

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)

Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.3.3 Кандидатский экзамен по Специальной дисциплине

Группа научных специальностей **2.2 Электроника, фотоника, приборостроение
и связь**

Научная специальность **2.2.15 Сети, системы и устройства телекоммуникации**

Форма обучения: **очная**

Год набора: 2025

Екатеринбург, 2024

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики»
(СибГУТИ)
Уральский технический институт связи и информатики (филиал) в г. Екатеринбурге
(УрТИСИ СибГУТИ)

УТВЕРЖДАЮ
директор УрТИСИ СибГУТИ
Минина Е.А.
«27» декабря 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.3.3 Кандидатский экзамен по Специальной дисциплине

Группа научных специальностей **2.2 Электроника, фотоника,
приборостроение и связь**

Научная специальность **2.2.15 Сети, системы и устройства телекоммуникации**

Форма обучения: **очная**

Год набора: 2025

Екатеринбург, 2024

Разработчик (-и) рабочей программы:
к.т.н. доцент


_____ / Н.В. Будылдина /
подпись

доцент


_____ / Д.В. Кусайкин /
подпись

Утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и мобильной связи (ИТиМС) протокол от 27.11.2024 г. № 3

Заведующий кафедрой ИТиМС


_____ / Н.В. Будылдина /
подпись

Согласовано:
Заведующий выпускающей кафедрой


_____ / Н.В. Будылдина /
подпись

Ответственный по ОПОП


_____ / Н.В. Будылдина /
подпись

Основная и дополнительная литература, указанная в п.6 рабочей программы, имеется в наличии в библиотеке института и ЭБС.

Заведующий библиотекой


_____ / С.Г. Торбенко /
подпись

Разработчик (-и) рабочей программы:
к.т.н. доцент

_____ / Н.В. Будылдина /
подпись

доцент

_____ / Д.В. Кусайкин /
подпись

Утверждена на заседании кафедры инфокоммуникационных технологий и мобильной связи
(ИТиМС) протокол от 27.11.2024 г. № 3

Заведующий кафедрой ИТиМС

_____ / Н.В. Будылдина /
подпись

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой

_____ / Н.В. Будылдина /
подпись

Ответственный по ОПОП

_____ / Н.В. Будылдина /
подпись

Основная и дополнительная литература, указанная в п.6 рабочей программы, имеется в
наличии в библиотеке института и ЭБС.

Заведующий библиотекой

_____ / С.Г. Торбенко /
подпись

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина 2.3.2 «Кандидатский экзамен по Специальной дисциплине» относится к части 2.Образовательный компонент, 2.3 Промежуточная аттестация по дисциплинам (модулям) и практике.

<i>ОПК-5 – Способен применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития систем, сетей и устройств телекоммуникаций</i>	
Предшествующие дисциплины и практики	2.1.2.3 Системы, сети и устройства телекоммуникаций
Дисциплины и практики, изучаемые одновременно с данной дисциплиной	2.3.5 Промежуточная аттестация по научно-исследовательской практике
Последующие дисциплины и практики	2.1.1.2 Научные коммуникации 3.1 Оценка диссертации

Дисциплина *может* реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать результаты обучения, которые соотнесены с индикаторами достижения компетенций:

Код и наименование индикатора достижения компетенций	результаты обучения по дисциплине
<i>ОПК-5 – Способен применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития систем, сетей и устройств телекоммуникаций</i>	
<i>ОПК-5 – Способен применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций развития систем, сетей и устройств телекоммуникаций</i>	Знает: - методы моделирования систем передачи информации, сетей и устройств телекоммуникаций с учетом новейших технологий; - передовые отечественные и зарубежные достижения в области систем связи и устройств телекоммуникаций; - перспективные направления развития отрасли инфокоммуникаций. Умеет: - проводить исследования в области систем, сетей и устройств телекоммуникаций - грамотно интерпретировать полученные результаты проведенных исследований; - применять методы математического анализа и моделирования для решения практических задач; - применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач на основе знания мировых тенденций

	развития систем, сетей и устройств телекоммуникаций Владеет: навыками построения аналитических и имитационных моделей систем, сетей и устройств телекоммуникаций.
--	---

3. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц.

Дисциплина изучается:

по очной форме обучения – в 1-4 семестрах

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – экзамен/зачет

3.1 Очная форма обучения (О)

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		6
Аудиторная работа (всего)	2	2
Лекции (ЛК)		
Лабораторные работы (ЛР)		
Практические занятия (ПЗ)		
Предэкзаменационные консультации (ПК)	2	2
Самостоятельная работа (всего)	72	72
Работа над конспектами лекций	72	72
Подготовка к практическим занятиям		
Подготовка к лабораторным работам		
Выполнение курсовой работы		
Выполнение курсового проекта		
Выполнение реферата		
Выполнение РГР		
Контроль (всего)	34	34
Подготовка к сдаче зачета		
Сдача зачета		
Подготовка к сдаче экзамена	25	25
Сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость дисциплины	108	108

4. ТРЕБОВАНИЯ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ. ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА

Рабочая программа учебной дисциплины «Кандидатский экзамен по Специальной

дисциплине» составлена для подготовки специалистов по направлению 2.2.15. «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». Кандидатский экзамен представляет собой форму оценки степени подготовленности аспиранта к проведению научных исследований по научной специальности и отрасли наук, по которой идет работа над диссертацией.

Сдача кандидатского экзамена осуществляется на основании курса «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». Кандидатский экзамен имеет целью проверку освоения дисциплины «Системы, сети и устройства телекоммуникаций». Основной материал программы формирует общую теоретическую базу. Программа ориентирована на различные направления подготовки диссертационной работы и изучается в объеме необходимом для выбранной научно-технической задачи.

Процедуру кандидатского экзамена по «Специальной дисциплине» составляют ответы на вопросы экзаменационных билетов. Экзаменационный билет включает в себя три вопроса. Ответ на каждый вопрос оценивается отдельно. Результаты экзамена оцениваются по пятибалльной системе.

5. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Математические модели сообщений, сигналов и помех

- 1.1. Сообщения, сигналы, помехи, как случайные процессы. Математические модели для нестационарных сигналов. Преобразование случайных величин и случайных процессов.
- 1.2. R-функции, атомарные функции, вейвлеты в задачах обработки сигналов.
- 1.3. Корреляционные и энергетические характеристики детерминированных и случайных процессов. Вейвлет корреляция.
- 1.4. Математические модели источников сообщений. Модель речевого процесса.
- 1.5. Огибающая и фаза процесса, аналитический (комплексный) сигнал, квадратурные компоненты. Распределение огибающей и фазы гауссовского случайного процесса.
- 1.6. Линейные пространства представления сигналов, пространство Евклида, Гильберта и Хемминга. Дискретное преобразование Хартли.

Раздел 2 . Основы теории модуляции и демодуляции.

- 2.1 Виды модуляции при гармонической несущей: АМ, ФМ, ЧМ. Схемы формирования модулированных колебаний. Спектры модулированных сигналов. Корреляционные и энергетические характеристики модулированных сигналов при случайном модулирующем сигнале. Аналитическая запись сигнала на выходе передатчика при изохронной передаче дискретных сообщений при линейных и нелинейных видах модуляции.
- 2.2 Демодуляция (детектирование) при помощи параметрических и нелинейных схем. Отношение сигнал/шум на выходе "линейного" детектора АМ сигнала, отношение сигнал/шум на выходе фазового (частотного) детектора.
- 2.3 Цифровая модуляция и демодуляция.
- 2.4 Виды модуляции, используемые в современных системах сотовой связи (GSM, QAM, OFDM). Системы MIMO.

Раздел 3. Каналы связи

- 3.1 Математические модели каналов связи, классификация и область применения.
- 3.2. Прохождение детерминированных и случайных процессов через линейные стационарные каналы (цепи). Особенность прохождения сигналов через узкополосные каналы. Метод комплексной огибающей при расчете прохождения узкополосных воздействий.
- 3.3 Модели каналов радиосвязи. Характеристики каналов мобильных систем связи. Модели радиоканалов для сценариев LOS и NLOS.

- 3.4. Математические модели помех в канале связи. Классификация и характеристики.
- 3.5. Физические процессы, обуславливающие возникновение искажений сигнала в радиоканале. Модели непрерывных каналов с учетом доплеровского смещения частоты.
- 3.6. Математическая модель распространения связанных оптических импульсов в нелинейной среде. Нелинейное уравнение Шрёдингера. Линейные и нелинейные эффекты.
- 3.7. Геометрическая модель канала Салеха-Валенсуэлы с рассеивающими объектами на пути распространения сигнала.
- 3.8. Метод переменных состояния для описания источников сообщений, каналов связи (сигналов). Марковские модели.

Раздел 4. Основы теории передачи информации

- 4.1 Информационные параметры сообщений и сигналов. Информация дискретного источника.
- 4.2 Взаимная информация. Дифференциальная энтропия для непрерывного источника (сигнала).
- 4.3 Эффективное кодирование дискретных сообщений.
- 4.4 Пропускная способность канала связи. Нелинейный предел Шеннона.

Раздел 5. Основы теории кодирования.

- 5.1 Назначение и классификация кодов.
- 5.2 Назначение и классификация двоичных кодов. Избыточные и неизбыточные, равномерные и неравномерные коды.
- 5.3 Принципы помехоустойчивого кодирования.
- 5.4 Линейные двоичные блочные коды.
- 5.5 Некоторые разновидности систематических кодов.
- 5.6 Эквивалентная вероятность ошибки при сравнении различных систем, эквивалентное отношение сигнал/шум.
- 5.7 Корректирующие коды. Коды Рида-Соломона.
- 5.8 Разновидности систематических кодов. Код Боуза-Чоудхури-Хоквингема.
- 5.9 Неравномерные эффективные коды.

Раздел 6. Теория приема дискретных сообщений.

- 6.1. Прием сигналов как статистическая задача различения гипотез.
- 6.2. Критерии качества и правила приема дискретных сообщений минимума среднего риска, минимума средней вероятности ошибки, Неймана-Пирсона. Правило максимального правдоподобия. Правило обобщенного максимального правдоподобия
- 6.3. Оптимальный алгоритм поэлементного приема в однолучевом канале с аддитивным гауссовским белым шумом (когерентный прием).
- 6.4. Прием дискретных сообщений в каналах с замираниями, разнесенный прием. Понятие об оптимальном приеме дискретных сообщений в пространственно-временных каналах.
- 6.5. Прием дискретных сообщений в каналах со сосредоточенными и импульсными помехами.
- 6.6. Алгоритм оптимального приема «в целом» и поэлементного приема в детерминированном многолучевом канале (канале с памятью) и аддитивным гауссовским белым шумом. Использование обратной связи по решению.
- 6.7. Субоптимальный алгоритм «прием «в целом» с поэлементным принятием решения» и алгоритм Витерби в многолучевом детерминированном канале. Оценка их помехоустойчивости при использовании двоичных сигналов в детерминированном канале с аддитивным белым гауссовским шумом.
- 6.8. Анализ помехоустойчивости приема дискретных сообщений. Рабочая характеристика обнаружителя. Вероятность ошибки при когерентном и некогерентном различении.

Раздел 7. Прием непрерывных сообщений.

- 7.1. Критерий оптимальности оценивания отдельных непрерывных параметров сигнала и приема непрерывных сообщений.
- 7.2. Оптимальное когерентное и некогерентное оценивание отдельных параметров сигнала. Анализ качества оценок.
- 7.3. Оптимальная демодуляция непрерывных сигналов.
- 7.4. Помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений при слабых помехах. Пороговый эффект при сильной помехе.
- 7.4. Оптимальная линейная фильтрация непрерывных сообщений. Фильтр Калмана.

Раздел 8. Цифровая обработка сигналов.

- 8.1 Модели дискретных сигналов. Модулированные импульсные последовательности, их спектральные плотности. Восстановление непрерывного сигнала по модулированной импульсной последовательности. Определение спектра аналогового сигнала по совокупности отсчетов.
- 8.2 Дискретизация периодических сигналов. Прямое и обратное дискретное преобразование Фурье. Алгоритм быстрого преобразования Фурье. Циклическая свертка.
- 8.3 Теория z-преобразования. Прямое и обратное z-преобразование. Связь с преобразованием Лапласа и Фурье. Свойства z-преобразования.
- 8.4 Цифровые фильтры (ЦФ). Квантование сигнала в ЦФ. Алгоритм линейной цифровой фильтрации. Частотный коэффициент передачи ЦФ. Системная функция ЦФ.
- 8.5 Реализация алгоритмов цифровой фильтрации. Трансверсальный ЦФ, системная функция, импульсная и частотная характеристики. Рекурсивные ЦФ. Системная функция, ее реализация. Устойчивость рекурсивных ЦФ. Импульсная характеристика рекурсивного ЦФ.
- 8.6 Синтез линейных цифровых фильтров. Метод инвариантных импульсных характеристик. Синтез ЦФ на основе дискретизации дифференциального уравнения аналоговой цепи. Метод инвариантных частотных характеристик.
- 8.7 Влияние квантования сигнала на работу ЦФ.

Раздел 9. Радиотехнические системы.

- 9.1 Радиолокационные системы.
- 9.2 Радионавигационные системы.
- 9.3 Системы радиуправления.
- 9.4 Оптические радиотехнические системы.

Раздел 10. Элементы теории массового обслуживания

- 10.1. 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.
- 10.2. Модели входных потоков. Стационарные и нестационарные потоки, пуассоновские потоки, потоки Эрланга, потоки Пальма, теорема Хинчина о сходимости суммы потоков.
- 10.3. Марковские СМО. Методика расчёта показателей эффективности марковских СМО.
- 10.4. Полумарковские случайные процессы, метод Кендалла, анализ влияния закона распределения времени обслуживания на среднее время ожидания СМО, приоритетные СМО, виды приоритетов, методика анализа приоритетных СМО.
- 10.5. Методы имитационного моделирования СМО.
- 10.6. Качество обслуживания в сетях IP. Модели поддержки QoS в IP-сетях. Traffic Engineering. Планирование пропускной способности сети.
- 10.7. Основные модели оценки канального ресурса для сервисов реального времени. Математическое описание модели оценки канального ресурса в мультисервисных сетях.

Раздел 11 . Основы построения телекоммуникационных систем.

11.1 Классификация систем электросвязи. Первичные сигналы электросвязи и их физические характеристики. Телефонные (речевые) сигналы. Телевизионные сигналы. Сигналы передачи данных.

11.2 Каналы передачи, их классификация и основные характеристики. Канал передачи как четырехполюсник. Типовые каналы передачи. Двусторонние каналы. Устойчивость двусторонних каналов. Искажения от обратной связи. Явление электрического эха.

11.3 Принципы построения многоканальных систем передачи. Обобщенная структурная схема многоканальной системы передачи. Методы разделения канальных сигналов. Взаимные помехи между каналами.

11.4 Основы построения систем передачи с частотным разделением каналов (СП с ЧРК). Структурная схема СП с ЧРК. Формирование канальных сигналов. Методы формирования одной боковой полосы (ОБП). Искажения в каналах и трактах СП с ЧРК.

11.5 Принципы построения и особенности работы систем передачи с временным разделением каналов (СП с ВРК). Структурная схема СП с ВРК. Формирование канальных сигналов в СП с ВРК. Переходные влияния между каналами СП с ВРК. Построение цифровых систем передачи (ЦСП).

11.6 Общие принципы формирования и передачи сигналов в ЦСП. Квантование сигналов по уровню. Оценка шумов квантования. Кодирование квантованных сигналов. Обобщенная структурная схема ЦСП. Виды синхронизации в ЦСП. Принципы регенерации цифровых сигналов. Линейное кодирование в ЦСП.

11.7 Иерархия ЦСП на основе импульсно-кодовой модуляции. Объединение цифровых потоков в плезиохронной цифровой иерархии PDH. Объединение цифровых потоков в синхронной цифровой иерархии SDH.

11.8 Общие принципы построения волоконно-оптических систем передачи (ВОСП). Обобщенная структурная схема ВОСП. Классификация ВОСП. Способы организации двусторонней связи на основе ВОСП. Способы уплотнения оптических кабелей.

11.9 Основные узлы оптических систем передачи. Оптический линейный тракт. Оптические передатчики. Требования к источникам оптического излучения: их параметры и характеристики. Оптические приемники. Модуляторы оптической несущей. Обобщенная структурная схема оптического линейного тракта. Оптические усилители.

11.10 Общие принципы и особенности построения систем радиосвязи. Классификация диапазонов радиочастот и радиоволн. Структура радиосистем передачи. Общие принципы организации радиосвязи. Классификация радиосистем передачи. Особенности распространения радиоволн метрового и миллиметрового диапазонов. Антенно-фидерные устройства.

11.11 Построение радиорелейных и спутниковых линий передачи. Классификация радиорелейных линий передачи. Принципы многоствольной передачи. Типы модуляции, применяемые в радиорелейных и спутниковых системах передачи.

11.12 Особенности построения оборудования радиорелейных и спутниковых систем связи. Принципы построения оборудования радиорелейных линий передачи прямой видимости. Особенности построения тропосферных радиорелейных линий. Передача сигналов телевизионного вещания по радиорелейным линиям. Спутниковые системы передачи. Принципы построения систем спутникового телевидения.

Раздел 12. Сети электросвязи.

12.1 Общие принципы построения сетей электросвязи. Назначение и состав сетей электросвязи. Методы коммутации в сетях электросвязи. Структура сетей электросвязи. Особенности построения вторичных телекоммуникационных сетей. Состав и назначение сетей телефонной связи, сетей передачи данных, сетей телевизионного вещания. Информационно-

вычислительные сети. Сети ЭВМ (локальные LAN, региональные MAN, глобальные WAN). Телематические службы.

12.2 Принципы построения сетей радиосвязи. Основы построения сетей сотовой связи. Основы построения сетей беспроводного абонентского радиодоступа. Основы построения спутниковых сетей связи.

12.3 Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем OSI, функции различных уровней.

12.4 Единая сеть электросвязи РФ (ЕСЭ РФ). Классификация сетей ЕСЭ РФ, принципы построения, характеристики.

12.5 Сети фиксированной телефонной связи. Сеть ISDN. Интеллектуальная сеть IN.

12.6 Сети подвижной связи поколений 1G, 2G, 2.5G, 3G.

12.7 Сети передачи данных (IP-сети). Интернет. Виртуальные частные сети VPN.

12.8 Адресация в IP-сетях. Использование схемы адресации иерархической IP-сети. Протоколы IPv4 и IPv6. Структура IPv4 и IPv6 адресов. Маска под-сети. Одноадресная, широковещательная и многоадресная рассылка IPv4. Типы адресов IPv4 и IPv6.

12.9 Динамическая маршрутизация в IP-сетях. Алгоритмы, протоколы. Ав-тономные системы. Таблица маршрутизации. Определение оптимального маршрута. Предотвращение петель коммутации.

12.10 Принципы построения узлов пакетных сетей. Коммутаторы Ethernet. Маршрутизаторы. Межсетевые экраны.

12.11 Основы концепции NGN. Архитектура. Услуги Triple Play. Реализация. Протоколы сетей NGN.

12.12 Гибкие коммутаторы (softswitch) и медиашлюзы. Классификация шлюзов. Пограничные контроллеры сессий SBC. Платформы IMS.

12.13 Новые информационные технологии в IP-сетях. IP-телефония (VoIP). IP-телевидение (IP-TV). Услуги OTT.

12.14 Проводные и беспроводные сети доступа (xDSL, FTTx, xPON, xEther-net, WiFi, WiMAX).

12.15 Сотовые сети связи стандартов 4G (LTE, LTE-A). Концепция сетей 5G.

12.16 Методы анализа, синтеза и оптимизации структуры мультисервисных сетей на базе концепций NGN/IMS.

12.17 Принципы мультипротокольной коммутации по меткам MPLS. Стек меток. Принципы маршрутизации в сети MPLS.

12.18 Основы Интернета вещей IoT. Технологии и протоколы межмашинных коммуникаций M2M. Сенсорные сети.

12.19 Будущие сети (Future Networks). Когнитивные системы и сети. Про-граммно-конфигурируемые сети SDN. Сетевая виртуализация NFV. Про-граммно-управляемое радио SDR.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Литература к разделам 1-10

1. Теория электрической связи. Учебник для вузов / Под ред. Д.Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 1999. – 432 с.
2. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Радио и связь. 1986.
3. Акулиничев Ю.П. Теория электрической связи. – М.: Лань, 2010 – 240с.
4. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы: учебник для вузов / С.И. Бас-каков. - 3-е изд., перераб. и дополн. – М. :Высш. Шк. – 2000-462с.
5. Прокис Дж. Цифровая связь. /Пер. с англ. под ред. Д.Д.Кловского / М.: Радио и связь. 2000 .- 800с.

6. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Б. Скляр. – 2-е изд., испр. /пер. с англ. /Под ред. А.П. Назаренко – М.: изд. Дом «Вильямс», 2007. – 1104с.
7. Теория электрической связи: учебное пособие / К.К. Васильев, В.А. Глушков, А.В. Дормидонтов, А.Г. Нестеренко; под общ. ред. К.К. Васильева. – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 452 с.
8. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений.- М.. Советское радио. 1980. – 728с.
9. Левин Б. Р. Теоретические основы статистической радиотехники. — 3-е изд, перераб. и доп. — М.: Радио и связь, 1989. — 656 с.
10. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника.- М.: Радио и связь, 1982 - 624с.
11. Волков Л.Н., Немировский М.С., Шинаков Ю.С. Системы цифровой ра-диосвязи. – М.: Эко-Трендз, 2005-392с.
12. Карташевский В.Г. Обработка пространственно-временных сигналов в каналах с памятью. – М.: Радио и связь, 2000-272с.
13. Гнеденко Б.В., Коваленко И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. Изд. 4-е; испр. М.: ЛКИ, 2007.
14. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.Л. Широко-полосные беспроводные сети передачи информации. – М.: Техносфера, 2005.
15. Клейнрок Л. Теория массового обслуживания / Пер. с англ. под ред. В.И. Неймана-М.: Машиностроение, 1979, 432с.
16. Степанов С.Н. Теория телетрафика: концепции, модели, приложения – Москва, Горячая линия-Телеком, 2015 – 867с.
17. Карташевский В.Г. Основы теории массового обслуживания. Учебник для Вузов. – Москва, Горячая линия-Телеком, 2013 – 130с

6.2 Литература к разделам 11, 12

1. Основы построения телекоммуникационных систем и сетей / Учебник для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2008. – 424 с.
2. Васин Н.Н. Технологии пакетной коммутации / Учебник для вузов. – СПб.: Лань, 2019. – 284 с.
3. Гольдштейн Б.С., Соколов Н.А., Яновский Г.Г. Сети связи / Учебник для вузов. - СПб.: «БХВ - Петербург», 2010. - 400 с.
4. Гольдштейн Б.С. Системы коммутации / Учебник для вузов - СПб.: БХВ - Петербург, 2010. - 400 с
5. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / Учебник для вузов. - СПб.: Издательство «Питер», 4-е изда-ние 2010. - 672 с.
6. Пшеничников А.П., Росляков А.В. Будущие сети / Учебник для вузов. – М.: Горячая линия-Телком, 2022. – 256 с.
7. Гольдштейн Б.С., Кучерявый А.Е. Сети связи пост-NGN. - СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, 2013 - 160 с.
8. Гольдштейн Б.С. Инфокоммуникационные сети и системы. - СПб.: БХВ - Санкт-Петербург, 2019. - 208 с.
9. Сети следующего поколения NGN / Под ред. А.В. Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2008. - 424 с.
10. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю., Самсонов М.Ю. Интернет вещей / под ред. А.В. Рослякова. – Самара, ПГУТИ, Издательство «Ас Гард», 2014. – 340 с.
11. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации. – М., Эко-Трендз, 2008 – 399 с.

6.3 Литература к разделу 13

1. Андреев В.А., Портнов Э.Л., Бурдин В.А., Бурдин А.В., Воронков А.А. Направляющие системы электросвязи: теория передачи и влияния, проектирование, строительство и техническая эксплуатация. Учебник для вузов / Под редакцией В. А. Андреева, 8-е изд., перераб. и доп. М.: Горячая линия – Телеком. – 2018. – 396 с.
2. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х томах. / В.А. Андреев, А.В. Бурдин, Л.Н. Кочановский и др./ Под ред. В.А. Андреева. - 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия - Телеком, 2010. - 424 с.
3. Листвин, В. Н. DWDM-системы/ В.Н. Листвин, В.Н. Трешиков. - 2-е изд. - М. : Техносфера, 2015. - 296 с.
4. Андреев В.А., Андреев Р.В., Бурдин А.В., Бурдин В.А., Дашков М.В., Попов Б.В., Попов В.Б. Технологии строительства ВОЛП. Оптические кабели и волокна /под редакцией В.А. Андреева. - Самара, СРТТЦ ПГУТИ, - 2016. - 369 с.

Дополнительная

1. Бутусов М.М., Верник С.М. и др. Волоконно-оптические системы передачи. Учебник для вузов. - М.: Радио и связь, - 1992. - 416 с.
2. Гауэр Дж. Оптические системы связи. - М.: Радио и связь. - 1989. - 504 с.
3. Иванов А.Б. Волоконная оптика. Компоненты, системы передачи, измерения. -М.: Радио и связь. - 1999. - 663 с.
4. Дмитриев С.А., Слепов Н.Н. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Техносфера, - 2010. - 608 с.
5. Убайдуллаев Р.Р. Волоконно-оптические сети., М, ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998.
6. Агравал Г.П. Применение нелинейной волоконной оптики / Изд. Лань. -2011. -592 с.
7. Иванов В.И., Адамович Л.В. Волоконно-оптические системы передачи : учеб, пособие для вузов / В. И. Иванов, -2007.
8. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи / Под ред. Н.Н. Слепова. - М.: Техносфера, 2003 г. , - 590 с.
9. Листвин А.В., Листвин В.Н., Швырков Д.В. Оптические волокна для линий связи. - М.: ЛЕСАРпт, 2003. - 288 с.
10. Волоконно-оптические кабели и линии связи / Д.В. Иоргачев, О.В. Бондаренко. - М.: Эко-Трендз, 2002, - 284 с.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И ТРЕБУЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Оборудование, программное обеспечение
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	лекционные занятия	Оснащение: -Ноутбук работающие под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows 7, включенными в единую локальную сеть с выходом в Интернет; -Доска -Интерактивная доска

		-проектор
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации. Компьютерная аудитория	практические занятия	Оснащение: ПК работающие под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows 7, включенными в единую локальную сеть с выходом в Интернет -Доска -проектор Программное обеспечение: СПС КонсультантПлюс ПО, предоставляемое для установки на компьютеры в подразделения, непосредственно занятые в учебном процессе, либо библиотеки образовательных учреждений
Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	консультации	Оснащение: -Ноутбук работающие под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows 7, включенными в единую локальную сеть с выходом в Интернет; -Доска -проектор
Помещение для самостоятельной работы	самостоятельная работа	Оснащение: - персональные компьютеры 19 рабочих места, работающие под управлением операционной системы семейства Microsoft Windows 7, включенными в единую локальную сеть с выходом в Интернет; Телевизор LED LG 42" 42LE5500 Black (1 шт.) Программное обеспечение: Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows, Агент администрирования Kaspersky Security Center 10: Коммерческое ПО (лицензия Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition 500-999 Node 1 Year Renewal License ожидаемая дата окончания: Adobe acrobat reader. Свободно распространяемое программное обеспечение Google Chrome. Свободно распространяемое

		программное обеспечение Gnu Octave. Свободно распространяемое программное обеспечение Scilab. Свободно распространяемое программное обеспечение Smathstudio. Свободно распространяемое программное обеспечение Apache OpenOffice. Свободно распространяемое программное обеспечение СПС КонсультантПлюс ПО, предоставляемое для установки на компьютеры в подразделения, непосредственно занятые в учебном процессе, либо библиотеки образовательных учреждений
--	--	---