

Власов И.И.

Практические аспекты тестирования сетей FTТх.

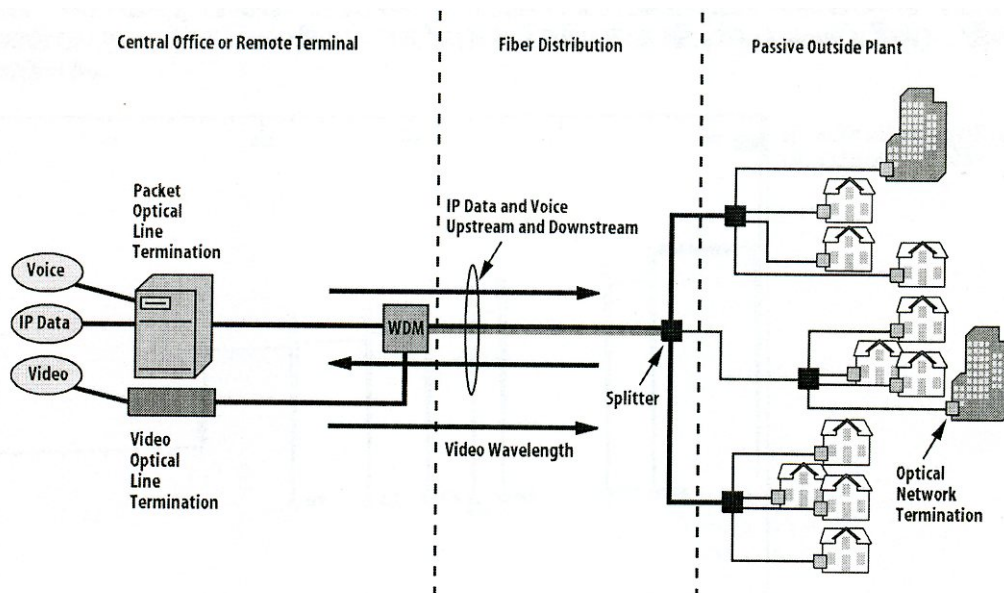
Различные технологии FTТх, очень активно строящиеся и эксплуатируемые в Северной Америке и Юго-Восточной Азии, начинают все чаще встречаться и в российских проектах развития телекоммуникационных сетей. Эта технология позволяет создавать очень гибкие структуры связи, где заказчик может получить максимально необходимую для себя ширину канала связи, доступную для данной конкретной технологии, а оператор может выбирать технологию передачи (А.PON, В.PON, Е.PON или G.PON) и структуру сети доступа (FTТН, FTТВ, FTТС, FTТР и тп) в зависимости от решаемой задачи, доступности абонентов, развитости кабельной инфраструктуры. При этом решается главная задача – наиболее эффективное для оператора подключение всех возможных клиентов по волоконно-оптической линии связи с предоставлением клиенту максимально возможного спектра услуг.

Все семейство технологий FTТх (FTТН – Fiber-To-The-Home, FTТВ – Fiber-To-The-Building, FTТС – Fiber-To-The-Cabinet, FTТР – Fiber-To-The-Premises, обозначающие доставку волокна, соответственно, клиенту в дом; в крупное здание, бизнес-центр; к уличному шкафу; к точке присутствия оператора связи или крупного абонентского района) объединяется под общим названием PON (Passive Optic Network). Это связано, прежде всего, со структурой построения самой сети. Здесь все абонентские или сетевые окончания подключаются к одному оптическому волокну через пассивные разветвители сигналов – оптические сплиттеры. Максимально возможное количество подключаемых оптических волокон к одному сплиттеру в таких сетях, обычно, ограничено вносимыми им затуханиями и длиной кабеля до следующего разветвления или абонентского окончания, и может содержать до 32 или более ответвлений волокна. (Табл.1)

Таблица 1

Количество разветвлений	Вносимые потери (дБ)	Разброс потерь (дБ)
1 x 4	7,7	0,5 – 0,9
1 x 8	10,8	0,8 – 1,2
1 x 16	14,5	1 – 1,7
1 x 32	18	1,3 - 2

В зависимости от требуемой полосы пропускания и необходимых сервисов выбирается стандарт передачи А.PON, В.PON, Е.PON, GE.PON, G.PON. Все они отличаются максимально допустимыми скоростями передачи (от 100Мбит/с до 2,5 Гбит/с), структурой передаваемого трафика (АТМ-ячейки, Ethernet-пакеты, TDM-каналы и DOCSIS сигналы), а также количеством и типом внешних интерфейсов. Однако, во всех случаях обобщенная структура получаемой сети одна и та же. Сеть PON состоит из оптического линейного окончания (OLT), которое подключается к операторской сети и объединяет IP, TDM и СTV интерфейсы, и некоторого количества абонентских окончаний (ONT) различного уровня. (Рис.1)



- Passive outside plant – signal is passively split
- Coarse WDM supports three wavelengths – 1490/1310/1550 nm
- Two wavelengths for IP data and voice – separate 1490 nm downstream and 1310 nm upstream wavelength;
- Optional 1550 nm third wavelength – one way broadcast for analog and digital RF video

Рисунок 1 Структура FTТх

Все абонентские окончания (ONT) подключены через сплиттеры к одному оптическому волокну. По нему осуществляется передача как в прямом, так и в обратном направлениях, используя разные оптические длины волн (Табл. 2). Сплиттеры расположены в уличных или подземных оптических распределительных устройствах (FDH) или муфтах. (Рис 2)

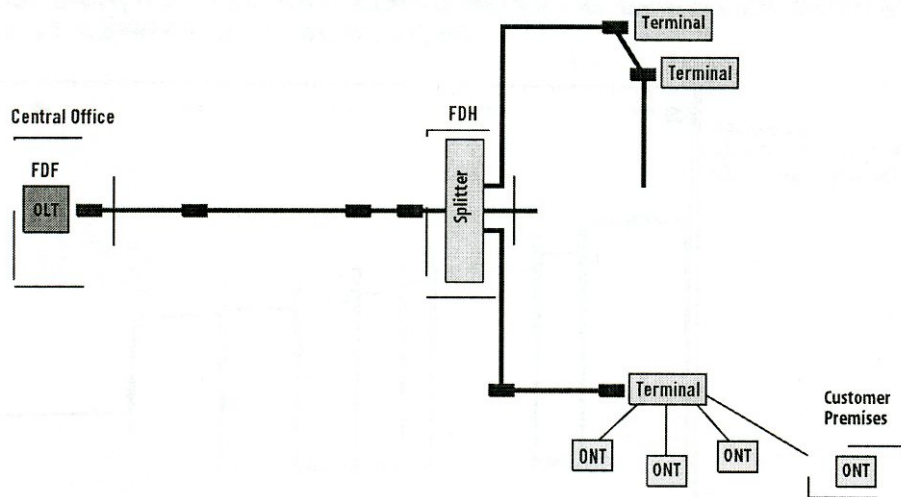


Рисунок 2 Оптические соединения в FTТх сетях

Таблица 2.

	V.PON	E.PON	G.PON
Длина кабеля	20 км	20 км	20 – 60 км
Максимально допустимые вносимые потери		15/20 дБ	15/20/25 дБ
Максимальное	32	16	64

количество ответвлений			
Скорость (Мбит/с)	Down 155, 622, 1244 Up 155, 622	Down 1244 Up 1244	Down 1244, 2488 Up 155,622,1244,2488
Длина волны	Down 1490 нм Up 1310 нм Video 1550 нм	Down 1490нм Up 1310 нм	Down 1490 нм Up 1310 нм Video 1550 нм
Тип трафика	АТМ	Ethernet	АТМ, TDM, Ethernet
Профиль трафика	Симметричный или несимметричный	Ethernet	Симметричный или несимметричный
Стандарт	ITU-T G.983.x	IEEE 802.11	ITU-T G.984.x

При строительстве систем FTTx обычно используются стандартные, привычные оператору, методы прокладки и соединения оптического волокна. Однако существуют и некоторые нюансы, которые обязательно необходимо учитывать. Для соединения оптических волокон в кабелях, а также в оптических распределительных устройствах могут применяться оптические механические соединители типа Corelink или Fiberlock. Но их применение ограничено только небольшими распределительными сетями с малым количеством ответвлений, что определяется достаточно большим затуханием, которое вносят сплиттеры. Гораздо чаще для соединения волокон используется сварочное оборудование для оптического волокна. Существует ряд автоматических сварок, специально разработанных для приложений FTTx, например «Fitel S-177A». Их отличительные особенности – малый вес и удачная эргономика, позволяющая работать «на весу» или во внешних распределительных устройствах, что очень важно при прокладке систем FTTH или FTTC, использующих подвесные оптические кабели и уличные распределительные шкафы.

Для тестирования подобных сетей наряду с обычными измерительными устройствами: стандартными оптическими рефлектометрами (OTDR) и измерителями оптических прямых и обратных потерь (оптическими тестерами), должны применяться и специфические решения. Дело в том, что применение обычных измерителей мощности, имеющих малую избирательность на необходимых длинах волн (1310 нм, 1490 нм, 1550 нм) может привести к существенной ошибке измерений. Это связано, прежде всего, с тем, что в работающей системе по одному волокну передаются сразу все перечисленные длины волн, и измерительный приемник, имеющий недостаточную избирательность, обязательно будет индицировать часть мощности соседнего оптического канала. Кроме того, в системах FTTx в одном носителе распространяются оптические сигналы в обоих направлениях (Up и Down), причем при нормальной работе системы разные каналы сильно различаются по уровню мощности. Так при использовании канала 1550 нм для передачи видеосигнала в системах В.PON и G.PON, его уровень может достигать +20 - +25 дБм, что в несколько раз больше уровня каналов Up&Down (1310/1490 нм). (Рис.3) Это необходимо для качественной доставки видеосигнала до каждого абонента, но вносит дополнительную ошибку при измерении уровней мощности основных каналов обычными оптическими тестерами.

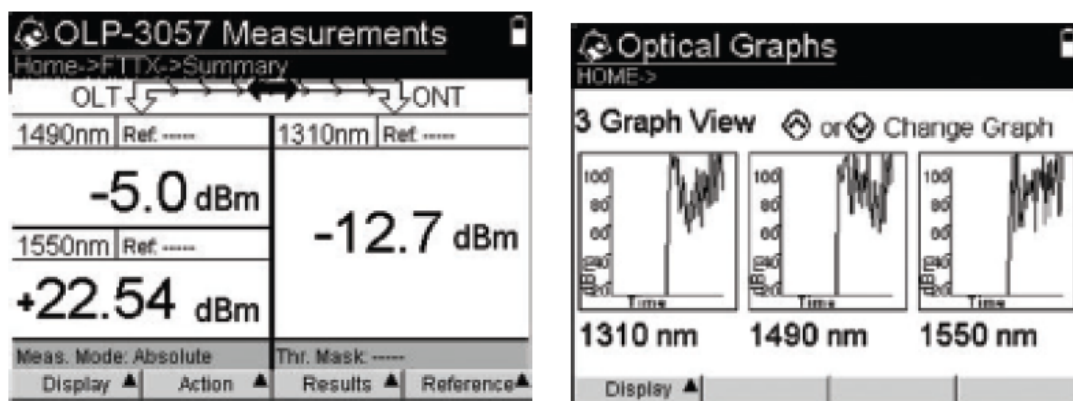


Рисунок 3 Измерение уровней сигналов в сетях PON

В таких случаях необходимо использовать так называемые селективные оптические измерители мощности, такие как JDSU «OLP-57» или «OLP-3057», специально разработанные для систем FTTx. Последний, кстати, являясь по сути, модулем для универсальной портативной измерительной платформы «HST-3000», позволит записать изменение уровней мощности по всем каналам в заданный промежуток времени и представить эту информацию в виде графической диаграммы, позволяя, отслеживать не только качественные характеристики оптического тракта, но и соотношение мощностей каналов, их активность и занятость.

При строительстве сети FTTx неприменимы стандартные подходы приемки и паспортизации оптических линий связи, принятые в отрасли. В большинстве случаев такая сеть строится и развивается эволюционно, т.е. для быстрого возврата инвестиций строится корневая структура с основным оптическим направлением от OLT к первому сплиттеру, подключаются первые абоненты, и далее система развивается, наращивая свою структуру. В такой ситуации есть возможность паспортизировать только первый участок сети, от OLT к первым нескольким ONT. На этом участке проводится измерение вносимых и обратных потерь. Значительная часть ответвлений не может быть паспортизирована, так в первый момент они еще не оконцованы и не подготовлены к подключению как ONT, так и оптического тестера для измерения потерь, а затем их подключение производится уже на работающей системе, не позволяющей использовать оптические источники излучения для анализа потерь. (Рис. 4) В этой ситуации может помочь только оптическая рефлектометрия, которая проводится при строительстве системы и прокладке кабелей. Однако и здесь есть свои нюансы, которые надо обязательно учитывать.

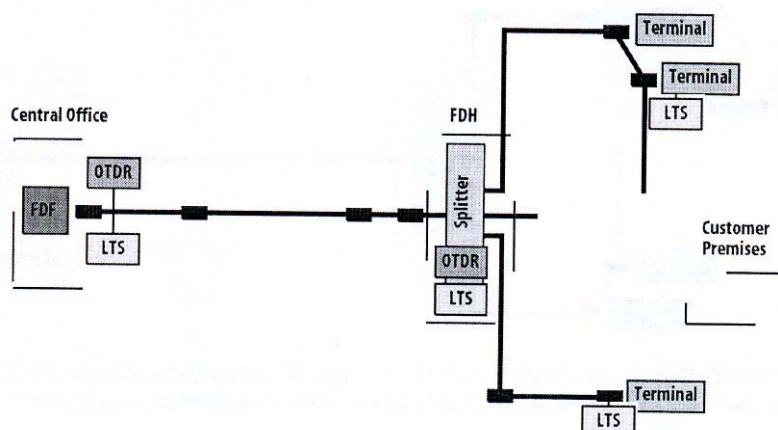


Рисунок 4 Схема включения тестового оборудования при строительстве сети PON

Первая проблема, которая появляется при тестировании разветвленных пассивных оптических сетей, это большая сложность анализа рефлектограмм, нежели на стандартных оптических трассах «точка-точка». В PON сетях мы фактически имеем архитектуру «точка-многоточка», и каждый элемент такой сети будет отражаться на рефлектограмме. И пространственная локализация этих элементов может оказаться сильно затрудненной. (Рис 5). Дело в том, что длина участков ответвлений оптического кабеля практически всегда бывает разной, при этом френелевский всплеск отражения от конца более короткого ответвления обязательно наложится на участок волокна с большей длиной. Еще более сложной в анализе окажется рефлектограмма, если на сети присутствуют несколько сплиттеров, расположенных последовательно на разных расстояниях. В этом случае помочь может либо последовательный анализ кабельной инфраструктуры при отключении участков (однако, это возможно только при строительстве сети), либо специальное программное обеспечение с возможностью детального анализа рефлектограммы. Более подробно процесс анализа мы рассмотрим в следующих статьях.

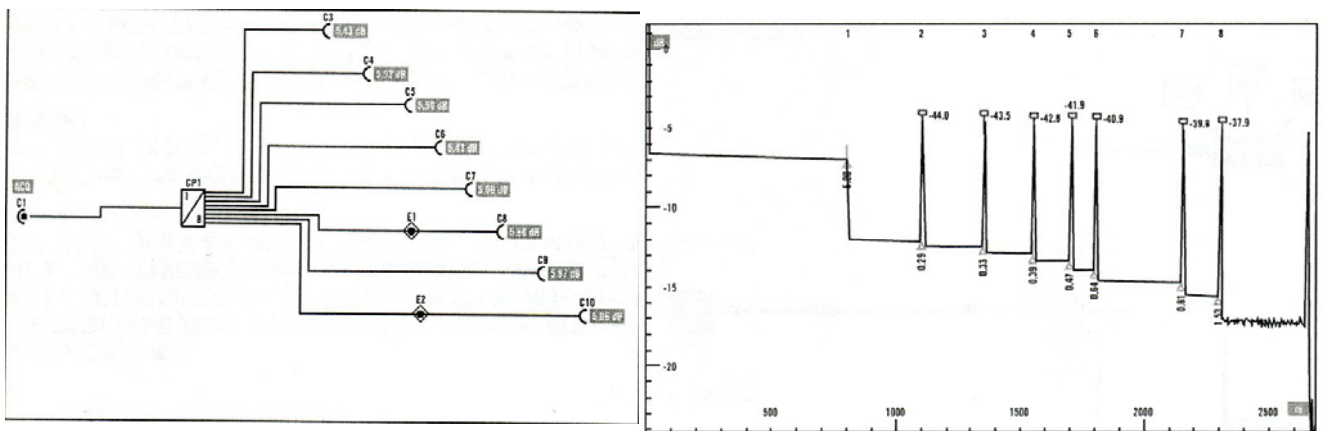


Рисунок 5 Пример рефлектограммы участка PON сети

Вторая проблема проявляется при обслуживании или развитии сети. В этом случае при необходимости подключения новых ONT к уже действующей сети или при ремонте какого-либо оптического ответвления дерева PON-структуры появляется сложность ее тестирования, связанная с наличием в сети действующего оптического сигнала, несущего трафик работающим абонентам. Очень часто при этом невозможно остановить предоставление сервиса, что может привести к большим материальным издержкам компании-оператора. В такой ситуации может помочь только внеполосное тестирование оптических кабелей с помощью рефлектометра, работающего на длине волны 1625 нм. В настоящее время разработаны специальные реализации OTDR для применения в in-service тестировании, те поверх действующего трафика. Такие рефлектометры должны иметь встроенные оптические заградительные фильтры, ограничивающие проникновение сигналов ниже 1600 нм к фотоприемнику приемнику OTDR. Примером такого оборудования может служить портативный оптический рефлектометр MTS-6000 с модулем 8117RVLR. (Рис 6)

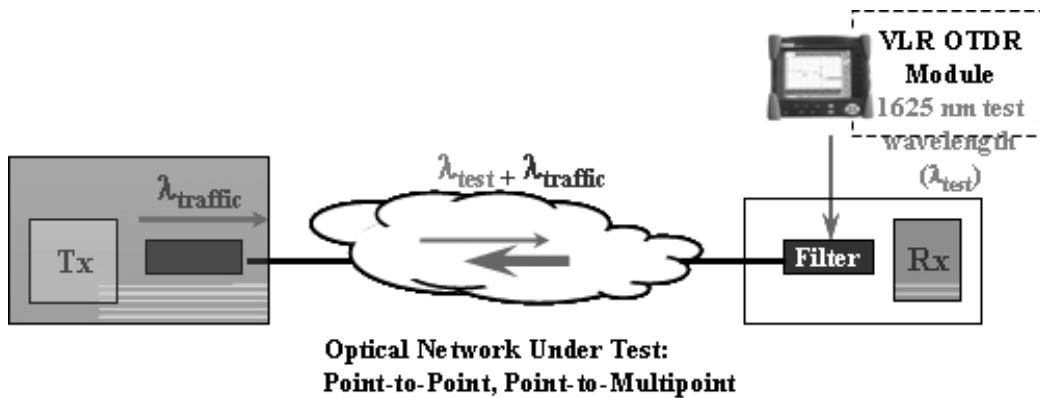


Рисунок 6 Внеполосная рефлектометрия

Подобное решение уже сейчас очень часто используется в автоматических мониторинговых системах для оптических кабелей. Оно показало свою эффективность и в системах волнового мультиплексирования, востребовано и в PON технологиях.

Строительством FTTx-сетей занимаются в первую очередь те компании, которые уже предлагают услуги доступа на базе ADSL для увеличения пропускной способности участков своих сетей. Как правило, эти компании располагают и транспортными телекоммуникационными инфраструктурами, основанными на оптических системах передачи, а значит, имеют значительный опыт эксплуатации традиционных ВОЛС. Техническим специалистам таких компаний подчас достаточно сложно понять разницу в подходах к строительству и эксплуатации сетей PON, что значительно тормозит их развитие. Другое дело совсем молодые компании, начинающие строительство собственной инфраструктуры сразу с оптоволокну, чтобы получить конкурентные преимущества по ряду параметров перед операторами, использующими "медь". Компании обоих типов встречаются практически во всех крупных городах России, поэтому, несмотря на традиционно широкое распространение у нас дешевой оптической реализации Fast Ethernet, сети FTTx получают, как и во всем мире все большее и большее распространение.