

Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций
Российской Федерации

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М. А. Бонч-Бруевича»



СЕРЖДАЮ

первого проректора-
проректора по учебной работе

С.И. Ивасишин

2022 г.

Регистрационный № 06-2022

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Волоконно-оптические системы связи:
принципы, технологии, компоненты»

Санкт-Петербург
2022 г.

1. Цель реализации программы

Целью реализации программы является качественное изменение профессиональных компетенций, необходимых для выполнения следующих видов профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации:

– анализ, применение и развитие современных оптических технологий формирования сигналов, их передачи, приема и обработки.

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:

– принципы действия, структурные схемы и конструкции линейных волоконно-оптических трактов и волоконно-оптических систем связи (ВОСС);

– принципы действия, конструкции и параметры оптических волокон и оптических кабелей, пассивных и активных ВОСС;

– принципы действия, конструкции и параметры устройств для генерации, модуляции и кодирования оптического излучения, а также устройств для приема и обработки оптических сигналов.

слушатель должен уметь:

– использовать современные достижения науки и передовые инфокоммуникационные технологии в области ВОСС;

– обоснованно выбирать структурные схемы, информационные технологии, пассивные и активные компоненты волоконно-оптических систем связи;

– рассчитывать основные параметры высокоскоростных оптических систем связи.

3. Содержание программы¹

Категория слушателей – высшее образование, преподаватели высшей школы.

Срок обучения – 18 часов.

Форма обучения – очная с применением ДОТ

¹ Наличие учебной программы носит рекомендательный характер, определяется объемом программы, требованиями заказчика и т.д.

Учебный план
программы повышения квалификации
«Волоконно-оптические системы связи:
принципы, технологии, компоненты»

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	В том числе	
			лекции	Практич. и лаборат. занятия
1	Общие сведения об оптической связи. Особенности построения ВОСС. Компоненты ВОСС	2	2	0
2	Конструкции и производство оптических волокон и оптических кабелей	2	2	0
3	Затухание в оптических волокнах	2	2	0
4	Многомодовые и одномодовые оптические волокна	4	2	2
5	Передающие и приемные устройства для ВОСС	4	2	2
6	Пассивные и активные оптические компоненты ВОСС	4	2	2
	ВСЕГО:	18	12	6

Учебная программа
«Волоконно-оптические системы связи:
принципы, технологии, компоненты»

Тема 1. Общие сведения об оптической связи. Особенности построения ВОСС. Компоненты ВОСС (2 часа)

Особенности оптической передачи сигналов по направляющим системам связи. Структурная схема волоконно-оптического линейного тракта. Элементы волоконно-оптического линейного тракта: оптический кабель, оконечные и промежуточные пункты, регенераторы, источники и приемники излучения, оптические усилители. Спектральное уплотнение.

Тема 2. Конструкции и производство оптических волокон и оптических кабелей (2 часа)

Конструкция оптического волокна. Технологии производства оптических волокон. Классификация кабелей, элементы конструкции, используемые материалы. Технология производства оптических кабелей.

Тема 3. Затухание в оптических волокнах (2 часа)

Затухание в оптическом волокне. Единицы измерения затухания. Абсолютный уровень мощности. Собственные и дополнительные потери. Коэффициент затухания, его зависимость от длины волны. Окна прозрачности. Влияние затухания на длину регенерационного участка.

Тема 4. Многомодовые и одномодовые оптические волокна (4 часа)

Понятие моды. Ввод излучения в оптическое волокно. Числовая апертура. Нормированная частота. Количество мод. Межмодовая дисперсия. Многомодовые волокна для высокоскоростных сетей.

Условие одномодового режима распространения излучения. Длина волны отсечки. Хроматическая дисперсия. Диаметр модового поля. Влияние хроматической дисперсии на длину регенерационного участка. Компенсация хроматической дисперсии. Классификация и параметры современных одномодовых оптических волокон.

Тема 5. Передающие и приемные устройства для ВОСС (4 часа)

Передающие устройства для ВОСС. Источники излучения. Спонтанная и вынужденная люминесценция. Светоизлучающие и лазерные диоды, их параметры и конструкции. Внутренняя и внешняя модуляция.

Приемные устройства для ВОСС. Фотодиоды, их параметры, конструкции, схемы включения. Источники шума в фотоприемных устройствах. Быстродействие фотоприемных устройств. Принципы энергетического и когерентного приема.

Тема 6. Пассивные и активные компоненты ВОСС (4 часа)

Особенности и параметры пассивных компонентов. Разъемные и неразъемные соединения оптических волокон. Вносимые и возвратные потери в соединениях. Оптические изоляторы. Оптические аттенюаторы. Многопортовые пассивные компоненты. Оптические разветвители. Оптические интерференционные фильтры. Мультиплексоры WDM. Оптические циркуляторы.

Активные компоненты для ВОСС. Принципы усиления оптического излучения. Оптические усилители на основе волокон, легированных редкоземельными элементами. Оптические усилители на основе явления вынужденного комбинационного рассеяния. Конвертеры длины волны.

Перечень лабораторных работ

Номер темы	Наименование лабораторной работы	
4	Измерение вносимого затухания в волоконно-оптическом линейном тракте (2 часа)	
5	Измерение параметров источников и приемников излучения (2 часа)	
6	Изучение конструкций пассивных компонентов (2 часа)	

4. Организационно-педагогические условия

4.1. Формы и режим занятий: аудиторная; групповая; индивидуальная; самостоятельная работа.

4.2. Форма обучения: очно-заочная.

4.3. Срок освоения: 2 недели.

4.4. Применяемые средства обучения: компьютеры, мультимедийный комплекс, специализированное лабораторное оборудование.

4.5. Материально-техническое обеспечение реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	лекции	Компьютер, мультимедийный комплекс
Лаборатория пассивных оптических сетей (а. 619/1)	лабораторные занятия	Стенды с образцами оптических кабелей, пассивных компонентов, оптических муфт, измерительное оборудование
Лаборатория фотоники и оптоинформатики (а. 446/2)	лабораторные занятия	Лабораторные модули для исследования прямо-передающего оборудования ВОСС

4.6. Учебно-методическое обеспечение программы

1. Былина, М.С. Сети стационарного широкополосного доступа : учебное пособие / М.С. Былина, В.С. Иванов, А.Б. Семенов, А.Н. Сергеев. – СПб.: СПбГУТ, 2020.

2. Листвин, В. Н. DWDM-системы : научное издание / В. Н. Листвин, В. Н. Трешиков. - 2-е изд. - М. : Техносфера, 2015. - 278 с. : ил. - Библиогр.: с. 273-278.

3. Былина, М.С. Оптические волокна в телекоммуникациях : [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. С. Былина, С. Ф. Глаголев. - СПб. : СПбГУТ, 2019. - 108 с.

5. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется аттестационной комиссией в виде зачета в устной форме. Комиссия оценивает уровень ус-

воения слушателями материала, предусмотренного программой, и дает общую оценку - «зачтено», «не зачтено».

Перечень вопросов

1. Структурная схема передачи сигналов по оптическому линейному тракту. Основные компоненты ВОСС, их назначение
2. Оптическое волокно. Конструкция. Производство.
3. Оптический кабель. Классификация. Конструкции
4. Многомодовые волокна. Характеристики и параметры.
5. Одномодовые волокна. Характеристики и параметры.
6. Волокна, используемые в ВОСП. Классификация и конструкция.
7. Затухание излучения в оптических волокнах. Зависимость коэффициента затухания от длины волны.
8. Передающие устройства. Требования, предъявляемые к передающим устройствам для ВОЛС. Функции, параметры, структурные схемы.
9. Светоизлучающие диоды. Конструкции, параметры.
10. Модуляция оптических сигналов.
11. Фотодиоды. Принцип действия и схемы включения фотодиодов. Усилители фототока.
12. Принципы приема оптических сигналов. Энергетический и когерентный прием.
13. Технологии сращивания оптических волокон. Разъемные и неразъемные соединения оптических волокон.
14. Оптические разветвители, фильтры и аттенюаторы. Принцип действия, конструкции, параметры, применение.
15. Устройства волнового мультиплексирования. Принцип действия, конструкции, параметры, применение.
16. Оптические изоляторы и циркуляторы. Принцип действия, конструкции, параметры, применение.
17. Оптические усилители на основе волокон, легированных редкоземельными элементами.
18. Оптические усилители на основе явления вынужденного комбинационного рассеяния.

Слушатель считается аттестованным, если имеет положительные оценки (зачтено) по разделам программы, выносимым на зачет.

6. Составители программы

Былина М.С., к.т.н., доцент, зав. каф. ФилС

Глаголев С.Ф., к.т.н., доцент, доцент каф. ФилС