Fiber to the x

[править | править исходный текст]

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Текущая версия страницы пока не проверялась опытными участниками и может значительно отличаться от версии, проверенной 21 октября 2013; проверки требуют 2 правки.

 Перейти к: навигация, поиск

технологии FTTH – оптический кабель до абонента

Fiber To The X или FTTx (англ. fiber to the x — оптическое волокно до точки X) — это общий термин для любой телекоммуникационной сети, в которой от узла связи до определенного места (точка X) доходит волоконно-оптический кабель, а далее, до абонента, — медный кабель (возможен и вариант, при котором оптика прокладывается непосредственно до абонентского устройства). Таким образом, FTTx — это только физический уровень. Однако фактически данное понятие охватывает и большое число технологий канального и сетевого уровня. С широкой полосой систем FTTx неразрывно связана возможность предоставления большого числа новых услуг.[1]

Содержание

 [убрать]

1 Граница оптики и меди

2 FTTN и FTTC

3 FTTB

4 FTTH

5 Примечания

6 Ссылки

Граница оптики и меди[править | править исходный текст]

 Схема, иллюстрирующая различия архитектур FTTx.

В семейство FTTx входят различные виды архитектур:

FTTN (Fiber to the Node) — волокно до сетевого узла;

FTTC (Fiber to the Curb) — волокно до микрорайона, квартала или группы домов;

FTTB (Fiber to the Building) — волокно до здания;

FTTH (Fiber to the Home) — волокно до жилища (квартиры или отдельного коттеджа).

Они отличаются главным образом тем, насколько близко к пользовательскому терминалу подходит оптический кабель.[1]

FTTN и FTTC[править | править исходный текст]

Исторически первыми появились решения FTTN и FTTC.

На сегодняшний день FTTN используется в основном как бюджетное и быстро внедряемое решение там, где существует распределительная «медная» инфраструктура и прокладка оптоволокна нерентабельна. Всем известны связанные с этим решением трудности: невысокое качество предоставляемых услуг, обусловленное специфическими проблемами лежащих в канализации медных кабелей, существенное ограничение по скорости и количеству подключений в одном кабеле.

FTTC — это улучшенный вариант FTTN, лишённый части присущих последнему недостатков. В случае с FTTC в основном используются медные кабели, проложенные внутри зданий, которые, как правило, не подвержены проблемам, связанным с попаданием воды в телефонную канализацию, с большой протяженностью линии и качеством используемых медных жил, что позволяет добиться более высокой скорости передачи на медном участке.

FTTC в первую очередь предназначена для операторов, уже использующих технологии xDSL или PON, и операторов кабельного телевидения: реализация этой архитектуры позволит им с меньшими затратами увеличить и число обслуживаемых пользователей, и выделяемую каждому из них полосу пропускания. В России этот тип подключения часто применяется небольшими операторами Ethernet-сетей. Связано это с более низкой стоимостью медных решений и с тем, что монтаж оптического кабеля требует высокой квалификации исполнителя.

Очевидно, что запланированный набор услуг и необходимая для их предоставления полоса пропускания имеют самое непосредственное влияние на выбор технологии FTTx. Чем выше скорость доступа и чем больше набор услуг, тем ближе к терминалу должна подходить оптика, а именно нужно использовать технологии FTTH. Если же приоритетом является сохранение имеющейся инфраструктуры и оборудования, наилучшим выбором будет FTTB.[1]

FTTB[править | править исходный текст]

FTTB — оптическое волокно до здания. Устанавливается единый терминал, а от него проводят кабель до квартиры. В самой квартире находится только один кабель, который подключается к ПК. Архитектура FTTB получила наибольшее распространение, так как при строительстве сетей FTTx на базе Ethernet (FТТх) часто это единственная технически возможная схема. Кроме этого, в структуре затрат на создание сети FТТх разница между вариантами FTTC и FTTB относительно небольшая, при этом операционные расходы при эксплуатации сети FTTB ниже, а пропускная способность выше. Архитектура FTTB доминирует во вновь возводимых домах и у крупных операторов связи, тогда как FTTH будет востребована только в новом малоэтажном строительстве. В первую очередь это связано с существенно более высокой стоимостью ее реализации по сравнению со стоимостью сети FTTC/FTTB, отсутствием преимуществ в полосе пропускания для пользователя.

FTTH[править | править исходный текст]

FTTH — оптическое волокно до квартиры. В квартире устанавливается терминал, а от терминала кабель до ПК. Однозначно в пользу решений FTTH выступают эксперты компании Motorola.[1] Они сравнивают продолжительность жизненного цикла инвестиций в любую технологию доступа и коррелированный рост требований к пропускной способности каналов доступа. Проведенный анализ показывает, что если технические решения, которые закладываются в основу сегмента доступа сети сегодня, окажутся неспособными обеспечить скорость 100 Мбит/с в 2013—2015 годах, то моральное устаревание оборудования произойдет до окончания инвестиционного цикла. Оператор должен обязательно учитывать эти данные, иначе он рискует оказаться уязвимым перед лицом конкурентов по мере стремления пользователей к получению услуг все более высокого класса.

Эксперты компании Alcatel-Lucent перечисляют следующие преимущества архитектуры FTTH:

из всех вариантов FTTx она обеспечивает наибольшую полосу пропускания;

это полностью стандартизированный и наиболее перспективный вариант;

решения FTTH обеспечивают массовое обслуживание абонентов на расстоянии до 20 км от узла связи;

они позволяют существенно сократить эксплуатационные расходы — за счет уменьшения площади технических помещений (необходимых для размещения оборудования), снижения энергопотребления и собственно затрат на техническую поддержку

**Построение сети абонентского доступа на основе PON-технологии**

1. Типовая структура PON-сети

Классическая PON-сеть состоит из:

Центрального станционного устройства OLT (Optical Line Terminal), которое служит для агрегации потоков оптических сетей (деревьев);

Распределительной оптической сети ODN (Optical Distribution Network), состоящей из:

Магистрального оптического фидера (волокна);

Сплиттеров, разветвляющих оптический сигнал на ветви оптического дерева;

Распределяющих оптических волокон (ветвей) дерева PON-сети;

Оконечных отводных абонентских кабелей (Drop-окончаний), которые в зависимости от типа оконечного абонентского устройства и количества каскадов сплиттеров на сети могут быть оптическим волокном, кабелями Ethernet, xDSL, E1;

Оконечных абонентских устройств ONU (Optical Network Unit) или ONT (Optical Network Terminal), которые в зависимости от их типа могут устанавливаться в распределительном шкафу, в здании, в помещении абонента и предоставляют конечным абонентам различные порты доступа в зависимости от типа и модели устройства: Ethernet, иногда VDSL – основной вид порта, дополнительно - кабельного телевидения, подключения телефона, Е1;

Системы управления сетью AMS (Access Management System), которая служит для управления и мониторинга оборудованием PON.



 Рис.1. Типовая схема PON-сети.

**2. Преимущества технологии PON**

Технология PON имеет ряд перечисленных ниже неоспоримых преимуществ перед другими технологиями:

Невысокая стоимость построения сети. Технология реализует возможность подключения через одно оптоволокно большого количества абонентских терминалов, что способствует значительной экономии волокон.

Низкие расходы на эксплуатацию и техническое обслуживание сети. Преимущество обусловлено использованием пассивного оборудования в распределительной сети.

Возможность постепенного наращивания сети. Ввод новых узлов не оказывает влияния на действующую сеть.

Перспективность создания распределительной инфраструктуры. Строительство оптической распределительной сети закладывает хорошую и долговременную основу для дальнейшего развития и предоставления в будущем любых мультимедийных услуг с практически неограниченной полосой пропускания

Надежность. Использование меньшего числа активных элементов в сети обеспечивает ее надежность, а кроме того, способствует как снижению чувствительности к влиянию смежных линий связи, так и уменьшению воздействия на них.

Высокая гибкость. Построение распределительной сети по технологии PON требует применения всего лишь одного оптического волокна, а не пучка волокон, как при использовании других оптоволоконных технологий. Благодаря этому можно строить сеть по шинной или древовидной топологии, что весьма выгодно с экономической точки зрения. Гибкость технологии позволяет использовать ее в любых сетевых конфигурациях семейства FTTx.

Возможность оказания услуг Triple Play с предоставлением видео по любой модели: в виде услуг кабельного телевидения (рис.2) или в виде услуг IPTV (рис.3).



 Рис.2. Предоставление услуг кабельного видео.



 Рис.3. Предоставление IPTV.

3. Технологи передачи информации

Для предоставления услуг связи абоненту используется технология WDM (Wavelength Division Multiplexing), когда сигналы к абоненту и от абонента передаются на разных длинах волн (1490нм и 1310нм соответственно). Для некоторых типов ONU/ONT, имеющих отдельный выход для телевизионного видеосигнала, возможно «подмешивание» в оптическое волокно телевизионного видеосигнала кабельного телевидения на отдельной длине волны 1550 нм.

 

 Рис.4. Общая структура работы PON-сети.

Для каждого направления передачи (к абоненту и от абонента) используется технология временного разделения каналов для каждой длины волны. Описание этих технологий представлено на рис. 5 и 6.



 Рис.5. Передача информации по направлению к абоненту.



 Рис.6. Передача информации по направлению от абонента.

В вышеуказанных случаях всем абонентам выделяется равная фиксированная гарантированная полоса пропускания канала связи в каждом направлении. Здесь необходимо отметить, что в настоящее время используются в основном 2 стандарта PON-сетей:

GPON (Gigabit PON), транспортный протокол GFP (generic framing protocol). Нисходящий поток - 1490 нм, 2,4 Гбит/с., восходящий поток - 1310 нм, 1,2 Гбит/с.;

GEPON (Gigabit Ethernet PON), транспортный протокол - Ethernet. Нисходящий поток - 1490 нм, 1,2 Гбит/с., восходящий поток - 1310 нм, 1,2 Гбит/с.

Оборудование стандарта GPON имеет в двое большую полосу пропускания канала связи в направлении к абоненту по сравнению с GEPON и больше приспособлено для передачи TDM-трафика (имеет порты Е1).

Однако бывают случаи, когда:

Часть абонентов не осуществляет в текущий момент прием/передачу информации или отключены (не пользуются услугами связи), в результате имеется «простой» полосы канала связи;

Различным абонентам требуется различная полоса пропускания канала связи;

Некоторым абонентам временно требуется повышенная полоса пропускания канала связи.

Для решения подобных вопросов и более эффективного использования полосы пропускания канала связи предусмотрена возможность динамического изменения полосы пропускания. Описание технологий статического и динамического выделения полосы пропускания канала связи представлены на рис. 7 и 8.



 Рис.7. Статическое выделение полосы пропускания.



 Рис.8. Динамическое выделение полосы пропускания.

4. Построение PON-сети

4.1. Технологии построения абонентского доступа

В зависимости от места размещения оборудования ONU/ONT по отношению к непосредственному жилищу абонента различают различные технологии FTTx построения PON-сетей. Описание технологий FTTx представлено на рис.9.



 Рис.9. Описание технологий FTTx.

Для технологий FTTB, FTTCab, FTTK, FTTH (в случае установки ONU/ONT в подъезде) возможно использование многопортовых ONU/ONT (в настоящее время до 24 портов).

При построении PON-сетей необходимо также учитывать различие в параметрах в зависимости от типа используемой технологии передачи информации (GEPON или GPON), представленных в табл.1:

Таблица 1. Сравнение параметров GEPON/GPON.

Параметр

GEPON

GPON

Оптический бюджет

30,5 Дб

28,5 Дб

Полоса в направлении абонентов

1,2 Гбит/с.

2,4 Гбит/с.

Полоса в направлении от абоннтов

1,2 Гбит/с.

1,2 Гбит/с.

Максимальная дальность до абонента

20 км

20 км

Максимальное количество ONU/ONT

32 – до 20 км

32 – до 20 км, 64 – до 12 км

Возможность передачи TDM-трафика (Е1)

Нет

Да

4.2. Оптические кабели

В сетях PON преимущественно используют одномодовые волокна, обеспечивающие передачу сигналов на большие расстояния. Классификация одномодовых волокон задается рекомендациями серии G.65x МСЭ-Т. Кроме того, характеристики таких волокон специфицированы в документе ISO/IEC 11801 (классы OS1 и OS2).

Наиболее широкое распространение в сетях связи получило классическое волокно с несмещенной дисперсией (рекомендация МСЭ-Т G.652). Характеристики этого волокна оптимизированы для работы во втором окне прозрачности (1310 нм), где оно имеет очень низкую дисперсию. Кроме того, это волокно может использоваться в третьем (1550 нм) и даже в четвертом окне прозрачности (1625 нм). Существует волокно с несмещенной дисперсией, в котором удален так называемый гидроксильный пик между вторым и третьим окнами прозрачности. Его создание открыло новые возможности для повышения эффективности технологии спектрального уплотнения WDM. Характеристики волокна без гидроксильного пика определены в рекомендациях МСЭ-Т G.652.C и G.652.D.

Рост интереса к проектам FTTx привел к появлению рекомендации G.657, в которой указаны характеристики волокон с низкими потерями на изгибах. При построении сети доступа и внутридомовой инфраструктуры вероятность резких изгибов кабеля гораздо выше, чем при строительстве магистралей: вспомним тесноту уличных монтажных шкафов и технологических помещений, а также зачастую не слишком высокую квалификацию монтажников, работающих на последней миле. Волокна для сетей доступа должны быть более устойчивы к изгибам, чем волокна магистральных кабелей, что и зафиксировано в рекомендации G.657. Поэтому для выполнения монтажа внутри помещений абонента рекомендуется использовать оптические кабели с волокном типа ClearCurve, отвечающие требованиям рекомендации G.657 МСЭ-Т, их можно резко изгибать без существенного ухудшения их характеристик, что очень важно при монтаже кабелей в квартирах.

4.3. Сплиттеры и каплеры

Обычные сплиттеры делят оптический поток, «не вникая» в то, каковы длины волн его составляющих. Существует два основных типа сплиттеров – сплавные и планарные.

Сплавные сплиттеры выполнены по технологии FBT (Fused Biconical Taper) - два волокна с удаленными внешними оболочками сплавляют в элемент с двумя входами и двумя выходами (2:2), после чего один вход закрывают безотражательным методом, формируя сплиттер 1:2. Можно обеспечить разделение мощности и в других пропорциях, например 20:80 (20% мощности сигнала идет в одно плечо, 80% – в другое), но в сетях PON, как правило, применяют сплиттеры 50:50. Правда, на практике при делении сигнала всегда возникает некая погрешность, в результате которой в одно плечо уходит чуть больше мощности, скажем 51%. Последовательным соединением сплавных сплиттеров 1:2 можно получить элементы с большими коэффициентами деления, но обычно у выполненных по этой технологии сплиттеров коэффициент деления не превышает 1:8.

Планарные сплиттеры выполнены помощью технологии PLC (Planar Lightwave Circuit), когда на полупроводниковой пластине формируется множество микроделителей 1:2, объединенных в сплиттер с нужным коэффициентом деления. Это позволяет изготавливать компактные и надежные сплиттеры с числом выходных волокон до 32. Планарные сплиттеры способны работать в более широком диапазоне температур (от -45°C до +85°C), чем сплавные (от -40°C до +75°C). Однако стоимость сплиттеров PLC выше стоимости сплиттеров FBT.

Сравнение технологий изготовления сплиттеров представлено на рис.10.

 

 Рис.10. Технологии изготовления сплиттеров.

Сплиттер (мультиплексор) WDM – сплиттер с двумя выходами, способный делить оптические потоки с учетом их спектральных составляющих, часто называют каплером. Идея увеличения пропускной способности одного волокна за счет передачи по нему нескольких информационных каналов, каждый – на своей длине волны, активно используется при создании PON-сетей следующего поколения (WDM-PON).

Существует несколько основных технологий изготовления мультиплексоров WDM. Одна из простейших схожа со сплавной технологией FBT, применяемой при производстве обычных сплиттеров. При сплавлении волокон из-за различия диаметров модового пятна могут быть выделены различные длины волн, а каскадирование таких устройств позволяет выделить много длин волн. К преимуществам элементов WDM, изготовленных по технологии FBT, относится невысокая стоимость, низкое затухание и возможность работы в широком частотном диапазоне, к недостаткам – невысокая волновая изоляция.

Другая технология – Thin Film Filters (TFF) основана на изготовлении тонкопленочных фильтров с помощью ионно-лучевого напыления. Такой фильтр состоит из нескольких слоев специальных материалов (каждый со своим индексом отражения), и при прохождении через каждый слой отражается или передается сигнал с определенной длиной волны. Элементы WDM, построенные на основе TFF-фильтров, характеризуются низким уровнем затухания, дисперсии и отраженного сигнала, а также высокой волновой изоляцией.

Специалисты компании Инлайн Телеком Солюшнс успешно завершили проекты и сдали в коммерческую эксплуатацию решения, основанные на технологии GPON на базе оборудования Huawei (Китай) и ECI (Израиль) для компании Сибирьтелеком. В интересах компании Дальсвязь нами было проведено успешное тестирование оборудования GPON компании Alcatel.

**Оптика на подходе к абоненту**

Подписаться на наше издание быстро и дешевле чем где-либо Вы можете прямо сейчас! Подписаться!

Насколько архитектуры сетей с глубоким проникновением оптики являются предпочтительными для реализации абонентского доступа?

Миллионы абонентов во всем мире уже используют услуги сетей широкополосного доступа с глубоким проникновением оптики (FTTx). В некоторых государствах FTTx является самым быстрорастущим видом широкополосного доступа. А наиболее обширно такие подключения реализованы в Южной Корее, Японии, Нидерландах, Швеции и США.

Существенное влияние на широкое распространение сетей FTTx оказывает растущая популярность услуги IPTV, которая со временем будет обеспечивать телевизионную трансляцию в формате HDTV.

Технологии скоростного доступа

Доступ с применением FTTx ранее использовался преимущественно для осуществления высокоскоростного подключения к интернету.

Сегодня под широкополосностью понимается способность доставлять пакеты разнообразных услуг. В качестве примера можно назвать популярный набор, получивший название тройной услуги (triple play) – доступ к интернету, телефония, телевизионное вещание и доставка видео. Причем потребность в видео-сервисах позволяет аналитикам говорить о неизменности тенденции, в соответствии с которой объемы строительства FTTx будут расти на протяжении многих лет.

Эксперты обращают внимание на большое количество домашних хозяйств, потенциально имеющих возможность подключить более одного телевизора к услуге IPTV. Потребление видеоуслуг стремительно персонализируется и его характер все больше соответствует определению "по запросу".

Появились новые виды требовательных к полосе пользовательских услуг, таких, например, как видео-блоги и файловые серверы с фото/видео контентом, которые продолжают набирать популярность. Но такие привлекательные для абонентов видеосервисы вместе с тем оказываются наиболее притязательными к скорости передачи на участке доступа (50-75 Мбит/с). То есть, чтобы сохранить заинтересованность потребителей, необходимо обеспечить высокую пропускную способность каналов.

Недавно были разработаны и ратифицированы два новых ключевых стандарта ITU-T G.984.1 и ITU-T G.993.2, которые определяют очередной этап в эволюции технологии – GPON и VDSL2. Они позволяют производителям выйти на требуемые значения скорости передачи в решениях доступа. Обе технологии находятся в начальной стадии массового внедрения, поскольку крупнейшие операторы уже сегодня рассматривают возможность их освоения. Ведь новаторы всегда получают определенное преимущество перед теми, кто выступает в роли догоняющих.



Сети FTTx строят не только традиционные сервис-провайдеры. Во многих странах коммунальные и муниципальные компании-операторы сетей доступа были первыми, кто начинал развертывать FTTx (иногда опираясь на помощь правительства или городских властей).

Рассмотрим возможности применения двух перспективных технологий, GPON и VDSL2, которые идут на смену BPON и VDSL. На первый взгляд может показаться, что GPON и VDSL2 являются конкурирующими технологиями. Но на самом деле они дополняют друг друга. Чтобы иметь гибкое и полноценное решение доступа, оператору желательно применять обе технологии.

GPON

В технологии Gigabit Passive Optical Networks (GPON) выполнено довольно много технических усовершенствований. Но, как и у ее предшественников – предыдущих реализаций технологий пассивных оптических сетей (PON), основу решения GPON составляет топология "один ко многим".

Такое решение составляют одиночный оптический порт (OLT – Optical Line Terminal), который через пассивные оптические сплиттеры взаимодействует с множеством клиентских терминалов (ONT – Optical Network Terminal). До сплиттера прокладывается общее оптическое волокно. Это очень эффективная схема, по сравнению с топологией "точка-точка", ведь последняя предполагает для каждого ONT наличие своего порта OLT, а соответственно – своего оптоволокна в каждом соединении.

Совместное использование OLT порта и большей части оптических устройств и оптомагистралей заметно уменьшает затраты на оптические кроссы, оптоэлектронику и строительные работы. Типовая инсталляция GPON сегодня обеспечивает работу до 32-х ONT на один OLT порт.

OLT осуществляет широковещательную рассылку информации на все ONT. Пассивный оптический сплиттер располагается между OLT и каскадом из ONT. Разделение входных и выходных потоков абонентского трафика осуществляется с использованием волнового разделения. В направлении от OLT к ассоциированным с ним ONT, которое называют нисходящим, передается сигнал с длиной волны 1490 нм. Для обратного, восходящего направления, длина волны сигнала составляет 1310 нм.

Каждый ONT выбирает из общего потока информацию, адресованную ему, на основе анализа поля "port ID" в заголовке кадра. В восходящем канале используется множественный доступ с временным разделением – TDMA, избавляющий ONT от коллизий в общем канале передачи.

Технология GPON представляет собой существенное усовершенствование предыдущей реализации, BPON. Обеспечивается скорость передачи примерно в четыре раза больше, один OLT обслуживает в два раза больше портов ONT.

Кроме того, посредством GEM (GPON Encapsulation Method) реализуется поддержка кадров Ethernet. А для переноса информации в BPON используются ATM-ячейки. То есть гигабитная технология более приспособлена к требованиям современных IP-Ethernet сетей доступа. Многие операторы, и прежде всего провайдеры первого уровня считают GPON наиболее перспективной технологией оптического доступа. Компании, эксплуатирующие оборудование BPON, планируют мигрировать на GPON для того, чтобы получить возможность массово и качественно предоставлять услуги IPTV своим абонентам.

Гигабитная реализация технологии Ethernet PON (Gigabit EPON, G-EPON) в сравнении с GPON проигрывает в следующем: поддерживается меньшее количество ONT, а OLT функционирует с меньшей скоростью. Все это существенно уменьшает эффективность передачи данных. Кроме того, у Gigabit EPON недостаточно стандартизованы О&М-функции, и сети на основе данной технологии оказываются более сложными и дорогими, а управление услугами в них и обеспечение условий SLA затруднено.

VDSL2

DSL технология изначально призвана передавать данные по медной абонентской паре от АТС до помещения абонента. Череда инноваций вызвала появление на свет нескольких поколений DSL – от HDSL до ADSL, а потом и до VDSL. В ходе эволюции обеспечивались большие скорости передачи данных в канале при более широком занимаемом диапазоне частот и для меньшей длины абонентского шлейфа.

VDSL2, новейший на сегодня стандарт DSL, может предоставлять полосу до 100 Мбит/с на коротких шлейфах. Скорости 50-75 Мбит/с могут быть получены при дальности связи до 1-2 км (в зависимости от типа медного кабеля, общей длины шлейфа, помех и т.д.). За пределами этой дистанции ADSL2+ остается лучшим выбором. В большинстве случаев количество абонентов, которых можно подключить с помощью VDSL2 технологии из здания АТС, относительно невелико. Ведь расстояние от телефонной станции до абонента зачастую больше, чем 1-2 км. Зато VDSL2 – это замечательный вариант, если длина проброса медью относительно невелика. В качестве примера можно рассмотреть разводку услуг медной парой из подвала здания или от уличного шкафа вблизи здания. В мультиплексоре доступа VDSL2 агрегируются десятки абонентских потоков в Gigabit Ethernet аплинк.

Варианты архитектуры доступа

Существуют следующие сценарии построения сетей FTTx. В соответствии с вариантом Fiber To The Curb (FTTC) оптический кабель заканчивается в уличном шкафу, и для дальнейшей доставки услуг к абоненту используется медь. На этом участке может развертываться технология VDSL2. Когда оптический кабель заканчивается в подвале жилого или офисного здания, такой сценарий получает название Fiber To The Building (FTTB), а если оптический кабель заканчивается прямо у абонента дома или в офисе с использованием технологии PON или подключений точка-точка – Fiber To The Home (FTTH). Некоторые выделяют в отдельный сценарий Fiber To The Premises (FTTP), но это, по сути, разновидность, как FTTB.

Выбор конкретного сценария определяется бизнес моделью и ресурсами оператора, а также регуляторными нормами в данном населенном пункте, регионе, стране.

Выбор FTTC оправдан, когда у оператора уже имеется медная инфраструктура. Но если он вообще не располагает инфраструктурой, то нет смысла использовать медные кабели наряду с оптикой. Ведь стоимость прокладки витой пары сопоставима с затратами на монтаж волоконно-оптических кабелей, если не превышает их. То есть сценарий FTTC не подходит для новых операторов.

FTTB очень популярен в городах с многоэтажными зданиями – жилыми и офисными. Вариант FTTB представляет одинаковый интерес как для новых, так и для существующих операторов. Учитывая, что капитальные затраты в случае FTTB не так уж велики, успех у бизнеса практически гарантирован, если плотность абонентов достаточна.

FTTH сегодня самый популярный сценарий для новых районов, где изначально не было никакой инфраструктуры. И этот вариант одинаково хорошо работает как у традиционных операторов, так и у альтернативных. В развивающихся странах большинство строительных компаний знают, что недвижимость с оптической инфраструктурой FTTH стоит дороже. И они с удовольствием вкладывают средства в FTTH. Кстати, владельцы недвижимости часто пользуются следующим приемом. В договор включается скидка на телекоммуникационные услуги по FTTH (например, год бесплатного доступа к интернету), что позволяет заключать более прибыльные контракты продаж или договоры аренды.

Несколько слов необходимо сказать о сценарии Fiber To The Node (FTTN). Здесь абонент подключен к оптике через DSLAM, используя ADSL2+ технологию. Минус данного варианта в меньшей (12-18 Мбит/с) скорости по сравнению с FTTC, FTTB, FTTH (50-100 Мбит/с). Хотя и поддерживается большая длина медного кабеля, по FTTN невозможно предоставлять качественные IPTV и видеосервисы с высоким разрешением изображения.

Калькуляция затрат

Статьи издержек на строительство FTTH-сети очевидны и достаточно легко поддаются анализу. Основные расходы перечислены ниже:

Строительные работы (воздушные кабельные линии дешевле укладки кабеля в грунт)

Пассивное оптическое хозяйство – кабели, стойки, кроссы, и т.д.

Активное оптическое оборудование – ONT, OLT, Ethernet-коммутаторы для агрегации, и т.д.

Планирование сети и управление проектом.

Доля каждой из этих статей в общей сумме затрат может варьироваться для различных проектов. Причем могут действовать нормативы калькуляции расходов, принятые для определенной местности или страны. В разных сетях и в различных странах пропорции могут меняться.

Вместе с тем существует общее требование, согласно которому оптическая инфраструктура должна эксплуатироваться, по меньшей мере, 20 лет. Его необходимо учитывать при планировании, проектировании и развертывании линейно-кабельного хозяйства.

Для снижения затрат может использоваться технология задувки оптического волокна как при воздушной прокладке кабеля, так и при размещении его под землей. В этом случае сеть может одновременно работать и с доступом GPON, и с соединениями "точка-точка". И то и другое может использоваться как на участках распределительной сети, так и на абонентских отводах. Причем благодаря технологии задувки в ней можно легко и недорого проводить ремонтные работы или менять волокна.



Эффективность построения сетей FTTx можно существенно повысить

за счет технологии задувки волокна

На основе отличий в формировании затраты для сети доступа можно разделить на две группы: издержки на строительство сети до начала предоставления услуг (дома с подведением) и расходы на строительство ответвлений к новым абонентам (дома с подключениями).

Если рассматривать детально, затраты на доведение кабеля до дома состоят из стоимости оборудования центрального узла, магистрального кабеля (включая также расходы на его прокладку), уличных шкафов, сплиттеров и распределительных кабелей (с прокладкой).

При реализации сценария "дома с подключениями" калькуляция затрат проводится на основе стоимости кабельных отводов до абонентов и их монтажа внутри здания, а также расходов на приобретение устройств ONT и OLT.

Соотношение "домов с подключениями" к "домам с подведением кабеля" используется как показатель того, насколько привлекателен для абонентов пакет предлагаемых оператором услуг. Это уровень охвата, который оценивается в процентах.

Оператор, предлагающий пакет услуг Triple play в районах с существующей застройкой, обычно получает уровень охвата 30-40% через несколько лет работы сети. В районах новостроек этот показатель уже за первый год работы сети достигает 90-100% (!).

Коммерческий успех проекта зависит от пакета услуг, который, например, содержит скоростное соединение с интернетом, VoIP, IPTV и видео по запросу. Существенной также является стратегия выхода на рынок.

Ранее шла речь о капитальных затратах. Но эксплуатационные расходы не менее важны. В некоторых случаях сервис-провайдеры готовы перейти ради их уменьшения с устаревающих технологий на более совершенные (в том числе FTTx). С этой же целью возможна реализация FTTH вместо FTTB. Например, операторы NTT и Verizon независимо друг от друга сообщили о намерении развернуть FTTH сети. Ожидаемая экономия эксплуатационных затрат по сравнению с медными сетями доступа оценивается в 40-60 %.

Модели регулирования

Во многих странах государственные и региональные власти понимают, что эффективность экономики напрямую зависит от состояния информационной инфраструктуры, а современный комплекс, такой как FTTx, дает эффект в виде экономического роста для всего общества. Следовательно, есть определенный набор схем содействия строительству сетей FTTx, особенно для районов с существующей застройкой. Применяемые механизмы помощи со стороны властей могут отличаться от страны к стране, но принципы остаются неизменны. Власти США, например, поощряют новое строительство сетей операторами, обеспечивая им защиту от процедуры свободного доступа других сервис-провайдеров к их сети (unbundling). В Японии правительство стимулирует операторов к строительству оптической инфраструктуры снижением налогов и недорогими кредитами. В Швеции государство поощряет региональные власти на строительство муниципальных FTTx сетей и предлагает программу компенсации абонентам затрат на подключение их по оптике. Когда для строительства оптической инфраструктуры используются государственные фонды, ответственные органы специально оговаривают с компанией, строящей комплекс, что данная сеть должна быть открыта для других операторов либо они должны иметь доступ к сети по так называемой "whole-sale" модели. Так обстоит дело в Японии и Швеции, где финансирование строительства частично проводилось на государственные средства. В США правительство практикует другой способ содействия – власти вместо прямого финансирования участвуют в строительстве на основе договора концессии.

Государственные органы в некоторых странах изменяют законы, которые мешают операторам создавать FTTx сети, содействуя таким образом новому строительству. Так, в некоторых штатах США упрощена процедура получения лицензии местного телевещания, чтобы помочь компаниям начать предоставлять услуги платного телевидения с охватом территории целого штата.

Условия долгосрочного успеха

FTTx сети – продукт привлекательного сочетания технологии, бизнеса и регулирования. Успешное коммерческое и техническое функционирование зависит от нескольких ключевых моментов, таких, как стремление к максимальному уровню охвата, долгосрочный бизнес-план, надежное пассивное оптическое хозяйство сети, правильный выбор активного оборудования, а также гибкая работа с кадрами в компании.

Очевидно, чтобы в полной мере насладиться успешным коммерческим результатом, FTTx-бизнес должен достигать достаточного охвата населения в районах предоставления услуг. Относительно высокая стоимость строительства FTTx сети с нуля несколько отпугивает сервис-провайдеров, зато первый оператор FTTx в данном районе получает неоспоримые преимущества перед остальными конкурентами. Когда сеть построена и ее работа налажена, маловероятно, что другая конкурирующая FTTx сеть сможет быть построена в том же районе.



Оптимальное решение получается путем сочетания оптического доступа и доступа по меди

Дни, когда скорости доступа к интернету измерялись единицами Мбит/с, уходят безвозвратно. FTTx – это технология строительства скоростных сетей доступа и бизнеса на их основе, который будет актуальным еще, как минимум, лет 20, принося достаточные дивиденды инвесторам.

Подписчики могут и не использовать с самого начала гигабитные скорости, но в будущем такое требование вполне вероятно. Сеть доступа должна быть универсальной и гибкой, чтобы поддерживать технологии GPON, P2P и FTTC.

Другие технологии доступа

Выбор лучшей технологии доступа для сетей нового поколения является предметом оживленных дискуссий. На это звание есть несколько претендентов. У каждого из них свои преимущества и свои недостатки перед остальными вариантами доступа.

Ethernet-доступ в топологии точка-точка (Point-to-Point, EFM P2P).

P2P это простая и эффективная технология, которая особенно популярна у операторов коммунальных сетей доступа, по большей части в Европейских странах. P2P поддерживается в гибридном решении EDA компании Эрикссон [Рис. 2]. Оптический коммутатор Р2Р доступа может быть установлен в подвале или на чердаке жилого дома, а также на площадке оператора, где размещается точка присутствия (PoP). Соединения с абонентами осуществляются оптическими волокнами (до 10-ти км) или витой парой пятой категории. Этот вариант доступа, в частности, популярен у корпоративных клиентов, которые принципиально не согласны разделять среду доступа с кем-либо из соображений безопасности. Большинство сетей с глубоким проникновением оптики, реализованные в мире, имеют некоторое количество P2P абонентов.

Беспроводной широкополосный доступ.

При всем имеющимся на сегодня прогрессе беспроводной связи, фиксированные сети доступа с глубоким проникновением оптики всегда будут иметь преимущество по пропускной способности и по стабильности связи. Однако мобильность является очень привлекательной особенностью беспроводной связи, поэтому мобильный доступ в интернет и мобильная телефония так популярны. В будущем будут востребованы оба вида широкополосного доступа – стационарный и мобильный. Причем как бы не происходила дальнейшая эволюция сетей, необходимость в развитой оптической инфраструктуре для подключения базовых станций сохранится.

Сети кабельного телевидения (Hybrid-Fiber-Coax, HFC).

Новый стандарт DOCSYS 3.0 предлагает возросшие скорости интернет-доступа по HFC сетям. Известно, что эти сети имеют некоторые недостатки (переменная скорость доступа из-за сложения пользовательского трафика в коаксиальном сегменте, отсутствие гибкости в перестройке последнего в здании при изменении конфигурации сети, неадекватная поддержка корпоративных клиентов). Поэтому когда кабельные HFC операторы модернизируют свои сети, многие из них приходят к FTTx решениям доступа, как к более отвечающим запросам абонентов в долгосрочной перспективе.