

## ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПАССИВНЫХ ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

**С**овременные тенденции развития мирового сообщества связаны с увеличением объема передаваемой информации через Интернет. Растет потребность в трафике пользователей радио- и видео-конференций, IP-телевидения с высоким качеством. Скорость передачи по медным линиям достигает предела, поэтому для решения проблемы "последней мили" была разработана технология PON.

Первые шаги в технологии PON (passive optical networks) были предприняты 1995 году, когда влиятельная группа из семи компаний – British Telecom, France Telecom, Deutsche Telecom, NTT, KPN, Telefonica и Telecom Italia – создала консорциум для претворения в жизнь идеи множественного доступа по одному волокну. Эта неформальная организация, поддерживаемая ITU-T (International Telecommunication Union – Международный союз электросвязи), получила название FSAN (Full Service Access Network – рабочая группа по оптическим сетям с полным набором услуг). Много новых членов, как операторов, так и производителей оборудования, вошло в нее в конце 90-х годов. Целью FSAN была разработка общих рекомендаций и требований к оборудованию PON для того, чтобы производители оборудования и операторы, могли сосуществовать вместе на конкурентном рынке систем доступа PON.

В дальнейшем технология PON активно совершенствуется и развивается. Технология APON (G.983.1) предусматривает передачу в сети PON ячеек ATM (асинхронный способ передачи данных) со скоростью 155 Мбит/с в каждом направлении. В спецификации BPON скорость передачи увеличена до 622 Мбит/с, появляется возможность реализовать широкополосные сервисы, включая доступ по Ethernet и видео. Развитие Ethernet привело в 2001 г. к началу работы над спецификацией Ethernet PON (EPON) на основе протокола управления множеством узлов (Multi-Point Control Protocol – MPCP). Появляется еще одна разновидность PON – GPON (Gigabit PON).

Стандарт предусматривает номинальную скорость передачи 622 Мбит/с или 1,25 и 2,5 Гбит/с.

На сегодня FSAN насчитывает 40 операторов и производителей и работает в тесном сотрудничестве с такими организациями по стандартизации, как ITU-T, ETSI и ATM-форум.

Суть технологии PON заключается в том, что между центральным узлом, обеспечивающим подключение к магистрали, и абонентскими узлами создается полностью пассивная оптическая сеть древовидной топологии. В промежуточных узлах дерева размещаются компактные пассивные оптические разветвители (сплиттеры), не требующие электрического питания и обслуживания.

Преимуществами технологии PON являются:

- отсутствие промежуточных активных узлов,
- экономия оптических приемопередатчиков в центральном узле,
- экономия волокон,
- легкость подключения новых абонентов и удобство обслуживания – подключение, отключение или выход из строя одного или нескольких абонентских узлов никак не сказывается на работе остальных.

Древовидная топология P2MP (point-to-multipoint) позволяет оптимизировать размещение оптических разветвителей, исходя из реального расположения абонентов, затрат на прокладку оптического кабеля и эксплуатацию кабельной сети.

Основная идея архитектуры PON – использование все-

го одного приемопередающего модуля в OLT (Optical Line Terminal), находящегося в центральном узле связи, для передачи информации множеству абонентских устройств ONT (Optical Network Terminal) и приема информации от них.

Число абонентских узлов, подключенных к одному приемопередающему модулю OLT, может быть настолько большим, насколько позволяет запас мощности и максимальная скорость приемопередающей аппаратуры. Для передачи потока информации от OLT к ONT – прямого (нисходящего) потока, как правило, используется одна длина волны (например, 1550 нм). Потoki данных от разных абонентских узлов в центральный узел, совместно образующие обратный (восходящий) поток, передаются на другой длине волны (например, 1310 нм). В OLT и ONT встроены мультиплексоры WDM, разделяющие нисходящие (рис.1а) и восходящие потоки (рис.1б).

Прямой поток на уровне оптических сигналов, является широкополосным. Каждый абонентский узел ONT, читая адресные поля, выделяет из этого общего потока предназначенную только ему часть информации. Фактически, мы имеем дело с распределенным демультиплексором.

Все абонентские узлы ONT ведут передачу в обратном потоке на одной и той же длине волны, используя концепцию множественного доступа с временным разделением TDMA (Time Division Multiple Access). Для того чтобы исключить возможность пересечения сигналов от разных ONT, для каждого из них устанавливается свое индивидуальное расписание по передаче данных с учетом поправки на задержку, связанную с удалением данного ONT от OLT.

Задача любой волоконно-оптической сети – обеспечение высокоскоростной и безошибочной передачи данных. Правильное измерение параметров сети во время монтажа позволяет снизить временные и финансовые затраты на выявления таких дефектов, как загрязненные или поврежденные разъемы, дефекты сварки и другие неисправности до того, как они нарушат работу сети.

Существует три основных вида измерений, которые должны быть выполнены во время монтажа PON:

- измерение оптических потерь на отражение (ORL – optical return loss);
- измерение потерь в линии;
- измерение характеристики линии с помощью рефлектометра.

Требования к допустимым оптическим потерям и ORL определяются при проектировании сети в зависимости от ее класса.

ORL – это величина, определяемая отношением мощности светового потока, введенного в волокно, к мощности сигнала, вернувшегося из оптической линии к источнику излучения.

Большая величина ORL может вызывать значительные флуктуации выходной мощности лазера, интерференцию в приемнике, может снижать отношение уровня несущего сигнала к шуму, что приведет к искажению видеосигналов, а также к повышению частоты появления ошибок в цифровых системах.

Потери можно измерить с помощью источника и измерителя оптической мощности. Или с использованием измерителя оптических потерь (OLTS – optical loss test sets), который состоит из источника и измерителя. Некоторые из современных тестеров могут измерять ORL, длину линии и затухание в автоматическом режиме.

При выборе измерителя оптических потерь следует учесть следующее:

- автоматический режим измерения снижает время измерения и риск ошибок оператора,
- большой динамический диапазон измерителя позволяет измерять компоненты сети с большим затуханием (например, сплиттер),
- тестирование PON, особенно построенных на "старых" волокнах, необходимо проводить на двух или трех (1310/1490/1550 нм) длинах волн.

Во время монтажа PON необходимо быть уверенным, что каждая секция выполняет требования спецификации. Это возможно проверить с помощью оптического рефлектометра (OTDR). В отличие от измерителя оптических потерь, который измеряет общее затухание всей линии, рефлектометр позволяет измерить распределение потерь вдоль линии (рис.2). Рефлектометр посылает мощный импульс света в волокно и измеряет отраженный сигнал. Каждое событие в линии (будь то оптический компонент или неисправность) вызывает либо отражение, либо затухание, либо то и другое. Рефлектометр

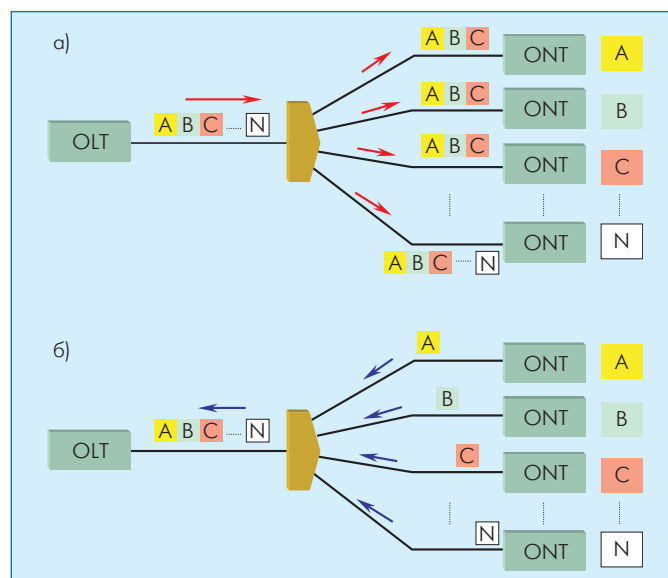


Рис. 1 Прямой поток (а) и обратный поток (б)



Рис.2 Типичная рефлектограмма

снимает характеристику через определенные промежутки времени, определяя расстояние до каждого события.

Рефлектометр может определять дефекты сварки, неисправности в коннекторах, обрывы волокна и макроизгибы, а также позволяет измерить дискретную составляющую потерь на отражение. Макроизгибами называют изгибы волокна с радиусом, меньше минимально допустимого. Они вызывают дополнительные потери, существенно влияющие на общее затухание оптической линии. Макроизгибы могут быть легко определены, если сравнивать потери на трех длинах волн. Известно, что макроизгибы вносят большее затухание на большей длине волны. Лучше всего определяются макроизгибы на длине волны 1625 нм.

Для измерения параметров и поиска неисправностей в PON рефлектометр должен иметь три длины волны (1310, 1490 и 1550 нм), короткий импульс и большой динамический диапазон. При выборе рефлектометра следует также обратить внимание на конструкцию, простоту использования, возможность управления от компьютера и наличие встроенного визуального локализатора повреждений.

Компания НПК "СвязьСервис" предлагает серию приборов ТОПАЗ-7000 для измерения параметров оптических линий.

Приборы ТОПАЗ-7000-L состоят из измерителя оптической мощности, источника оптического излучения и измерителя обратного отражения (ORL), позволяют измерять затухание линии с одного конца, определять расстояние до повреждения. Приборы сертифицированы и имеют заключение о возможности применения средств измерений военного назначения.

Минирефлектометр ТОПАЗ-7000-R выполнен в компактном металлическом корпусе, позволяет определять расстояние до отражающих и неотражающих неоднородностей, затухание линии и качество сварки. Прибор ориентирован на использование в пассивных оптических сетях (PON), он также имеет три длины волны (1310, 1490 и 1550 нм), рекомендованные

МСЭ-Т G.983 (ITU-T G.983).

Использование приборов серии ТОПАЗ во время монтажа и эксплуатации сетей PON снизит временные и финансовые затраты на проверку параметров и выявления неисправностей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. МСЭ-Т G.983.1 Оптические системы широкополосного доступа, базирующиеся на пассивной оптической сети (PON).
2. Листвин А.В., Листвин В.Н., Рефлектометрия оптических волокон, Москва, "ЛЕСАР арт", 2005.