

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**  
**ИМ. ПРОФ. М. А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»**  
**(СПбГУТ)**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор-проректор по учебной работе



.....Г.М.Машков

2018г.

13-2018

Программа  
повышения квалификации  
**«Сети на базе ВОЛС с использованием технологий WDM. Принципы  
построения, эксплуатации, проведения ремонтных и аварийно-  
восстановительных работ»**

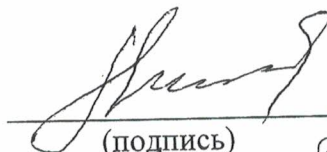
Санкт-Петербург  
2018

Программа повышения квалификации составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «\_29\_» \_марта\_ 2010 г. №238, и в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным ректором университета «\_20\_» «\_марта\_» 2012 г.

Составители:

кандидат технических наук, доцент

кандидат технических наук, доцент



(подпись)

Никитин Б.К.



(подпись)

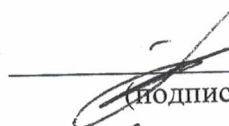
Иванов В.С.

ОБСУЖДЕНО

на заседании кафедры «\_08\_» февраля 2018 г., протокол № 6.

заведующий кафедрой ФилС

кандидат технических наук, доцент

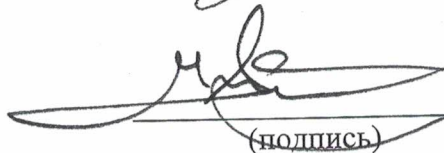


(подпись)

Глаголев С.Ф.

Директор ИНО

кандидат экономических наук



(подпись)

Черкасов К. С.

СОГЛАСОВАНО

начальник УМУ



(подпись)

Аверченков В.И.

## **1. Цель реализации программы.**

Целью реализации программы является совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.

Ознакомление преподавателей каф. ФиЛС

- технологиям WDM;
- выполнению ремонтно-настроечных и аварийно-восстановительных работ при обслуживании кабеля и оборудовании ВОЛС со спектральным уплотнением каналов;
- проведению измерений на ВОЛС.

## **2. Требования к результатам обучения.**

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующие знания и умения, необходимые для качественного изменения компетенций, указанных в п.1: слушатель должен знать :

- основные требования отраслевых нормативных документов к структуре и функциям систем WDM;
- современные программно-технические средства построения систем WDM;
- работой основных элементов систем WDM;
- физической природе и оценке влияний нелинейных эффектов на работу систем связи со спектральным уплотнением каналов.

слушатель должен уметь:

- пользоваться основными функциями систем оборудования DWDM Пуск;
- пользоваться основными функциями работы функциональных узлов оборудования DWDM, его возможностями, достоинствами и недостатками.
- вопросами технической эксплуатации, ремонтно-настроечных и аварийно-восстановительных работ на станционном оборудовании и линейных сооружениях ВОЛС.

## **3. Содержание программы.**

### **3.1. Учебный план.**

Программы повышения квалификации:

***«Сети на базе ВОЛС с использованием технологий WDM. Принципы построения, эксплуатации, проведения ремонтных и аварийно-восстановительных работ»***

Категория слушателей - доктора технических наук, кандидаты технических наук, ведущие инженеры, специалисты по программированию в области телекоммуникаций.

Срок обучения – общий 32 час.

Форма обучения – очно-заочная

Наименование разделов.

1. Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), ВОЛС по технологии WDM. Основные нелинейные эффекты, влияющие на работу ВОЛС на технологии WDM. Принципы построения WDM систем. Компоненты WDM систем. Компонентный состав оборудования DWDM «Пуск». - 12 час.
2. Вопросы технической эксплуатации ВОЛС по технологиям WDM. - 4 час.
3. Оборудование «Пуск» функциональные элементы оборудования «Пуск». - 4 час.
4. Основы технической эксплуатации линейных сооружений волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). - 4 час.
5. Практические занятия - 4 час.
6. Семинар и зачетное занятие - 4 час.

Всего: 32 часа.

Распределение часов по видам занятий:

- 1 раздел - дистанционная форма обучения - 12 час.;
  - 2, 3, 4 разделы - лекции - 12 час, практические занятия - 4 час.;
- Итоговая аттестация - зачет по собеседованиям в процессе семинара на основе доклада по теме реферата - 4 час .

Всего 32 часа.

**3.2. Учебно-тематический план** программы повышения квалификации:  
***«Сети на базе ВОЛС с использованием технологий WDM. Принципы построения, эксплуатации, проведения ремонтных и аварийно-восстановительных работ».***

**Раздел 1.** Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), ВОЛС по технологии WDM. Основные нелинейные эффекты, влияющие на работу ВОЛС на технологии WDM. Принципы построения WDM систем. Компоненты WDM систем. Компонентный состав оборудования DWDM «Пуск».

**Тема 1.1.** Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС), ВОЛС по технологии WDM. Принципы построения ВОЛС, физические основы передачи сигнала в ВОЛС. Основные характеристики ВОЛС – затухание, дисперсия. Типы оптических волокон, основные параметры оптических волокон и области их применения. - **Дистанционно - 3 час.**

**Тема 1.2.** Основные нелинейные эффекты, влияющие на работу ВОЛС на технологии WDM их физическая природа, оценка влияний на параметры системы передачи: - дисперсия оптического волокна; фазовая самомодуляция (ФСМ); фазовая кроссмодуляция (ФКМ); эффект Рамана; эффект Мандельштама-Бриллюэна; четырех волновое смещение (ЧВС); уровень обратно отраженной оптической мощности.

Способы уменьшения влияния нелинейных эффектов на работу систем WDM. - **Дистанционно - 3 час.**

**Тема 1.3.** Принципы построения WDM систем, обобщенная схема ВОЛС на оборудовании WDM назначение основных функциональных узлов и компонентов.

Принципы работы основных компонентов DWDM систем:

- источники излучения для WDM систем;
  - устройства мультиплексирования/демультиплексирования оптических каналов;
  - усилители оптического сигнала (EDFA, Рамановские усилители);
  - устройства компенсации дисперсии сигнала (DCF);
  - фильтры оптических каналов на волоконных решетках Брэгга (FBG);
  - приемники оптического сигнала;
  - особенности эксплуатации разъемных соединений в системах WDM, типы применяющихся оптических коннекторов и розеток, достоинства и недостатки, способы очистки поверхностей и контроля качества чистоты розеток.
- Дистанционно - 3 час.**

**Тема 1.4.** Функциональная схема построения сети на оборудовании WDM, типы систем, способы реализации технологии WDM, функциональные возможности, достоинства и недостатки.

Компонентный состав оборудования WDM «Пуск».

Особенности эксплуатации, наиболее распространенные отказы оборудования, порядок проведения аварийно-восстановительных работ. **- Дистанционно - 3 час.**

## **Раздел 2.** Вопросы технической эксплуатации ВОЛС по технологиям WDM.

**Тема 2.1.** Типы профилактических работ на оборудовании WDM, отраслевые требования. Анализ действующих норм и правил, регламентов по обслуживанию оборудования WDM, трактов и каналов. Анализ действующих норм и правил, регламентов по паспортизации и вводу в эксплуатацию оборудования WDM, трактов и каналов. Процедуры по паспортизации и вводу в эксплуатацию оборудования WDM. Типы существующих измерительных приборов для эксплуатации оборудования WDM. Практический опыт использования, анализ достоинств и недостатков. **- 2 час. лекционный материал.**

**Тема 2.2.** Примеры реальных технологических карт на проведение ремонтных, и плановых работ на оборудовании WDM. Порядок хранения, учета и поверки ЗИП, организация данного процесса на предприятиях связи. Производственная документация по эксплуатации оборудования WDM, отраслевые правила, регламенты и нормы. Примеры ведения документации. **- 2 час. лекционный материал, практическое занятие - 1 час. ознакомление с документацией.**

## **Раздел 3.** Оборудование «ПУСК», функциональные элементы оборудования «ПУСК».

**Тема 3.1.** Оборудование «ПУСК», функциональные элементы оборудования «ПУСК». Принципы построения магистральных WDM сетей

на основе оборудования «ПУСК». Способы организации резервирования. Каскадирование систем при развитии сети. Стратегическое планирование развития WDM сети. Требования к линейно-кабельным сооружениям. Архитектура и топология Межрегиональной Транспортной сети WDM ОАО СЗТ. Особенности топологии и архитектуры WDM сети отдельных районов и узлов. Критические участки на Межрегиональной Транспортной сети WDM ОАО СЗТ. - **2 час. лекционный материал**

**Тема 3.2.** Система управления оборудованием ПУСК. Управление оборудованием по HTTP. Управление оборудованием с помощью программы Монитор. Функциональные возможности программы Монитор. Реакция персонала на предупредительные и аварийные сообщения системы управления DWDM сети. Действия диспетчерской службы и службы эксплуатации в аварийной ситуации. Порядок замены неисправных блоков. - **2 час. лекционный материал, практическое занятие - 1 час. ознакомление с документацией.**

**Раздел 4.** Основы технической эксплуатации линейных сооружений волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

**Тема 4.1.** Основы технической эксплуатации линейных сооружений волоконно-оптических линий связи (ВОЛС). Правила и порядок проведения технической эксплуатации ВОЛС. Особенности проведения технической эксплуатации в зависимости от способа прокладки ВОК– «грунт», «трубка», «кабельная канализация». - **2 час. лекционный материал**

**Тема 4.2.** Порядок подготовки и проведение ремонтно-настроечных работ на ВОЛС. Порядок подготовки и проведения ремонтно-настроечных работ на линейных сооружениях ВОЛС (реконструкции сети, выноски из зоны строительства). - **1 час. лекционный материал**

**Тема 4.3.** Примеры технологических карт на плановые работы на ВОЛС с использованием оборудования WDM. Особенности проведения технической эксплуатации ВОЛС при передаче систем связи со спектральным уплотнением каналов. - **1 час. лекционный материал, практическое занятие - 2 час. ознакомление с практической реализацией РВР на ВОЛС.**

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

| Номер темы.            | Наименование практического занятия.                                                                                                                              | Количество часов |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Тема 2.1.<br>Тема 2.2. | Практический опыт использования измерительного оборудования.<br>Производственная документация по эксплуатации оборудования WDM.<br>Примеры ведения документации. | 1                |
| Тема 3.1.<br>Тема 3.2. | Требования к линейно-кабельным сооружениям. Функциональные возможности программы Монитор.                                                                        | 1                |

|                        |                                                                                                                                                                                                                                                              |   |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Тема 4.1.<br>Тема 4.3. | Особенности проведения технической эксплуатации в зависимости от способа прокладки ВОК– «грунт», «трубка», «кабельная канализация». Пример составления технологических карт на плановые работы на ВОЛС. Ознакомление с практической реализацией РВР на ВОЛС. | 2 |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

## **5. Материально-технические условия реализации программы.**

### **5.1. Наименование специализированных лабораторий:**

- а. 615/1 – комплектация: сварочный аппарат для ОВ, оптический тестер, оптический рефлектометр, анализатор спектра, инструмент для монтажа;
- а. 619/1 - комплектация: сварочный аппарат для ОВ, инструмент для монтажа, оптические муфты, образцы ВОК;
- а. 442/2 – комплектация: измерительная техника для исследования компонентов ВОЛС;
- а. 446/2 – комплектация: измерительная техника для исследования активных компонентов ВОЛС передающие и приемные оптические модули.

Все лаборатории оборудованы компьютерами, мультимедийными комплексами, соответствующим программным обеспечением, что обеспечивает возможность наглядного представления всех тем программы обучения.

### **5.2. Виды занятий.**

Порядок подготовки и проведения ремонтно-настроечных работ на линейных сооружениях ВОЛС.

Особенности проведения технической эксплуатации в зависимости от способа прокладки ВОК– «грунт», «трубка», «кабельная канализация».

Существующие измерительные приборы для эксплуатации оборудования WDM. Практический опыт использования, анализ достоинств и недостатков.

## **6. Учебно-методическое обеспечение программы.**

### **Раздел 1.**

1. Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше. - М.: 2012 – 268 с.
2. Передаточные характеристики оптических волокон. Учебное пособие для вузов. С.Ф. Глаголев, В.С. Иванов, Л.Н. Кочановский СПб ГУТ, 2005 г.
3. Нелинейная волоконная оптика, Агравал Г., 1996
4. Слепов Н.Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. – М.: Радио и связь, 2000.- 468 с.
5. Обзор технологии DWDM

### **Раздел 2.**

1. "Руководство по строительству линейных сооружений местных сетей связи", М., 2005 разработано ОАО "ССКТБ-ТОМАСС"

2. Слепов Н. Особенности, проблемы и перспективы разреженных систем WDM (CWDM) // Электроника: НТБ. 2004. № 7. С. 56-59.
3. Современные технологии строительства и эксплуатации ВОЛС. Учебное пособие для вузов. Б.К.Никитин, Г.М.Смирнов, С.Ф.Глаголев, СПб ГУТ, 2012.
4. Руководящий технический материал по технической эксплуатации волоконно-оптических систем передачи на внутризоновых и магистральных первичных сетях ВСС России. – М.: ЦНИИС – 2001

#### Раздел 3.

1. Система спектрального уплотнения ПУСК. <http://optic-lines.ru/pusk.html>
2. Новое поколение DWDM-оборудования "ПУСК". Владимир Трещиков, генеральный директор компании "Т8" Олег Наний, д.ф-м.н., консультант компании "Т8" <http://www.tssonline.ru/articles2/fix-op/novoe-pokolenie-dwdm-oborudovaniya-pusk>
3. Оборудование DWDM «Волга» <https://www.2test.ru/upload/2013-%D0%A28.pdf>

#### Раздел 4.

1. Современные технологии и организация строительства ВОЛС: учебное пособие / В.С. Иванов, Б.К. Никитин, Р.Я. Пирмагомедов; рец.: Т. И. Васильева, Б. Г. Осипов; Федеральное агентство связи, Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича". - СПб. : СПбГУТ, 2015. - 126 с.
2. Оптимизация линий связи первичных сетей. Учебное пособие для вузов. С.Ф.Глаголев, Б.К.Никитин СПб ГУТ, 2005 г.
3. Основные принципы проектирования и эксплуатационно-технического обслуживания ВОЛС. <http://works.doklad.ru/view/МНМdpR7Xxo8.html>

### 7. Оценка качества освоения программы.

Оценка качества освоения программы осуществляется в процессе заключительного семинара где слушатели представляют доклад по заданным заранее темам в соответствии с общей направленностью программы. Оценку соответствия доклада теме, полноты раскрытия, достоверности и возможных перспективах использования делают соответствующие специалисты, работающие в данной области телекоммуникаций и имеющие определенные научные или инженерные разработки, которые могут быть приглашены для участия в семинаре. По результатам оценки слушатели получают зачет об усвоении программы курса повышения квалификации.

### 8. Темы докладов по программе курса.

Темы докладов по программе повышения квалификации:

***«Сети на базе ВОЛС с использованием технологий WDM. Принципы построения, эксплуатации, проведения ремонтных и аварийно-восстановительных работ».***

| № п/п | Наименование темы доклада                                                                                                                                       |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 00    | Состав и назначение элементов системы технической эксплуатации (СТЭ) ВОЛС с WDM.                                                                                |
| 01    | Организация эксплуатационно-технического обслуживания ВОЛС, основные положения и задачи.                                                                        |
| 02    | Состав основных работ по объектам ВОЛС, их краткая характеристика.                                                                                              |
| 03    | Методы определения поврежденного участка ВОЛС, станции, оборудования WDM.                                                                                       |
| 04    | Руководство техническим обслуживанием, кто осуществляет, задачи и цели.                                                                                         |
| 05    | Задачи персонала, непосредственно осуществляющего техническое обслуживание ВОЛС с WDM.                                                                          |
| 06    | Задачи и способы проведения эксплуатационного контроля.                                                                                                         |
| 07    | Основные методики проведения РВР и АВР на ВОЛС.                                                                                                                 |
| 08    | Критерии оценки трафика ВОЛС с WDM, примеры.                                                                                                                    |
| 09    | Варианты построения системы ТЭ в зависимости от технологий строительства ВОЛС.                                                                                  |
| 10    | Основные причины повреждений ВОЛС.                                                                                                                              |
| 11    | Время восстановления ВОЛС и его структура.                                                                                                                      |
| 12    | Зависимость построения системы ТЭ в структурах WDM.                                                                                                             |
| 13    | Основные нелинейные эффекты, влияющие на работу ВОЛС по технологии WDM их физическая природа.                                                                   |
| 14    | Способы уменьшения влияния нелинейных эффектов на работу систем WDM.                                                                                            |
| 15    | Функциональная схема построения сети на оборудовании WDM, типы систем, способы реализации технологии WDM, функциональные возможности, достоинства и недостатки. |
| 16    | Оборудование «ПУСК», функциональные элементы оборудования «ПУСК». Принципы построения магистральных WDM сетей на основе оборудования «ПУСК».                    |
| 17    | Управление оборудованием с помощью программы Монитор. Функциональные возможности программы Монитор.                                                             |
| 18    | Примеры другого оборудования WDM и их сравнительная характеристика.                                                                                             |
| 19    | Системы резервирования по ВОЛС, структура, варианты построения.                                                                                                 |
| 20    | Эксплуатационные измерения на ВОЛС - состав, приборы, методики.                                                                                                 |