

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»**

Кафедра «Электрическая связь»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

**2.1.3 «СПЕЦИАЛЬНАЯ ДИСЦИПЛИНА ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ»**

Группа научных специальностей \_\_\_\_ 2.2 Электроника, фотоника,  
приборостроение и связь  
(шифр и наименование группы научных специальностей)

Научная специальность \_\_\_\_ 2.2.15 Системы, сети и устройства  
телекоммуникаций  
(шифр и наименование научной специальности)

Санкт-Петербург – 2026

## 1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа «Специальная дисциплина по научной специальности» разработана для группы научных специальностей 2.2 «Электроника, фотоника, приборостроение и связь» по научной специальности 2.2.15 «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Целью изучения дисциплины «Специальная дисциплина по научной специальности» является сдача кандидатского экзамена

Для достижения поставленных целей решаются следующие задачи:

- изучение основных принципов создания, развития и функционирования телекоммуникационных устройств, систем и сетей;
- ознакомление с математическими методами и алгоритмами решения телекоммуникационных задач;
- изучение основных видов сигналов и методов обработки информации в телекоммуникационных устройствах, системах и сетях;
- ознакомление с основными методами моделирования и проектирования телекоммуникационных устройств, систем и сетей;
- изучение современного и перспективного развития различных устройств, систем и сетей связи.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Изучение дисциплины направлено на подготовку к сдаче кандидатских экзаменов.

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются приобретение знаний, умений и навыков.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

### **ЗНАТЬ:**

- современный математический аппарат и применять его в исследовательской и прикладной деятельности;
- современные нормативные правовые документы в области сетей связи.

### **УМЕТЬ:**

- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;
- разрабатывать новые методы исследования в области телекоммуникаций, с учетом правил соблюдения авторских прав;
- приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии;
- собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным, профессиональным, социальным и этическим проблемам;
- проводить оценку инвестиционных проектов при различных условиях инвестирования и финансирования;

- демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовностью использовать основные законы в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и способностью привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

- изучать и критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

#### **ВЛАДЕТЬ:**

- методологией теоретических и экспериментальных исследований в области телекоммуникаций;

- культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий.

### **3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина «Специальная дисциплина по научной специальности» относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» и является обязательной дисциплиной.

### **4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

| Вид учебной работы                           | Всего часов | Курс / семестр |       |
|----------------------------------------------|-------------|----------------|-------|
|                                              |             | 3 / 6          | 4 / 7 |
| Контактная работа (по видам учебных занятий) | 68          | 36             | 32    |
| В том числе:                                 | 68          | 36             | 32    |
| – лекции (Л)                                 |             |                |       |
| – практические занятия (ПЗ)                  | -           | -              | -     |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего)         | 76          | 36             | 40    |
| Контроль                                     | 72          | 36             | 36    |
| Форма контроля знаний                        |             | 3              | КЭ    |
| Общая трудоемкость: час / з.е.               | 216/6       | 108/3          | 108/3 |

Примечания: «Форма контроля знаний» – зачет (З), кандидатский экзамен (КЭ).

### **5. Структура и содержание дисциплины**

#### **5.1 Содержание разделов дисциплины**

| №<br>п/п      | Наименование раздела<br>дисциплины                            | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Курс 3</b> |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1             | Методы математического моделирования систем и процессов связи | <p><b>Лекция 1.</b> Системы поддержка принятия решений по управлению ТКС в нестационарных условиях.</p> <p><b>Лекция 2,3.</b> Методы математического моделирование систем и процессов связи.</p> <p><b>СРС</b> Методы анализа стационарных и переходных режимов каналов связи. Линейные каналы с постоянными параметрами. Прохождение сигналов и помех через линейные каналы с постоянными параметрами. Методы анализа нелинейных каналов. Преобразование сигналов и помех в нелинейных каналах с постоянными параметрами. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2             | Системы и сети телекоммуникаций                               | <p><b>Лекция 4.</b> Системы и сети телекоммуникаций.</p> <p><b>Лекция 5-6.</b> Системы автоматизированного управления связью</p> <p><b>СРС</b> <i>Основы сетевых технологий.</i> Архитектура и основные элементы телекоммуникационных сетей. Архитектура взаимодействия открытых систем. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ВОС). Уровни модели и функции, реализуемые на каждом из её уровней. Основные элементы модели ВОС: функциональный уровень, услуга, служба, соединение, блок данных, протокол связи. Определение протокола связи и его назначение. Понятие протокольного стека и профиля протоколов. Способы спецификации и верификации телекоммуникационных протоколов. Протоколы физического уровня. Протоколы канального уровня. Особенности протоколов для локальных и глобальных сетей. Протоколы, применяемые в локальных сетях.</p> <p>Методы коммутации в сетях телекоммуникаций.</p> |
| 3             | Цифровые системы передачи                                     | <p><b>Лекция 7-8.</b> Цифровые системы передачи.</p> <p><b>Лекция 9.</b> Цифровая обработка сигналов</p> <p><b>Лекция 10.</b> Система синхронизации телекоммуникационных сетей ж.д. транспорта.</p> <p><b>СРС</b> Речевой сигнал, его особенности и характеристики. Звуки, фонемы, форманты. Распознавание речи слуховым аппаратом человека. Статистические характеристики речевых сигналов: интервал стационарности, законы распределения, энергетический спектр, корреляционная функции и разборчивость речи. Вокодеры: полосный, формантный, гомоморфный, линейный предсказатель речи (липредер), фонемный вокодер. Скремблеры, работающие в частотной, временной, частотно-временной областях. Цифровое скремблирование речи.</p>                                                                                                                                                                                     |

|   |                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                                | Методы модуляции при передаче речевых сигналов. Передача речевых сигналов в общем пакете, проблема нарушения масштаба времени. Проблемы высокоточной передачи измерительной информации в телекоммуникационных системах и сетях, потери и задержки сообщений.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4 | Методы оценки эффективности функционирования ТКС в чрезвычайных ситуациях      | <b>Лекция 11.</b> Методы оценки эффективности функционирования ТКС в чрезвычайных ситуациях.<br><b>СРС</b> Эффективность функционирования ТКС в чрезвычайных ситуациях                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5 | Системы управления телекоммуникациями                                          | <b>Лекция 12.</b> Системы управления телекоммуникациями.<br><b>СРС</b> Системы поддержки принятия решений по управлению подсистемами телекоммуникационной сети.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6 | Цифровые системы коммутации                                                    | <b>Лекция 13.</b> Цифровые системы коммутации.<br><b>Лекция 14</b> Оперативно-технологическая связь на основе IP протокола<br><b>СРС</b> Следящие устройства каналов связи. Статистическая динамика следящих устройств. Структурные схемы следящих устройств автоматической регулировки усиления, фазовой и частотной автоматической подстройки.<br>Модели непрерывных каналов связи: канал без помех, канал с аддитивным гауссовым шумом, канал с неопределённой фазой сигнала и аддитивным шумом и канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом.                                                          |
| 7 | Информационная безопасность систем и сетей телекоммуникаций                    | <b>Лекция 15.</b> Информационная безопасность систем и сетей телекоммуникаций.<br><b>Лекция 16.</b> Радиоэлектронная защита систем связи<br><b>СРС.</b> Оценка уязвимости информации. Определение требований к защите информации. Функции и задачи защиты информации. Средства защиты и системы защиты информации. Криптографические методы и средства защиты. Защита информации в компьютерных системах.                                                                                                                                                                                                              |
| 8 | Основные понятия в радиотехнике и системах связи, подходы к их моделированию   | <b>Лекция 17.</b> Моделирование как метод научного познания. Принципы системного подхода в моделировании.<br><b>Лекция 18.</b> Общая характеристика проблемы моделирования. Классификация видов моделирования.<br><b>СРС.</b> Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала, Частотно-временная матрица. Простые и сложные (составные) сигналы. Генерация сигналов разных типов. Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов. Огибающая фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы. Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций. |
| 9 | Основные процессы в радиотехнике и системах связи, виды математических моделей | <b>Лекция 19.</b> Непрерывно - детерминированные модели. Дискретно-детерминированные модели.<br><b>Лекция 20.</b> Дискретно-стохастические модели.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|    |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                | <p>Непрерывно-стохастические модели. Обобщенные модели.</p> <p><b>СРС.</b> Классификация сообщений, сигналов и помех. Случайные процессы и их основные характеристики. Энергетические характеристики случайных процессов, энергетические спектры, свойства корреляционных функций, теорема Винера – Хинчина. Гауссовские и марковские случайные процессы. Узкополосные, случайные процессы. Выбросы случайных процессов. Функциональные пространства и их базисы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10 | <p>Моделирование методами теории графов в радиотехнике и системах связи</p>                    | <p><b>Лекция 21.</b> Ориентированные и неориентированные графы, их виды, свойства и методы формального описания.</p> <p><b>Лекция 22.</b> Методы формального описания графов в векторном пространстве.</p> <p><b>СРС.</b> Задача о максимальном потоке. Синтез сетей с максимальной связностью.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 11 | <p>Формализация и алгоритмизация процесса функционирования в сетях и системах электросвязи</p> | <p><b>Лекция 23.</b> Последовательность разработки моделей систем. Построение концептуальной модели.</p> <p><b>Лекция 24.</b> Алгоритмизация модели.</p> <p><b>СРС.</b> Получение и интерпретация результатов моделирования.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 12 | <p>Моделирование процессов функционирования в электронике, радиотехнике и системах связи</p>   | <p><b>Лекция 25.</b> Метод статистического моделирования. Общая характеристика метода статистического моделирования. Псевдослучайные числа и процедуры их машинной генерации. Проверка качества последовательностей псевдослучайных чисел. Моделирование случайных воздействий на ТКС. Моделирование преднамеренных воздействий на ТКС.</p> <p><b>Лекция 26.</b> Метод топологического преобразования стохастических сетей.</p> <p><b>Лекция 27.</b> Стохастические сети и их элементы. Виды стохастических сетей. Методы определения вероятностно-временных характеристик. Основные характеристики случайного процесса, представленного в виде стохастической сети. Общие правила моделирования процессов, протекающих в ТКС. Моделирование ТКС, функционирующих в условиях антагонистических воздействий.</p> <p><b>СРС.</b> Метод сетевого планирования и управления связью.</p> <p>Основные понятия и определения. Порядок построения сетевого графа. Определение критического пути и расчет наиболее раннего и позднего сроков наступления событий. Расчет мат. ожидания и дисперсии времени реализации событий. Расчет вероятности реализации события в</p> |

|        |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                                                                                                      | намеченный срок.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13     | Планирование экспериментов с моделями радиоэлектронных систем в сетях и системах электросвязи        | <b>Лекция 28.</b> Методы планирования экспериментов. Стратегическое планирование экспериментов с моделями систем.                                                                                                                                                                                                                                                  |
|        |                                                                                                      | <b>СРС.</b> Тактическое планирование экспериментов с моделями систем.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 14     | Обработка и анализ результатов моделирования радиоэлектронных систем в сетях и системах электросвязи | <b>Лекция 29.</b> Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем.                                                                                                                                                                                                                                                                |
|        |                                                                                                      | <b>Лекция 30.</b> Анализ и интерпретация результатов моделирования систем.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|        |                                                                                                      | <b>СРС.</b> Особенности обработки результатов моделирования при синтезе систем.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 15     | Методы моделирования автоматизированных систем управления в радиотехнике и системах связи            | <b>Лекция 31.</b> Общие принципы построения и правила реализации моделей систем.                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|        |                                                                                                      | <b>Лекция 32.</b> Моделирование при разработке обеспечивающих подсистем.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|        |                                                                                                      | <b>СРС.</b> Моделирование при разработке функциональных подсистем. Особенности моделирования систем при управлении в реальном масштабе времени.                                                                                                                                                                                                                    |
| Курс 4 |                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16     | Радиосигналы                                                                                         | <b>Лекция 33.</b> Свойства и использование однополостной модуляции.                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|        |                                                                                                      | <b>Лекция 34.</b> Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных случайным процессом.                                                                                                                                                                                                                             |
|        |                                                                                                      | <b>СРС.</b> Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы. Особенности модуляции и детектирования при дискретном модулирующем сигнале.                                                                                                                                                                                                                       |
| 17     | Кодирование источников и каналов связи                                                               | <b>Лекция 35.</b> Избыточность источника сообщения и причины её появления. Классификация методов уменьшения избыточности, уменьшение статистической и семантической избыточности. Теорема К. Шеннона о кодировании источника. Конструктивные методы кодирования источников, кодирование речевых сигналов и сигналов видео изображений.                             |
|        |                                                                                                      | <b>Лекция 36.</b> Эффективность и энергетический выигрыш кодирования. Кодирование в каналах с памятью. Нелинейное кодирование.                                                                                                                                                                                                                                     |
|        |                                                                                                      | <b>СРС.</b> Задача помехоустойчивого кодирования. Классификация помехоустойчивых кодов. Блочные коды и их декодирование. Примеры важнейших блочных кодов. Циклические коды, методы их декодирования. Свёрточные коды, их классификация и основные характеристики. Методы декодирования свёрточных кодов. Международные стандарты сжатия речевых и видео сообщений. |
| 18     | Принципы многоканальной                                                                              | <b>Лекция 37.</b> Классификация методов уплотнения каналов.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|    |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | связи                                           | <p>Линейные методы уплотнения каналов и доступа. Частотное, временное и фазовое разделение каналов, разделение каналов по форме сигналов.</p> <p><b>Лекция 38.</b> Основы линейной теории уплотнения и разделения каналов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|    |                                                 | <p><b>СРС.</b> Примеры нелинейного уплотнения каналов. Принципы пакетной передачи информации (незакреплённые каналы). Нарушение масштаба времени и потери при пакетной передаче информации.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 19 | Модемы каналов связи                            | <p><b>Лекция 39.</b> Низкоскоростные и высокоскоростные модемы для проводных и радиолиний.</p> <p><b>Лекция 40.</b> Модемы волоконно-оптических каналов связи. Особенности модемов многостанционного доступа.</p> <p><b>Лекция 41.</b> Модемы для передачи информации по энергетическим сетям.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|    |                                                 | <p><b>СРС.</b> Модемы для каналов связи с переменными параметрами. Использование в модемах полососберегающих методов передачи и приёма сигналов. Особенности модемов при разнесённом приеме.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 20 | Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи     | <p><b>Лекция 42.</b> Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы (гармонические функции Радемахера – Уолша, Лагера, Эрмита).</p> <p><b>Лекция 43.</b> Дискретизация аналогового процесса. Теорема отсчётов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|    |                                                 | <p><b>СРС.</b> Представления случайных процессов рядами и дифференциальными уравнениями. Решётчатые функции. Z-преобразование. Модели дискретных и непрерывных источников информации.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 21 | Преобразование сигналов и помех в каналах связи | <p><b>Лекция 44.</b> Нелинейные устройства каналов связи: преобразователи частоты, ограничители, детекторы, генераторы, модуляторы.</p> <p><b>Лекция 45.</b> Каналы связи с переменными параметрами, прохождение сигналов через каналы связи с переменными параметрами.</p> <p><b>Лекция 46.</b> Дискретные линейные каналы. Методы анализа и синтеза дискретных каналов связи и их устройств.</p> <p><b>Лекция 47.</b> Цифровые фильтры, физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров.</p> <p><b>Лекция 48.</b> Характеристики цифровых фильтров. Цифровой спектральный анализ на основе дискретного и быстрого преобразования.</p> |
|    |                                                 | <p><b>СРС.</b> Распределение энергии сигнала во временной и частотной областях. Параметрическое усиление, преобразование и генерирование сигналов. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Модели дискретных каналов связи: двоичный симметричный канал без памяти, асимметричный канал без памяти, канал с памятью и канал с пакетными ошибками. Моделирование каналов связи.</p>                                                                                                                                                                                                                                                           |
|    |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 22 | Помехоустойчивость систем передачи сообщений    | <p><b>Лекция 49.</b> Задачи синтеза оптимальных приёмников. Критерии качества приёма сообщений.</p> <p><b>Лекция 50.</b> Приём сигналов в каналах с межсимвольной интерференцией.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|    |                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                               | <p>Приём сигналов с неопределённой фазой (некогерентный приём). Приём в условиях флуктуаций фаз и амплитуд сигналов.</p> <p><b>Лекция 51.</b> Сравнение помехоустойчивости вариантов передачи дискретных сообщений. Прием в целом. Поэлементный приём с жёсткими и мягкими решениями. Теорема Л.И. Финка.</p> <p><b>СРС.</b> Оптимальные алгоритмы приёма при полностью известных параметрах сигналов (когерентный приём), понятие согласованного фильтра. Согласованные фильтры для основных типов сигналов. Помехоустойчивость оптимального когерентного приёма дискретных сигналов. Приём дискретных сообщений в каналах с сосредоточенными по спектру и импульсными помехами. Особенности приёма сообщений в оптическом диапазоне волн.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 23 | Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи | <p><b>Лекция 52.</b> Проблема обеспечения высокой точности передачи дискретных сообщений в каналах с помехами. Потенциальные возможности дискретных каналов связи, теорема К. Шеннона для дискретного канала связи.</p> <p><b>Лекция 53.</b> Критерии помехоустойчивости передачи непрерывных сообщений. Оптимальная оценка параметров сигнала.</p> <p><b>СРС.</b> Оптимальная демодуляция непрерывных сигналов. Помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений при слабых помехах. Порог помехоустойчивости. Аномальные ошибки. Оптимальная линейная фильтрация непрерывных сигналов, фильтр Колмогорова – Винера. Фильтрация Калмана. Решение задачи нелинейной фильтрации. Цифровая передача непрерывных сообщений, импульсно-кодовая модуляция и кодирование с предсказанием. Адаптивные методы цифрового представления непрерывных сообщений.</p>                                                                                                                                                                                                           |
| 24 | Элементы теории массового обслуживания                        | <p><b>Лекция 54.</b> Основные Потенциальные возможности непрерывных каналов связи при передаче дискретных сообщений. Пропускная способность канала связи. понятия массового обслуживания, классификация систем массового обслуживания (СМО), типовые распределения в теории массового обслуживания, показатели эффективности СМО, теорема Литтла, области применения, методы исследования СМО.</p> <p><b>Лекция 55.</b> Модели входных потоков. Стационарные и нестационарные потоки, пуассоновские потоки, потоки Эрланга, потоки Пальма, теорема Хинчина о сходимости суммы потоков.</p> <p><b>СРС.</b> Марковские СМО. Системы с бесконечной и конечной очередью, многолинейные СМО, СМО с отказами, СМО с конечным и бесконечным источником, методика расчёта показателей эффективности марковских СМО.</p> <p>Полумарковские случайные процессы, метод Кендалла, анализ влияния закона распределения времени обслуживания на среднее время ожидания СМО, приоритетные СМО, виды приоритетов, методика анализа приоритетных СМО. Особенности мультиплексирования в</p> |

|    |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                             | <p>сетях PDH и SDH.</p> <p>Методы имитационного моделирования СМО.</p> <p>Общие модели СМО, методы моделирования входных потоков, методы моделирования процедуры обслуживания требований, моделирование по времени и по событиям, планирование статистического эксперимента, методы сокращения времени моделирования, смешанные (аналитические и имитационные) методы анализа СМО.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 25 | Сети массового обслуживания                 | <p><b>Лекция 56.</b> Понятие сетей массового обслуживания. Марковские сети массового обслуживания, моделирование систем передачи данных сетями массового обслуживания.</p> <p><b>Лекция 57.</b> Представление о сетях Петри. Основные варианты использования сетей Петри для моделирования систем и сетей телекоммуникаций.</p> <p><b>СРС.</b> Моделирование на основе кусочно-линейных агрегатов. Элементы теории предикатов и их использование для описания программно-аппаратных комплексов.</p> <p>Представления об экспертной системе. Основные разновидности оболочек экспертных систем. Понятия математического аппарата различных нечётких множеств. Использование возможностей тензорного исчисления для моделирования программно-аппаратных комплексов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 26 | Архитектура систем и сетей телекоммуникаций | <p><b>Лекция 58.</b> Системы и сети телекоммуникаций. Наземные средства систем и сетей телекоммуникаций. Сети проводной телефонии. Радиорелейные линии связи.</p> <p><b>Лекция 59.</b> Системы спутниковой связи. Принципы построения систем спутниковой связи (ССС). Системы орбит спутников связи. Виды, особенности и способы организации спутниковых радиолиний. Характеристики спутниковых радиолиний. Диапазоны рабочих частот СССР</p> <p><b>СРС.</b> Системы пейджинговой радиосвязи. Системы сотовой связи. Транкинговые системы связи. Специальные системы связи: войсковые, с подводными или подземными объектами и др.</p> <p>Принципы международного и государственного регулирования использования частот в СССР. Основные показатели СССР. Зоны видимости, покрытия, обслуживания. Пропускная способность СССР. Сеанс связи в СССР и его продолжительность. Виды трафиков в СССР. Особенности построения СССР для теле- и радиовещания, телефонии, передачи данных, для передачи мультимедийного трафика. Системы радиовещательной спутниковой связи. Системы фиксированной спутниковой связи. Системы подвижной спутниковой связи.</p> <p>Экономические показатели и критерии экономической эффективности использования СССР. Метод многостанционного доступа (МД). . Способы организации многостанционного доступа. МД с частотным разделением каналов. МД с временным разделением каналов. МД с разделением по форме сигналов. Методы случайного доступа. Организация информационных и служебных каналов связи.</p> <p>Дальность радиосвязи. Расчет энергетического потенциала</p> |

|    |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                      | радиолинии. Факторы, ограничивающие дальность действия канала радиосвязи: энергообеспечение, влияние параметров канала (затухание, рефракция и т.п.), помехи и др.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 27 | Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций | <p><b>Лекция 60.</b> Телеметрия и оценка технического состояния объектов и технологических процессов.<br/>Интеллектуализация программ измерений.<br/>Методы экономичного представления изображений.</p> <p><b>Лекция 61.</b> Общие принципы и классификация систем подвижной радиосвязи. Транкинговые, сотовые, беспроводные, пейджинговые и спутниковые сети подвижной радиосвязи. Радиосети передачи данных.</p> <p><b>СРС.</b> Основные стандарты кодирования изображений, используемые в сетях широкого пользования.<br/>Возможности безрастрового представления изображений.<br/>Согласование методов представления изображений и протоколов.<br/>Экономное использование ресурсов сети при организации видеотелефонии и телеконференций.<br/>Предоставление информационных услуг подвижным объектам.<br/>Стандарты и системы подвижной радиосвязи первого, второго и третьего поколений. Диапазоны частот, протоколы информационного обмена, системы сетевого управления, системы сигнализации. Виды услуг, предоставляемых в сетях подвижной радиосвязи.<br/>Коммутационное и терминальное оборудование систем подвижной радиосвязи.<br/>Оборудование систем подвижной радиосвязи: состав и основные особенности. Основные функции; принципы построения и типы коммутационных систем.<br/>Модели радиоканалов и предсказания уровня сигнала для естественных условий распространения радиоволн в условиях сельской и городской застройки. Методы частотно-территориального планирования; кластерные модели; расчет основных параметров частотного плана, параметров станций и трафика сети; методы повышения емкости сетей; проблемы электромагнитной совместимости.</p> |
| 28 | Предоставление интегрированных информационных услуг                  | <p><b>Лекция 62.</b> Принципы предоставления интегрированных информационных услуг<br/>Сеть Internet и Internet-технологии. Сети Intranet и Web-технологии.</p> <p><b>СРС.</b> Основные варианты построения структуры пакета. Возможности адаптации структуры пакета к характеристикам информационных потоков, эффективность адаптации. Перспективные технологии предоставления интегрированных информационных услуг: ATM и Frame Relay.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Л | ПЗ | СРС | Всего |
|-------|---------------------------------|---|----|-----|-------|
|-------|---------------------------------|---|----|-----|-------|

|    |                                                                                                      |   |  |   |   |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|---|---|
| 1  | Методы математического моделирования систем и процессов связи                                        | 2 |  | 4 | 6 |
| 2  | Системы и сети телекоммуникаций                                                                      | 2 |  | 2 | 4 |
| 3  | Цифровые системы передачи                                                                            | 2 |  | 2 | 4 |
| 4  | Методы оценки эффективности функционирования ТКС в чрезвычайных ситуациях                            | 2 |  | 2 | 4 |
| 5  | Системы управления телекоммуникациями                                                                | 2 |  | 4 | 6 |
| 6  | Цифровые системы коммутации                                                                          | 4 |  | 2 | 6 |
| 7  | Информационная безопасность систем и сетей телекоммуникаций                                          | 4 |  | 2 | 6 |
| 8  | Основные понятия в радиотехнике и системах связи, подходы к их моделированию                         | 4 |  | 4 | 8 |
| 9  | Основные процессы в радиотехнике и системах связи, виды математических моделей                       | 2 |  | 2 | 4 |
| 10 | Моделирование методами теории графов в радиотехнике и системах связи                                 | 4 |  | 2 | 6 |
| 11 | Формализация и алгоритмизация процесса функционирования в сетях и системах электросвязи              | 4 |  | 4 | 8 |
| 12 | Моделирование процессов функционирования в электронике, радиотехнике и системах связи                | 2 |  | 2 | 4 |
| 13 | Планирование экспериментов с моделями радиоэлектронных систем в сетях и системах электросвязи        | 2 |  | 4 | 6 |
| 14 | Обработка и анализ результатов моделирования радиоэлектронных систем в сетях и системах электросвязи | 2 |  | 2 | 4 |
| 15 | Методы моделирования автоматизированных систем управления в радиотехнике и системах связи            | 2 |  | 2 | 4 |
| 16 | Радиосигналы                                                                                         | 2 |  | 2 | 4 |
| 17 | Кодирование источников и каналов связи                                                               | 2 |  | 4 | 6 |
| 18 | Принципы многоканальной связи                                                                        | 4 |  | 2 | 6 |
| 19 | Модемы каналов связи                                                                                 | 2 |  | 4 | 6 |
| 20 | Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи                                                          | 2 |  | 2 | 4 |
| 21 | Преобразование сигналов и помех в каналах связи                                                      | 2 |  | 2 | 4 |

|                                         |                                                                      |    |  |    |     |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|----|--|----|-----|
| 22                                      | Помехоустойчивость систем передачи сообщений                         | 2  |  | 2  | 4   |
| 23                                      | Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи        | 2  |  | 2  | 4   |
| 24                                      | Элементы теории массового обслуживания                               | 2  |  | 4  | 6   |
| 25                                      | Сети массового обслуживания                                          | 2  |  | 4  | 6   |
| 26                                      | Архитектура систем и сетей телекоммуникаций                          | 2  |  | 2  | 4   |
| 27                                      | Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций | 2  |  | 4  | 6   |
| 28                                      | Предоставление интегрированных информационных услуг                  | 2  |  | 2  | 4   |
|                                         | <b>Итого</b>                                                         | 68 |  | 76 | 144 |
| <b>Контроль</b>                         |                                                                      |    |  |    | 72  |
| <b>Всего</b> (общая трудоемкость, час.) |                                                                      |    |  |    | 216 |

## 6. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для проведения текущего контроля по дисциплине обучающийся должен подготовить рефераты.

### Примерная структура реферата

1. Титульный лист
2. Содержание
3. Основная часть
4. Заключение (Выводы)
5. Библиографический список

### Перечень тем рефератов

#### 1 курс

1. Методы математического моделирования систем и процессов связи
2. Цифровая обработка сигналов
3. Эффективность функционирования ТКС в чрезвычайных ситуациях. Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала, Частотно-временная матрица.
4. Классификация сообщений, сигналов и помех. Случайные процессы и их основные характеристики.
5. Определение протокола связи и его назначение. Понятие протокольного стека и профиля протоколов. Способы спецификации и верификации телекоммуникационных протоколов.

6. Протоколы физического уровня. Протоколы канального уровня. Особенности протоколов для локальных и глобальных сетей. Протоколы, применяемые в локальных сетях.

7. Корреляционная функция и спектральная плотность мощности гармонических сигналов, модулированных случайным процессом.

#### 2 курс

1. Математическое описание, функциональный оператор и расчетный модуль.
2. Решение прямых и обратных задач математического моделирования.
3. Компьютерное моделирование и основные вычислительные алгоритмы моделирования, идентификации и оптимизации.
4. Постановка задач идентификация и оптимизации.
5. Выбор целевых функций и оптимизирующих переменных.
6. Принципы работы алгоритмов идентификации и оптимизации.

#### 3 курс

1. Понятие несущего сигнала. Классификация сигналов, база сигнала, Частотно-временная матрица.
2. Избыточность источника сообщения и причины её появления. Классификация методов уменьшения избыточности, уменьшение статистической и семантической избыточности. Теорема К. Шеннона о кодировании источника. Конструктивные методы кодирования источников, кодирование речевых сигналов и сигналов видео изображений.
3. Низкоскоростные и высокоскоростные модемы для проводных и радиолиний. Модемы волоконно-оптических каналов связи. Особенности модемов многостанционного доступа.
4. Классификация сообщений, сигналов и помех. Случайные процессы и их основные характеристики.
5. Методы анализа стационарных и переходных режимов каналов связи. Линейные каналы с постоянными параметрами. Прохождение сигналов и помех через линейные каналы с постоянными параметрами.
6. Каналы связи с переменными параметрами, прохождение сигналов через каналы связи с переменными параметрами. Распределение энергии сигнала во временной и частотной областях. Параметрическое усиление, преобразование и генерирование сигналов. Дискретные линейные каналы. Методы анализа и синтеза дискретных каналов связи и их устройств.
7. Цифровые фильтры, физическая осуществимость и устойчивость цифровых фильтров. Рекурсивные и нерекурсивные цифровые фильтры. Характеристики цифровых фильтров. Цифровой спектральный анализ на основе дискретного и быстрого преобразования.

#### 4 курс

1. Задачи синтеза оптимальных приёмников. Критерии качества приёма сообщений. Оптимальные алгоритмы приёма при полностью известных параметрах сигналов (когерентный приём), понятие

согласованного фильтра. Согласованные фильтры для основных типов сигналов. Помехоустойчивость оптимального когерентного приёма дискретных сигналов.

2. Проблема обеспечения высокой точности передачи дискретных сообщений в каналах с помехами. Потенциальные возможности дискретных каналов связи, теорема К. Шеннона для дискретного канала связи.

3. 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.

4. *Основы сетевых технологий.* Архитектура и основные элементы телекоммуникационных сетей. Архитектура взаимодействия открытых систем. Семиуровневая модель взаимодействия открытых систем (ВОС). Уровни модели и функции, реализуемые на каждом из её уровней. Основные элементы модели ВОС: функциональный уровень, услуга, служба, соединение, блок данных, протокол связи.

5. Определение протокола связи и его назначение. Понятие протокольного стека и профиля протоколов. Способы спецификации и верификации телекоммуникационных протоколов. Протоколы физического уровня. Протоколы канального уровня. Особенности протоколов для локальных и глобальных сетей. Протоколы, применяемые в локальных сетях.

6. Речевой сигнал, его особенности и характеристики. Звуки, фонемы, форманты. Распознавание речи слуховым аппаратом человека.

7. Статистические характеристики речевых сигналов: интервал стационарности, законы распределения, энергетический спектр, корреляционная функции и разборчивость речи.

## **Материалы для промежуточной аттестации**

### **1 курс**

#### **Перечень вопросов к зачету**

1. Системы поддержка принятия решений по управлению ТКС в нестационарных условиях.

2. Системы и сети телекоммуникаций. Системы автоматизированного управления связью.

3. Цифровые системы передачи. Система синхронизации телекоммуникационных сетей ж.д.транспорта.

4. Методы оценки эффективности функционирования ТКС в чрезвычайных ситуациях.

5. Системы управления телекоммуникациями. Системы поддержки принятия решений по управлению подсистемами телекоммуникационной сети

6. Цифровые системы коммутации. Оперативно-технологическая связь

на основе IP протокола

7. Информационная безопасность систем и сетей телекоммуникаций.  
Радиоэлектронная защита систем связи

## 2 курс

### Перечень вопросов к зачету

1. Моделирование как метод научного познания.
2. Моделирование при исследовании и проектировании АСУ.
3. Принципы системного подхода в моделировании систем.
4. Классификация видов моделирования системы.
5. Принципы построения математических моделей.
6. Классификационные признаки и классификация моделей.
7. Основные этапы математического моделирования.
8. Основные этапы математического моделирования.
9. Алгоритмы распознавания изоморфности графов.
10. Моделирования систем связи методами теории графов.
11. Подграфы и дополнения. Деревья, разрезы, циклы.
12. Матрица циклов и ее связь с матрицей инцидентности.
13. Задача о максимальном потоке.
14. Связность и живучесть детерминированных графов.
15. Синтез сети с максимальной связностью. Степенная последовательность вершин графа.
16. Однородные графы. Мера неоднородности.
17. Стохастические сети и их элементы.
18. Понятие эквивалентной функции стохастической функции.
19. Последовательное соединение ветвей стохастической сети.
20. Параллельное соединение ветвей стохастической сети.
21. Виды стохастических сетей и их типовые структуры. Простые стохастические сети.
22. Определение вероятностно-временных характеристик стохастической сети.
23. Метод двухмоментной аппроксимации.
24. Метод обращения.
25. Разложение Хевисайда.
26. Разложение на простые дроби.
27. Основные характеристики случайного процесса, определяемые из эквивалентной функции.
28. Общие правила моделирования процессов в радиотехнике и системах связи.

29. Методика анализа результатов моделирования.
30. Особенности организации компьютерных атак.

### 3 курс

#### Перечень вопросов к зачету

1. Примеры нелинейного уплотнения каналов.
2. Принципы пакетной передачи информации (незакреплённые каналы).  
Нарушение масштаба времени и потери при пакетной передаче информации.
3. Спектры сложных сигналов. Полососберегающие сигналы.
4. Функциональные пространства и их базисы. Дискретные представления сигналов. Полные ортонормальные системы (гармонические функции Радемахера – Уолша, Лагера, Эрмита. Дискретизация аналогового процесса. Теорема отсчётов.
5. Модуляция и детектирование сигналов. Спектры модулированных сигналов.
6. Огибающая фаза и частота узкополосного сигнала. Аналитические сигналы.
7. Задача помехоустойчивого кодирования. Классификация помехоустойчивых кодов.
8. Методы анализа нелинейных каналов. Преобразование сигналов и помех в нелинейных каналах с постоянными параметрами. Статистические характеристики процессов на выходе нелинейных устройств и методы их нахождения.
9. Нелинейные устройства каналов связи: преобразователи частоты, ограничители, детекторы, генераторы, модуляторы.
10. Приём сигналов в каналах с межсимвольной интерференцией.
11. Критерии помехоустойчивости передачи непрерывных сообщений. Оптимальная оценка параметров сигнала. Оптимальная демодуляция непрерывных сигналов. Помехоустойчивость систем передачи непрерывных сообщений при слабых помехах. Порог помехоустойчивости. Аномальные ошибки. Оптимальная линейная фильтрация непрерывных сигналов, фильтр Колмогорова – Винера. Фильтрация Калмана.
12. Полумарковские случайные процессы, метод Кендалла, анализ влияния закона распределения времени обслуживания на среднее время ожидания СМО, приоритетные СМО, виды приоритетов, методика анализа приоритетных СМО. Особенности мультиплексирования в сетях PDH и SDH.
13. Методы имитационного моделирования СМО.
14. Представление о сетях Петри. Основные варианты использования сетей Петри для моделирования систем и сетей телекоммуникаций. Моделирование на основе кусочно-линейных агрегатов. Элементы теории

предикатов и их использование для описания программно-аппаратных комплексов.

15. Системы сотовой связи. Транкинговые системы связи. Специальные системы связи: войсковые, с подводными или подземными объектами и др.

16. Оценка уязвимости информации. Определение требований к защите информации. Функции и задачи защиты информации. Средства защиты и системы защиты информации. Криптографические методы и средства защиты. Защита информации в компьютерных системах.

17. Методы модуляции при передаче речевых сигналов.

18. Передача речевых сигналов в общем пакете, проблема нарушения масштаба времени.

19. Проблемы высокоточной передачи измерительной информации в телекоммуникационных системах и сетях, потери и задержки сообщений.

20. Телеметрия и оценка технического состояния объектов и технологических процессов. Интеллектуализация программ измерений.

21. Методы экономичного представления изображений. Основные стандарты кодирования изображений, используемые в сетях широкого пользования.

22. Возможности безрастрового представления изображений.

23. Согласование методов представления изображений и протоколов.

24. Экономное использование ресурсов сети при организации видеотелефонии и телеконференций.

25. Предоставление информационных услуг подвижным объектам.

26. Модемы для каналов связи с переменными параметрами. Использование в модемах полососберегающих методов передачи и приёма сигналов. Особенности модемов при разнесенном приеме.

27. Представления случайных процессов рядами и дифференциальными уравнениями. Решётчатые функции. Z-преобразование.

28. Модели дискретных и непрерывных источников информации.

29. Основные виды модуляции, применяемые в каналах систем телекоммуникаций.

30. Свойства и использование однополостной модуляции. Особенности модуляции и детектирования при дискретном модулирующем сигнале.

31. Блочные коды и их декодирование. Примеры важнейших блочных кодов. Циклические коды, методы их декодирования. Свёрточные коды, их классификация и основные характеристики. Методы декодирования свёрточных кодов.

32. Эффективность и энергетический выигрыш кодирования. Кодирование в каналах с памятью. Нелинейное кодирование.

33. Следящие устройства каналов связи. Статистическая динамика следящих устройств. Структурные схемы следящих устройств автоматической регулировки усиления, фазовой и частотной автоматической подстройки.

34. Модели непрерывных каналов связи: канал без помех, канал с аддитивным гауссовым шумом, канал с неопределённой фазой сигнала и аддитивным шумом и канал с межсимвольной интерференцией и аддитивным шумом.

35. Модели дискретных каналов связи: двоичный симметричный канал без памяти, асимметричный канал без памяти, канал с памятью и канал с пакетными ошибками. Моделирование каналов связи.

Процедура проведения зачета осуществляется в форме устного ответа на вопросы из приведенного выше перечня.

#### 4 курс

Перечень вопросов к кандидатскому экзамену, методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов сдачи кандидатского экзамена приведены в Программе Кандидатского Экзамена по научной специальности 2.2.15 - «Системы, сети и устройства телекоммуникаций».

Процедура проведения экзамена осуществляется в форме устного ответа на вопросы билета.

Экзаменационный билет содержит вопросы из перечня вопросов к кандидатскому экзамену.

#### Тематика вопросов к кандидатскому экзамену

- 1 Радиосигналы.
- 2 Кодирование источников и каналов связи.
- 3 Принципы многоканальной связи.
- 4 Модемы каналов связи.
- 5 Сообщения, сигналы и помехи в каналах связи.
- 6 Преобразование сигналов и помех в каналах связи.
- 7 Помехоустойчивость систем передачи сообщений.
- 8 Потенциальные возможности передачи сообщений по каналам связи.
- 9 Элементы теории массового обслуживания.
- 10 Сети массового обслуживания.
- 11 Архитектура систем и сетей телекоммуникаций.

12 Предоставление основных информационных услуг сетями телекоммуникаций.

13 Предоставление интегрированных информационных услуг.

## **7. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации образовательной программы по дисциплине**

7.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой аспирантуры, укомплектованные специализированной учебной мебелью и оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: настенным экраном (стационарным или переносным), маркерной доской и (или) меловой доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

Все помещения, используемые для проведения учебных занятий и самостоятельной работы, соответствуют действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Аспирантам обеспечен доступ (удаленный доступ) к учебно-методическим материалам, размещенным в электронно-информационной среде ФГБОУ ВО ПГУПС по адресу <https://sdo.pgups.ru/>

7.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

- операционная система Windows;
- MS Office;
- Антивирус Касперский.

7.3. Аспирантам обеспечен доступ (удаленный доступ) к библиотечно-справочным системам:

- электронно-библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books> — Загл. с экрана.;
- электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный. — Загл. с экрана;
- электронно-библиотечная система ibooks.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ibooks.ru/> — Загл. с экрана.

7.4. Аспирантам обеспечен доступ (удаленный доступ) к информационным и информационно-справочным системам:

- личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. — Режим доступа:

<http://sdo.pgups.ru/> (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация);

– Российская газета - официальное издание для документов Правительства РФ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.rg.ru>, свободный;

– Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ). Официальный сайт [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.gost.ru/wps/portal](http://www.gost.ru/wps/portal), свободный. — Загл. с экрана;

– Правительство Российской Федерации. Интернет-портал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.government.ru>, свободный.

7.5. Аспирантам обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

– Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/>, свободный.

7.6. Перечень печатных изданий, используемых при освоении дисциплины:

1. Шмытинский В.В., Глушко В.П., Казанский Н.А. Многоканальная связь на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов ж.-д. транспорта/ Под ред. В.В. Шмытинского. - М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008.-704 с

2. Кузнецов, О.П. Дискретная математика для инженера. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2009. – 400 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/220>.

3. Мальцев, И.А. Дискретная математика. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. – 304 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/638>.

4. Шоломов, Л.А. Основы теории дискретных логических и вычислительных устройств. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. – 432 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1556>.

5. Баушев А. Н., Гадасина Л. В. Оптимизационные задачи на сетях. Учебное пособие, ПГУПС, 2012.-108 с.

6. Копылов В. И. Курс дискретной математики [Электронный ресурс]. - СПб. Лань, 2011. - 208 с. <http://e.lanbook.com/books/element.php?pl 1 id=l 798>

7. Н. В. Голубева. Математическое моделирование систем и процессов. [Электронный ресурс]. Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. 2-е изд., стер. — 192с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76852>

8. Т.И.Бояринцева., А.А. Мاستихина. Теория графов [Электронный ресурс : метод.указания — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 37 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58426>]

9. Колокольцов, В.Н. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех). [Электронный ресурс] / В.Н. Колокольцов, О.А. Малафеев. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2012. – 624 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3551>
10. Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. [Электронный ресурс] / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2010. – 368 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/536>
11. Лебедько, Е.Г. Теоретические основы передачи информации. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. – 352 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/1543>.
12. Сесекин, А.Н. Задачи маршрутизации перемещений. [Электронный ресурс] / А.Н. Сесекин, А.А. Ченцов, А.Г. Ченцов. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. – 256 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/677>.
13. Котов, В.К. Научно-методические основы управления надежностью и безопасностью эксплуатации сетей связи железнодорожного транспорта. [Электронный ресурс] / В.К. Котов, В.Р. Антонец, Г.П. Лабецкая, В.В. Шмытинский. – Электрон. дан. – М.: УМЦ ЖДТ, 2012. – 193 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/60688.2>
14. Дорохов, А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем. [Электронный ресурс] / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2015. – 348 с.
15. Горелов, Г.В. Системы связи с подвижными объектами [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.В. Горелов, Д.Н. Роенков, Ю.В. Юркин. — Электрон. дан. — Москва : УМЦ ЖДТ, 2014. — 335 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/58969>.
16. Горелов Г.В., Фомин А.Ф., Волков А.А., Котов В.К. Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте. – М., Транспорт, 1999 – 415с. и электронный ресурс: Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте. / учеб. для вузов ж.-д. трансп. - Электрон. дан. — М.: УМЦ ЖДТ, 2013. — 532 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/58968>
17. Лебединский А. К., Павловский А. А., Юркин Ю. В. - Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте. Москва: 2008
18. В.А. Кудряшов. Открытые информационные системы и сети: учеб. иллюстрированное пособие для студентов вузов, техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. – М.: УМК МПС России, 2005. – 43 с.

19. Игнатов, А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2011. – 528 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/690>.

20. Муромцев, Д.Ю. Электродинамика и распространение радиоволн. [Электронный ресурс] / Д.Ю. Муромцев, Ю.Т. Зырянов, П.А. Федюнин, О.А. Белоусов. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 448 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/51353>.

21. Охорзин, В.А. Теория управления. [Электронный ресурс] / В.А. Охорзин, К.В. Сафонов. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 224 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/49470>.

22. Сапожников В.В. Надежность систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебное пособие для вузов ж.д. транспорта / В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников,

23. В.И. Шаманов; под ред. Вл.В.Сапожникова. - М.: Маршрут, 2003. - 263 с. Ряды. Уч. пособие / В. В. Гарбарук, Е.И.Спиридонов, М. А. Шварц. - Санкт-Петербург: ПГУПС, 2010 г. - 49 с.

24. Строгонов, А.В. Цифровая обработка сигналов в базисе программируемых логических интегральных схем. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2015. – 310 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68427>

25. Складов О.К. Волоконно-оптические сети и системы связи: учеб. пособие [для вузов] / О. К. Складов. - 2-е изд., стер. – СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2010. – 265 с.

26. Крухмалев В.В. Синхронные телекоммуникационные системы и транспортные сети. [Электронный ресурс] / В.В. Крухмалев, А.Д. Моченов. – Электрон. дан. – М.: УМЦ ЖДТ, 2012. – 288 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4179>.

27. Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР. [Электронный ресурс] / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2014. – 464 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/42192>

28. Федеральный закон от 07.07.2003 №126-ФЗ (ред. от 30.12.2021) «О связи» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2022)

29. МС РФ Приказ от 10 августа 1996 г. N 92 «Об утверждении норм на электрические параметры основных цифровых каналов и трактов магистральной и внутризоновых первичных сетей ВСС России. (с изм., внесенными Приказом Гостелекома РФ от 28.09.1999 N 48)

30. Федеральный закон от 26.07.2017 N 187-ФЗ "О безопасности критической информационной инфраструктуры Российской Федерации"