

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Юнгблюдт Сергей Викторович  
Должность: Директор  
Дата подписания: 25.05.2026 16:00:32  
Уникальный программный ключ:  
abf344135a93247c3a16ba0fbab969e450f93893

Министерство энергетики Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
дополнительного профессионального образования  
**«ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ»**  
(ФГАОУ ДПО «ПЭИПК»)

Рассмотрена и одобрена  
Советом

УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГАОУ ДПО «ПЭИПК»

**ФГАОУ ДПО «ПЭИПК»**  
Протокол №2  
от «22» декабря 2025 г.

\_\_\_\_\_ С.В. Юнгблюдт  
«22» декабря 2025 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«Цифровые системы передачи и мультиплексоры»  
0306/36**

Программа разработана с учетом профессионального стандартов 06.036 «Специалист по обслуживанию телекоммуникаций», утвержденного приказом Министерства труда России от 17.11.2020 г. № 790н, а также квалификационных требований, указанных в квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденном постановлением Министерства труда России от 21 августа 1998 г. № 37.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ  
2025 г.

Организация разработчик:

ФГАОУ ДПО «ЛЭИПК»

Составители:

Лисовский А.В., к.т.н, доцент, заведующий кафедрой ССТИТ

Былина М.С., к.т.н, доцент кафедры ССТИТ

Программа прошла экспертизу и рекомендована к использованию.

Эксперты:

Харитонов В.Х, к.т.н., доцент кафедры СС и ПД СПбГУТ\_\_\_\_\_

Волчков А.Б, к.т.н., доцент кафедры СС и ПД СПбГУТ\_\_\_\_\_

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА**

## **программы повышения квалификации «Цифровые системы передачи и мультиплексоры»**

**Направление подготовки:** Системы связи, телемеханики и информационно-сетевых технологий.

**Цель программы:** Повышение теоретического уровня и практическая подготовка слушателей к технической эксплуатации цифровых систем передачи и мультиплексоров современных технологических сетей связи.

**Требования к уровню образования, квалификации, наличию опыта профессиональной деятельности поступающих для обучения по программе:**

– высшее образование по одному из направлений, входящих в укрупненную группу 11, или опыт профессиональной деятельности в соответствующих областях.

**Перечень нормативных документов, определяющих квалификационные характеристики (требования) к выпускнику программы:**

– профессиональный стандарт 06.036 «Специалист по обслуживанию телекоммуникаций», утвержденного приказом Министерства труда России от 17.11.2020 г. № 790н.

– квалификационный справочник должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденный постановлением Министерства труда России от 21 августа 1998 г. № 37 (с изменениями и дополнениями).

Раздел I. Общеотраслевые квалификационные характеристики должностей работников, занятых на предприятиях, в учреждениях и организациях. 1. Должности руководителей. Директор (генеральный директор, управляющий) предприятия. Главный инженер. Главный специалист по защите информации. Начальник исследовательской лаборатории. Начальник отдела (лаборатории, сектора) по защите информации. Начальник цеха (участка). 2. Должности специалистов. Инженер. Инженер-лаборант. Инженер по защите информации. Инженер по метрологии. Инженер по надзору за строительством. Инженер по наладке и испытаниям. Инженер по научно-технической информации. Инженер-технолог (технолог). Инженер-электроник (электроник). Инженер-энергетик (энергетик).

Раздел II. Квалификационные характеристики должностей работников, занятых в научно-исследовательских учреждениях, конструкторских, технологических, проектных и изыскательских организациях. 1. Должности руководящих, научных и инженерно-технических работников, общие для научно-исследовательских учреждений, конструкторских, технологических, проектных и изыскательских организаций. Директор (начальник) учреждения (организации). Заместитель директора (начальника) учреждения (организации) по научной работе. Главный инженер учреждения (организации). Заведующий (начальник) научно-исследовательским отделом (отделением, лабораторией) института. Заведующий (начальник) научно-исследовательским отделом (лабораторией) учреждения; заведующий (начальник) научно-исследовательским сектором (лабораторией), входящим в состав научно-исследовательского отдела (отделения, лаборатории) института. Главный научный сотрудник. Ведущий научный сотрудник. Старший научный сотрудник. Научный сотрудник. Младший научный сотрудник. Ведущий инженер. Инженер. 2. Должности руководящих и инженерно-технических работников проектных, конструкторских, технологических и изыскательских организаций. Главный инженер проекта. Заведующий отделом (бюро) оформления проектных материалов. Инженер-проектировщик.

**Описание перечня профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения:**

Способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, обработки информации.

Способность использовать нормативную и правовую документацию в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи).

## Планируемые результаты обучения:

выпускники программы должны:

**знать:** основы технологий построения первичных сетей плездохронной и синхронной цифровых иерархий, технические характеристики и принципы построения современных цифровых систем передачи и мультиплексов, отраслевые нормативы, руководящие документы по нормированию параметров аналоговых и цифровых каналов и трактов;

**уметь:** осуществлять подготовку первичных мультиплексов к работе, управлять режимами и коммутацией с использованием программного обеспечения, измерять параметры аналоговых и цифровых каналов с использованием измерительных приборов, использовать нормативную и правовую документацию в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;

**владеть:** методиками диагностики состояния цифровых систем передачи и мультиплексов; методиками проведения измерений параметров цифровых систем передачи и мультиплексов; навыками работы с нормативной и правовой документацией.

**Трудоемкость программы** 36 академических час. (в том числе 36 ауд. час.).

**Минимальный срок обучения:** 1 неделя.

**Форма обучения:** очная.

**Программа реализуется** с частичным использованием дистанционных образовательных технологий, с отрывом от производства.

**Язык программы:** русский.

**Численность группы:** от 2 чел.

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

### программы повышения квалификации «Цифровые системы передачи и мультиплексы»

№ п/п	Наименование образовательных (профессиональных) модулей программы повышения квалификации/ Наименование тем	Трудоемкость		Объем аудиторных часов			Обучение с использованием ДОТ			Форма контроля
		в зачет. ед.	в часах	всего ауд. часов	лекции	практические занятия/ лабораторные занятия	Контактная работа с преподавателям	Видеозапись занятий с преподавателем	Самостоятельная работа	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Основы построения современных цифровых сетей связи	0.167	6	6	6	-	-	-	-	опрос
2	Цифровые системы передачи и мультиплексы PDH	0.278	10	10	6	4	-	-	-	опрос
3	Цифровые системы передачи и мультиплексы SDH	0.389	14	14	10	4	-	-	-	опрос
4	Волоконно-оптические линии связи.	0.167	6	6	6	-	-	-	-	опрос

	ВСЕГО:	1	36	36	28	8	-	-	-	
	Итоговая аттестация:		-	-	-	-	-	-	-	зачет
	ИТОГО:	1	36	36	28	8	-	-	-	

**Итоговая аттестация: зачет**

### **3. СОДЕРЖАНИЕ программы повышения квалификации «Цифровые системы передачи и мультимплексо­ры»**

#### **Тема 1. Основы построения современных цифровых сетей связи (6 час)**

Архитектура телекоммуникационных сетей. Классификация сетей связи энергетики. Назначение и состав первичной сети, основные термины и определения. Организация типовых каналов передачи и трактов.

Технологии цифровых первичных сетей. Методы коммутации каналов, пакетов, сравнение. Технологии высокоскоростных транспортных сетей.

Вторичные сети и службы электросвязи. Особенности архитектуры цифровой технологической сети связи. Современные тенденции развития сетей связи.

#### **Тема 2. Цифровые системы передачи и мультимплексо­ры PDH (10 час)**

Первичные ЦСП. Принципы аналого-цифрового преобразования сигналов методом ИКМ. Технология временного мультимплексирования цифровых каналов (TDM). Первичный цифровой канал E1. Упрощенная структурная схема первичной ЦСП.

Плезиохронные цифровые иерархии. Основы технологии PDH. Иерархия ЦСП, стандарты РФ, рекомендации МСЭ-Т. Принципы объединения цифровых потоков. Оценка качества передачи в сетях PDH, возможности анализатора МАКС-E1.

Мультимплексо­ры PDH ведущих фирм-производителей. Оборудование PDH компаний «Морион», «Супертел», НТЦ НАТЕКС.

Нормирование параметров аналоговых и цифровых каналов в ЦСП. Параметры аналоговых каналов передачи в ЦСП. Нормы на электрические параметры каналов ТЧ. Измерение параметров каналов ТЧ в ЦСП с использованием анализатора TDA-5.

#### **Тема 3. Цифровые системы передачи и мультимплексо­ры SDH (14 час)**

Синхронные цифровые иерархии. Основы технологии SDH. Преимущества синхронных цифровых сетей, синхронные иерархии. Информационные структуры, основные термины технологии SDH. Мультимплексирование цифровых потоков, формирование синхронного транспортного модуля STM-1.

Системы передачи SDH. Функциональные элементы сетей SDH. Назначение, типы синхронных мультимплексо­ров. Структурная схема типового мультимплексо­ра STM-1, функциональные блоки и интерфейсы.

Мультимплексо­ры SDH ведущих фирм-производителей. Оборудование компаний «Супертел», НТЦ НАТЕКС, АВВ.

#### **Тема 4. Волоконно-оптические линии связи. (6 час)**

Основы передачи информации по оптическим волокнам и кабелям. Оптические волокна, принцип работы, основные параметры. Оптические кабели: классификация, типы, конструкция. Источники и приемники для ВОЛС. Технологии уплотнения ВОЛС. Измерение параметров ВОЛС.

#### **Перечень практических занятий.**

#### **Тема 2. Цифровые системы передачи и мультимплексо­ры PDH**

Изучение архитектуры и принципов конфигурирования мультимплексо­ров плезиохронной цифровой иерархии. Проведение работ по формированию первичных цифровых потоков и физическому соединению интерфейсов (4 час.)

### **Тема 3. Цифровые системы передачи и мультиплексоры SDH**

Настройка логических соединений и управление трафиком в синхронных сетях. Отработка навыков мониторинга аварийных сигналов и конфигурирования схем защиты (резервирования) в кольцевых топологиях SDH (4 час.)

## **4. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ программы повышения квалификации «Цифровые системы передачи и мультиплексоры»**

### **4.1. Кадровое обеспечение программы**

Реализация дополнительной профессиональной образовательной программы повышения квалификации обеспечивается научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, и систематически занимающимися научно-практической деятельностью, а также лицами из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью реализуемой программы, имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет, в том числе лицами, привлекаемыми к реализации программы на условиях гражданско-правового договора.

### **4.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного процесса.**

Рекомендуемая литература по программе:

1. В.Олифер, Н.Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 5-е изд. – СПб.: Питер, 2016.
2. Семенов, Ю.А. Алгоритмы телекоммуникационных сетей. Часть 1. Алгоритмы и протоколы каналов и сетей передачи данных; Часть 2. Протоколы и алгоритмы маршрутизации в Internet. – М.: ИНТУИТ, 2016.
3. А.Лисовский. Гибкие первичные мультиплексоры. – СПб: ПЭИПК, 2020.
4. Листвин, В. Н. DWDM-системы: научное издание / В.Н. Листвин, В.Н. Трещиков. – 4-е изд. – М. : Техносфера, 2021. – 420 с.
5. В.К. Зубарев. Оборудование синхронной цифровой иерархии SDM-4. Учебное пособие. – СПб.: ПЭИПК, 2012

### **4.3. Материально-техническое обеспечение учебного процесса**

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин/модулей (видеопроjectionное оборудование, средства звуковоспроизведения, экран, выход в Интернет).

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации программы, включает в себя:

- аудитории для потоковых лекций, оснащенные мультимедийным оборудованием для проведения интерактивных занятий;
- учебные компьютерные классы, оборудованные персональными компьютерами для проведения занятий малыми группами;
- учебные физические лаборатории, оснащенные современным оборудованием связи для проведения работ по всем разделам курса;
- измерительная электронная аппаратура – тестеры, генераторы для проверки работоспособности и настройки аппаратуры.

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

В случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий допускается замена специально оборудованных помещений их виртуальными аналогами, позволяющими обучающимся осваивать умения и навыки, предусмотренные профессиональной деятельностью.

Библиотека обладает техническими возможностями перевода основных библиотечных фондов в электронную форму и необходимыми условиями их хранения и пользования. Электронно-библиотечные системы (ЭБС) представляют собой полнотекстовые библиотеки, снабженные поисковым аппаратом. При использовании электронных изданий во время самостоятельной подготовки каждому обучающемуся обеспечивается в соответствии с трудоёмкостью изучаемых дисциплин рабочее место в компьютерном классе, имеющем выход в сеть Интернет.

## 5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНИВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Образовательное учреждение, реализующее подготовку по программе повышения квалификации, обеспечивает организацию и проведение текущего и итогового контроля демонстрируемых обучающимися знаний, умений и практического опыта. Текущий контроль проводится преподавателями в процессе обучения. Итоговый контроль результатов освоения программы осуществляется аттестационной комиссией с участием специалистов в осваиваемом виде профессиональной деятельности, в совершенстве владеющих осваиваемыми обучающимися компетенциями.

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по программе, характеризующие этапы формирования компетенций	Виды оценочных средств
Способность владеть основными методами, способами и средствами получения, хранения, обработки информации.	<p><b>знать:</b> основы технологий построения первичных сетей плездохронной и синхронной цифровых иерархий, технические характеристики и принципы построения современных цифровых систем передачи и мультиплексоров;</p> <p><b>уметь:</b> осуществлять подготовку первичных мультиплексоров к работе, управлять режимами и коммутацией с использованием программного обеспечения, измерять параметры аналоговых и цифровых каналов с использованием измерительных приборов;</p> <p><b>владеть:</b> методиками диагностики состояния цифровых систем передачи и мультиплексоров; методиками проведения измерений параметров цифровых систем передачи и мультиплексоров.</p>	Устный опрос
Способность использовать нормативную и правовую документацию в области инфокоммуникационных технологий и систем связи (нормативные правовые акты Российской Федерации, технические регламенты, международные и национальные стандарты, рекомендации Международного союза электросвязи).	<p><b>знать:</b> отраслевые нормативы, руководящие документы по нормированию параметров аналоговых и цифровых каналов и трактов.</p> <p><b>уметь:</b> использовать нормативную и правовую документацию в области инфокоммуникационных технологий и систем связи.</p> <p><b>владеть:</b> навыками работы с нормативной и правовой документацией.</p>	Устный опрос

**Итоговая аттестация:** Зачет

## **Оценочные материалы итоговой аттестации по программе повышения квалификации «Цифровые системы передачи и мультиплексоры»**

К итоговой аттестации допускаются слушатели, в полном объеме выполнившие учебный план.

Дата проведения итоговой аттестации определяется расписанием в соответствии с календарным учебным графиком реализации программы.

Итоговая аттестация по программе повышения квалификации «Цифровые системы передачи и мультиплексоры» проводится в форме устного зачета.

В результате реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации/профессиональной переподготовки слушатели должны:

**знать:** основы технологий построения первичных сетей плезиохронной и синхронной цифровых иерархий, технические характеристики и принципы построения современных цифровых систем передачи и мультиплексоров, отраслевые нормативы, руководящие документы по нормированию параметров аналоговых и цифровых каналов и трактов;

**уметь:** осуществлять подготовку первичных мультиплексоров к работе, управлять режимами и коммутацией с использованием программного обеспечения, измерять параметры аналоговых и цифровых каналов с использованием измерительных приборов, использовать нормативную и правовую документацию в области инфокоммуникационных технологий и систем связи;

**владеть:** методиками диагностики состояния цифровых систем передачи и мультиплексоров; методиками проведения измерений параметров цифровых систем передачи и мультиплексоров; навыками работы с нормативной и правовой документацией.

### **Система оценки результатов освоения программы в ходе итоговой аттестации Описание формы и структуры итоговой аттестации.**

#### ***Вопросы зачета***

#### **Вопросы к зачету**

1. **Архитектура телекоммуникационных сетей:** назначение, состав и технологии современных цифровых первичных сетей.
2. **Методы коммутации:** сравнительный анализ коммутации каналов и пакетов, их эффективность в различных типах сетей.
3. **Преобразование сигналов:** принципы аналого-цифрового преобразования и технология временного мультиплексирования (TDM).
4. **Первичный цифровой поток:** характеристики канала E1 и принципы формирования циклов.
5. **Технология PDH:** основы иерархии, принципы объединения цифровых потоков и недостатки плезиохронной сети.
6. **Мультиплексоры PDH:** назначение, функции и схемы применения на сетях связи.
7. **Технология SDH:** преимущества перед PDH, структура синхронного транспортного модуля (STM) и уровни иерархии.
8. **Мультиплексирование в SDH:** формирование виртуальных контейнеров и управление трафиком.
9. **Оборудование SDH:** терминальные мультиплексоры (TM) и мультиплексоры ввода/вывода (ADM).
10. **Топологии сетей SDH:** кольцевые и линейные структуры, механизмы резервирования и защиты трафика.
11. **Оптические волокна:** принцип работы, основные параметры (затухание, дисперсия) и классификация.
12. **Оптические кабели:** типы конструкций и особенности применения в различных условиях эксплуатации.

13. **Компоненты ВОЛС:** источники и приемники излучения, их характеристики и роль в системе передачи.
14. **Технологии спектрального уплотнения (WDM/DWDM):** принципы работы и частотные планы.
15. **Оптические мультиплексоры:** конструкции, параметры и функции ввода/вывода оптических каналов.

**6. ФОРМА ДОКУМЕНТА, ВЫДАВАЕМОГО ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ  
ПРОГРАММЫ**  
*повышения квалификации «Цифровые системы передачи и мультиплексоры»*

Удостоверение о повышении квалификации

ДПОП согласована:

Заместитель директора  
по учебной работе  
ФГАОУ ДПО «ПЭИПК»

Марасова О.А.

Руководитель программы/  
Заведующий кафедрой ССТИТ

Лисовский А.В.