

ADSL - будущее проводного доступа

к.т.н. Бутлицкий И.М., к.т.н. Шаронин С.Г.

Одной из важнейших проблем телекоммуникационных сетей продолжает оставаться проблема абонентского доступа к сетевым услугам. Актуальность этой проблемы определяется в первую очередь бурным развитием сети Интернет, доступ к которой требует резкого увеличения пропускной способности сетей абонентского доступа. Основным средством сети доступа, несмотря на появление новых самых современных беспроводных способов абонентского доступа, остаются традиционные медные абонентские пары. Причиной этого является естественное стремление операторов сети защитить сделанные инвестиции. Поэтому в настоящее время и в обозримом будущем стратегическим направлением увеличения пропускной способности сетей абонентского доступа будет оставаться технология асимметричной цифровой абонентской линии ADSL, использующей в качестве среды передачи традиционную медную абонентскую пару и одновременно сохраняющей уже предоставляемые услуги в виде аналогового телефона или основного доступа к ISDN. Реализация этого стратегического направления эволюции сетей абонентского доступа зависит от конкретных условий существующей сети абонентского доступа каждой страны и определяется каждым оператором связи с учётом этих конкретных условий. Понятно, что разнообразие местных условий определяет большое число возможных способов миграции существующей сети абонентского доступа к технологии ADSL. Настоящая статья посвящена краткому анализу наиболее перспективных способов миграции абонентского доступа.

Телекоммуникационные технологии непрерывно совершенствуются, быстро адаптируясь к новым требованиям и условиям. Ещё совсем недавно основным и единственным средством абонентского доступа к услугам сети - и в первую очередь к услугам сети Интернет был аналоговый модем. Однако самые совершенные аналоговые модемы - модем, удовлетворяющий требованиям рекомендации ITU-T V.34, с потенциальной скоростью передачи до 33,6 Кбит/с, а также модем последнего поколения удовлетворяющий требованиям рекомендации V.90 ITU-T, с потенциальной скоростью передачи 56 Кбит/с практически не могут обеспечить эффективной работы пользователя в сети Интернет.

Таким образом, резкое увеличение скорости доступа к сетевым услугам, и в первую очередь к услугам Интернет является критически важным. Одним из методов решения этой задачи является применение семейства технологий высокоскоростной абонентской линии xDSL. Эти технологии обеспечивают высокую пропускную способность сети абонентского доступа, основным элементом которой является скрученная медная пара местной абонентской телефонной сети. Хотя каждая из технологий xDSL занимает свою нишу в телекоммуникационной сети, тем не менее неоспоримо, что технологии асимметричной цифровой высокоскоростной абонентской линии ADSL и сверхвысокоскоростной цифровой абонентской линии VDSL представляют наибольший интерес и для провайдеров телекоммуникационных услуг, и для производителей оборудования, и для пользователей. И это не случайно - технология ADSL появилась как способ предоставления пользователю широкого набора телекоммуникационных услуг, включая в первую очередь высокоскоростной доступ к сети Интернет. В свою очередь, технология VDSL способна предоставить пользователю столь широкую пропускную способность, которая позволяет ему получить доступ практически к любой широкополосной сетевой услуге как в ближайшем, так и в отдалённом будущем, но уже не в чисто медной, а в смешанной, медно-оптической сети доступа. Тем самым обе эти технологии обеспечат эволюционный путь внедрения оптического волокна в сеть абонентского доступа, защитив самым эффективным образом прошлые инвестиции операторов местных сетей. Таким образом, ADSL можно рассматривать как самый многообещающий член семейства технологий xDSL, преемником которого будет технология VDSL (рис. 1).

Хотя ключевой идеей миграции способов предоставления сетевых услуг с помощью технологий xDSL, является переход от аналоговой телефонной сети общего пользования сначала к ADSL (а затем, по мере необходимости, к VDSL), однако это не исключает применения для той же цели в качестве промежуточных этапов и других типов технологий xDSL. Например, для увеличения пропускной способности абонентской линии могут использоваться технологии IDSL и HDSL.

1. От аналогового модема к ADSL

Наиболее распространённым сценарием миграции для доступа к услугам сети Интернет безусловно является переход от исходной сети доступа с помощью аналоговых модемов ТФОП к целевой сети доступа с помощью модемов ADSL.

В настоящее время имеются две модификации технологии ADSL: так называемая полномасштабная ADSL, которую называют просто ADSL, и так называемая "лёгкая" версия ADSL, которую называют "ADSL G. Lite". Обе версии ADSL в настоящее время регламентированы рекомендациями МСЭ-Т G.992.1 и G.992.2 соответственно.

Концепция полномасштабной ADSL первоначально родилась как попытка конкурентного ответа операторов местных телефонных сетей операторам кабельного телевизионного вещания (КТВ). С момента появления технологии ADSL прошло уже почти 5 лет, однако до сих пор она не получила массового практического применения. Уже в процессе разработки полномасштабной ADSL и первого опыта её внедрения выяснился целый ряд факторов, которые требовали коррекции первоначальной концепции.

Основными из этих факторов являются следующие:

1. Изменение основного целевого применения ADSL: в настоящее время основным видом широкополосного абонентского доступа является уже не предоставление услуг КТВ, а организация широкополосного доступа к Интернет. Для решения этой новой задачи вполне достаточно 20% максимальной пропускной способности полномасштабной ADSL, которой соответствует скорость нисходящего потока (от сети к абоненту) 8,192 Мбит/с и скорости восходящего потока (от абонента к сети) 768 Кбит/с.

2. Неготовность сети Интернет для предоставления услуг полномасштабной ADSL. Дело в том, что сама система ADSL является лишь частью сети широкополосного доступа к сетевым услугам. Уже первые опыты внедрения ADSL в реальные сети доступа показали, что сегодняшняя инфраструктура сети Интернет не может поддерживать скорости передачи выше 300...400 Кбит/с. Хотя магистральный участок сети доступа к Интернет обычно выполняется на оптическом кабеле, однако не эта сеть, а другие элементы сети доступа к Интернет - такие, как маршрутизаторы, серверы и PC, включая и особенности трафика Интернет, определяют реальную пропускную способность этой сети. Поэтому применение полномасштабной ADSL на существующей сети практически не решает проблемы широкополосного абонентского доступа, а просто перемещает её с абонентского участка сети в магистральную сеть, обостряя проблемы инфраструктуры сети. Поэтому внедрение полномасштабной ADSL потребует значительного увеличения пропускной способности магистрального участка сети Интернет, и, следовательно, существенных дополнительных затрат.

3. Высокая стоимость оборудования и услуг: для широкого развёртывания технологии необходимо, чтобы стоимость абонентской линии ADSL была не более 500 \$; существующие цены существенно превышают эту величину. Поэтому реально используются другие продукты xDSL и в первую очередь модификации HDSL (типа многоскорост-

ной MSDSL) с пропускной способностью 2 Мбит/с по одной медной паре.

4. Необходимость модернизации инфраструктуры существующей сети доступа: концепция полномасштабной ADSL требует применения специальных разделительных фильтров - так называемых сплиттеров (splitter's), разделяющих низкочастотные сигналы аналогового телефона или основного доступа BRI ISDN и высокочастотные сигналы широкополосного доступа как в помещении АТС, так и в помещении пользователя. Эта операция требует значительных трудозатрат, особенно в кроссе АТС, где заканчиваются тысячи абонентских линий.

5. Проблема электромагнитной совместимости, заключающаяся в недостаточной изученности влияния полномасштабной ADSL на другие высокоскоростные цифровые системы передачи (в том числе и типа xDSL), работающие параллельно в том же кабеле.

6. Большая потребляемая мощность и занимаемая площадь: существующие модемы ADSL кроме высокой стоимости, требуют ещё много места и расходуют значительную мощность (до 8 Вт на модем ADSL в активном состоянии). Чтобы технология ADSL оказалась приемлемой для размещения на коммутационной станции, необходимо снижение потребляемой мощности и увеличение плотности портов.

7. Асимметричный режим работы полномасштабной ADSL: при постоянной пропускной способности линии ADSL он является препятствием для некоторых приложений, требующих симметричного режима передачи - например, видеоконференций, а также для организации работы некоторых пользователей, имеющих собственные серверы Интернет. Поэтому необходима адаптивная ADSL, способная работать как в асимметричном, так и в симметричном режиме.

8. Аппаратное и программное обеспечение помещения пользователя, как показали испытания, являются также узким местом систем ADSL. Проведенное тестирование показало, например, что популярные программы - браузеры Web и платформы аппаратного обеспечения PC могут ограничивать пропускную способность PC величиной 600 Кбит/с. Таким образом, для полного использования высокоскоростных соединений ADSL необходимы улучшения клиентского аппаратного и программного обеспечения пользователя.

Перечисленные проблемы полномасштабной ADSL инициировали появление её "лёгкого" варианта, которым является уже упоминавшаяся ADSL G.Lite. Приведём наиболее существенные особенности этой технологии:

1. Основное назначение G.Lite - быстрый доступ в Интернет

2. Возможность работы как в асимметричном, так и симметричном режимах: в асимметричном режиме при скорости передачи до 1536 Кбит/с в нисходящем направлении (от сети к абоненту) и до 512 Кбит/с в восходящем направлении (от абонента к сети); в симметричном режиме - до 256 Кбит/с в каждом направлении передачи. В обоих режимах благодаря использованию кода DMT обеспечивается автоматическая подстройка скорости передачи ступенями по 32 Кбит/с в зависимости от длины линии и мощности помех.

3. Упрощение процесса установки и настройки модемов ADSL G.Lite путём отказа от использования разделительных фильтров (сплиттеров) в помещении пользователя, что позволяет выполнять эти процедуры самому пользователю. При этом не требуется замены внутренней проводки в помещении пользователя. Однако, как показывают результаты испытаний, это можно сделать не всегда. Эффективной мерой защиты широкополосного канала передачи данных от сигналов импульсного набора номера и вызывных сигналов является установка специальных микрофильтров прямо в телефонной розетке.

4. Реализуемые длины линий ADSL G.Lite позволяют обеспечить высокоскоростным доступом к Интернет подавляющее большинство пользователей домашнего сектора.

Следует отметить, что многими производителями оборудования ADSL выбрана концепция оборудования ADSL, поддерживающего как режим работы полноскоростной ADSL, так и режим ADSL G.Lite.

Предполагается, что появление оборудования ADSL G.Lite резко активизирует рынок устройств широкополосного доступа к услугам Интернет. Велика вероятность того, что он займёт нишу широкополосного доступа к сетевым услугам пользователей домашнего сектора.

Появление промежуточной ступени ADSL в виде ADSL G.Lite создаёт возможность плавного перехода от существующих аналоговых модемов к широкополосному доступу - сначала к Интернет с помощью G.Lite, а затем к мультимедийным услугам с помощью полномасштабной ADSL.

Миграция от аналогового модема к любой из модификаций ADSL выгодна провайдеру услуг, поскольку вызовет повышенную продолжительность, какими являются обращения пользователя в сеть Интернет, направляются в обход коммутируемой телефонной сети общего пользования. Если провайдером услуг является традиционный оператор местной сети, то этот сценарий даёт ему ещё одно дополнительное (но не менее важное) преимущество, поскольку отпадает необходимость дорогостоящей (около 500 тысяч долларов) модернизации коммутатора существующей телефонной сети в коммутатор ISDN, который понадобился бы для увеличения скорости доступа к услугам сети Интернет при варианте миграции от услуг телефонной сети общего пользования к услугам сети ISDN. Столь значительные дополнительные инвестиции при переходе от аналогового ТФОП к ISDN объясняются тем, что последняя является сетевой концепцией с собственным очень мощным многоуровневым стекком протоколов. Поэтому для указанной модернизации требуются существенные изменения аппаратного и программного обеспечения цифровой коммутационной станции ТФОП. В то же время модем ADSL представляет собой просто высокоскоростной модем, для поддержки которого используются стандартные протоколы сети передачи данных, базирующейся на передаче пакетов или ячеек АТМ. Это существенно сокращает сложность доступа к сети Интернет и, следовательно, необходимые инвестиции.

Кроме того, с точки зрения пользователей Интернет, операторов сети и провайдеров услуг Интернет имеет большой смысл прямой переход от модема ТФОП не к модему ISDN, а прямо к модему ADSL. При максимальной пропускной способности узкополосной ISDN, равной 128 Кбит/с (которая соответствует объединению двух В - каналов основного доступа ISDN), переход к ISDN даёт увеличение скорости доступа по сравнению с сетью ТФОП потенциально немногим более, чем в 4 раза и требует к тому же значительных инвестиций. Поэтому промежуточный этап перехода от ТФОП к ISDN в качестве эффективного средства доступа к Интернет практически теряет смысл. Разумеется, это не относится к тем регионам, где уже имеет место широкое внедрение ISDN. Здесь, естественно, определяющим фактором является защита сделанных инвестиций.

Таким образом, основными стимулами рассматриваемого способа миграции сети доступа являются:

1. Огромное увеличение скорости доступа к услугам сети Интернет
2. Сохранение аналогового телефона или основного доступа к ISDN (BRI ISDN)
3. Перемещение трафика Интернет из сети ТФОП в сеть IP или АТМ
4. Отсутствие необходимости модернизации коммутатора ТФОП в коммутатор ISDN

В заключение рассмотрим теперь возможные способы реализации рассматриваемого пути миграции.

Если основным стимулом миграции от аналогового модема к модему ADSL является высокоскоростной доступ к сети Интернет, то наиболее целесообразным способом реализации этой услуги следует считать выполнение удалённого терминала ADSL, называемого АТУ-R, в виде платы персонального компьютера (ПК). Это уменьшает общую сложность модема и устраняет проблемы внутренней проводки (от модема до ПК) в помещении пользователя. Однако операторы телефонной сети обычно не желают сдавать в аренду модем ADSL, если он является внутренней

платой ПК, поскольку не хотят быть ответственными за возможное повреждение ПК. Поэтому большее распространение пока получили удалённые терминалы ATU-R в виде отдельного блока, называемого внешним модемом ADSL. Внешний модем ADSL подключается к порту ЛВС (10BaseT) или к последовательному порту (универсальной последовательной шине USB) компьютера. Эта конструкция является более сложной, поскольку она требует дополнительного места и отдельного питания. Но такой модем ADSL может быть куплен абонентом местной телефонной сети и запущен в работу пользователем ПК самостоятельно. Кроме того, внешний модем может подключаться не к ПК, а к концентратору или маршрутизатору ЛВС в тех случаях, когда пользователь имеет несколько компьютеров. А такая ситуация является типичной для организаций, бизнес центров и жилых комплексов.

2. Миграция к ADSL при наличии в сети доступа ЦСПАЛ

Предыдущий сценарий миграции требует наличия непрерывной физической медной пары между помещением местной АТС и помещением пользователя. Такая ситуация более типична для развивающихся стран со сравнительно слабо развитой телекоммуникационной сетью, к которым относится и Россия. В странах с развитой телекоммуникационной сетью на абонентской телефонной сети для увеличения перекрываемых расстояний широко применяются цифровые абонентские системы передачи (ЦСПАЛ) в основном с использованием аппаратуры первичных цифровых систем передачи плезиохронной иерархий (Е1). Например, в США в начале 90-х годов примерно 15% всех абонентских линий обслуживалось с помощью ЦСПАЛ (в США они называются Digital Local Carrier - DLC), а к 2000-му году предполагается увеличение их суммарной ёмкости до 45% от общего числа абонентских линий. В настоящее время строятся очень надёжные сети абонентского доступа, в которых используется комбинированная медно-оптическая среда передачи и защищённые кольцевые структуры с применением аппаратуры синхронной цифровой иерархии SDH.

Современные ЦСПАЛ не только мультиплексируют сигналы некоторого числа абонентов в цифровой поток, передаваемый по двум симметричным парам, но и могут выполнять также функции концентрации нагрузки (2:1 или более), что позволяет снизить нагрузку на коммутационные станции. При этом один оконечный терминал ЦСПАЛ размещается в помещении АТС, а другой - в промежуточном пункте между АТС и помещением пользователя. Поэтому индивидуальная физическая абонентская линия существует только между помещением пользователя и удалённым терминалом ЦСПАЛ. Поэтому мультиплексор доступа ADSL (DSLAM - DSL access multiplexor) и его составная часть - стационарный терминал ADSL ATU-C должны размещаться не на АТС, а в месте установки удалённого терминала (RDT). При этом для организации систем ADSL используются следующие технические решения:

1. Удалённый DSLAM, который размещается в отдельном контейнере вблизи контейнера с RDT и рассчитан на обслуживание большого числа пользователей (обычно от 60 до 100 линий ADSL). В этом случае не требуется специальной системы управления и обслуживания, поскольку используется система управления настройкой и контролем состояния линий ADSL типового DSLAM, устанавливаемого в помещении АТС. Такой DSLAM может работать практически с любым оборудованием ЦСПАЛ, поскольку является совершенно автономным оборудованием; DSLAM просто отделяет трафик ТфОП от трафика собственно линии ADSL и передаёт его в оборудование ЦСПАЛ в аналоговой форме. Вместе с тем, такое решение является весьма дорогостоящим: поскольку оборудование DSLAM автономно, то необходимы серьёзные установочные и монтажные работы, организация электропитания оборудования и многое другое; поэтому это решение целесообразно только при большом числе пользователей ЦСПАЛ.

2. Линейные платы ADSL, встроенные в аппаратуру ЦСПАЛ. При этом используются свободные места в платах оборудования ЦСПАЛ, размещаемом в контейнере RDT, причём возможны два варианта:

а) оборудование ЦСПАЛ используется только для размещения и механической защиты плат ADSL, а все соединения выполняются с помощью кабелей, что типично для традиционных ЦСП;

б) линейная плата ADSL является частью аппаратуры ЦСПАЛ и просто интегрирована в последнюю. Этот второй способ обычно используется в новом поколении аппаратуры ЦСПАЛ и позволяет исключить необходимость проведения каких-либо монтажных работ в блоке ЦСПАЛ.

3. Удалённый мультиплексор доступа (RAM - remote access multiplexor), который выполняет те же функции, что и DSLAM. Отличается от DSLAM тем, что интегрирован в существующую инфраструктуру ЦСПАЛ и не требует связанной со значительными затратами модернизации существующей инфраструктуры сети абонентского доступа. Применение RAM является универсальным, поскольку обеспечивает возможность совместной работы с любым типом аппаратуры ЦСПАЛ. Обычно блоки RAM имеют малые габариты и могут размещаться в существующих контейнерах с оборудованием RDT. Основной проблемой известных в настоящее время RAM является их недостаточная масштабируемость.

3. От ISDN к ADSL

В 90-е годы в качестве способа более быстрого доступа к Интернет там, где это было возможно, стали широко использоваться линии ISDN. Со временем, когда пропускная способность ISDN окажется недостаточной, естественным решением будет "дополнение" абонентской линии ISDN высокоскоростным каналом ADSL. Так же как и в случае с обычными аналоговыми линиями, такой способ, называемый "ISDN ниже ADSL" ("ISDN under ADSL"), предусматривает использование фильтров для разделение сигналов ADSL и ISDN.

Такое решение особенно привлекательно тем, что оно практически не вызывает никаких проблем с выполнением стандартов узкополосной ISDN и, следовательно, с реализацией способа перехода от ISDN к ADSL. Поэтому данный способ эволюции будет особенно популярен в странах, где широко внедрилась узкополосная ISDN, причём вероятнее всего будет преобладать переход от ISDN к полномасштабной ADSL.

4. От HDSL к ADSL

Технология симметричной цифровой абонентской линии HDSL безусловно является самой зрелой и самой де-

шёвой из технологий xDSL. Она возникла как эффективная альтернатива устаревшей аппаратуре первичных ЦСП Е1 для использования на соединительных линиях местных сетей, а также в качестве первичного доступа к ISDN (PRA ISDN). Благодаря широкому использованию HDSL в самых различных регионах мира хорошо отработаны процедуры развёртывания таких систем, их эксплуатационного обслуживания и тестирования; хорошо известны также высокое качество параметров и высокая надёжность систем HDSL. Поэтому операторы связи и провайдеры сетевых услуг охотно используют оборудование HDSL для высокоскоростного доступа к Интернет. Однако чаще всего применение HDSL в сети абонентского доступа требует применения по крайней мере двух медных пар, что практически не всегда возможно. Использование же для организации линии HDSL только одной пары существенно сокращает перекрываемые расстояния. Кроме того, в оборудовании HDSL не предусмотрена возможность организации аналогового телефона, что требует использования для этой цели дополнительной абонентской пары. Таким образом, имеются существенные факторы, стимулирующие целесообразность перехода от HDSL к ADSL. При такой миграции резко увеличивается пропускная способность сети доступа в нисходящем направлении (т.е. от сети к абоненту), достаточно всего одной пары и появляется возможность организации аналогового телефона. Однако, при таком сценарии миграции могут возникнуть проблемы. Так, пропускная способность сети доступа ADSL в восходящем направлении (т.е. от абонента к сети), как правило, меньше, чем соответствующая пропускная способность пропускная способность HDSL.

5. От IDSL к ADSL

Одной из модификаций технологий xDSL является так называемая технология IDSL, имеющая более полную аббревиатуру "ISDN DSL". Эта технология появилась как адекватный ответ производителей оборудования и провайдеров сети Интернет на проблемы, связанные с перегрузкой коммутируемой сети ISDN трафиком пользователей Интернет и недостаточной для многих пользователей скоростью доступа к сети Интернет с помощью аналоговых модемов. Технология IDSL предполагает просто формирование цифрового тракта "точка-точка" с пропускной способностью 128 Кбит/с на основе формата основного доступа BRI ISDN путём объединения двух основных В-каналов по 64 Кбит/с каждый; при этом предусмотренный в формате BRI ISDN вспомогательный D-канал не используется, т.е., тракт IDSL имеет структуру типа "128+0" Кбит/с. IDSL использует стандартные микросхемы цифровой абонентской линии ISDN (так называемый U-интерфейс). Однако, в отличие от U-интерфейса ISDN, оборудование IDSL подключается к сети Интернет не через коммутатор ТФОП или ISDN, а через маршрутизатор. Поэтому технология IDSL используется только для передачи данных и не может предоставлять речевые услуги коммутируемых ТФОП или ISDN. Наиболее привлекательными свойствами IDSL являются зрелость технологии ISDN, дешевизна микросхем U-интерфейса ISDN, простота инсталляции и технического обслуживания по сравнению с инсталляцией и техническим обслуживанием стандартной ISDN (поскольку IDSL работает в обход коммутационной станции ISDN), а также возможность использования стандартного измерительного оборудования ISDN. Кроме того, операторы связи и провайдеры услуг Интернет, развёртывающие ISDN, как правило, прекрасно знакомы с последней; поэтому нет проблем, связанных с планированием и техническим обслуживанием линий IDSL. Основным побудительным стимулом миграции от IDSL к ADSL является обеспечение более быстрого доступа к Интернет по сравнению с аналоговым модемом. Следует однако иметь ввиду, что при использовании IDSL для доступа к Интернет необходима вторая абонентская линия для доступа к ТФОП. Переход к технологии ADSL, сохраняющей возможность абонентского доступа к коммутируемой телефонной сети (а при необходимости и к сети Интернет), позволяет пользователю ограничиться только одной абонентской линией, что выгодно не только последнему, но и оператору связи.

6. Возможности собственной эволюции ADSL от доступа к Интернет к предоставлению полного набора сетевых услуг

Рассмотренные способы миграции широкополосного доступа касаются нижнего, физического уровня многоуровневой телекоммуникационной модели, поскольку сами технологии xDSL являются по существу технологиями именно физического уровня. Не менее интересны и пути собственной эволюции ADSL от доступа к сети Интернет к предоставлению полного набора сетевых услуг. Под полным набором сетевых услуг будем понимать в первую очередь услуги мультимедиа и интерактивное видео.

В настоящее время примерно 85% общего объёма широкополосных услуг составляет доступ к Интернет и только 15% доступ к услугам мультимедиа и интерактивному телевидению. Поэтому первым этапом широкополосного доступа будет в подавляющем большинстве случаев доступ к сети Интернет.

Стратегия предоставления широкополосных услуг в настоящее время достаточно полно представлена развитой МСЭ-Т концепцией широкополосной сети с интеграцией услуг ISDN, кратко называемой В-ISDN. В качестве ключевого элемента сети В-ISDN выбран метод асинхронной передачи (ATM), в основе которого лежит концепция оптимального использования полосы пропускания канала для передачи разнородного трафика (речи, изображений и данных). Поэтому технология ATM претендует на роль универсального и гибкого транспорта, являющегося основой для построения других сетей.

ATM, как всякая революционная технология, создавалась без учёта того, что в существующие технологии сделаны большие инвестиции и никто не будет отказываться от старого добротного работающего оборудования, даже если появилось новое более совершенное. Принцип защиты сделанных инвестиций - вечный принцип! Поэтому метод ATM в первую очередь появился на территориальных сетях, где стоимость коммутаторов ATM по сравнению со стоимостью самой транспортной сети сравнительно невелика. Для ЛВС же замена коммутаторов и сетевых адаптеров практически равносильна полной замене оборудования сети и переход на ATM может быть вызван только очень серьёзными причинами. Очевидно, что гораздо привлекательной (а, пожалуй, и более реальной) выглядит концепция постепенного внедрения ATM в существующую сеть пользователя. Принципиально ATM позволяет непосредственно переносить сообщения протоколов прикладного уровня, но чаще используется как транспорт для протоколов ка-

нального и сетевого уровней сетей, не являющихся сетями ATM (Ethernet, IP, Frame Relay и др.).

Технология ATM рекомендована в настоящее время как Форумом ADSL, так и ITU-T и для оборудования самой линии ADSL (т.е., модема узла доступа ATU-C и удаленного модема в помещении пользователя ATU-R). Это объясняется в первую очередь тем, что именно ATM является стандартом сети широкополосного доступа B-ISDN.

В то же время подавляющая часть серверов и пользовательского оборудования сети Интернет поддерживают протоколы TCP/IP и Ethernet. Поэтому при переходе к технологии ATM необходимо максимально использовать стек уже существующих протоколов TCP/IP в качестве основного инструмента широкополосного доступа к сети Интернет. Это касается не только транспортного и сетевого уровня TCP/IP, но и канального уровня. Сказанное в первую очередь относится к протоколу (а точнее, к стеку протоколов) PPP ("Point to point protocol"), который является протоколом канального уровня стека протоколов TCP/IP и регламентирует процедуры передачи кадров информации по последовательным каналам связи.

Протокол PPP в настоящее время широко используется сетевыми провайдерами для доступа к услугам Интернет с помощью аналоговых модемов и обеспечивает возможность управления так называемыми AAA-функциями - Authentication (аутентификации, т.е., процесса идентификации пользователя); Authorization (авторизации, т.е., права доступа к конкретным услугам); Accounting (учета ресурсов, включая и тарификацию услуг). При выполнении всех указанных функций протокол гарантирует также необходимую защиту информации. Столь же важным для провайдера Интернет является возможность динамического распределения ограниченного числа IP-адресов среди его клиентов. Эта функция также поддерживается протоколом PPP. Таким образом, и для провайдера Интернет, и для пользователя очень важно сохранение протокола PPP при широкополосном доступе к Интернет через линию ADSL с использованием метода ATM.

Кроме рассмотренного метода работы сети ADSL с использованием технологии ATM, который кратко называют "PPP поверх ATM", существует и ряд других: "Классический IP поверх ATM" ("Classical IP and ARP over ATM" или IPOA), разработанная Форумом ATM спецификация "Эмуляция локальных сетей" (LAN emulation или LANE), новая спецификация Форума ATM "Multiprotocol Over ATM" (или MPOA)

Хотя стандарт ATM признан в качестве самого перспективного универсального стандарта передачи разнородной информации (речи, видео и данных), однако и он не лишён недостатков, основным из которых пока является сложный и долгий процесс настройки постоянного виртуального канала PVC.

В настоящее время самым популярным протоколом передачи данных, и в первую очередь для приложений Интернет, является стек протоколов TCP/IP. В связи с появлением технологии ATM возникает вопрос: "Не отказаться ли полностью от TCP/IP и не взять ли на вооружение только ATM?" Жизнь показала, что правильнее всего - объединить достоинства этих двух технологий.

Поэтому в качестве инструмента миграции технологии ADSL от доступа к сети Интернет к предоставлению полного набора сетевых услуг Форумом ADSL рассматривается не только метод ATM, но и стандарт TCP/IP. Это вполне логично и соответствует интересам как операторов связи, так и пользователей с учётом большого разнообразия местных условий сетей доступа.

7. От ADSL к VDSL

По мере роста потребностей пользователя в увеличении пропускной способности чисто медные сети абонентского доступа будут всё более мигрировать к комбинированным медно-оптическим сетям, известным под общим названием FITL (Fiber In The Loop). По мере приближения оптического волокна в этой комбинированной сети к помещению пользователя на её медном участке может оказаться востребованной технология VDSL, которая придёт на смену ADSL.

Наше отставание в развитии сетей передачи данных сыграло положительную роль - операторы не успели вложить существенные средства в оборудование коммутируемых сетей узкополосной ISDN, а также в развитие абонентских участков сетей передачи данных на основе оборудования HDSL и IDSL. Поэтому сценарии с третьего по пятый вряд ли станут популярными в России. Второй сценарий, в силу слабого сегодняшнего развития, но высокой перспективности ЦСПАЛ, также будет популярен. Он будет несомненно востребован при построении новых или модернизации старых участков сетей абонентского доступа с использованием ЦСПАЛ.

Из вышеизложенного ясно, что в российских условиях наибольшее распространение получит первый сценарий эволюции сетей проводного абонентского доступа. И факты подтверждают эту теорию - в рамках выставки Связь-Экспокомм 2000 несколько компаний представили оборудование ADSL для реализации первого сценария. Более того, два московских оператора связи объявили о развертывании сетей на основе такого оборудования.

В рамках проекта компании Комбеллга планируется развернуть сеть доступа на основе ADSL оборудования Alcatel во втором квартале этого года. Другой проект компаний МГТС и ПТТ Телепорт уже вступил в стадию коммерческой эксплуатации. Для него выбрана система Fastinternet компании Orcikt Communications, отличающаяся простотой каскадирования, высокой надежностью, малым энергопотреблением и высокой степенью интеграции. Проект имеет большие перспективы, так как в руках МГТС находятся почти все абонентские шлейфы. Оборудование уже смонтировано на 30 телефонных станциях. До конца мая оно будет смонтировано еще на 82 АТС Москвы и новая услуга станет доступна на 30% абонентской сети МГТС. К концу года планируется охватить 70% всех АТС. Оставшиеся 30% будут оснащены ADSL оборудованием Orcikt до июня следующего года. Таким образом, на сегодняшний день эта сеть абонентского доступа к сетевым услугам на основе технологии ADSL будет крупнейшей.

Присматриваются к подобному оборудованию и другие операторы связи крупных городов. Уже сегодня спрос на услуги высокоскоростного доступа в Интернет вырос настолько, что имеет смысл по крайней мере начать проработку экономических и технических вопросов развертывания сетей абонентского доступа на основе xDSL технологий.

к.т.н. Бутлицкий И.М., к.т.н. Шаронин С.Г. являются сотрудниками компании СвязьКомплект, с ними можно связаться по тел. 362-7787 или по E-mail shar@valtex.net