, регламентированных Государственными образовательными стандартами высшего образования. В основу вступительного экзамена положены ключевые вопросы научной специальности 05.12.13 Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

1 ФОРМА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

Вступительный экзамен носит междисциплинарный характер, проводится в устной форме в соответствии с утвержденными экзаменационными билетами и завершается выставлением итоговой оценки по стобалльной системе. На подготовку к ответу отводится один астрономический час. Билет состоит из трех вопросов.

Критерии оценки знаний

Баллы		Критерии оценки
Вопрос №3	Остальные вопросы	
40	30	Глубокое и всестороннее понимание проблемы, обозначенной в задаче; ясность, логичность и аргументированность в изложении материала; у исчерпывающе полное решение поставленной задачи.
25	20	Уверенный ответ по существу вопроса; логичность в изложении материала; достаточно полный ответ на поставленную задачу.
15	10	Поверхностное знание существа вопроса; содержание ответа слабо структурировано; неполный ответ или отсутствие ответа на поставленные вопросы.
0	0	Слабое знание или непонимание сущности рассматриваемых вопросов, допущены весьма заметные ошибки, отсутствие ответа на поставленные вопросы.

При неточном совпадении полученных в ходе проверки результатов с вышеперечисленными критериями допускается начисление баллов промежуточными значениями (с градацией/дискретностью 0,5 балла за задание). Экзаменуемый на теоретический вопрос должен давать максимально полный ответ.

2 ТЕМАТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ЭКЗАМЕНА

1 Основы теории информации и связи

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

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

Общие понятия и количественная мера информации. Основные свойства энтропии. Энтропия источников дискретных и непрерывных сообщений. Производительность источника сообщений и его согласование с каналом передачи.

Информационные характеристики источников дискретных и непрерывных сообщений. Пропускная способность и основная теорема Шеннона для дискретных и непрерывных каналов с шумами и без шумов.

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

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

Элементы теории линейного и нелинейного разделения сигналов при многоканальной передаче.

Методы модуляции и детектирования непрерывных сигналов. Сравнительная оценка параметров модулированных сигналов при использовании амплитудной (АМ), частотной (ЧМ) и фазовой (ФМ) модуляции. Широкополосные сигналы и их основные свойства.

Дискретизация и квантование непрерывных сигналов. Цифровые методы формирования и обработки сигналов. Цифровые фильтры. Помехоустойчивое и эффективное кодирование, основные алгоритмы и характеристики.

2 Сети связи

Классификация, элементы и характеристики современных сетей электросвязи. 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, коммутация оптических потоков), области их применения. Основные требования к каналам связи и системам коммутации.

Система электросвязи Российской Федерации и её основные подсистемы. Состав и основные характеристики систем документальной электросвязи (ДЭС) и телефонной связи (СТФС). Принципы построения и перспективы развития Единой сети электросвязи страны. Современные и перспективные принципы построения телефонных сетей, в том числе сети абонентского доступа и транспортной сети. Организация нумерация на современных телефонных сетях. Особенности применения систем сигнализации на телефонных сетях. Система сигнализации №7 МСЭ-Т. Особенности обеспечения синхронизации на сетях электросвязи.

Построение цифровых сетей с интеграцией служб (ЦСИС). Широкополосные ЦСИС и их основные характеристики. Принципы построения интеллектуальных сетей. Сети подвижной связи второго и третьего поколений.

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.

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.

3 Телекоммуникационные системы и устройства

3.1 Направляющие среды

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

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

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

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

Оценка пропускной способности, параметров надежности, живучести, помехоустойчивости и электромагнитной совместимости различных НС.

Нормирование параметров НС различного типа. Основные рекомендации МСЭ по НС.

3.2 Системы коммутации

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

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

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. Неблокирующие коммутационные блоки, их структурные параметры и область применения. Пространственно - временные коммутационные системы, способы построения, структурные параметры, область применения.

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 SHELL. Принципы технического обслуживания узлов коммутации с программным управлением. Язык диалога MML.

Узлы коммутации пакетов, их состав, структура, описание процессов функционирования. Сравнительная характеристика протоколов X»25, FR, TCP-EP, ATM. Особенности функционирования узлов быстрой коммутации пакетов.

3.3 Многоканальные телекоммуникационные системы

Методы формирования канальных и групповых сигналов в аналоговых системах передачи (АСП). Организация и основные характеристики аналоговых каналов и трактов. Особенности организация линейного тракта АСП. Расчет и нормирование помех и искажений в каналах и трактах АСП. Методы борьбы с помехами и искажениями.

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 и незанятого канала.

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.

Принципы организации и нормирование основных характеристики 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. 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.

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. Основные методы модуляции и передачи оптических сигналов. Свойства и параметры приемников оптического излучения. Шумы фотоприемников. Основные методы приема оптического излучения. Прямое фотодетектирование. Фотогетеродинный прием. Коды в цифровых линейных трактах ВОСП. Особенности регенерации оптических сигналов. Оптические усилители. Помехи и искажения в каналах и трактах ВОСП. Методы расчета длины участка регенерации ВОСП.

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.

Оценка возможностей совместной работы АСП и ЦСП на телекоммуникационных сетях.

Основные показатели надежности и методы оценки надежности оборудования, каналов и трактов. Способы повышения надежности.

3.4 Радиорелейные линии и спутниковые системы связи

Особенности передачи многоканальных сигналов в аналоговой форме по радиорелейным линиям (РРЛ) прямой видимости и спутниковым системам связи (ССС). Пороговые отношения сигнала к тепловому шуму. Энергетические расчеты уровней полезного и мешающих сигналов. Методы повышения помехоустойчивости. Общие

характеристики систем, типовые параметры. Структурные схемы устройств и выбор их параметров.

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, их энергетические параметры и планы частот.

Межсимвольные искажения (МСИ) в системах передачи цифровых сигналов по РРЛ и ССС. Влияние АЧХ и ФЧХ линейной части систем на МСИ. Расчет вероятности ошибочного приема. Влияние тепловых шумов, мешающих сигналов и МСИ на вероятность ошибочного приема. Методы повышения помехозащищенности. Схемы и принципы работы эквалайзеров.

Методы организации многостанционного доступа. Сравнение систем с частотным (МДЧР), временным (МДВР) и кодовым (МДКР) разделением. Типовые системы и их параметры.

3.5 Наземные системы связи с подвижными объектами

Особенности радиальных и сотовых систем. Основные аналоговые и цифровые стандарты систем транкинговой, пейджинговой и сотовой связи. Частотные планы, энергетические параметры, организация многостанционного доступа. Особенности распространения сигналов в условиях городской застройки. Модели радиоканалов и виды замираний. Расчет отношения сигнал-интерференция. Принципы частотно-территориального планирования. Расчет основных энергетических параметров. Способы повышения помехоустойчивости. Виды каналов связи и управления, их организация и функционирование. Взаимодействие с сетями общего пользования.

3.6 Спутниковые системы связи с подвижными объектами

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

3.7 Устройства генерирования, формирования и обработки сигналов

Основы теории автоколебаний. Схемы автогенераторов. Методы повышения стабильности частоты. Синтез частот.

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

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.

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.

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

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.

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

Пример экзаменационного билета

1. Сообщения, сигналы, помехи, потоки событий как случайные процессы. Нестационарные и гаусовские модели.
2. Линейные двоичные блочные коды.
3. Система электросвязи Российской Федерации и ее подсистемы.

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

4 Особенности проведения вступительного экзамена для граждан с ограниченными возможностями здоровья

4.1 Граждане с ограниченными возможностями здоровья при поступлении в аспирантуру сдают вступительные испытания с учетом индивидуальных возможностей и состояния здоровья. При проведении вступительного экзамена обеспечивается соблюдение следующих требований:

- Вступительный экзамен проводится в отдельной аудитории, количество поступающих в одной аудитории не превышает 6 человек. Присутствие в аудитории во время сдачи вступительного экзамена большего количества поступающих с ограниченными возможностями здоровья, а также проведение вступительных испытаний для лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с поступающими, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, допускается, если это не создает трудностей для поступающих при сдаче вступительного экзамена;

- Продолжительность вступительного экзамена по письменному заявлению поступающих, поданному до начала проведения вступительных экзаменов, может быть увеличена, но не более чем на 1,5 часа;

- Допускается присутствие ассистента, оказывающего поступающему необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочесть и оформить задание, общаться с экзаменатором);

- Поступающим представляется в печатном виде инструкция о порядке проведения вступительного экзамена;

- Поступающие с учетом их индивидуальных особенностей могут в процессе сдачи вступительного экзамена пользоваться необходимыми им техническими средствами.

4.2 При проведении вступительных экзаменов обеспечивается соблюдение следующих требований в зависимости категории поступающих с ограниченными возможностями здоровья:

1) для слепых:

- задания для выполнения на вступительном экзамене, а так же инструкция о порядке проведения вступительных экзаменов надиктовываются ассистентом экзаменационной комиссии;

2) для слабовидящих:

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- поступающим для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

- задания для выполнения, а так же инструкция о порядке проведения вступительных экзаменов оформляются в увеличенном шрифтом;

3) для глухих и слабослышащих:

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования; при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

4) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все вступительные испытания по желанию поступающих могут проводиться в письменной форме;

5) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата задания проводятся только в устной форме.

Список рекомендуемой литературы

1) Синицын С.В. Операционные системы: учебник для студ. Учреждений высш. Проф. Образования/ С.В. Синицын, А.В. Батаев, Н.Ю.Налютин.-2-е изд., испр.- М.: Академия,2012.- 304с.- (Сер. Бакалавриат).

2) Гордеев А. В. Операционные системы : учеб. для вузов / А. В. Гордеев .- 2-е изд.- СПб. : Питер, 2009

3) Павловский Ю. Н. Имитационное моделирование : учеб. пособие для вузов / Ю. Н. Павловский, Н. В. Белотелов, Ю. И. Бродский .- 2-е изд., стереотип.- М.: Академия, 2008

4) Зайцев А. П., Мещеряков Р. В., Шелупанов А. А. Технические средства и методы защиты информации. Учебник для вузов. — М.: Горячая линия–Телеком, 2012 г. — 442 с. — Электронное издание. — МО.

5) Малюк А. А. Теория защиты информации. — М.: Горячая линия–Телеком, 2012 г. — 184 с. — Электронное издание.

6) Мельников В.П. Информационная безопасность и защита информации: учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений; под ред. С.А. Клейменова.- М.: Академия. 2011.- 336с.

7) Хорев П.Б. Программно-аппаратная защита информации: учебное пособие/П.Б. Хорев.-М.:Форум,2013.-352с.

8) Технические средства и методы защиты информации: учебное пособие для вузов / А. П. Зайцев, А. А. Шелупанов, Р. В. Мещеряков [и др.]; под ред. А. П. Зайцева, А. А. Шелупанова .- [4-е изд., испр. и доп.]. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009

9) В.Ф. Комплексная защита информации в корпоративных системах: учебное пособие/ В.Ф. Шаньгин.- М.: ФОРУМ: ИНФРА-М,2013.- 502с.- (Высшее образование).

- 10) Красс М. С. Математические методы и модели для магистрантов экономики : [учебное пособие для вузов] / М. С. Красс, Б. П. Чупрынов .- 2-е изд., доп.- СПб. : Питер, 2010
- 11) Шапкин А. С. Математические методы и модели исследования операций: учебник для вузов / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин .- 5-е изд.- М.: Дашков и К, 2011
- 12) Солонина А.И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в Simulink. — СПб. : БХВ-Петербург, 2012 г. — 432 с. — Электронное издание. — Гриф УМО.
- 13) Солонина А., Арбузов М. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB. — СПб. : БХВ-Петербург, 2010 г. — 816 с. — Электронное издание. — Гриф УМО
- 14) Плохотников К. Э. Вычислительные методы. Теория и практика в среде MATLAB: курс лекций: учебное пособие для вузов / К. Э. Плохотников. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009
- 15) Орлов С.А. Технологии разработки программного обеспечения : учебник для вузов/ С.А.Орлов, Б.Я.Цилькер. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – (Стандарт третьего поколения)
- 16) Крук Б. И., Попантопуло В. Н., Шувалов В. П. Телекоммуникационные системы и сети: Учебное пособие. В 3 томах. Том 1. — М.: Горячая линия–Телеком, 2012 г. — 620 с. — Электронное издание. — УМО
- 17) Величко В. В. Основы инфокоммуникационных технологий: учеб. пособие для вузов / В. В. Величко, Г. П. Катунин, В. П. Шувалов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009
- 18) Основы построения телекоммуникационных систем и сетей : учеб. для вузов / В. В. Крухмалев, В. Н. Гордиенко, А. Д. Моченов, В. И. Иванов, В. А. Бурдин, А. В. Крыжановский; под ред. В.Н. Гордиенко, В. И. Крухмалев .- 2-е изд.- М. : Горячая линия - Телеком, 2008
- 19) 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, М. С. Тверецкого. - М.: Горячая линия - Телеком, 2008.
- 20) Крук Б. И. Телекоммуникационные системы и сети: В 3-х т. : учеб. пособие для колледжей и вузов связи. Т. 1. Современные технологии / Б. И. 5. Крук, В. Н. Попантопуло, В. П. Шувалов; ред. В. П. Шувалов .- 3-е изд., испр. и доп.- М.: Горячая линия - Телеком, 2003, 2004, 2005
- 21) Телекоммуникационные системы и сети в 3 т. : учеб. пособие. Т.2. Радиосвязь, радиовещание, телевидение / Г. П. Катунин, В. Н. Попантопуло, В. П. Шувалов, Г. В. Мамчев .- 2-е изд., испр. и доп.- М.: Горячая линия - Телеком, 2004, 2005
- 22) Телекоммуникационные системы и сети : учеб. пособие для вузов. В 3 т. Т. 3. Мультисервисные сети / В. В. Величко, Е. А.Субботин, В. П. Шувалов, А. Ф. Ярославцев. - М. Горячая линия - Телеком, 2005
- 23) Мандель А.Е., Замотринский В.А. Распространение радиоволн. — Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012 г. — 163 с. — Электронное издание. — УМО
- 24) Боков Л.А., Замотринский В.А., Мандель А.Е. Электродинамика и распространение радиоволн. — Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2012 г. — 301 с. — Электронное издание. — УМО
- 25) Ефанов В.И., Тихомиров А.А. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем. — Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012 г. — 228 с. — Электронное издание. — УМО.

- 26) Нефедов Е. И. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства [Текст] : учеб. пособие для вузов / Е. И. Нефедов. - М. : Академия, 2010 .- 320 с. : ил. ; 14x21 см.- (Высшее профессиональное образование) (Радиоэлектроника)
- 27) Андреев В. А. Направляющие системы электросвязи [Текст]: учебник для вузов. Т. 1. Теория передачи и влияния / В. А. Андреев, Э. Л. Портнов, Л. Н. Кочановский .- [7-е изд., перераб. и доп.]. - М. : Горячая линия - Телеком, 2009 .- 424 с. : ил. ; 14x21 см.- (Учебное пособие для вузов)
- 28) Электромагнитная совместимость систем спутниковой связи [Текст] / под ред. Л. Я. Кантора, В. В. Ноздрина. - М.: НИИР, 2009 .- 280 с.
- 29) Игитханян Г. В. Цифровые системы распределения сообщений: учебное пособие. Ч. 1 / Г. В. Игитханян, Е. А. Абзапарова. - Екатеринбург: Изд-во УрТИСИ ГОУ ВПО "СибГУТИ", 2009
- 30) Булдакова Р. А. Программное обеспечение цифровых систем коммутации: учебное пособие / Р. А. Булдакова, Е. А. Абзапарова. - Екатеринбург: Изд-во УрТИСИ ГОУ ВПО "СибГУТИ", 2009
- 31) Ефанов В.И. Электрические и волоконно-оптические линии связи. — Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012 г. — 149 с. — Электронное издание. — УМО
- 32) Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи: учебное пособие [для вузов] / О. К. Скляр. - Изд. 2-е, стереотип.- СПб. : Лань, 2010
- 33) Фокин, В. Г. Оптические системы передачи и транспортные сети : учеб. пособие для вузов / - М. : ЭКО-ТРЕНДЗ, 2008
- 34) Довольнов Е.А. Кузнецов В.В., Миргород В.Г., Шарангович С.Н. Мультиплексорное и усилительное оборудование многоволновых оптических систем передачи. — Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2012 г. — 156 с. — Электронное издание. — УМО
- 35) Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма / М. С. Немировский [и др.]; под ред. М. С. Немировского, О. А. Шорина. - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2010
- 36) Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма / М. С. Немировский [и др.]; под ред. М. С. Немировского, О. А. Шорина. - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2009
- 37) Битнер В. И. Сети нового поколения NGN: учебное пособие для вузов / В. И. Битнер, Ц. Ц. Михайлова. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011
- 38) Сети следующего поколения NGN / под ред. А. В. Рослякова. - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2009
- 39) Величко В. В. Основы инфокоммуникационных технологий : учеб. пособие для вузов / В. В. Величко, Г. П. Катунин, В. П. Шувалов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009
- 40) Мелихов С.В., Колесов И.А. Введение в специальность «Средства связи с подвижными объектами». — Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2009 г. — 154 с. — Электронное издание. — УМО.
- 41) Величко В. В. Основы инфокоммуникационных технологий : учеб. пособие для вузов / В. В. Величко, Г. П. Катунин, В. П. Шувалов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2009
- 42) Мелихов С.В., Колесов И.А. Введение в специальность «Средства связи с подвижными объектами». — Томск: Томск. гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники, 2009 г. — 154 с. — Электронное издание. — УМО.
- 43) Сакалема Д. Ж. Подвижная радиосвязь. — М.: Горячая линия–Телеком, 2012 г. — 512 с. — Электронное издание.

- 44) Битнер В. И. Сети нового поколения NGN : учебное пособие для вузов / В. И. Битнер, Ц. Ц. Михайлова. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011
- 45) Фокин, В. Г. Оптические системы передачи и транспортные сети : учеб. пособие для вузов / В. Г. Фокин. - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2008
- 46) Телекоммуникационные системы и сети : учеб. пособие для вузов. В 3 т. Т.3. Мультисервисные сети / В. В. Величко, Е. А. Субботин, В. П. Шувалов, А. Ф. Ярославцев. - М.: Горячая линия - Телеком, 2005