

# ИННОВАЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ В ДЕЙСТВУЮЩИХ СЕТЯХ FTTH

Для устранения неисправностей в пассивных оптических сетях необходимо проведение тестирования на различных этапах их внедрения. Для тестирования каждого этапа предназначено конкретное оборудование компании EXFO (Канада). При устранении неполадок в действующей сети оптимально использование оптического рефлектометра на длине волны 1650 нм, тестирование с помощью которого не влияет на функционирование сети.

В режиме нормальной работы пассивной оптической сети (PON) голосовые и видеосигналы посылаются с оптического линейного терминала (OLT) в центральном офисе (CO) на различные оптические сетевые терминалы пользователей (ONT), расположенные в разных точках жилой зоны. В случае выхода из строя одного из ONT с невозможностью самостоятельной синхронизации с OLT соответствующая ветвь PON становится неактивной, и все ее пользователи теряют доступ к услугам связи. Для устранения причин поломки и возобновления услуг связи, естественно, необходим ремонтник. На проблемном участке сети он измеряет уровень мощности светового излучения, чтобы установить, достаточен ли он для синхронизации ONT с OLT.

Непосредственно из центра по управлению сетью ремонтник может определить, один или несколько пользователей лишились услуг связи. Если не функционируют несколько ONT, расположенных рядом друг с другом, это означает, что либо 1xN разветвитель, обслуживающий данную группу пользователей, неисправен, либо проблема касается волокна, по которому сигналы поступают на этот разветвитель. Если же неактивен только один ONT, а все прочие ONT, задействованные через тот же разветвитель, синхронизированы с OLT и CO, то это свидетельствует о том, что проблема связана с оп-



Н.Ганьон (N.Gagnon)  
nicholas.gagnon@exfo.com

товолокном, расположенным между неактивным ONT и 1xN разветвителем (рис.1).

Пользуясь этим несложным правилом, ремонтник с помощью центра по управлению сетью может быстро определить, где расположен проблемный участок – до или после 1xN разветвителя. В случае сомнений следует подъехать к пользователю и приступить там к поиску неисправности. С помощью стандартного оптического рефлектометра (OTDR) на 1310/1550 нм ремонтник начинает тестирование с вышедшего из строя ONT (неисправность вызвана макроизгибом). В данной ситуации разлома волокна нет, следовательно, сигнал рефлектометра может достичь OLT, пройдя макроизгиб и, возможно, проинтерферировать с излучением лазеров передающих устройств на длинах волн 1490 нм и 1550 нм. Кроме того, эти исходящие сигналы могут "ослепить" лавинные фотодиоды стандартного оптического рефлектометра, что приведет к остановке рефлектометрического анализа.

Стандартные сигналы 1310/1550 нм от отдельной точки расположения ONT, используемые оптическими рефлектометрами, будут интерферировать с видеосигналами, посылаемыми передающими устройствами на длине волны 1550 нм, а также с потоками данных с длиной волны 1490 нм и сигналами телефонии, проходящими через волокно, которое расположено между 1xN разветвителем, находящимся на оптической распределительной панели (FDN), и OLT. Помимо этого, лазеры, излучающие сигналы в CO, могут быть дестабилизированы, что приведет к нежелательному росту частоты оши-

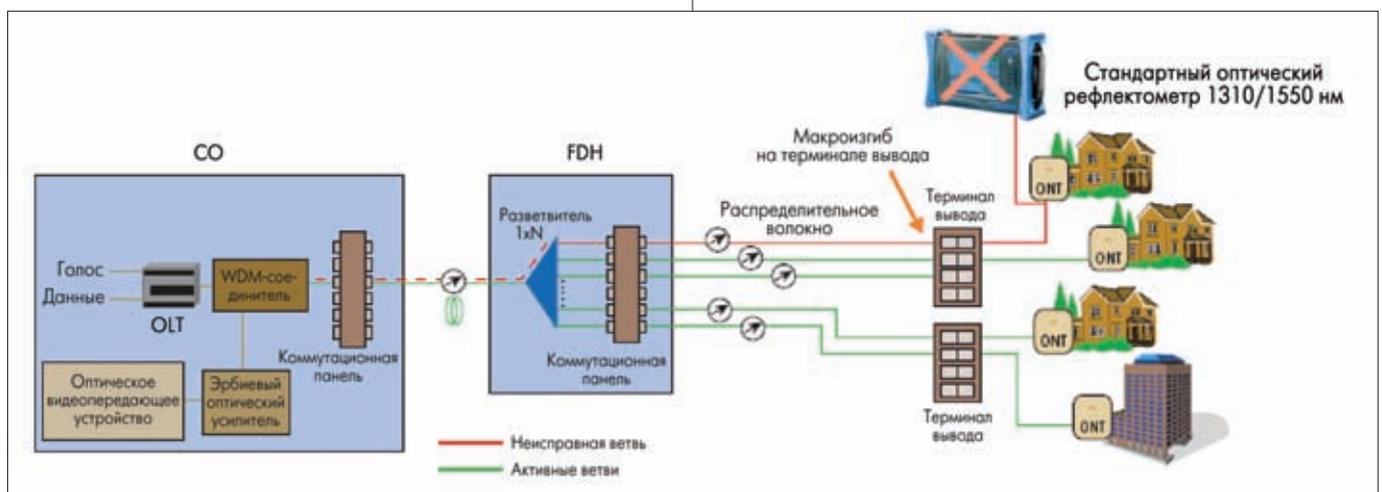
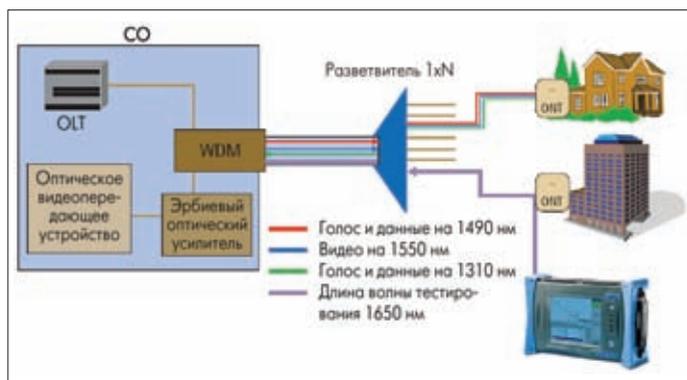


Рис. 1. Тестирование PON



**Рис.2. Тестирование неисправностей в сети FTTH с помощью рефлектометра компании EXFO**

бок. Повышенная их частота негативно влияет на качество передачи на другие ONT, которые обслуживает тот же 1xN разветвитель. К тому же трасса сигналов оптического рефлектометра будет искажена из-за наличия передачи данных в линии, мощность которой намного выше мощности слабого рассеянного сигнала, используемого рефлектометром для измерений.

### ОПТИЧЕСКИЙ РЕФЛЕКТОМЕТР КОМПАНИИ EXFO

Компания EXFO разработала оптический рефлектометр, предназначенный для тестирования неисправностей в действующих PON. Прибор оснащен специальным портом для тестирования на длине волны 1650 нм и включает в себя фильтр, отсекающий все нежелательные сигналы (1310, 1490 и 1550 нм), которые могут снизить точность измерений рефлектометра. Фильтр пропускает лишь сигнал рефлектометра с длиной волны 1650 нм, что позволяет достичь высокой точности измерений. Тестирование на этой волне не влияет на нормальное функционирование и ожидаемые характеристики информационных каналов.

Рефлектометр EXFO не интерферирует с передающими лазерами центрального офиса, так как длина волны 1650 нм соответствует ITU-T L.41 (длина волны при техническом обслуживании в оптоволокне, по которому проходят сигналы). Рекомендации ITU-T L.41 предлагают обеспечивать разницу в 100 нм между длиной волны оптического рефлектометра, используемой при техническом обслуживании, и длиной волны сигнала. В данном случае ближайшая длина волны составляет 1550 нм. Также полезным может оказаться широкополосный фильтр, играющий роль тестового порта на 1650 нм на видеомультимплексе CO. В результате качество услуг связи дру-

гим потребителям, обслуживаемым тем же 1xN разветвителем, не ухудшается. Воспользовавшись этой технологией, ремонтник может подсоединить порт 1650 нм оптического рефлектометра к ONT и послать сигнал в направлении CO. Если измерительный порт 1650 нм добавлен на CO, то возможно также проведение тестирования из CO в направлении к ONT, но при этом на каждом ONT необходимо наличие фильтра на 1650 нм.

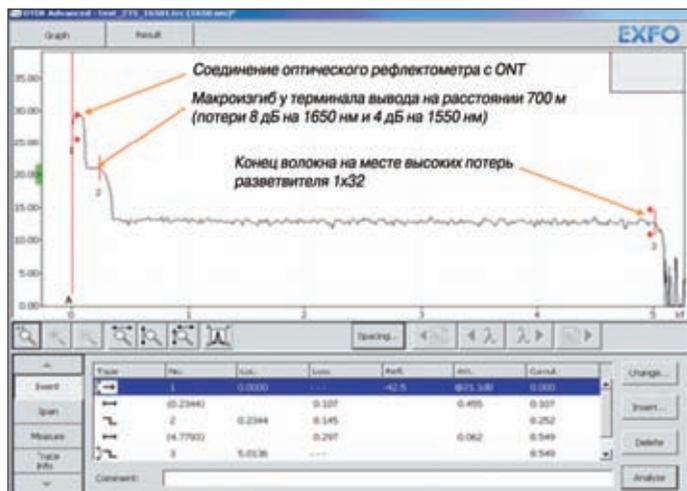
Как видно, основное преимущество этой технологии – два порта. Первый порт оборудован широкополосным фильтром и предназначен для устранения неисправностей на действующих PON с использованием длины волны излучения 1650 нм, а второй порт работает на более широко используемых длинах волн (1310/1550 нм). Это позволяет операторам как устранять неисправности на действующих PON, так и проводить стандартное тестирование на длинах волн 1310/1550 нм с помощью оптического рефлектометра, что значительно экономит время.

В типичной сети FTTH (волокно к дому) данные и голосовые сигналы передаются от OLT на длине волны 1490 нм, а аналоговый видеосигнал – на 1550 нм. Следовательно, если используется стандартный оптический рефлектометр с длиной волны 1310/1550 нм на ONT для тестирования неисправностей в сети, он не может передавать данные, так как внутренний лавинный фотодиод рефлектометра "слепнет" от входящих сигналов. При этом рэлеевское рассеяние на длине волны 1310 нм может воздействовать на другие активные ONT, обслуживаемые тем же 1xN разветвителем. При устранении неисправностей с помощью рефлектометра на неактивной ветви на волне 1650 нм (в соответствии с ITU-T L.41) не имеет значения, где он находится – на стороне OLT или на стороне ONT (рис.2).

### ПРИМЕР ТЕСТИРОВАНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

- Выявлены потери в 4 дБ на макроизгиб в распределительном шкафу, вызванные небрежными действиями во время плановых работ по техобслуживанию, которые привели к прекращению функционирования ONT.
- Макроизгиб не влияет на другие ONT, обслуживаемые тем же 1x32 разветвителем.
- Из центра по управлению сетью сообщили, что только одна ветвь разветвителя 1x32 не функционирует, и ремонтник знает, что проблемный участок расположен между ONT и оптической распределительной панелью.
- Вызван ремонтник для устранения неисправности на сбойном участке. Он знает, что не функционирует лишь одна ветвь, но не знает, связана ли неисправность с повреждением волокна, макроизгибом, замерзанием воды в корпусе, плохим соединением или чем-то еще. Его задача – максимально быстро проверить оптоволоконную связь между ONT и FDH для данной неактивной ветви PON.
- Самое быстрое и безопасное решение – на неактивном ONT провести тестирование с помощью оптического рефлектометра на длине волны 1650 нм для идентификации и локализации места сбоя.

Макроизгибы могут возникать при манипуляциях обслуживающего персонала с петлями оптоволокна в распределительном шкафу или на FDH, зажимах петель или их избыточном сгибе. Другая частая причина макроизгибов – это проникновение воды, которая затем замерзает в корпусах, что создает значительные потери. Макроизгибы – довольно распространенное явление в PON, так как с петлями волокон часто проводятся различные манипуляции на FDH или абонентских терминалах. Следует иметь в виду, что типичные потери на макроизгиб на 1550 нм – 4 дБ, а на длине волны 1650 нм – уже 8 дБ.



**Рис.3. Рефлектограмма, полученная на длине волны 1650 нм с помощью оптического рефлектометра для PON компании EXFO**

При нормальной работе оптического рефлектометра на длинах волн 1310/1550 нм макроизгибы идентифицируются путем измерения разности потерь на длинах волн 1310 и 1550 нм в конкретном месте. При проведении тестирования с помощью оптического рефлектометра на длине волны 1650 нм макроизгиб будет виден непосредственно на рефлектограмме (рис.3).

Диагностирование оптоволоконной связи на неактивной ветви 1x32 разветвителя с помощью оптического рефлектометра для PON позволяет ремонтнику быстро идентифицировать и выявить расположение макроизгиба, который вызвал сбой на этой ветви. Если же нет разрыва соединительного волокна, то сигнал оптического рефлектометра, благодаря достаточному динамическому диапазону, достигает 1x32 разветвителя и позволяет проверить расстояние до FDH. Тестирование с помощью стандартного оптического рефлектометра на длинах волн 1310/1550 нм невозможно, так как излучение с длиной волны 1550 нм, получаемое от OLT, "ослепляет" внутренний лавинный фотодиод такого рефлектометра.

### ТЕСТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ FTTH НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ИХ ВНЕДРЕНИЯ

Тестирование сетей FTTH PON проводится на этапах установки и монтажа, активации, технического обслуживания и устранения неполадок. Каждому этапу соответствует следующее конкретное оборудование тестирования ([www.exfo.com](http://www.exfo.com)).



**FOT-930HR**

#### Этап установки и монтажа.

*Переносной многофункциональный детектор потерь FOT-930HR.* Включает в себя восемь приборов, а также эквивалент на основе

платформы – многофункциональный модуль для тестирования FTB-3930. Представляет собой эффективное средство для тестирования при установке сети PON.

#### Этап активации и технического обслуживания.

*Переносной измеритель мощности PPM-350HR* позволяет проводить двунаправленные измерения мощности всех типов сигналов – голосовых, данных и видео. Оборудован индикаторами pass/warning/fail (проходит/внимание/не проходит) для быстрого и точного тестирования всей сети.



**PPM-350HR**

#### Этап устранения неполадок.

*Оптический рефлектометр FTB-100HR* позволяет точно определить место, где возникают потери, макроизгиб или излом волокна. Устранение этих неполадок может потребоваться и на этапе монтажа, когда в сети еще нет сигналов или когда PON уже задействована. В последнем



**FTB-100HR**

случае рекомендуется подавать сигнал через неактивную ветвь PON на длине волны 1650 нм на соответствующий 1650-нм порт для того, чтобы сигнал не интерферировал с лазерами OLT, излучающими на длинах волн 1490 нм и 1550 нм, или же с лазерами с длиной волны 1310 нм, установленными на других активных ONT. В случае, если в сети PON нет сигналов и требуется устранение неполадок, можно проводить тестирование как на длине волны 1650 нм, так и на длинах волн 1310/1450/1550 нм. ○

### НюрнбергМессе.

#### Эти выставки стоит посетить

За последние десять лет выставочно-ярмарочный центр города Нюрнберга превратился в одно из главных мест встречи всех, кого интересует мир ИТ и электроники.

Крупнейшая в мире выставка по современным встроенным системам Embedded World 2006 пройдет 14–16 февраля. Вся выставка разделена на четыре сегмента: технические средства, инструментальные средства, прикладное программное обеспечение и услуги. Основными темами Embedded World 2006 будут: услуги в глобальной сети Интернет, криптография и безопасность в Интернете, автомобильные сети, системы для работы в режиме реального времени, беспроводные технологии, тестирование и проверка производительности и др.

На конференции, которая пройдет в рамках выставки Embedded World 2006, запланированы выступления представителей из разных стран мира, посвященные новейшим изделиям, инновациям, тенденциям и системным решениям.

SENSOR+TEST 2006 (30 мая – 1 июня) – самая крупная международная выставка по сенсорике, датчикам, технологиям измерения и поверок. В ходе ее подготовки среди широкого спектра тем акцент сделан на применении измерительной техники в автомобилестроении. В 2006 году SENSOR+TEST объединится с MeasComp (Международная специализированная выставка контрольно-измерительных систем) и будет ежегодно проводиться в Нюрнберге.

Три специализированные экспозиции предлагает выставочная компания Mesago Messe Frankfurt.

Первая из них – SPS/IPC/DRIVES 2005 (22–24 ноября) посвящена электрической автоматизации. Основными ее темами в этом году стали: Ethernet в автоматизации, охрана и техника безопасности в автоматизации и системы управления движе-

нием. Широко представлены следующие направления: электроприводы, механические системы и периферия, системы управления и датчики, программное обеспечение и датчики, средства управления и интерфейсные технологии. Под каждое из них отводится специальный павильон.

Следующая выставка SMT/HYBRID/PACKAGING (30 мая – 1 июня) посвящена системной интеграции в микроэлектронике. В числе наиболее важных проблем, которые отражают экспонаты, – производство без использования свинца и оптоэлектроника. Уже в третий раз будет проводиться демонстрация "Станции обслуживания без использования свинца", что станет особенно актуально в связи с ожидаемым переходом на бессвинцовое производство. Стенд оптоэлектроники предложит электрооптические элементы и модули, оптические интерфейсы, материалы, технологии и оборудование.

Третья выставка – PCIM Europe 2006 – впервые пройдет одновременно с Международными выставками "Системная интеграция в микроэлектронике" и "Сенсорные, измерительные и тестовые технологии". Посетители и участники ознакомятся с новейшими разработками в области силовой электроники, интеллектуальной техники приводов и качественной электроэнергии. Полностью будет охвачена отраслевая тематика – от силовых полупроводников, элементных баз и сенсоров до систем энергоменеджмента, программных продуктов для автоматизированных систем моделирования, проектирования и разработки.

От имени организаторов НюрнбергМессе все российские предприятия были приглашены к участию в специализированных выставках.