

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

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

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

 С. В. Бачевский
2015 г.
01-2015

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПАССИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СЕТИ (PON)

1. Общая характеристика программы

- 1.1. Тип дополнительной профессиональной программы: программа повышения квалификации (далее – программа).
- 1.2. Программа разработана с учетом квалификационных требований к результатам освоения образовательных программ и направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.
- 1.3. К освоению программы допускаются: лица, имеющие высшее образование, а также лица, получающие высшее образование.
- 1.4. Обучение по программе осуществляется на основе договора об образовании, заключаемого со слушателем и (или) с физическим или юридическим лицом, обязующимся оплатить обучение лица, зачисляемого на обучение.
- 1.5. Срок освоения программы: 72 часа. Срок освоения может определяться договором об образовании.
- 1.6. Форма обучения: очная, очно-заочная.
- 1.7. Категория обучающихся: инженерно-технический персонал, руководители и специалисты телекоммуникационных компаний; лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование и лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.
- 1.8. Формы аттестации: итоговая аттестация - после освоения всей программы.
- 1.9. Выдаваемый документ: лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации.
- 1.10. При освоении программы параллельно с получением высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании.

1.11. Удостоверение о повышении квалификации по результатам обучения по программам дополнительного профессионального образования дает право заниматься определенной профессиональной деятельностью и (или) выполнять конкретные трудовые функции, для которых определены обязательные требования к наличию квалификации.

1.2. Цели обучения.

Цель:

Целью программы является изучение типовой конфигурации, структурной схемы оптических сетей доступа, рассмотрение классификации и основных требований к основным параметрам, перечню и характеристикам пассивных компонентов, изучение принципов функционирования технологий широкополосного доступа (A-PON, B-PON, E-PON и G-PON). Программа предназначена для руководителей и специалистов технического персоналу проектных и эксплуатационных предприятий связи. В результате освоения программы предусмотрено совершенствование компетенций и получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности слушателей, и повышения их профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации:

ПК 1.1. Осуществлять монтаж и техническую эксплуатацию сетей и систем связи.

ПК 1.2. Осуществлять монтаж и техническую эксплуатацию оконечных устройств.

ПК 1.3. Осуществлять техническую эксплуатацию цифровых и волоконно-оптических систем передачи.

ПК 1.4. Производить измерения параметров цифровых каналов, трактов и анализировать результаты измерений.

ПК 1.5. Определять характер и место повреждения оборудования и восстанавливать его работоспособность.

ПК 1.6. Вести оперативно-техническую документацию и составлять отчеты.

1.3 Планируемые результаты обучения

В результате изучения курса слушатель должен знать:

- основы обеспечения качества предоставления услуг в сетях PON (ПК-1); архитектуру дифференцированных услуг (ПК-1); принципы формирования трафика на границе сети, классификацию пакетов, маркировку пакетов и управление интенсивностью трафика (ПК-1); интегрированные услуги и протокол резервирования ресурсов (ПК-1); архитектуру сетевых механизмов обеспечения качества обслуживания в PON сетях (ПК-1). В результате изучения курса слушатель должен уметь:

- проводить анализ требований по уровню качества обслуживания к сети оператора (ПК-2); проводить базовую настройку пограничных маршрутизаторов оператора (ПК-2); владеть методами обеспечения качества предоставления услуг в сетях PON и методами моделирования телекоммуникационных систем и сетей для анализа показателей QoS (ПК- 2, ПК-9).

2. Содержание программы

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование разделов программы	Всего часов	Аудиторные занятия		СРС	Формы контроля
			Лекции	Практич.		
1	Технологии сетей абонентского доступа, их преимущества и недостатки.	4	2	-	2	
2	Технология GPON	10	2		8	
3	Практические занятия.	16	-	16	-	
4	Среда передачи	16	4	-	12	
5	Организация услуг Triple Play (IP TV, VoIP, Internet)	16	6	-	10	
6	Оптическая сеть абонентского доступа с использованием технологии PON.	4	2	-	2	
7	Внедрение технологии PON	4	2	-	2	
8	Итоговая аттестация	2	2	-		зачет
	Итого:	72	20	16	36	

2.2. Календарный учебный график

№ п/п	наименование темы	кол-во часов	Дни недели
1	Технологии сетей абонентского доступа, их преимущества и недостатки.	2	Понедельник
2	Технология GPON	2	
3	Практические занятия.	16	Вторник-Среда
4	Среда передачи	4	Четверг
5	Организация услуг Triple Play (IP TV, VoIP, Internet)	6	
6	Оптическая сеть абонентского доступа с использованием технологии PON.	2	Пятница
7	Внедрение технологии PON	2	
8	Итоговая аттестация	2	

2.3. Рабочая программа

№ п/п	Наименование разделов программы
1	Технологии сетей абонентского доступа, их преимущества и недостатки. Требования к сетям доступа. Проводные и беспроводные: Ethernet, xDSL, FTTx, WiFi. Преимущества и недостатки.
2	Технология GPON Архитектура сети абонентского доступа на базе PON. Особенности технологий APON, EPON, GPON и GEPON, их преимущества и недостатки. Линейное кодирование при использовании технологий PON. Передача данных в восходящем и нисходящем направлениях. Управление доступом к среде. Структуры кадров в восходящем и нисходящем направлениях. Адресация и разделение трафика. Процедура активации ONT. Защита информации. Передача пользовательского трафика. Инкапсуляция GEM.
3	Практические занятия. Монтаж оптического кабеля и муфты для кабельной канализации, монтаж кабелей и оконечных устройств на линейной части GPON с использованием сварочных аппаратов специального назначения. Измерения смонтированного участка на специально разработанных приборах. Монтаж оптического кабеля и абонентского терминала.
4	Среда передачи Компоненты сети абонентского доступа на базе PON Сплиттеры, абонентские кабели, передатчики/приемники, бюджет мощности. Измерение параметров. Практическая работа с волоконно-оптическим кабелем (механическое обжатие).
5	Организация услуг Triple Play (IP TV, VoIP, Internet) Требования к сети при передаче различных видов трафика. Рекомендации ITU-T. Передача трафика реального времени в сетях TCP/IP. Протоколы RTP и RTCP. Особенности передачи трафика IPTV и VoD. Кодирование видеоинформации. Групповое вещание в сетях IP. Групповая адресация. Протоколы управления группами (IGMP). Групповая маршрутизация. Протоколы PIM-DM и PIM-SM. Типичные конфигурации протоколов при подключении пользователей. Организация VLAN. Протоколы PPPoE, DHCP. NAT/PAT. Обеспечение качества обслуживания.
6	Оптическая сеть абонентского доступа с использованием технологии PON. Опыт проектирования линейных сооружений: - общие сведения - оборудование, изделия и материалы - вопросы проектирования магистральной сети - вопросы проектирования распределительной сети.
7	Внедрение технологии PON в сетях крупных операторов связи.

3. Кадровые условия

По всем темам программы, лекторами являются ведущие специалисты предприятий связи и преподаватели Вузов имеющие многолетний опыт преподавания, имеющие ученую степень кандидата наук базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины.

4. Учебно-методическое обеспечение.

Учебно-методическое обеспечение содержит учебные и учебно-методические пособия, необходимую информационную базу, в том числе журналы в профессиональной области, научную литературу. Учебный процесс обеспечен лабораторным оборудованием, вычислительной техникой, программными средствами в соответствии с содержанием программы.

5. Формы промежуточной и итоговой аттестации

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является зачет. Зачет проводится по билетам, которые включают 2 теоретических вопроса. Для допуска к итоговой аттестации слушатель должен посещать занятия, проявлять активность в аудитории, выполнять все практические задания и сдать зачет по ним, научиться решать задачи по основным разделам курса. Оценка знаний слушателей производится по следующим критериям: - оценка «зачет» выставляется слушателю, если он ответил на вопросы билета и не полностью ответил на дополнительные вопросы, если они были необходимы; - оценка «незачет» выставляется слушателю, если он не ответил на вопросы билета и не ответил на дополнительные вопросы.

6. Рекомендуемая литература

1. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON. Часть 1. Архитектура и стандарты, «LIGHTWAVE RUSSIAN EDITION», 2004, № 1.
2. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON. Часть 2. ETHERNET на первой миле, «LIGHTWAVE RUSSIAN EDITION», 2004, № 2.
3. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON. Часть 3. Проектирование оптимальных сетей, «LIGHTWAVE RUSSIAN EDITION», 2004, № 3.
4. Алексеев Е.Б., Заркевич Е.А., Скляр О.К., Устинов С.А. Эволюция сети доступа на основе применения волоконно-оптических технологий, «Электросвязь», 2003, № 9.
5. Алексеев Е.Б., Заркевич Е.А., Скляр О.К., Павлов Н.М. Атмосферные оптические линии передачи на местной сети связи России и проблемы их внедрения, «Электросвязь», 2003, №9.
6. Алексеев Е.Б. «Основы проектирования и технической эксплуатации цифровых волоконно-оптических систем передачи». Учебное пособие, ИПК МТУСИ, ООО «Оргсервис-2000», М., 2004.

7. Алексеев Е.Б. «Транспортные сети СЦИ. Проектирование, техническая эксплуатация и управление». Учебное пособие, ИПК МТУСИ, ООО «Оргсервис- 2000», М., 2004.
8. Алексеев Е.Б., Скляров О.К., Устинов С.А. Оптические сети операторов связи DWDM и CWDM в России, «Технологии и средства связи», 2004, № 2.
9. Алексеев Е.Б., Скляров О.К., Устинов С.А. Спектральное уплотнение в оптических сетях связи, «ФОТОН-ЭКСПРЕСС», 2004, № 1.
10. Алексеев Е.Б., Скляров О.К., Устинов С.А. Спектральное уплотнение оптических каналов в современных ВОСП, «ФОТОН-ЭКСПРЕСС», 2004, № 1.
11. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON. Часть 3. Проектирование оптимальных сетей, «LIGHTWAVE RUSSIAN EDITION», 2004, № 3.
12. Долотов Д.В. Оптические технологии в сетях доступа, «Технологии и средства связи», спецвыпуск «Системы абонентского доступа», 2004.

7. Вопросы к зачету

1. Что такое PON?
2. В чём заключается принцип работы сети PON?
3. Какими преимуществами обладает PON перед FTTx?
4. Какую скорость передачи данных поддерживает PON технология?
5. Какое оборудование необходимо для построения сети PON?
6. Каким образом строится PON сеть?
7. Чем отличаются OLT-ы AC, 2-AC, DC и 2-DC?
8. Каких типов бывают сплиттеры?
9. В чём разница между сварными и планарными сплиттерами?
10. В каких ситуациях можно использовать сварные сплиттеры?
11. Что лучше: сваривать сплиттеры или использовать SC коннекторы?
12. На какое расстояние может работать сеть PON ?
13. Какое максимальное количество абонентов можно подключить к PON сети?
14. Что такое оптический бюджет?
15. Можно ли разветвить PON сеть на 128 ONU (если оптический бюджет это позволяет).
16. Каким образом передать по PON сети CATV?
17. Можно ли использовать SFP CWDM 1490nm модуль вместо SFP PON?
18. Какую скорость Интернета можно обеспечить абонентам по технологии PON?
19. Почему нельзя допускать, чтобы на ONU сигнал был меньше -26 dBm?
20. Какие факторы необходимо учитывать при расчёте дерева PON?
21. Выгорают ли медные порты в ONU ?
22. Каким образом можно определить оптические показатели линии?
23. Могут ли 2 ONU общаться друг с другом напрямую?
24. Будут ли ONU других торговых марок работать с OLT BDCOM P3310?
25. Поддерживает ли OLT BDCOM P3310B DHCP snooping (Option 82)?
26. Защищена ли PON сеть от флуда?

27.Каким образом можно вывести PON сеть из строя?

28.Можно ли назначить VLAN каждому из портов ONU в отдельности?

29.Можно ли использовать сплиттеры для CWDM, DWDM систем?

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

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

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор

_____ С. В. Бачевский

« ____ » _____ 201 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ FTTH И ИХ КОМПОНЕНТЫ

1. Общая характеристика программы

- 1.1. Тип дополнительной профессиональной программы: программа повышения квалификации (далее – программа).
- 1.2. Программа разработана с учетом квалификационных требований к результатам освоения образовательных программ и направлена на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации.
- 1.3. К освоению программы допускаются: лица, имеющие высшее образование, а также лица, получающие высшее образование.
- 1.4. Обучение по программе осуществляется на основе договора об образовании, заключаемого со слушателем и (или) с физическим или юридическим лицом, обязующимся оплатить обучение лица, зачисляемого на обучение.
- 1.5. Срок освоения программы: 72 часа. Срок освоения может определяться договором об образовании.
- 1.6. Форма обучения: очная, очно-заочная.
- 1.7. Категория обучающихся: инженерно-технический персонал, руководители и специалисты телекоммуникационных компаний; лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование и лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.
- 1.8. Формы аттестации: итоговая аттестация - после освоения всей программы.
- 1.9. Выдаваемый документ: лицам, успешно освоившим программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации.
- 1.10. При освоении программы параллельно с получением высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании.

1.11. Удостоверение о повышении квалификации по результатам обучения по программам дополнительного профессионального образования дает право заниматься определенной профессиональной деятельностью и (или) выполнять конкретные трудовые функции, для которых определены обязательные требования к наличию квалификации.

1.2. Цели обучения.

Цель: Целью программы является изучение типовой конфигурации, структурной схемы оптических сетей доступа, рассмотрение классификации и основных требований к основным параметрам, перечню и характеристикам пассивных компонентов, изучение принципов функционирования технологий FTTH. Программа предназначена для руководителей и специалистов технического персоналу проектных и эксплуатационных предприятий связи. В результате освоения программы предусмотрено совершенствование компетенций и получение новых компетенций, необходимых для профессиональной деятельности слушателей, и повышения их профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации:

ПК 1.1. Осуществлять монтаж и техническую эксплуатацию сетей и систем связи.

ПК 1.2. Осуществлять монтаж и техническую эксплуатацию оконечных устройств.

ПК 1.3. Осуществлять техническую эксплуатацию цифровых и волоконно-оптических систем передачи.

ПК 1.4. Производить измерения параметров цифровых каналов, трактов и анализировать результаты измерений.

ПК 1.5. Определять характер и место повреждения оборудования и восстанавливать его работоспособность.

ПК 1.6. Вести оперативно-техническую документацию и составлять отчеты.

1.3 Планируемые результаты обучения

В результате изучения курса слушатель должен знать:

- основы обеспечения качества предоставления услуг в сетях PON (ПК-1); архитектуру дифференцированных услуг (ПК-1); принципы формирования трафика на границе сети, классификацию пакетов, маркировку пакетов и управление интенсивностью трафика (ПК-1); интегрированные услуги и протокол резервирования ресурсов (ПК-1); архитектуру сетевых механизмов обеспечения качества обслуживания в FTTH сетях (ПК-1). В результате изучения курса слушатель должен уметь:

- проводить анализ требований по уровню качества обслуживания к сети оператора (ПК-2); проводить базовую настройку пограничных маршрутизаторов оператора (ПК-2); владеть методами обеспечения качества предоставления услуг в сетях FTTH и методами моделирования телекоммуникационных систем и сетей для анализа показателей QoS (ПК- 2, ПК-9).

2. Содержание программы

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование разделов программы	Всего часов	Аудиторные занятия		СРС	Формы контроля
			Лекции	Практич		
1	Принципы технологий FTTx.	8	4	-	4	
2	Оптические волокна	8	4	-	4	
3	Технологии доступа в сетях FTTx.	12	6	-	6	
4	Технологии PON	12	6	-	6	
5	Конструктивы и элементы	8	4	-	4	
6	Современные методы строительства	6	2	-	4	
7	Измерительные приборы	8	4	-	4	
8	Оборудование для сетей FTTx	8	4	-	4	
9	Итоговая аттестация	2	2	-	-	зачет
	Итого:	72	36	0	36	

2.2. Календарный учебный график

№ п/п	наименование темы	кол-во часов	Дни недели
1	Принципы технологий FTTx.	4	Понедельник
2	Оптические волокна	4	
3	Технологии доступа в сетях FTTx.	6	Вторник
4	Технологии PON	6	Среда
5	Конструктивы и элементы	4	Четверг
6	Современные методы строительства	2	
7	Измерительные приборы	4	
8	Оборудование для сетей FTTx	4	Пятница
9	Итоговая аттестация	2	

2.3. Рабочая программа

№ п/п	Наименование разделов программы
1	Принципы технологий FTTx. Широкополосные сети доступа. Топологии сетей доступа
2	Оптические волокна, металлические пары, кабели, параметры передачи
3	Технологии доступа в сетях FTTx. Стандарты
4	Технологии PON в структуре мультисервисных сетей
5	Конструктивы и элементы для реализации технологий FTTx, PON.
6	Современные методы строительства оптических сетей и линий
7	Измерительные приборы для тестирования ВОЛС в сетях FTTx
8	Оборудование для сетей FTTx

3. Кадровые условия

По всем темам программы, лекторами являются ведущие специалисты предприятий связи и преподаватели Вузов имеющие многолетний опыт преподавания, имеющие ученую степень кандидата наук базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины.

4. Учебно-методическое обеспечение.

Учебно-методическое обеспечение содержит учебные и учебно-методические пособия, необходимую информационную базу, в том числе журналы в профессиональной области, научную литературу. Учебный процесс обеспечен лабораторным оборудованием, вычислительной техникой, программными средствами в соответствии с содержанием программы.

5. Формы промежуточной и итоговой аттестации

Итоговой формой контроля знаний, умений и навыков по дисциплине является зачет. Зачет проводится по билетам, которые включают 2 теоретических вопроса. Для допуска к итоговой аттестации слушатель должен посещать занятия, проявлять активность в аудитории, выполнять все практические задания и сдать зачет по ним, научиться решать задачи по основным разделам курса. Оценка знаний слушателей производится по следующим критериям: - оценка «зачет» выставляется слушателю, если он ответил на вопросы билета и не полностью ответил на дополнительные вопросы, если они были необходимы; - оценка «незачет» выставляется слушателю, если он не ответил на вопросы билета и не ответил на дополнительные вопросы.

6. Рекомендуемая литература

1. Алексеев Е.Б., Заркевич Е.А., Скляр О.К., Устинов С.А. Эволюция сети доступа на основе применения волоконно-оптических технологий, «Электросвязь», 2003, № 9.
2. Алексеев Е.Б., Заркевич Е.А., Скляр О.К., Павлов Н.М. Атмосферные оптические линии передачи на местной сети связи России и проблемы их внедрения, «Электросвязь», 2003, №9.
3. Алексеев Е.Б. «Основы проектирования и технической эксплуатации цифровых волоконно-оптических систем передачи». Учебное пособие, ИПК МТУСИ, ООО «Оргсервис-2000», М., 2004.
4. Алексеев Е.Б., Скляр О.К., Устинов С.А. Спектральное уплотнение в оптических сетях связи, «ФОТОН-ЭКСПРЕСС», 2004, № 1.
5. Алексеев Е.Б., Скляр О.К., Устинов С.А. Спектральное уплотнение оптических каналов в современных ВОСП, «ФОТОН-ЭКСПРЕСС», 2004, № 1.
6. Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р. Пассивные оптические сети PON. Часть 3. Проектирование оптимальных сетей, «LIGHTWAVE RUSSIAN EDITION», 2004, № 3.
7. Долотов Д.В. Оптические технологии в сетях доступа, «Технологии и средства связи», спецвыпуск «Системы абонентского доступа», 2004.

7. Вопросы к зачету

1. Что такое FTTX?
2. В чём заключается принцип работы сети FTTX?
3. Какими преимуществами обладает FTTX перед FTTH?
4. Какую скорость передачи данных поддерживает FTTX технология?
5. Какое оборудование необходимо для построения сети FTTX?
6. Каким образом строится FTTX сеть?
7. Чем отличаются OLT-ы AC, 2-AC, DC и 2-DC?
8. Каких типов бывают сплиттеры?
9. В чём разница между сварными и планарными сплиттерами?
10. В каких ситуациях можно использовать сварные сплиттеры?
11. Что лучше: сваривать сплиттеры или использовать SC коннекторы?
12. На какое расстояние может работать сеть FTTX ?
13. Какое максимальное количество абонентов можно подключить к FTTX сети?
14. Что такое оптический бюджет?
15. Можно ли разветвить FTTX сеть на 128 ONU (если оптический бюджет это позволяет).
16. Каким образом передать по FTTX сети CATV?
17. Можно ли использовать SFP CWDM 1490nm модуль вместо SFP FTTX?
18. Какую скорость Интернета можно обеспечить абонентам по технологии FTTX?
19. Почему нельзя допускать, чтобы на ONU сигнал был меньше -26 dBm?
20. Какие факторы необходимо учитывать при расчёте дерева FTTX?
21. Выгорают ли медные порты в ONU ?

- 22.Каким образом можно определить оптические показатели линии?
- 23.Могут ли 2 ONU общаться друг с другом напрямую?
- 24.Будут ли ONU других торговых марок работать с OLT BDCOM P3310?
- 25.Поддерживает ли OLT BDCOM P3310B DHCP snooping (Option 82)?
- 26.Защищена ли FTTX сеть от флуда?
- 27.Каким образом можно вывести FTTX сеть из строя?
- 28.Можно ли назначить VLAN каждому из портов ONU в отдельности?
- 29.Можно ли использовать сплиттеры для CWDM, DWDM систем?