

Уравнение
с одним
неизвестным

Разделяй
и властвуй

Оптическое
разветвление
в сетях PON

Точка зрения

44

44

46

46

Настал час FTTx



В начале года связисты были вынуждены заморозить ряд проектов, связанных с развитием сетевой инфраструктуры. Однако, невзирая на сложную экономическую ситуацию, крупные поставщики услуг широкополосного доступа в Интернет продолжают инвестировать в оптоволокно на «последней миле». Ведь в дальнейшем это позволит им предложить абонентам новые услуги и, как следствие, сохранить рост доходов даже по мере насыщения рынка ШПД. Фундамент оптических сетей будущего был заложен многими операторами еще в прошлом году. Перед ними стоит задача безболезненно обкатать сценарии и технологии построения оптоволоконных сетей доступа на пилотных проектах в течение 2009 года, чтобы, по мере выхода из кризиса, развернуть полномасштабную оптическую стройку.

Данила Шеповальников,
редактор раздела «Стандарт-ТЕХНО»

Уравнение с одним неизвестным

Аббревиатура FTTx определяет точку «х» на «последней миле» сети доступа, где заканчивается оптика и начинается медь. От положения этой точки зависит очень многое: и комбинация технологий предоставления услуг, и их качество, и экономическая эффективность проекта. Именно поэтому поиск оптимального «х» остается актуальной проблемой для операторов.

Наибольшее удаление точки «х» от абонента предусматривает архитектура FTTN (Fiber To The Node): оптоволоконно прокладывается до промежуточного узла связи с активным оборудованием, который обычно устанавливается в специально оснащенный помещением и обслуживает целый микрорайон. Чуть ближе к абоненту оптика подбирается в сценарии FTTC (Fiber To The Curb) - волокно тянется до активных шкафов на улице, к которым подключается несколько ближайших домов. Наиболее распространен в России сценарий FTTB (Fiber To The Building), при котором волокно доходит до подъезда или подвала дома, где устанавливается активное оборудование доступа. В стремлении приблизить оптику к конечной цели была разработана архитектура FTTN (Fiber To The Home). Ее отличие от FTTB заключается в том, что волокно протягивается до места обитания абонента

(квартира, офис, частный дом и т.д.). И, наконец, нельзя не упомянуть о сценариях FTTO (Fiber To The Office), FTTD (Fiber To The Desk) и FTTU (Fiber To The User), которые подразумевают подведение оптического кабеля до розетки в офисе, рабочего стола или оконечного абонентского устройства. Правда, последние три сценария пока что не получили широкого распространения и в основном существуют «на бумаге».

«Все варианты построения сетей FTTx можно перебрать, комбинируя три параметра: положение точки «х», технологию доставки данных до точки «х» и технологию доступа после точки «х», - убежден Александр Горнак, технический директор компании «Новые Системы Телеком». Для доставки данных до точки «х» обычно используется активный Ethernet или разновидность PON. При этом на оптическом участке допускается применение технологий спектрального уплотнения для увеличения пропускной способности или уменьшения количества волокон. Для абонентского доступа к точке «х» чаще всего применяются технологии xDSL и Ethernet по меди. К этому перечню можно добавить беспроводные технологии Wi-Fi и WiMAX. Ведь их базовые станции тоже обычно подключаются к магистральным каналам по оптоволоконному кабелю.

По словам Михаила Воробьева, директора департамента решений для операторов связи «ZyXEL Россия», наиболее проработаны три сценария построения сетей FTTx: оптика до здания с подключением квартир по Ethernet, оптика до шкафа выноса с подключением абонентов по VDSL2. Сильная сторона первого варианта - доступность любому оператору ввиду невысокой удельной стоимости порта и гибкой топологии сети, позволяющей подключать абонентов по мере поступления заявок. Однако проблемы, связанные с прокладкой кабеля до квартиры вку-

Лучезар 522

Новый EPON-коммутатор «Лучезар 522», созданный компанией «Дженерал ДейтаКомм», предназначен для построения пассивных оптических сетей (PON). Устройство оснащено четырьмя EPON-портами с возможностью подключения до 256 абонентских устройств к каждому из них. Таким образом, максимальная емкость решения составляет 1024 абонентских устройств. Для присоединения к сети передачи данных используется четыре порта GigabitEthernet (1000 Base-TX) и два

порта GigabitEthernet (1000 Base-XSFP). Новинка совместима со стандартом IEEE802.3ah и поддерживает динамическое распределение пропускной способности (Dynamic Bandwidth Assignment, DBA) с шагом изменения полосы 64 Кбит/с. При этом сетевые элементы динамически запрашивают пропускную способность восходящего потока в рамках соглашения об уровне обслуживания (SLA, Service Level Agreement).



ФОТО: «ДЖЕНЕРАЛ ДЕЙТАКОММ»

Разделяй и властвуй

С одной стороны строителям оптических сетей доступа необходимо предусмотреть оптимальный сценарий масштабирования инфраструктуры. С другой - появление новых услуг вынуждает их наращивать пропускную способность. В пассивных оптических сетях для решения обеих задач может быть использована технология WDM.

Аббревиатура WDM расшифровывается как Wavelength Division Multiplexing, что дословно означает «мультиплексирование с разделением по длине волны». Для простоты эту технологию еще называют спектральным разделением или уплотнением каналов. Ее суть состоит в увеличении пропускной способности одного волокна за счет одновременной передачи по нему нескольких информационных каналов на разных длинах волн. Технология WDM уже нашла широ-

кое применение в магистральных оптических сетях, где используется две ее модификации: DWDM (Dense WDM) и CWDM (Coarse WDM), отличающиеся друг от друга плотностью формируемых каналов. В DWDM деление спектра осуществляется с минимальным шагом длины волны (от 0,4 нм), благодаря чему можно сформировать множество спектральных каналов в одном волокне. Однако чем больше каналов формирует передающее оборудование, тем дороже оно стоит. Поэтому си-

стемы DWDM устанавливаются в основном на транспортных сетях дальней связи, где их применение наиболее оправданно. Технология CWDM подразумевает более «разреженное» деление спектра на каналы с шагом длины волны от 20 нм. Благодаря этому оборудование CWDM стоит значительно дешевле DWDM и более подходит для применения в сетях масштаба города. Принципы, реализованные в системах DWDM и CWDM, легли в основу нового поколения сетей PON,

пе с необходимостью осуществлять выезд монтажной бригады для каждого подключения накладывают дополнительные расходы и снижают эффективность работ по развертыванию сети. Основные препоны на пути оптики «до квартиры» – стоимость оборудования и необходимость прокладывать кабели в зданиях. И если цены на оборудование постепенно снижаются, то работа по прокладке волоконных кабелей и подготовка обслуживающего персонала – это вопрос не одного года. Другой вариант с использованием технологии VDSL2, по мнению Михаила Воробьева, оптимален для операторов, владеющих инфраструктурой на основе «медной пары». Она позволяет предоставлять услуги ШПД со скоростью до 100 Мбит/с на расстояниях в пределах 350 метров от шкафа с активным оборудованием. К ее достоинствам относится обратная совместимость с абонентским оборудованием ADSL2+.

Наиболее популярным сценарием FTTx является оптика до дома (FTTB) в связке с Ethernet – ее внедряет большинство Ethernet-провайдеров в России. Однако Александр Горнак, технический директор компании «Новые Системы Телеком» подчеркивает, что этот сценарий эффективен лишь в случае предоставления услуг в многоквартирных домах. В коттеджном поселке этот сценарий не может конкурировать с PON, поскольку в пригороде зачастую нет возможности организовать промежуточный узел агрегации на участке оптической сети.

Технология PON основана на пассивном делении мощности оптического сигнала между несколькими абонентами. Оптический разветвитель малогабаритен, не требует электропитания и может быть установлен даже в муфтах для оптического кабеля практически где угодно. Схема классической сети PON представляет «дерево» в корне которого – центральный узел с активным оборудованием, а на концах ветвей – оборудование на сто-

роне абонентов. По словам Сергея Вьялицина, коммерческого директора ЗАО «Техноком», современные стандарты PON позволяют строить сети с суммарным коэффициентом деления до 1:128 на расстоянии до 20 км, то есть до 128 абонентов на один порт активного оборудования. В случае высокой плотности абонентов PON позволяет развертывать сети в сжатые сроки с минимальными согласованиями. Кроме того, к достоинствам PON относятся сравнительно низкие эксплуатационные расходы. К недостаткам Сергей Вьялицин относит необходимость тщательного проектирования и аккуратного монтажа, большие инвестиции на начальном этапе, а также дефицит квалифицированных кадров.

В России единственную сеть масштаба города на базе PON реализует совместно с партнерами ОАО «Северо-Западный Телеком». Николай Гуца, начальник отдела маркетинга ЗАО «Связь-стройдеталь» – компании, разработавшей и поставившей часть оборудования для этого проекта – отмечает, что существовавшее на момент начала работ кроссовое оборудование оказалось малопригодным для развертывания FTTN на базе PON в многоквартирных жилых домах городского типа, что потребовало разработки принципиально нового решения. Кроме того, в данном проекте использовались новые типы распределительных оптических кабелей с разделяемым сердечником, не применявшиеся ранее в России, а также планарные оптические разветвители.

Эксперты сходятся во мнении, что универсального сценария для сетей FTTx не существует: каждый из них имеет плюсы и минусы, и в каждом конкретном случае оператор должен отталкиваться от конкретных возможностей и задач. Однако рыночные тенденции говорят о том, что с течением времени оптика на «последней миле» будет приближаться к абонентам. По оценке Европейского Совета по FTTN, уже к 2011 году количество FTTN-подключений в Европе превысит 15 млн.

JDSU MTS/T-BERD-4000

Компания JDSU разработала многофункциональную тестовую платформу для сетей FTTx. Новое портативное модульное устройство JDSU MTS/T-BERD-4000 включает в себя функции оптического рефлектометра, тестера PON, измерителя потерь, а также цифрового и оптического микроскопов и лазерного источника света в едином корпусе. Благодаря использо-



ванию этого устройства можно значительно сократить количество оборудования, которое технические специалисты должны возить с собой для выполнения «полевых» работ. Новинка оснащена 7-дюймовым дисплеем с интуитивным графическим интерфейсом. Пользователь может автоматизировать процессы тестирования и вывода результатов при помощи скриптов. Кроме того, устройство поддерживает удаленное управление по сети. Для доступа в Интернет имеется встроенный веб-браузер.

получивших название WDM-PON. Благодаря использованию спектрального разделения инфраструктура этих сетей получает большой задел по масштабированию емкости и пропускной способности.

В сетях PON активное оборудование устанавливается лишь на окончаниях. В центральном узле располагается оптический линейный терминал (Optical Line Terminal, OLT), который отвечает за обмен данными со множеством оптических сетевых терминалов (Optical Network Terminal, ONT), размещенных на абонентских узлах. В классической сети PON для восходящего и нисходящего потока используется лишь две длины волны (1310 нм и 1490/1550 нм). В узлах разветвления нисходящий поток разделяется между всеми ONT, связанными с одним OLT. В 2005 году появился стандарт GPON (Gigabit PON), который позволил добить-

ся пропускной способности до 2,4 Гбит/с в нисходящем потоке и до 1,2 Гбит/с в восходящем. Однако работы над его усовершенствованием показали нецелесообразность дальнейших попыток увеличения скорости в одной длине волны. Так появилась технология WDM-PON, которая предусматривает взаимодействие OLT с каждым ONT на отдельной длине волны. Благодаря ей, масштабирование сети можно осуществлять без прокладки дополнительных волокон, путем выделения спектральных каналов и установки новых ONT. Недостатком WDM-PON является то, что она превращает OLT в дорогостоящий мультиплексор. Кроме того, все ONT, подключаемые к одному OLT, должны работать на разных длинах волн, что также удорожает внедрение и обслуживание сети. Однако, в перспективе, WDM-PON – самая скоростная и масштабиру-

емая технология для пассивных оптических сетей. По сравнению с существующими конфигурациями PON она может обеспечить в 10-20 раз большую емкость с выделением длины волны для каждого конечного пункта, будь то дом, офисное здание или абонентский концентратор DSLAM. Таким образом, эта технология может применяться в различных сценариях построения сетей FTTx. Правда, пока стандарты на WDM-PON находятся в разработке рынок относится к ней осторожно: решения на базе WDM-PON активно продвигает лишь компания Novena Optics, в прошлом году приобретенная консорциумом LG-Nortel. А единственный масштабный проект с использованием WDM-PON, в рамках которого планируется подключить несколько десятков тысяч абонентов, развернул в Южной Корее национальный оператор Korea Telecom.

Оптическое разветвление в сетях PON

Ключевым элементом технологии PON являются оптические разветвители. Они обеспечивают такие преимущества пассивных оптических сетей как древовидная архитектура и экономное масштабирование. О том, какими бывают оптические разветвители и как они применяются в инфраструктуре PON специально для «Стандарт-ТЕХНО» рассказал Николай Гуца, начальник отдела маркетинга ЗАО «Связьстройдеталь».

Схематически инфраструктуру PON можно разделить на три ключевые области: центральный узел связи, распределительную сеть и сторону абонента. При этом активное оборудование располагается на центральном узле и стороне абонента, а распределительная сеть целиком строится на пассивных компонентах – оптическом кабеле и делителях сигнала. Линейный терминал на узле связи обслуживает множество соединений с устройствами на стороне абонента. Один его порт, в зависимости от стандарта PON, способен поддерживать до 128 абонентских терминалов. Для распределения сигнала между всеми абонентскими терминалами, подключенными к узловому оборудованию, используются оптические разветвители с различным коэффициентом деления сигнала.

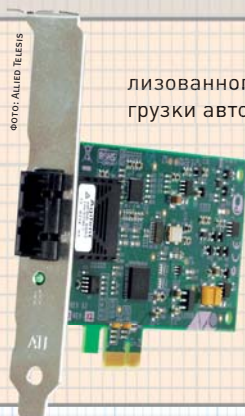
Количество разветвителей и их коэффициент деления напрямую зависят от выбранного способа разветвления. Под централизованным разветвлением подразумевается схема, при которой между узловым и абонентским активным терминалом устанавливается один разветвитель, распределяющий сигнал между всеми подключенными к нему абонентскими устройства-

ми. Такая схема была придумана для городских сетей PON. Однако на практике деление оптического сигнала в одной точке не всегда возможно и главное – не всегда удобно. Обычно в городских сетях PON используется активное оборудование, поддерживающее 64 абонента на один порт линейного терминала. Но при этом, в среднем, в одном подъезде жилого дома просто нет столько абонентов, поэтому применение столь дорогостоящего оборудования «вхолостую» не оправданно.

Более практичным и приближенным к реалиям городской жизни является распределительная или каскадная схема разветвления. В этом случае разветвители устанавливаются на сети последовательно, так, чтобы обеспечить поэтапное многократное деление сигнала. Используя разветвители с различным коэффициентом деления, можно подобрать оптимальное количество ответвлений, соответствующее количеству абонентов. Именно такая схема была использована при строительстве сети PON в Петербурге для ОАО «Северо-Западный Телеком». В ней сигнал из магистрального волокна вначале делится на два направления разветвителем с коэффициентом 1x2. А каждое из

AT-2812FX

Компания Allied Telesis выпустила первый в мире оптический сетевой адаптер в виде модуля расширения ExpressCard для ноутбуков. Модель AT-2812FX представляет собой защищенный Fast Ethernet-модуль для шины PCI-Express (PCIe). Она совместима со множеством современных ноутбуков, имеет разъем SC или ST, и работает на расстоянии до 2 км на многомодовом оптическом волокне. Устройство поддерживает функцию центра-



лизованного управления питанием, которая в отсутствие нагрузки автоматически переводит электрические цепи в экономичный режим для снижения энергопотребления и увеличения времени автономной работы ноутбуков. Кроме того, новый адаптер оснащен встроенным процессором для шифрования данных, что позволяет осуществлять шифрацию-дешифрацию данных непосредственно на сетевом адаптере, высвобождая тем самым вычислительные мощности компьютера для выполнения других задач.

Какую архитектуру FTTx Вы считаете наиболее перспективной



Сергей Вялицин, коммерческий директор ЗАО «Техноком»: «Для крупного оператора наиболее актуальна архитектура FTTN с применением технологии PON. Особенно с учетом перехода в перспективе на WDM-PON, когда каждому клиенту будет выделена отдельная длина волны».



Андрей Идлис, системный инженер-консультант Cisco Systems: «PON обладает пределом масштабируемости, не позволяющим предлагать современные сервисы. Технология WDM лишена этого недостатка, но пока слишком дорога. Поэтому наиболее перспективным сценарием FTTx я считаю Ethernet с использованием оптических линий «точка-точка»».



Михаил Воробьев, директор департамента решений для операторов связи ZyXEL Россия: «FTTB/FTTC в связке с VDSL2 для операторов, владеющих медной инфраструктурой, или в связке с Metro Ethernet для альтернативных операторов. В обоих случаях капитальные затраты в расчете на абонентскую линию невысоки».

двух ответвлений в свою очередь делится на 32 направления разветвителями с коэффициентом 1×32 . Эта схема предпочтительна при изначально известном и относительно высоком проценте подключений. Различия между перечисленными схемами проявляется также в форм-факторе и способе установки распределительных блоков с разветвителями. В сети, построенной по централизованной схеме, такой блок обычно представляет собой уличный шкаф с оборудованием, обслуживающим множество портов. А в сетях с каскадной архитектурой распределительный блок может быть выполнен в виде компактной коробки или даже муфты, установленной на столбе или зарытой в землю.

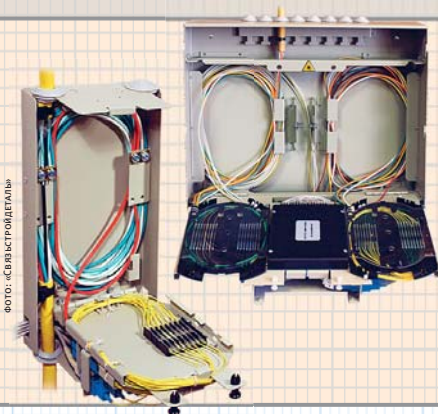
Разветвитель представляет собой пассивный оптический многополюсник с заданным количеством входных и выходных портов, не требующий питания. Его функцией является перераспределение подаваемого во входные порты потока оптического излучения на выходные порты. В случае если с одной стороны порт один, а с другой - несколько, то в одну сторону он разделяет один поток на несколько, а в другую - наоборот, объединяет несколько потоков в один. По топологии оптические разветвители делятся на две конфигурации: $N \times N$ (с равным количеством входных и выходных портов) и $1 \times N$ (разбивающие один поток на несколько портов). Разветвители с конфигурацией $1 \times N$ бывают симметричными (в них излучение делится равномерно между всеми выходными портами) и несимметричными, в которых на каждый выходной порт отводится определенный процент мощности излучения.

При выборе разветвителей необходимо особое внимание уделять технологии их производства. Первыми на рынке появились разветвители, изготавливаемые методом сварки отдельных (как

правило, двух) оптических волокон в единую монолитную конструкцию. Такие разветвители принято называть сплавными. К их недостаткам относится небольшая точность деления. Кроме того, посредством сварки трудно создать несимметричные делители сложной конфигурации. Большое количество выходных портов достигается путем объединения разветвителей базовой конфигурации (1×2 или 2×2) в сложную древовидную структуру. То есть сплавные разветвители с количеством выходов больше двух всегда состоят из нескольких элементарных разветвителей 1×2 , что отрицательно сказывается на их характеристиках и надежности.

Высокие технологии подарили рынку новые планарные разветвители. Методика их производства сходна с производством интегральных микросхем: они выращиваются методом толстопленочной технологии на монокристалле кремния и сразу имеют заданное количество выходов, обеспечивая требуемый коэффициент деления. В результате планарные разветвители имеют более широкий диапазон рабочих температур и лучшие оптические характеристики. Они работают в непрерывном диапазоне длин волн от 1260 до 1650 нм. Для сетей PON это очень важно, поскольку активное оборудование PON использует три длины волны: 1310, 1490 и 1550 нм. Единственным преимуществом сплавных разветвителей перед планарными является более низкая цена.

Разветвители с различными коэффициентами деления выходных портов позволяют регулировать распределение оптического сигнала в различных ветвях сети и тем самым дают возможность сделать ее более сбалансированной. Кроме того, некоторые выходные порты разветвителя могут остаться неподключенными - это создаст запас емкости для расширения сети по мере роста абонентской базы.



ШКОН-П

Компания «Связьстройдеталь» выпустила на рынок полную линейку настенных кроссовых шкафов ШКОН-П в качестве экономичного решения для сетей PON. Изделия предназначены для использования в российских условиях и отличаются повышенной защищенностью от взлома. Во всех шкафах предусмотрен транзитный ввод/вывод оптического ка-

беля без разрезания модулей или волокон. Откидная панель обеспечивает удобство монтажа и эксплуатации при малых габаритных размерах шкафа. Линейка оборудования включает в себя коммутационные кроссовые шкафы на 8, 16 и 32 абонентских волокон, а также шкафы ШКОН-ПР, оснащенные планарными разветвителями (1×32 или 1×64) и абонентские розетки. Решение ориентировано в первую очередь на операторов связи, развивающих сети по схеме FTTH.

с технологической и экономической точки зрения?



Константин Голиков, коммерческий директор компании «МувиКом»: «Самой перспективной является архитектура FTTC. Главное - проложить волокно до микрорайонов, кварталов, жилых комплексов, а дальнейшую разводку можно делать уже на базе существующей инфраструктуры».



Олег Логинов, руководитель направления по работе с МРК группы компаний «Алстрим»: «Безусловное преимущество PON заключается в древовидной архитектуре, которая позволяет быстро и сравнительно легко увеличивать абонентскую емкость сети. При этом по расходу кабеля PON экономнее, чем прокладка оптики по схеме «точка-точка».



Александр Горнак, технический директор компании «Новые Системы Телеком»: «Нельзя утверждать, что какая-то технология имеет явное преимущество. Операторы строят оптику на «последней миле» для увеличения доходности. Им важно быстрее внедрить услугу и опередить конкурентов, поэтому выбор сценария FTTH зачастую предопределен».