

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Электрическая связь»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«СИСТЕМЫ КОММУТАЦИИ В СЕТЯХ СВЯЗИ» (Б1.В.12)

для направления подготовки (специальности)
23.05.05 «Системы обеспечения движения поездов»

по специализации

«Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта»,

Форма обучения: очная, заочная

Санкт-Петербург
2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Электрическая связь»

Протокол № 5 от 24 декабря 2024 г.

Заведующий кафедрой
«Электрическая связь»
24 декабря 2024 г.

Е.В. Казакевич

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП ВО
«Телекоммуникационные системы и сети
железнодорожного транспорта»
24 декабря 2024 г.

Е.В. Казакевич

1. Цели и задачи дисциплины

Рабочая программа «Системы коммутации в сетях связи» (Б1.В.12) (далее – дисциплина) составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов (далее – ФГОС ВО), утвержденного 27 марта 2018 г., приказ Минобрнауки России № 217, с учетом профессионального стандарта 17.018 «Работник по техническому обслуживанию и ремонту объектов железнодорожной электросвязи» (утвержден 1 апреля 2024 г., приказ Минтруда России № 162н)

Целью изучения дисциплины является подготовка обучающегося к деятельности в области построения, проектирования, модернизации и эксплуатации систем в сетях связи ж.д. транспорта.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- изучение принципов построения, действия и технических характеристик оборудования современных систем коммутации в сетях связи;
- изучение принципов построения и свойств сетей связи с коммутацией каналов и пакетов;
- освоение методов диагностирования и устранения неисправностей в современных системах коммутации в сетях связи;
- освоение методов чтения чертежей и электрических схем оборудования современных систем коммутации в сетях связи.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Планируемыми результатами обучения по дисциплине (модулю) является формирование у обучающихся компетенций и/или части компетенций. Сформированность компетенций и/или части компетенций оценивается с помощью индикаторов достижения компетенций.

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Техническое обслуживание объектов железнодорожной электросвязи (оборудования и устройств телекоммуникационных систем и сетей связи железнодорожного транспорта)	
ПК-1.1.2. Знает устройство, правила эксплуатации, технические характеристики, конструктивные особенности объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>знает</i> : Устройство, принцип действия, технические характеристики, конструктивные особенности: аналоговых и цифровых систем коммутации, работающих по технологиям коммутации каналов и пакетов; аналоговых и цифровых телефонных аппаратов, IP-телефонов, предназначенных для сетей общетехнологической телефонной связи.
ПК-1.1.4 Знает порядок составления принципиальных схем новых образцов объектов железнодорожной электросвязи	Обучающийся <i>знает</i> : Порядок составления принципиальных схем новых образцов цифровых систем коммутации, работающих по технологиям коммутации каналов и пакетов; аналоговых и цифровых телефонных аппаратов, IP-телефонов, предназначенных для сетей общетехнологической телефонной связи

Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине
<p>ПК-1.1.5 Знает условия эксплуатации объектов железнодорожной электросвязи и технические требования, предъявляемые к ним</p>	<p>Обучающийся знает: Условия эксплуатации аналоговых и цифровых систем коммутации, работающих по технологиям коммутации каналов и пакетов; аналоговых и цифровых телефонных аппаратов, IP-телефонов, предназначенных для сетей общетехнологической телефонной связи, а также технические требования, предъявляемые к ним</p>
<p>ПК-1.1.6 Знает методы диагностирования объектов железнодорожной электросвязи</p>	<p>Обучающийся знает: современные методы диагностирования аналоговых и цифровых систем коммутации, работающих по технологиям коммутации каналов и пакетов; аналоговых и цифровых телефонных аппаратов, IP-телефонов, предназначенных для сетей общетехнологической телефонной связи.</p>
<p>ПК-1.1.8. Знает виды неисправностей объектов железнодорожной электросвязи и методы их выявления</p>	<p>Обучающийся знает: основные виды неисправностей аналоговых и цифровых систем коммутации, работающих по технологиям коммутации каналов и пакетов; аналоговых и цифровых телефонных аппаратов, IP-телефонов, предназначенных для сетей общетехнологической телефонной связи.</p>
<p>ПК-2 Ремонт объектов железнодорожной электросвязи (оборудования и устройств телекоммуникационных систем и сетей связи железнодорожного транспорта)</p>	
<p>ПК-2.2.2 Умеет читать схемы, соответствующие обслуживаемым объектам железнодорожной электросвязи</p>	<p>Обучающийся умеет: читать структурные, функциональные и принципиальные схемы, соответствующие обслуживаемым устройствам аналоговых и цифровых систем коммутации, работающих по технологиям коммутации каналов и пакетов; аналоговых и цифровых телефонных аппаратов, IP-телефонов, предназначенных для сетей общетехнологической телефонной связи.</p>

3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)».

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Для очной формы обучения:

Вид учебной работы	Всего часов	Модули		
		1	2	3
		Семестр 7	Семестр 8	Семестр 9
Аудиторные занятия (всего)	154	48	42	64
В том числе:				
– лекции	92	32	28	32
– лабораторные работы (ЛР)	64	16	14	32
– практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	126	20	30	76
Контроль	44	4	36	4
Форма контроля (промежуточной аттестации)		3	Э	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	324/9	72/2	108/3	144/4

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Модули					
		1			2		
		Курс 5			Курс 6		
		Сессия 1	Сессия 2	Итого	Сессия 1	Сессия 2	Итого
Аудиторные занятия (всего)	40	12	12	24	8	8	16
В том числе:							
– лекции (Л)	24	8	8	16	4	4	8
– практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-	-	-	-
– лабораторные работы (ЛР)	16	4	4	8	4	4	8
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	267	56	87	143	64	60	124
Контроль	17	4	9	13	0	4	4
Форма контроля знаний		3	Э	3, Э		3, КР	3, КР
Общая трудоемкость: час / з.е.	324/9	180/5			144/4		

Примечание: «Форма контроля» – экзамен (Э), зачет (З), зачет с оценкой (З*), курсовой проект (КП), курсовая работа (КР).

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Содержание дисциплины

Для очной формы обучения:

Таблица 5.1.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1			
1	Раздел 1. Введение. Общие технические характеристики систем телефонной связи. Принцип действия систем телефонной связи. Конструктивные особенности систем телефонной связи.	Лекция 1. Исторический обзор развития телефонии и принципы телефонной связи	ПК-1.1.2
		Лекция 2. Уровень и тенденции развития сетей телефонной связи России и развитых стран. Развитие телефонной связи на железнодорожном транспорте, роль отечественных и зарубежных ученых и изобретателей. Общие технические характеристики систем телефонной связи	ПК-1.1.2
		Лекция 3. Виды телефонной связи, их назначение и роль в работе железных дорог. Принцип действия телефонной связи.	ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа. Организация телефонной связи на железнодорожном транспорте. Задачи совершенствования телефонной связи на железнодорожном транспорте. Конструктивные особенности систем телефонной связи.	ПК-1.1.2
2	Раздел 2. Основы телефонной связи. Принцип передачи речи. Технические характеристики электроакустических преобразователей и телефонных аппаратов.	Лекция 4. Звуковое поле и звуковые волны. Простые и сложные звуки. Временные и амплитудно-частотные характеристики звуков. Звуки речи и их характеристики. Распределение энергии звуков речи по частотному спектру. Принцип передачи речи.	ПК-1.1.2
		Лекция 5. Основные свойства органа слуха человека. Порог слышимости и порог болевого ощущения. Адаптация органа слуха. Маскирующее действие шумов. Физиологический закон ощущения. Акустические уровни интенсивности, ощущения и громкости. Необходимая полоса разговорных частот в телефонном канале.	ПК-1.1.2

		Лекция 6. Назначение, классификация и основные технические характеристики электроакустических преобразователей. Принципы действия электроакустических преобразователей разных систем. Типы современных электроакустических преобразователей, их свойства и области применения	ПК-1.1.2
		Лекция 7. Классификация и элементы телефонных аппаратов. Разговорные устройства, вызывные и коммутационные приборы. Схемы телефонных аппаратов. Основные параметры, характеризующие электроакустические и электрические свойства телефонных аппаратов. Передача цифр номера импульсами постоянного тока и методом частотного набора.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.4. ПК-1.1.8. ПК-2.2.2.
		Лекция 8. Оценка качества передачи речи в сетях связи с помощью E-модели. Расчет R-фактора и показателя MOS. Принцип построения разговорных трактов.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа. Промышленные образцы телефонных аппаратов, их принципиальные схемы, технические характеристики и область применения.	ПК-1.1.2
		Лабораторные работы Лабораторная работа № 1. Исследование микрофона. Принцип работы микрофона. Лабораторная работа № 2. Исследование телефона. Принцип работы телефона. Лабораторная работа № 3. Изучение схем телефонных аппаратов. Принципиальные схемы телефонных аппаратов. Лабораторная работа № 4. Изучение элементов абонентского доступа. Принципиальная схема абонентского комплекта.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.4
3	Раздел 3. Основы автоматической коммутации. Принцип построения коммутационного поля.	Лекция 9. Назначение и способы коммутации каналов и пакетов. Принципы и технические средства коммутации с пространственным и временным разделением каналов. Принцип и средства реализации пакетной коммутации.	ПК-1.1.2
		Лекция 10. Основной состав оборудования коммутационных станций. Алгоритм установления соединений на АТС. Коммутационные приборы, их назначение и технические характеристики. Соединители в системах коммутации каналов.	ПК-1.1.2.

		<p>Лекция 11. Ступени, звенья и блоки коммутации. Пучки линий и каналов связи. Способы искания соединительных путей: свободное, групповое и линейное искание. Способы определения состояния элементов соединительных путей. Принцип искания в коммутационном поле соединительного пути.</p>	ПК-1.1.2.
		<p>Самостоятельная работа. Оперативная, полупостоянная и кроссовая коммутация. Принципы построения управляющих устройств АТС. Централизованное, децентрализованное и распределенное управление.</p>	ПК-1.1.2.
4	<p>Раздел 4. Построение сетей телефонной связи с коммутацией каналов. Технические характеристики систем сигнализации в сетях связи.</p>	<p>Лекция 12. Элементы сетей телефонной связи. Понятия абонентского доступа, живучести сети и надёжности связи. Структура сетей связи и их сравнительная характеристика. Виды сетей связи по назначению и территории действия. Системы нумерации в сетях связи. Принципы работы систем нумерации.</p>	ПК-1.1.2
		<p>Лекция 13. Системы межстанционной сигнализации в аналоговых и цифро-аналоговых сетях связи. Виды сигналов и способы кодирования сигналов. Передача сигналов постоянным и переменным током по разговорным трактам, по индивидуальным выделенным сигнальным каналам. Технические характеристики систем сигнализации в сетях связи.</p>	ПК-1.1.2.
		<p>Лекция 14. Принципы построения узкополосных цифровых сетей с интеграцией услуг (ISDN). Каналы, функциональные устройства и стандартные точки ISDN. Организация базового и первичного доступов в сети ISDN. Конструктивные особенности устройств доступа.</p>	ПК-1.1.2.
		<p>Лекция 15. Сигнализация на абонентском доступе DSS1. Система межстанционной сигнализации QSIG. Принцип установления соединения в системе DSS1.</p>	ПК-1.1.2.
		<p>Лекция 16. Система сигнализации ОКС №7. Модель протоколов. Сигнальные единицы. Диаграмма установления соединения. Принцип установления соединения в системе ОКС№7.</p>	ПК-1.1.2.
		<p>Самостоятельная работа. Основы систем сигнализации на абонентском доступе V5.1 и V5.2. Принцип установления соединения в системе V5.2.</p>	ПК-1.1.2.

		<p>Лабораторные работы Лабораторная работа № 7. Изучение сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам. Технические характеристики этой сигнализации. Лабораторная работа № 8. Изучение сигнализации DSSI. Технические характеристики этой сигнализации. Лабораторная работа № 9. Изучение систем сигнализации ОКС №7. Технические характеристики этой сигнализации.</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.4
Модуль 2			
5	Раздел 5. Системы коммутации каналов. Технические характеристики систем коммутации. Диагностирование и условия эксплуатации систем коммутации.	Лекция 17. Классификация систем коммутации. Основные сведения о координатных и квазиэлектронных АТС. Цифровые системы коммутации. Обобщенная структурная схема цифровой коммутационной станции: периферийные блоки разного назначения. Принцип действия квазиэлектронной АТС.	ПК-1.1.2
		Лекция 18. Обобщенная структурная схема цифровой коммутационной станции: периферийные и централизованные устройства управления. Принцип установления соединений на цифровой АТС.	ПК-1.1.2
		Лекция 19. Способы построения коммутационных полей АТСЦ: с одной ступенью временной коммутации, со ступенями временной и пространственной коммутации, с общей шиной, с кольцевым и распределенным коммутационным полем. Технические характеристики таких полей.	ПК-1.1.2
		Лекция 20. Организация внутростанционных каналов сигнализации и управления в цифровых АТС. Функциональные схемы отдельных узлов цифровых АТСЦ: модулей абонентских комплектов, интерфейсов цифровых соединительных линий и других. Элементная база цифровых АТС. Виды программ цифровых систем коммутации, предназначенных для выполнения основных функций, дополнительных услуг и технического обслуживания коммутационных станций. Выполнение программ в реальном масштабе времени. Диспетчеры программ. Языки программирования. Принцип действия управляющих устройств.	ПК-1.1.2
		Лекция 21. Построение и технические характеристики цифровых АТС, предназначенных для сетей ОбТС: SI2000. Принципиальные схемы узлов SI2000. Диагностирование и условия эксплуатации систем SI2000.	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 ПК-1.1.4 ПК-1.1.6

		<p>Лекция 22. Построение и технические характеристики цифровых АТС, предназначенных для сетей ОбТС: DX500 и Meridian 1. Принципиальные схемы узлов DX500 и Meridian 1. Диагностирование и условия эксплуатации систем DX500 и Meridian 1.</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 ПК-1.1.4 ПК-1.1.6</p>
		<p>Самостоятельная работа. Элементная база цифровых АТС. Виды программ цифровых систем коммутации, предназначенных для выполнения основных функций, дополнительных услуг и технического обслуживания коммутационных станций. Выполнение программ в реальном масштабе времени. Диспетчеры программ. Языки программирования. Принцип действия управляющих устройств.</p>	<p>ПК-1.1.2</p>
		<p>Лабораторные работы Лабораторная работа № 5. Принципы цифровой коммутации каналов. Лабораторная работа № 6. Построение цифровой системы коммутации Integral 33xE. Технические характеристики этой системы.</p>	<p>ПК-1.1.2 ПК-1.1.4</p>
6	Раздел 6. Теория телетрафика. Нормы и методы проектирования систем коммутации.	<p>Лекция 23. Основные задачи теории телетрафика. Телефонная нагрузка и ее характеристики. Время занятия обслуживающих устройств и законы его распределения. Распределение нагрузки во времени. Коэффициент концентрации нагрузки. Нормы на параметры телефонной нагрузки.</p>	<p>ПК-1.1.5</p>
		<p>Лекция 24. Потоки вызовов. Свойства простейшего потока. Потоки вызовов с простым последствием. Понятие о потоках Пальма. Влияние вида потока на методы проектирования.</p>	<p>ПК-1.1.5</p>
		<p>Лекция 25. Дисциплины обслуживания вызовов с потерями, с ожиданием и комбинированная. Показатели качества обслуживания вызовов. Вероятности потерь по вызовам, по времени и по нагрузке. Вероятности ожидания. Средние длительности ожидания. Нормирование качества обслуживания и распределение потерь на сети связи. Модели обслуживания вызовов и система их обозначений по Кенделлу. Образование пучков линий в коммутационных полях: полнодоступный, неполнодоступный, блокируемый и неблокируемый.</p>	<p>ПК-1.1.5</p>

		<p>Лекция 26. Определение количества обслуживающих устройств для модели М/М/V/L с полнодоступным пучком линий. Первая формула Эрланга (формула Erlang B). Определение количества обслуживающих устройств для модели G/M/V/L с полнодоступным пучком линий и примитивным потоком вызовов. Формула Энгсета. Нормы на проектирование систем коммутации для моделей М/М/V/L и G/M/V/L.</p>	ПК-1.1.5
		<p>Лекция 27. Определение количества обслуживающих устройств для модели М/М/V/W с полнодоступным пучком линий. Вторая формула Эрланга (формула Erlang C). Определение вероятности ожидания обслуживания свыше времени t, средней длительности ожидания и средней длины очереди. Определение качества обслуживания вызовов для модели M/D/1/W с полнодоступным пучком линий. Кривые Кроммелина. Особенности моделей с ограниченным числом мест ожидания и при наличии нетерпеливых абонентов. Пропускная способность линий в пучках (обслуживающих устройств). Нормы на проектирование систем коммутации для моделей М/М/V/W и M/D/1/W.</p>	ПК-1.1.5
		<p>Лекция 28. Особенности нагрузки в пакетных сетях связи. Самоподобные процессы в сетях с пакетной коммутацией. Свойства самоподобных процессов. Понятие о фракталах. Параметр Хёрста. Методика измерения нагрузки в пакетных сетях.</p>	ПК-1.1.5
		<p>Самостоятельная работа. Способы измерения телефонной нагрузки и показателей качества обслуживания вызовов. Методика измерения телефонной нагрузки.</p>	ПК-1.1.5
		<p>Лабораторные работы Лабораторная работа № 10. Изучение моделей систем распределения информации. Соответствие этих моделей нормативным документам проектирования систем коммутации. Лабораторная работа № 11. Изучение многолинейной системы массового обслуживания с ограниченным временем ожидания. Соответствие этой модели нормативным документам проектирования систем коммутации. Лабораторная работа № 12. Изучение системы обслуживания вызовов с ожиданием. Соответствие этой модели</p>	ПК-1.1.5

		нормативным документам проектирования систем коммутации.	
7	Раздел 7. Построение сети общетехнологической телефонной связи (ОбТС). Принципы функционирования сетей связи с коммутацией каналов.	Лекция 29. Общие принципы построения сети общетехнологической связи (ОбТС). Местные сети ОбТС и взаимодействие с телефонной сетью общего пользования. Принципы установления соединений, системы обслуживания заявок и РМТС.	ПК-1.1.2
		Лекция 30. Магистральная и зонавые цифровые сети ОбТС. Цифро-аналоговая сеть ОбТС в переходной период. Системы нумерации в цифровой и цифро-аналоговой сетях ОбТС. Принцип установления обходных соединений.	ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа. Принципы построения сети ОбТС с коммутацией каналов.	ПК-1.1.2
Модуль 3			
8	Раздел 8. Построение мультисервисных сетей связи с коммутацией пакетов. Принципы функционирования сетей связи с коммутацией пакетов.	Лекция 31. Основы построения сетей IP-телефонии. Принципы передачи речи в сети IP-телефонии. Принципы организации видеоконференций в пакетной сети.	ПК-1.1.2
		Лекция 32. Характеристики кодеков, применяемых в системах IP-телефонии и видеосвязи.	ПК-1.1.2
		Лекция 33. Виды систем сигнализации в сетях IP-телефонии. Сеть IP-телефонии с протоколами H.323. Принцип соединения в сети с протоколами H.323.	ПК-1.1.2
		Лекция 34. Сети IP-телефонии с протоколом SIP и SI-T. Принцип соединения в сети с протоколом SIP.	ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа. Сети IP-телефонии с протоколами MGCP и MEGACO/H.248. Принцип соединения в сети с протоколами MGCP и MEGACO/H.248.	ПК-1.1.2
		Лабораторные работы Лабораторная работа № 13. Изучение технологии передачи речи в сети с пакетной коммутацией, использующей протокол IP (VoIP). Часть 1. Изучение протокола SIP. Принцип работы протокола SIP. Лабораторная работа № 14. Изучение технологии передачи речи в сети с пакетной коммутацией, использующей протокол IP (VoIP). Часть 2. Изучение протоколов SDP и RTP. Принцип работы протоколов SDP и RTP.	ПК-1.1.2

9	Раздел 9. Системы коммутации пакетов в сетях IP-телефонии. Принцип действия таких систем, их технические характеристики и схемы их узлов.	Лекция 35. Виды оборудования сетей IP-телефонии. Назначение и технические характеристики шлюзов абонентских и соединительных линий, серверов управления вызовами и программных коммутаторов. Виды и характеристики IP-телефонов и софтфонов. Принцип действия IP-телефонов и их схемы.	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2.
		Лекция 36, 37. Технические характеристики и способы использования систем коммутации пакетов, предназначенных для сетей ОБТС: SI3000, ELTEX, ИЦТС-П и другие. Схемы узлов этих систем.	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2.
		Лабораторные работы Лабораторная работа № 15. Изучение показателей передачи RTP-пакетов в сети IP-телефонии. Принцип передачи в сети RTP-пакетов. Лабораторная работа № 16. Изучение протоколов Ethernet, IP, ARP. Принцип передачи в сети пакетов Ethernet.	ПК-1.1.2
10	Раздел 10. Построение сети NGN на уровне доступа и транспорта. Технические характеристики уровней доступа и транспорта.	Лекция 38. Классификация технологий доступа. Организация доступа с помощью технологий xDSL. Построение сети доступа по оптическим кабелям с применением технологий FTТх и PON. Сравнение технических характеристик доступов xDSL, FTТх и PON.	ПК-1.1.2
		Лекция 39. Технология доступа по каналам Ethernet по медным и оптическим кабелям. Характеристика сетей радиодоступа по технологиям Wi-Fi и WiMAX. Сравнение технических характеристик доступов сети NGN.	ПК-1.1.2
		Лекция 40. Назначение и принципы построения транспортной сети. Развитие технологий транспортных сетей. Современная концепция транспортной сети NGN. Технические характеристики транспортных сетей.	ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа. Основы технологии MPLS, VPN, VPLS. Технические характеристики этих технологий.	ПК-1.1.2
11	Раздел 11. Способы и протоколы управления в сети NGN. Принципы управления в сети NGN.	Лекция 41. Принцип декомпозиции. Основные этапы развития систем управления в телекоммуникационных сетях. Основные сведения об интеллектуальных сетях.	ПК-1.1.2
		Лекция 42. Концепция Softswitch. Архитектура Softswitch. Конвергенция фиксированных сетей и сетей подвижной связи. Принцип действия Softswitch.	ПК-1.1.2

		Лекция 43. Принципы технологии IMS. Функциональные устройства ядра управления IMS. Структура IMS. Уровни управления сессиями и качеством в сети.	ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа. Внутренние и внешние интерфейсы IMS. Идеология распределенных баз данных в системах IMS. Устройство интерфейсов IMS.	ПК-1.1.2
12	Раздел 12. Услуги в сети NGN и качество обслуживания в сетях связи. Нормативные показатели этих услуг.	Лекция 44. Эволюция основных и дополнительных услуг связи. Качество передачи речи в IP-сети. Нормы на показатели качества передачи речи и видео.	ПК-1.1.5
		Лекция 45. Определение качества передачи речи с помощью E-модели в сетях коммутации каналов и пакетов. Примеры расчета R-фактора и оценки MOS в сетях ОБТС.	ПК-1.1.5
		Лекция 46. Характер и структура соглашения об уровне обслуживания (SLA). Качество обслуживания вызовов. Качество обслуживания в IP-сетях: параметры передачи IP-пакетов; характеристики и классы качества услуг.	ПК-1.1.5
		Самостоятельная работа. Концепция TriplePlay: услуги передачи данных, голосовые услуги и услуги IPTV. Нормы на показатели качества услуг TriplePlay.	ПК-1.1.5

Для заочной формы обучения:

Таблица 5.2.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Индикаторы достижения компетенций
Модуль 1			
1	Раздел 1. Введение. Общие технические характеристики систем телефонной связи. Принцип действия систем телефонной связи. Конструктивные особенности систем телефонной связи.	Лекции 1 Исторический обзор развития телефонии и принципы телефонной связи. Уровень и тенденции развития сетей телефонной связи России и развитых стран. Развитие телефонной связи на железнодорожном транспорте, роль отечественных и зарубежных ученых и изобретателей. Общие технические характеристики систем телефонной связи	ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа Организация телефонной связи на железнодорожном транспорте. Виды телефонной связи, их назначение и роль в работе железных дорог. Задачи совершенствования телефонной связи на железнодорожном транспорте. Конструктивные особенности систем телефонной связи.	ПК-1.1.2

2	<p>Раздел 2. Основы телефонной связи. Принцип передачи речи. Технические характеристики электроакустических преобразователей и телефонных аппаратов.</p>	<p>Лекции 2 Звуковое поле и звуковые волны. Простые и сложные звуки. Временные и амплитудно-частотные характеристики звуков. Звуки речи и их характеристики. Распределение энергии звуков речи по частотному спектру. Принцип передачи речи.</p> <p>Основные свойства органа слуха человека. Порог слышимости и порог болевого ощущения. Адаптация органа слуха. Маскирующее действие шумов. Физиологический закон ощущения. Акустические уровни интенсивности, ощущения и громкости.</p> <p>Необходимая полоса разговорных частот в телефонном канале.</p> <p>Назначение, классификация и основные технические характеристики электроакустических преобразователей.</p> <p>Принципы действия электроакустических преобразователей разных систем. Типы современных электроакустических преобразователей, их свойства и области применения.</p>	ПК-1.1.2
		<p>Самостоятельная работа Классификация и элементы телефонных аппаратов. Разговорные устройства, вызывные и коммутационные приборы. Схемы телефонных аппаратов. Основные параметры, характеризующие электроакустические и электрические свойства телефонных аппаратов. Передача цифр номера импульсами постоянного тока и методом частотного набора.</p> <p>Промышленные образцы телефонных аппаратов, их принципиальные схемы, технические характеристики и область применения.</p>	ПК-1.1.2
		<p>Лабораторные работы</p> <p>Лабораторная работа № 1. Исследование микрофона. Принцип работы микрофона.</p> <p>Лабораторная работа № 3. Изучение схем телефонных аппаратов. Принципиальные схемы телефонных аппаратов.</p> <p>Лабораторная работа № 4. Изучение элементов абонентского доступа.</p> <p>Принципиальная схема абонентского комплекта.</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.4
3	<p>Раздел 3. Основы автоматической коммутации. Принцип построения коммутационного</p>	<p>Лекции 3 Назначение и способы коммутации каналов и пакетов. Принципы и технические средства коммутации с пространственным и временным разделением каналов. Принцип и средства</p>	ПК-1.1.2

	поля.	<p>реализации пакетной коммутации. Оперативная, полупостоянная и кроссовая коммутация. Основной состав оборудования коммутационных станций. Алгоритм установления соединений на АТС. Коммутационные приборы, их назначение и параметры. Соединители в системах коммутации каналов.</p> <p>Самостоятельная работа Ступени, звенья и блоки коммутации. Пучки линий и каналов связи. Способы искания соединительных путей: свободное, групповое и линейное искание. Способы определения состояния элементов соединительных путей. Принципы построения управляющих устройств АТС. Централизованное, децентрализованное и распределенное управление.</p>	
4	<p>Раздел 4. Построение сетей телефонной связи с коммутацией каналов. Технические характеристики систем сигнализации в сетях связи.</p>	<p>Лекции 4 Элементы сетей телефонной связи. Понятия абонентского доступа, живучести сети и надёжности связи. Структура сетей связи и их сравнительная характеристика. Виды сетей связи по назначению и территории действия. Системы нумерации в сетях связи. Системы межстанционной сигнализации в аналоговых и цифро-аналоговых сетях связи. Виды сигналов и способы кодирования сигналов. Передача сигналов постоянным и переменным током по разговорным трактам, по индивидуальным выделенным сигнальным каналам. Принципы работы систем нумерации. Технические характеристики систем сигнализации в сетях связи.</p> <p>Самостоятельная работа Принципы построения узкополосных цифровых сетей с интеграцией услуг (ISDN). Каналы, функциональные устройства и стандартные точки ISDN. Организация базового и первичного доступов в сети ISDN. Сигнализация на абонентском доступе DSS1. Системы межстанционной сигнализации в цифровых сетях. Системы сигнализации ОКС №7 и QSIG. Основы систем сигнализации на абонентском доступе V5.1 и V5.2. общих каналов сигнализации (ОКС). Конструктивные особенности устройств доступа.</p>	<p>ПК-1.1.2</p> <p>ПК-1.1.2</p>

5	Раздел 5. Системы коммутации каналов. Технические характеристики систем коммутации. Диагностирование и условия эксплуатации систем коммутации.	<p>Лекции 5 Классификация систем коммутации.</p> <p>Цифровые системы коммутации.</p> <p>Обобщенная структурная схема цифровой коммутационной станции, включающей основные функциональные узлы.</p> <p>Назначение узлов цифровой АТС. Способы построения коммутационных полей АТСЦ; с одной ступенью временной коммутации, со ступенями временной и пространственной коммутации. Технические характеристики таких полей. Организация внутрисканальных каналов сигнализации и управления в цифровых АТС. Принцип установления соединений на цифровой АТС.</p>	ПК-1.1.2
		<p>Самостоятельная работа Функциональные схемы отдельных узлов цифровых АТСЦ: модулей абонентских комплектов, интерфейсов цифровых соединительных линий и других. Элементная база цифровых АТС. Принцип действия управляющих устройств.</p>	ПК-1.1.2
		<p>Лабораторные работы</p> <p>Лабораторная работа № 5 – Принципы цифровой коммутации каналов.</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.4
		<p>Лекции 6 Построение и технические характеристики цифровых АТС, предназначенных для сетей ОБТС.</p> <p>Принципиальные схемы узлов системы SI2000. Диагностирование и условия эксплуатации систем SI2000.</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.5 ПК-1.1.4 ПК-1.1.6
		<p>Самостоятельная работа Виды программ цифровых систем коммутации, предназначенных для выполнения основных функций, дополнительных услуг и технического обслуживания коммутационных станций. Выполнение программ в реальном масштабе времени. Диспетчеры программ. Языки программирования. Принцип действия управляющих устройств.</p>	ПК-1.1.2

6	Раздел 6. Теория телетрафика. Нормы и методы проектирования систем коммутации.	<p>Лекции 7 Основные задачи теории телетрафика. Телефонная нагрузка и ее характеристики. Время занятия обслуживающих устройств и законы его распределения. Распределение нагрузки во времени. Коэффициент концентрации нагрузки. Особенности нагрузки в пакетных сетях связи. Нормы на параметры телефонной нагрузки.</p> <p>Потоки вызовов. Свойства простейшего потока. Потоки вызовов с простым последствием. Влияние вида потока на методы проектирования.</p> <p>Дисциплины обслуживания вызовов с потерями, с ожиданием и комбинированная. Показатели качества обслуживания вызовов. Вероятности потерь по вызовам, по времени и по нагрузке. Вероятности ожидания. Средние длительности ожидания. Нормирование качества обслуживания и распределение потерь на сети связи.</p>	ПК-1.1.5
		<p>Самостоятельная работа Модели обслуживания и система их обозначений по Кенделлу. Образование пучков линий в коммутационных полях: полнодоступный, неполнодоступный, блокируемый и неблокируемый.</p> <p>Определение количества обслуживающих устройств для модели M/M/V/W с полнодоступным пучком линий. Вторая формула Эрланга (формула Erlang C).</p> <p>Определение вероятности ожидания обслуживания свыше времени t, средней длительности ожидания и средней длины очереди. Определение качества обслуживания вызовов для модели M/D/1/W с полнодоступным пучком линий. Кривые Кроммелина. Особенности моделей с ограниченным числом мест ожидания и при наличии нетерпеливых абонентов.</p> <p>Пропускная способность линий в пучках (обслуживающих устройств).</p> <p>Способы измерения телефонной нагрузки и показателей качества обслуживания вызовов.</p> <p>Особенности нагрузки в пакетных сетях связи. Самоподобные процессы в сетях с пакетной коммутацией. Свойства самоподобных процессов. Понятие о фракталах. Параметр Хёрста.</p> <p>Нормы на проектирование систем коммутации для разных моделей обслуживания вызовов.</p>	ПК-1.1.5

		<p>Лабораторные работы Лабораторная работа № 10 – Изучение моделей систем распределения информации. Соответствие этих моделей нормативным документам проектирования систем коммутации. Лабораторная работа № 11 – Изучение многолинейной системы массового обслуживания с ограниченным временем ожидания. Соответствие этой модели нормативным документам проектирования систем коммутации.</p>	ПК-1.1.5
7	Раздел 7. Построение сети общетехнологической телефонной связи (ОбТС). Принципы функционирования сетей связи с коммутацией каналов.	<p>Лекции 8 Общие принципы построения сети общетехнологической связи (ОбТС). Местные сети ОбТС и взаимодействие с телефонной сетью общего пользования. Способы установления соединений, системы обслуживания заявок и РМТС. Принципы установления соединений, системы обслуживания заявок и РМТС.</p> <p>Самостоятельная работа Магистральная и зональные цифровые сети ОбТС. Цифро-аналоговая сеть ОбТС в переходной период. Системы нумерации в цифровой и цифро-аналоговой сетях ОбТС. Принципы построения сети ОбТС с пакетной коммутацией. Принцип установления обходных соединений.</p>	ПК-1.1.2
Модуль 2			
8	Раздел 8. Построение мультисервисных сетей связи с коммутацией пакетов. Принципы функционирования сетей связи с коммутацией пакетов.	<p>Лекции 9 Основы построения сетей IP-телефонии. Принципы передачи речи в сети IP-телефонии. Принципы организации видеоконференций в пакетной сети. Характеристики кодеков, применяемых в системах IP-телефонии и видеосвязи.</p>	ПК-1.1.2
		<p>Самостоятельная работа Виды систем сигнализации в сетях IP-телефонии. Сеть IP-телефонии с протоколами H.323. Сеть IP-телефонии с протоколом SIP. Сети IP-телефонии с протоколами MGCP и MEGACO/H.248. Принцип соединения в сети с протоколами H.323 и SIP.</p>	ПК-1.1.2
		<p>Лабораторные работы Лабораторная работа № 13 – Изучение технологии передачи речи в сети с пакетной коммутацией, использующей протокол IP (VoIP). Часть 1. Изучение протокола SIP. Принцип работы протокола SIP. Лабораторная работа № 14 – Изучение технологии передачи речи в сети с пакетной коммутацией, использующей протокол IP (VoIP). Часть 2. Изучение протоколов SDP и</p>	ПК-1.1.2 ПК-1.1.4

		RTP. Принцип работы протоколов SDP и RTP.	
9	Раздел 9. Системы коммутации пакетов в сетях IP-телефонии. Принцип действия таких систем, их технические характеристики и схемы их узлов.	Лекции 10 Виды оборудования сетей IP-телефонии. Построение и технические характеристики шлюзов абонентских и соединительных линий, серверов управления вызовами и программных коммутаторов.	ПК-1.1.2 ПК-2.2.2
		Самостоятельная работа Виды и технические характеристики IP-телефонов и софтфонов. Узлы коммутации пакетов в сетях IP-телефонии.	ПК-1.1.2
10	Раздел 10. Построение сети NGN на уровне доступа и транспорта. Технические характеристики уровней доступа и транспорта.	Лекции 11 Классификация технологий доступа. Организация доступа с помощью технологий xDSL. Построение сети доступа по оптическим кабелям с применением технологий FTTx и PON. Технология доступа по каналам Ethernet по медным и оптическим кабелям. Характеристика сетей радиодоступа по технологиям Wi-Fi и WiMAX. Сравнение технических характеристик доступов разных типов.	ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа Сравнительный анализ технологий доступа сетей NGN. Назначение и принципы построения транспортной сети. Развитие технологий транспортных сетей. Современная концепция транспортной сети NGN. Основы технологии MPLS, VPN, VPLS. Технические характеристики этих технологий.	ПК-1.1.2
11	Раздел 11. Способы и протоколы управления в сети NGN. Принципы управления в сети NGN.	Лекции 12 Принцип декомпозиции. Основные этапы развития систем управления в телекоммуникационных сетях. Основные сведения о интеллектуальных сетях. Концепция Softswitch. Архитектура Softswitch. Принцип действия Softswitch.	ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа Конвергенция фиксированных сетей и сетей подвижной связи. Принципы технологии IMS. Функциональные устройства ядра управления IMS. Структура IMS. Уровни управления сессиями и качеством в сети. Внутренние и внешние интерфейсы IMS. Идеология распределенных баз данных в системах IMS.	ПК-1.1.2

12	Раздел 12. Услуги в сети NGN и качество обслуживания в сетях связи. Нормативные показатели этих услуг.	Лекции 13 Определение качества передачи речи с помощью E-модели в сетях коммутации каналов и пакетов. Примеры расчета R-фактора и оценки MOS в сетях ОБТС.	ПК-1.1.2
		Самостоятельная работа Модель компонентов качества обслуживания в соответствии с рекомендацией ITU-T E-800. Характер и структура соглашения об уровне обслуживания (SLA). Качество обслуживания вызовов. Качество обслуживания в IP-сетях: параметры передачи IP-пакетов; характеристики и классы качества услуг.	ПК-1.1.2

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Введение	2			2	4
2	Раздел 2. Основы телефонной связи	10		14	10	34
3	Раздел 3. Основы автоматической коммутации	7		2	10	19
4	Раздел 4. Построение сетей телефонной связи с коммутацией каналов	14		14	10	38
5	Раздел 5. Системы коммутации каналов	12		10	10	32
6	Раздел 6. Теория телетрафика	8		8	10	26
7	Раздел 7. Построение сети общетеchnологической телефонной связи (ОБТС)	8		4	10	22
8	Раздел 8. Построение мультисервисных сетей связи с коммутацией пакетов	10		10	18	38
9	Раздел 9. Системы коммутации пакетов в сетях IP-телефонии	6		8	14	28
10	Раздел 10. Способы построения транспортной сети NGN.	5		2	10	17
11	Раздел 11. Способы и протоколы управления в сети NGN.	5		4	12	21
12	Раздел 12. Услуги в сети NGN и качество обслуживания в сетях связи.	5		2	10	17

	Итого	92	0	64	126	280
Контроль						44
Всего (общая трудоемкость, час.)						324

Для заочной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 1. Введение	1			8	9
2	Раздел 2. Основы телефонной связи	2		2	10	14
3	Раздел 3. Основы автоматической коммутации	2			16	18
4	Раздел 4. Построение сетей телефонной связи с коммутацией каналов	3		2	30	35
5	Раздел 5. Системы коммутации каналов	2		2	25	29
6	Раздел 6. Теория телетрафика	2		4	20	26
7	Раздел 7. Построение сети общетехнологической телефонной связи (ОбТС)	2			9	11
8	Раздел 8. Построение мультисервисных сетей связи с коммутацией пакетов	3		2	34	39
9	Раздел 9. Системы коммутации пакетов в сетях IP-телефонии	2		2	31	35
10	Раздел 10. Способы построения транспортной сети NGN.	2			18	20
11	Раздел 11. Способы и протоколы управления в сети NGN.	2		2	36	40
12	Раздел 12. Услуги в сети NGN и качество обслуживания в сетях связи.	1			30	31
	Итого	24	0	16	267	307
Контроль						17
Всего (общая трудоемкость, час.)						324

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

Оценочные материалы по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлены отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины, используя методические материалы дисциплины, а также учебно-методическое обеспечение, приведенное в разделах 8 рабочей программы.

2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем успеваемости (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

3. По итогам текущего контроля успеваемости по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. оценочные материалы по дисциплине).

8. Описание материально-технического и учебно-методического обеспечения, необходимого для реализации программы магистратуры по дисциплине

8.1. Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, 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 доской, мультимедийным проектором (стационарным или переносным).

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

Для проведения лабораторных работ используется лаборатория кафедры «Теория связи, средств передачи информации и коммутации», кабинет «Системы коммутации в сетях связи» (7-404), оборудованная следующими приборами, специальной техникой, установками используемыми в учебном процессе:

- цифровая система коммутации SI2000/SI3000;

- цифровая система коммутации Integral33xE;
- анализатор протоколов в цифровых сетях связи;
- установки для изучения характеристик микрофонов и телефонов;
- программно-аппаратные средства на базе мультимедийных компьютеров для изучения: систем коммутации и сигнализации, протоколов в сетях с коммутацией каналов и пакетов; моделей обслуживания вызовов с разнотипными потоками;
- локальная вычислительная сеть для изучения процессов установления соединений и передачи речи в сети IP-телефонии.

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

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

- Microsoft Windows 7;
- Office Standard 2010 Russian OpenLicensePack NoLevel AcademicEdition;
- Adobe Acrobat Reader DC (бесплатное, свободно распространяемое программное обеспечение; режим доступа <https://get.adobe.com/ru/reader/>);
- Visual Studio Professional 2010 Russian OLP NL AcademicEdition;
- Visual Studio Professional 2010 Russian OLP NL AcademicEdition;
- Программа-анализатор протоколов IP-сетей Wireshark;

8.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных:

- Электронная информационно-образовательная среда ПГУПС – Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru/>

Перечень печатных изданий, используемых в образовательном процессе:

1. Лебединский А.К., Павловский А.А., Юркин Ю.В. Автоматическая телефонная связь на железнодорожном транспорте. Учебник для ВУЗов ж.-д. транспорта / Под ред. А.К. Лебединского. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 531 с.
2. Исследование микрофона: метод. указания к лаб. работе / ПГУПС, каф. "Электр. связь"; разработ.: А. А. Павловский, Е. А. Павловский. - СПб.: ПГУПС, 2009. - 10 с.: ил.
3. Исследование телефона: метод. указания к лаб. работе / ПГУПС, каф. "Электр. связь"; сост.: А. А. Павловский, Е. Б. Богданова, Д. В. Ракитский. - СПб.: ПГУПС, 2006. - 7 с.

4. Изучение сигнализации по двум выделенным сигнальным каналам: метод. указания к лаб. работе по дисциплине "Автомат. телефон. связь на ж. д. трансп."/ ПГУПС, каф. "Электр. связь"; сост.: А. А. Павловский, Е. А. Павловский. - СПб.: ПГУПС, 2007. - 7 с.: ил.

5. Изучение сигнализации DSSI: метод. указания к лаб. работе по дисциплине " Автомат. телефон. связь на ж.-д. трансп."/ ПГУПС, каф. "Электр. связь"; сост. Е. А. Павловский. - СПб.: ПГУПС, 2006. - 9 с.: ил.

6. Изучение систем сигнализации ОКС №7: метод. указания к лаб. работе по дисциплине " Автомат. телефон. связь на ж.-д. трансп."/ ПГУПС, каф. "Электр. связь"; Павловский А.А., Павловский Е.А. . - СПб.: ПГУПС, 2016. - 7 с.: ил.

7. Принципы цифровой коммутации каналов: метод. указания к лаб. работе по дисциплине " Автомат. телефон. связь на ж.-д. трансп."/ ПГУПС, каф. "Электр. связь"; сост. Е. А. Павловский. - СПб.: ПГУПС, 2006. - 6 с.: ил.

8. Изучение моделей систем распределения информации: метод. указания к лаб. работе по дисциплине "Автомат. телефон. связь на ж.-д. трансп."/ ПГУПС, каф. "Электр. связь"; разработ.: Е. А. Павловский, А. Г. Дударь. - СПб.: ПГУПС, 2009. - 12 с.: ил.

9. Юркин Ю.В., Солуянов А.В. Изучение многолинейной системы массового обслуживания с ограниченным временем ожидания. // Методические указания. – СПб.: ПГУПС, 2012. – 11 с.

10. Лебединский А.К. Изучение системы обслуживания вызовов с ожиданием. // Методические указания. – СПб.: ПГУПС, 2013. – 8 с.

11. Павловский А.А., Павловский Е.А. Изучение технологии передачи речи в сети с пакетной коммутацией, использующей протокол IP (VoIP).// Методические указания. – СПб.: ПГУПС, 2007. – 18 с.

12. Федеральный закон от 07.07.2003 №126-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О связи» (с изм. и доп., вступ. в силу 10.01.2016.)

8.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых в образовательном процессе:

- Калькулятор для расчётов по формулам Эрланга – Режим доступа: <http://www.erlang.com/calculator/>

- Программа расчёта параметров обслуживания вызовов в Центре вызовов (Call-Center) – Режим доступа: <http://www.kooltoolz.com/ssm.htm/8.6>.

Разработчик рабочей программы,
к.т.н., доцент кафедры
«Электрическая связь»
24.12. 2024 г.

А.К. Лебединский