

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ШИРОКОПОЛОСНЫЙ АБОНЕНТСКИЙ ДОСТУП: выбор технологии

А.Салтыков
as@imaqliq.com

В последнее время в нашей стране растет интерес к оптическим технологиям построения сетей широкополосного абонентского доступа. Однако выбор оптимального варианта построения сети – задача нетривиальная. В статье рассмотрены преимущества и недостатки возможных вариантов построения сетей широкополосного абонентского доступа на основе различных волоконно-оптических технологий.

Существующие технологии широкополосного абонентского доступа (ШПАД), такие как DSL по витой паре или по коаксиальному кабелю, в данный момент уже на пределе своих возможностей: они могут обеспечить максимально 10–20 Мбит/с в сторону конечного пользователя на сравнительно небольшое расстояние передачи – до одного километра. Объем строительства волоконно-оптических сетей ШПАД с каждым годом растет. При этом операторы в разных регионах страны используют различные технологии ШПАД. Более того, даже в развитых странах нет единого мнения, какая технология лучше. Здесь много причин: текущие

затраты, окупаемость сети, предоставляемые услуги, возможность быстрой модернизации в недалеком будущем, информационная безопасность и надежность сети и др. Рассмотрим основные топологии ШПАД на основе оптоволоконных линий связи.

Топология точка-точка (PtP), IEEE 802.3ah EFMF, привлекательна для корпоративных крупных клиентов, для которых главное – надежность и информационная безопасность (рис.1). Ее преимущества: минимальная стоимость клиентского оборудования, практически неограниченные возможности модерни-



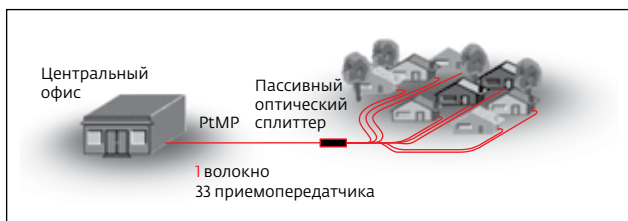


Рис.3. PON, топология точка-многоточка (PtMP) с древовидной сетью без активных узлов

защиты сети, большая информационная защищенность абонентов, легкая диагностика неисправностей в сети. Кроме того, топология PtP не накладывает ограничений на используемую сетевую технологию и скорость передачи. Недостаток один – высокая стоимость индивидуального оптоволоконного кабеля до каждого абонента.

Преимущества топологии PtP с применением Ethernet-коммутаторов (рис.2) – экономичность с точки зрения использования волокна, оптимальная совместимость в рамках стандарта Ethernet, оптимальная по стоимости топология. Главный недостаток – в каждом узле сети необходимо активное оборудование (коммутатор или маршрутизатор), требующее электропитания.

Пассивная оптическая сеть (PON) точка-многоточка (PtMP) строится по топологии древовидной сети без активных узлов (рис.3). Принципу действия PON посвящено множество книг и статей, поэтому рассмотрим только некоторые практические аспекты эксплуатации PON. Преимущества PON хорошо известны [2] – возможность экономии на кабельной

инфраструктуре за счет сокращения количества оптических волокон, сокращение числа оптических передатчиков и приемников в центральном узле, оптимальная топология для многоквартирных домов, легкость подключения новых абонентов, удобство обслуживания.

Однако операторы не торопятся строить домовые сети на основе PON, и на то есть ряд причин. Рассмотрим их подробнее.

На входах оконечного оборудования в абонентских узлах, на ONT (Optical Network Terminal) видны данные соседних ONT. Стало быть, необходимо шифрование данных и дополнительная служебная информация, чтобы разделить потоки. А это снижает общую скорость потока для абонента и ведет к усложнению и удорожанию оборудования [1].

Суммарная информация для всех абонентов сети поступает на входы всех абонентских узлов ONT (broadcast downstream). Каждый абонентский узел ONT, читая адресные поля, выделяет из общего потока часть информации, предназначенную только ему. Поэтому прямой поток содержит определенное количество служебной (адресной и другой) информации, что в итоге снижает объем полезной информации. Так, технология EPON (Ethernet PON) со скоростью передачи общего потока 1,25 Гбит/с может реально предложить каждому из 32 абонентов поток информации со скоростью около 20–25 Мбит/с [3, 4]. Если число абонентов в дереве возрастет в два раза (до 64), соответственно вдвое сократится и объем информации, передаваемой каждому абоненту. Это даже сегодня ограничивает предоставляемые клиентам услуги, а лет через пять этой скорости будет явно недостаточно.

Несмотря на то, что ONT принимает полезную информацию со скоростью 20–25 Мбит/с, абонентское

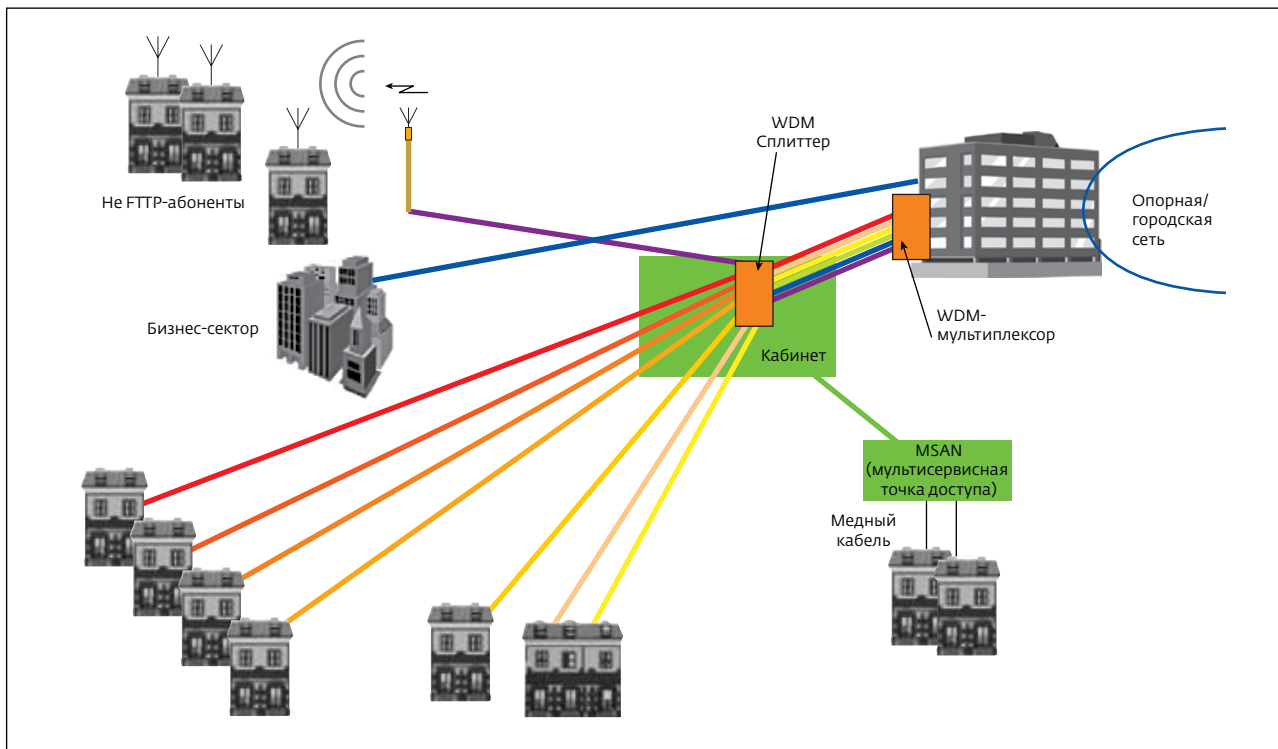


Рис.4. Схема WDM-PON

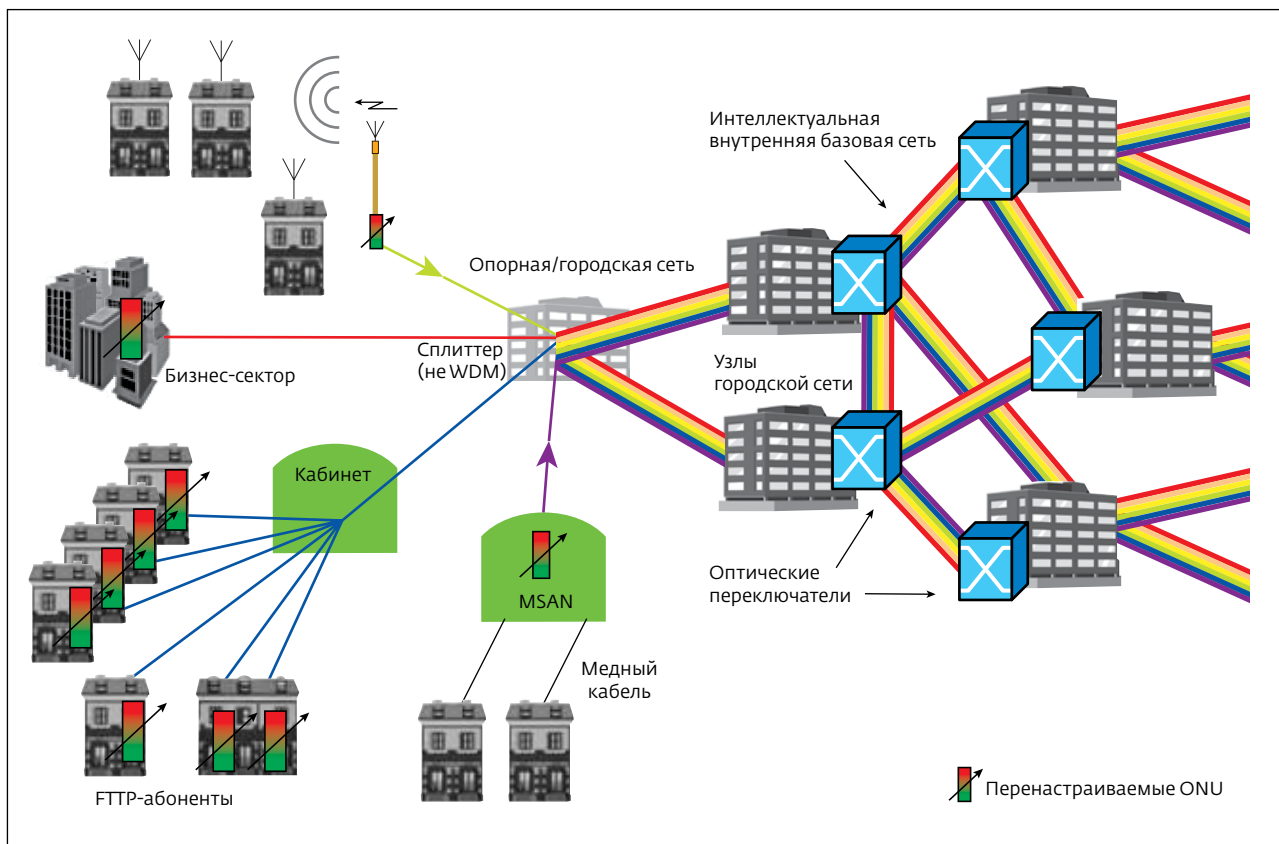


Рис.5. Гибридная TDM/WDM PON сеть

устройство работает в полосе частот общего сигнала, т.е. 1–1,5 ГГц. Это приводит не только к избыточной стоимости ONT, но и к избыточному шуму, что совместно с потерями в пассивном сплиттере влечет снижение динамического диапазона примерно на 25 дБ.

Не подожмет сомнению и тот факт, что PON – наиболее уязвимая из всех известных технологий ШПАД. К примеру, любому абоненту технически несложно вывести из строя всю сеть, причем "вычислить" вандала проблематично.

Кроме того, нормативная документация, касающаяся применения стандартов PON на территории РФ в принципе недостаточна, что приводит к проблемам совместимости оборудования разных производителей.

Наконец, разворачивая строительство PON сейчас, необходимо быть готовым к модернизации сети в недалеком будущем. Здесь есть ряд возможностей. Прежде всего – это переход на более мощное оборудование 10GE PON с заменой всех ONT. Но магистральным путем модернизации PON является применение спектрального мультиплексирования WDM-PON.

Технология спектрального мультиплексирования WDM-PON (рис.4) предоставляет пользователю выделенную полосу (нет распределения на конкурентной основе), изолирует физические сигналы абонентов, эффективно использует волокно (до 64 абонентов на волокно, как и в TDMA PON). Кроме того, значительно, до 80 км, возрастает дальность связи при стандартном для TDMA PON бюджете в 28 дБ, поскольку в системе используются мультиплексоры/демультиплексоры с решетками на основе массива волноводов (AWG – Arrayed Waveguide Grating) с низкими поте-

рями вместо неэффективных с точки зрения потерь сплиттеров. Конечно же, есть и недостатки – высокая стоимость сети.

Интересной также является гибридная сеть (рис.5), обладающая максимальной гибкостью и оптимальная по стоимости. В этой конфигурации разделение абонентов производится как по длине волны, так и по существующему принципу пассивного разделения с помощью обычных сплиттеров.

В заключение отметим – развитие волоконно-оптических домовых сетей неизбежно. Но при выборе типа сети многое зависит от самых разных факторов, таких как связи с поставщиками оборудования, готовность к крупным инвестициям, сроки окупаемости, техническая грамотность специалистов, личные качества руководства и многое другое.

ЛИТЕРАТУРА

1. **D.Gutierrez, J.Cho, and L.G.Kazovsky.** TDM-PON Security Issues: Upstream Encryption is Needed. – National Fiber Optic Engineers Conference, OSA Technical Digest Series (CD) (Optical Society of America, 2007), paper JWA83.
2. **Никитин А.В., Никульский И.Е., Филиппов А.А.** Особенности внедрения технологий PON на сети оператора занимающего существенные рыночные позиции. – Вестник связи, 2009, №4, с.18–24.
3. **G.Kramer.** What is Next for Ethernet PON? – Proceedings of COIN 2006, July 2006.
4. **Петренко И.И., Убайдуллаев Р.Р.** Пассивные оптические сети PON. Ч.2. Ethernet на первой миле. – Lightwave Russian edition, 2004, № 2.