

# Оптика

## в перспективе



**На** основании чего производится выбор решения для инфраструктуры, в которой планируется развернуть систему широкополосного доступа?

В статье использованы материалы публикации Патрика Гэхвилера в R&M Connections №34

**Н**а протяжении последних тридцати лет потребность в качественном и скоростном доступе к телекоммуникационным услугам становится ощутимой практически во всех сферах человеческой деятельности. И бизнес-сектор, и большинство домашних абонентов заинтересованы в получении такого рода услуг.

Во многих странах, согласно заверениям сотрудников государственных органов, основой для дальнейшего успешного развития национальных экономик в двадцать первом веке является скоростной доступ к высококачественным

телекоммуникационным услугам. Такую же роль в двадцатом веке играло строительство автомагистралей.

### **Потребность в скорости и технологичности**

Подавляющее большинство абонентов с широкополосными подключениями в последней миле обслуживаются телефонными сетями или сетями кабельного телевидения. На сегодня типовая скорость восходящего потока составляет 128 кбит/с – 1 Мбит/с. Для нисходящего потока этот показатель

составляет примерно 6 Мбит/с. Это уже является источником проблем, поскольку потребители хотят получать большую скорость (до 100 Мбит/с).

Существует несколько технических возможностей для реализации универсального решения широкополосного доступа. Главное, что должно учитываться при их выборе, – это затраты. Вместе с тем не следует забывать и о том, что любой новый способ подключения к телекоммуникационной сети требует обязательной поддержки традиционных сервисов.

Для домашних абонентов потребность в широкополосном подключении становится доминирующей. Скоростные каналы доступа используют все больше людей. Это дает возможность пользоваться широким набором приложений, включая электронную почту, доступ к интернету, телефону и телевидению.

Причем для реализации новых современных приложений скорость в канале абонентского доступа должна быть достаточно высокой. Рассмотрим, например, услуги видео по запросу, которые сейчас предлагаются все более широко. Этот пример важен потому, что в ближайшее время IPTV, вполне вероятно, станет доминирующим средством доставки телевизионных сервисов.

Итак, для нормального просмотра фильма в формате видео высокой четкости (HDTV) посредством сеттопбокса необходимо, чтобы при загрузке обеспечивалась скорость, по меньшей мере, в несколько десятков мегабит в секунду. А для достижения максимальной эффективности скорость в канале доступа должна составлять сотни мегабит.

Однако увеличение пропускной способности домашним абонентам нужно не только для реализации развлекательных сервисов. Все большее число людей хотя бы часть рабочей недели занимаются служебными делами на дому.

Бизнес-сегмент при относительно невысоком объеме данных, циркулирующих в ходе транзакций, традицион-

но характеризуется очень большим количеством пользователей, а также повышенными требованиями по минимальному времени отклика. Для нормального обслуживания всех необходима высокая пропускная способность канала доступа. Причем потребность в увеличении этого параметра будет нарастать по мере совершенствования и появления новых бизнес-приложений. В них все более интенсивно используется графика, в стадию зрелости вступают сервисы видеотелефонии и видеоконференций.

У таких абонентов, как больницы, высшие учебные заведения и школы, потребность в скорости доступа примерно такая же, как и у крупных компаний. И даже несколько больше, поскольку медицинские и образовательные учреждения являются пионерами во внедрении приложений с большими объемами визуализированных данных.

Так, в медицине прибегают к удаленной диагностике и удаленному консультированию. Это позволяет обращаться к высококвалифицированным специалистам, которые находятся на большом расстоянии от пациента. Нужно предоставить изображения очень высокого разрешения, полученные на диагностическом оборудовании (например, на компьютерном томографе), и обеспечить доставку высококачественного видео, чтобы осмотр пациента проходил так же, как непосредственно на месте.

Использование технологий визуализации в обучении сейчас находится на начальном этапе. Вместе с тем распространение таких технологий происходит достаточно быстро.

Еще одна сфера, где требуются решения скоростного доступа – инфраструктура сетей мобильной связи. Причем такая сеть должна соединяться к телефонной сети и к сети передачи данных.

Среда передачи при подключении базовых станций может быть любой: волоконно-оптический и медный кабель, а также радиорелейные линии.

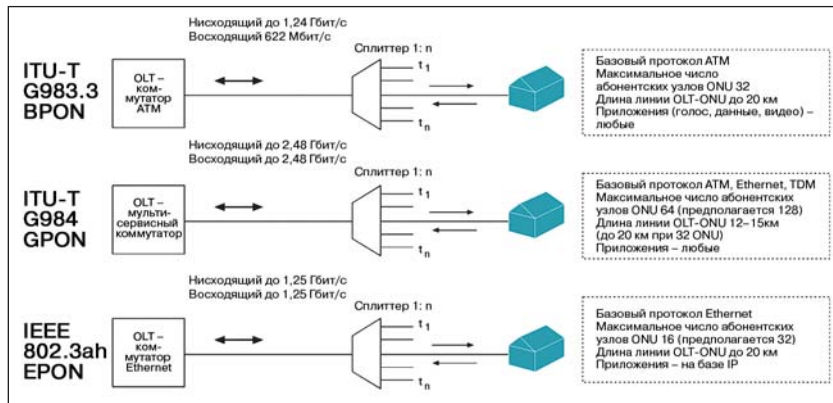
Ранее использовались TDM-технологии. Сейчас идет интенсивная разработка и широкое внедрение решений на базе IP. По мере совершенствования мобильных сетей (обусловленного потребностью абонентов в таких же широкополосных сервисах, как и в фиксированных сетях) нужно будет поддерживать очень высокую скорость в соединениях сети с базовыми станциями.

### Наиболее распространенные решения

Технологии широкополосного доступа с использованием существующих телефонных пар получили название цифровых абонентских линий (Digital Subscriber Loop/Line, сокращенно – DSL). В общем обозначении xDSL приставка "x" используется, чтобы указать конкретный тип технологии. Наиболее широко на данный момент используется асимметричная технология ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line). В ряде стран это доминирующая технология широкополосного доступа.

Стандарт ADSL определяет величину максимальной скорости передачи данных 6 Мбит/с для нисходящего потока и 640 кбит/с для восходящего. Фактически достижимая скорость оказывается меньше потенциального максимума. Ее значение определяется качеством линии и ее длиной.

Сети кабельного телевидения – еще один распространенный вариант развертывания широкополосного доступа. Для кабельного телевидения стандартный подход в реализации инфраструктуры состоит в построении гибридных оптико-коаксиальных сетей. В такой сети сигнал одномодовыми волокнами доводится до уличного шкафа. Там размещается оптический узел. Его оборудование преобразует сигнал в электрический. Последний после усиления перенаправляется в коаксиальный кабель, которым подключаются абоненты. Коаксиальный кабель – хо-



Сейчас используются три разновидности технологии PON

рошая среда для распространения сигнала, занимающего очень широкую полосу частот.

В указанной инфраструктуре необходимо решить важную техническую проблему. Она состоит в том, что необходимо обеспечить достаточную скорость для каждого из большого числа пользователей. Ведь для их обслуживания реализуется топология "шина", в которой все подключаются к одному совместному каналу. В нем достижима скорость до до 30 Мбит/с, но она разделяется на всю группу пользователей. Чтобы обеспечить равномерность в функционировании подключений, часто вводятся ограничения по скорости на участке абонентского доступа. Например, до такого низкого значения как 128 кбит/с в восходящем потоке.

Основное содержание проблемы заключается в том, что нынешние потребности пользователей существенно больше и постоянно растут. Даже для существующих услуг использование совместного канала доступа перестает быть эффективным.

В долгосрочном периоде, вероятнее всего, безальтернативной окажется полная замена существующей медной проводки на оптическое волокно. Но такая замена должна проводиться с четким экономическим обоснованием, поскольку прокладка нового кабеля (любого вида) до помещения абонента требует высоких затрат.

### Реализация абонентского доступа

В ряду факторов, оказывающих влияние на выбор решения широкополосного доступа, существенное место занимают юридические нормы и территориальное распределение абонентов.

Проживание семьи из нескольких человек на собственном земельном участке – для многих стран исключение, а не правило. Все больше городских жителей обитают в многоквартирных домах. В таких зданиях большая часть затрат на реализацию и обслуживание инфраструктуры доступа является общей для всех жильцов. Вместе с тем чтобы провести кабель в большой многоквартирный дом, необходимо вести работы на городских улицах. А там монтаж линейно-кабельных сооружений оказывается делом довольно хлопотным и дорогостоящим.

К тому же во многих странах действуют юридические определения, например, "оператор электросвязи" или "кабельная компания". Они в значительной степени обуславливают возможности для развития сети доступа, и как оно будет происходить у того или иного участника рынка.

Вместе с тем разворачиваемое решение доступа должно эксплуатироваться на протяжении многих лет. Поэтому важно иметь ввиду, что у него должна сохраняться эффективность функционирования в достаточно отда-

ленном будущем. Существенной является возможность наращивать функциональность решения по мере необходимости. Также необходимо обращать внимание на такие моменты, как возможность параллельной прокладки кабелей связи с другими службами (например, с электропроводкой, в этом случае требуется контроль помех).

### Перспективные решения

Идеальный вариант реализации подключения абонента состоит в непосредственном соединении с узлом доступа отдельной парой оптических волокон (топология точка-точка). Данное решение требует больших начальных затрат. Вместе с тем о нем можно говорить как о действительно долгосрочной инвестиции, поскольку будет удовлетворяться любая предполагаемая потребность в скорости доставляемых потоков.

Для небольшого числа пользователей, особенно в сельской местности, весьма эффективным может оказаться применение беспроводных решений. Однако в больших городах с плотной застройкой высокими зданиями в радиопокрытии образуются "мертвые зоны". Это требует размещения большого числа дополнительных базовых станций.

Как уже отмечалось, технология ADSL получила признание у большинства современных пользователей. Вместе с тем, можно попытаться усовершенствовать эту технологию. Поскольку максимально достижимая скорость у этой технологии зависит от условий прокладки, параметров медной проводки и длины линии. Почему бы не уменьшить длину линии? На кабельной трассе можно установить шкаф с активным DSL-оборудованием как можно ближе к абонентам. Медный кабель до шкафа заменяется оптическим волокном. Дальнейшая разводка к абонентам остается на медных парах. Название такого решения Fiber-To-The-Cabinet, Curb (может быть еще Kerb и Node), сокращенно FTTC, указывает на то, что во-

локонно-оптический кабель подводится к уличному шкафу или колодцу. Для использования в таких решениях разработана технология VDSL (высокоскоростные абонентские цифровые линии).

Существует еще несколько вариантов реализации волоконно-оптических решений. Они обозначаются, как FTTx (Fiber-To-The-x), где буква "x" указывает на место установки оборудования, которому подключается оптическое волокно. Например, решение FTTB (Fiber-To-The-Building) оказывается эффективным, если надо обеспечить доставку сервисов в доме со ста квартирами. Волоконно-оптический кабель проводится непосредственно в здание. В нем же устанавливается распределительный шкаф с оборудованием VDSL-доступа. При этом отпадает необходимость в замене проводки в доме (а это одна из наиболее затратных составляющих проекта). Конечно, реализация такого решения требует согласования с собственниками дома, нужно получить защищенное и удобное помещение для размещения оборудования. Решения FTTB и FTTC идентичны за исключением того, что шкаф с активным оборудованием размещается в доме, а не по ходу кабельной трассы. К тому же в FTTB линии от распределительного шкафа к абоненту представляют собой разводку в доме, которая находится в благоприятных условиях. Небольшая длина этих линий позволяет осуществлять доставку высокоскоростных услуг превосходного качества. Понятно, что затраты на реализацию решения FTTB слишком велики, чтобы применять его для обслуживания домов на одно или несколько семейств. Но для большого числа абонентов в здании оно может быть не просто экономически целесообразным, но и весьма привлекательным.

Более чем адекватная производительность и при этом высокая привлекательность по затратам в сравнении с идеальным решением выгодно отличает технологию пассивных оптических сетей (Passive Optical Network, PON). Ее сущность состоит в построении оптической инфраструктуры с при-

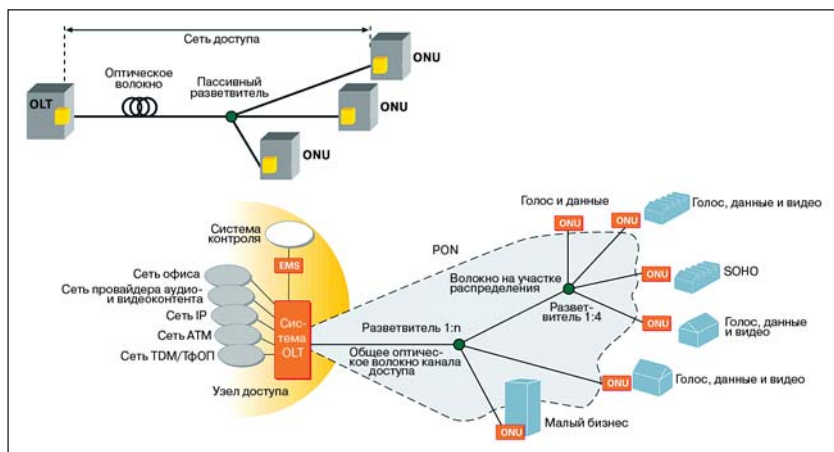
менением пассивных разветвителей (сплиттеров). Это позволяет подключать достаточно много абонентов (до 32 и более) к одному станционному узлу (от которого до разветвителя идет одна оптическая линия). Для обмена потоками данных с разными пользователями применяются особые технические приемы в процессе обработки сигналов электроникой.

PON обладает несколькими существенными преимуществами. Поскольку нет необходимости устанавливать активное оборудование в уличных шкафах, конфигурирование и эксплуатация сети существенно упрощаются. К тому же системы очень просты в наладке, так как нет необходимости использовать активное оборудование на промежутке от окончания оптической линии (Optical Line Termination, OLT) до абонентского окончания. В зависимости от разновидности технологии PON длина абонентской линии может достигать 20 км. Сплиттеры могут устанавливаться в распределительных коробках.

Но стоимость монтажа таких решений является высокой. Чтобы довести волокно до каждого абонента, необходимо провести большой объем работ, включая выкапывание траншей через дороги. Все эти работы довольно затратные. Стоимость кабеля составляет небольшую часть общих расходов. Но в

случае замены медных линий оптическими те же земляные работы и многое другое потребуются для изъятия устаревших кабельных линий.

Если говорить о применении оптического волокна в решениях доступа в целом, какая архитектура не оказалась бы предпочтительной, все они предполагают обязательное применение оптического волокна. Перед развертыванием решения доступа основной проблемой является выбор оптимальной конфигурации сети, позволяющей добиться максимального соответствия с ожиданиями потребителей услуг на данный момент, и создать открытую (технологически нейтральную) инфраструктуру, способную к безболезненной последующей эволюции. Все это еще и рассматривается с точки зрения оптимальных затрат. В большинстве случаев решения FTTx оказываются весьма привлекательными, поскольку удовлетворяют текущим запросам абонентов и, фигурально выражаясь, оставляют дверь открытой, чтобы сделать последующий шаг в эволюции к PON. А в некоторых ситуациях реализация PON уже сейчас является наиболее целесообразным выбором, к тому же позволяющим сохранить эффективность на протяжении длительного времени. **CT**



На основе технологии PON можно реализовать несколько сценариев предоставления услуг доступа