

xDSL в российских реалиях*

И.И. ВЛАСОВ, технический директор ООО “ВИЛКОМ ХОЛДИНГ”, **Д.В. СЛАДКИХ**, системный инженер, **М.М. ПТИЧНИКОВ**, руководитель курсов “Технологическая связь” УИЦ Госакадемии нефти и газа им. И.М. Губкина

Схема подключения (рис. 4) включает в себя пять основных функциональных узлов:

- компьютер абонента;
- модем ADSL;
- распределительную коробку;
- мультиплексор доступа (DSLAM);
- терминал подключения к транспортной сети, он же сервер доступа — NAS (Network Access Server).

Цифрами на схеме обозначены следующие соединения:

- 1 — компьютер — модем;
- 2 — модем — мультиплексор доступа;
- 3 — мультиплексор доступа — терминал подключения к транспортной сети;
- 4 — терминал подключения к транспортной сети — Интернет-провайдер.

Ниже следует краткая характеристика перечисленных участков.

Участок 1. Соединение компьютер — модем. Как правило, модемы ADSL имеют два типа интерфейсов для подключения к устройствам пользователя — Ethernet и USB. Однако, оба эти способа подключения можно рассмотреть как Ethernet, так как драйвер для USB-модема включает в себя ELAN (Emulation LAN). Но стоит отметить, что USB-модемы сильно зависят от ОС, поскольку эмуляция LAN

происходит путем установки специфического драйвера на уровне операционной системы.

Участок 2. Передача цифровых сигналов по медному проводу. Медная абонентская пара является наиболее проблемным звеном сети цифрового доступа.

Медный провод, приходящий в квартиру, подключен к телефонной станции, которая обеспечивает прием и передачу сигнала тональной частоты 0,3 — 3,4 кГц. Обычный модем для подключения цифрового абонента к аналоговой телефонной линии просто подстраивается под возможности телефонной сети, а потому обеспечивает скорость передачи, теоретически ограниченную величиной 56 кбит/с, а реально редко работает даже на скорости 19,2 кбит/с.

Однако, технические возможности самой медной пары гораздо выше, ее пропускная способность приближается к 1 МГц, поэтому через нее можно передавать данные на мегабитных скоростях. Чтобы сделать линию для доступа в Интернет независимой от телефона, к окончаниям медной пары подключаются специальные устройства: частотные разделители (Splitter) — один на АТС, другой — в квартире абонента.

Один выход стационарного сплиттера подключен к АТС, а другой — к мультиплексору (DSLAM), связанному с Интернетом. Абонентский сплиттер устанавливается у входа в квартиру, от него идут два провода: один — к ADSL-модему, другой — ко всем телефонным розеткам. Есть и другой вариант подключения абонента: можно использовать частотный (полосовой) фильтр, выполненный в виде автономного устройства. В литературе часто используется его непереведенное на русский язык название Microfilter (микрофильтр). В таком случае модем подключается к линии напрямую, а все телефоны, факсы и прочие устройства — через микрофильтры.

Участок 3. Связь мультиплексора доступа с сервером сети передачи данных. Участок полностью находится на обслуживании УСПД. Между мультиплексором доступа и терминалом подключения к транспортной сети обычно прокладывается несколько оптоволоконных каналов, по которым передаются цифровые сигналы по технологии Gigabit Ethernet или ATM.

Рассмотрим более подробно параметры, влияющие на качество передачи на разных участках схемы: состояние устройств (модемов, частотных разделителей, фильтров);

качество соединительных линий (медной пары кабеля, витой пары);

корректная работа конечных устройств (например, компьютера), которая определяется следованием инструкциям и стандартам при их установке (настройка модемов, компьютера, прокладка кабеля и внутренней проводки);

соблюдение нормальных условий среды передачи данных (нор-

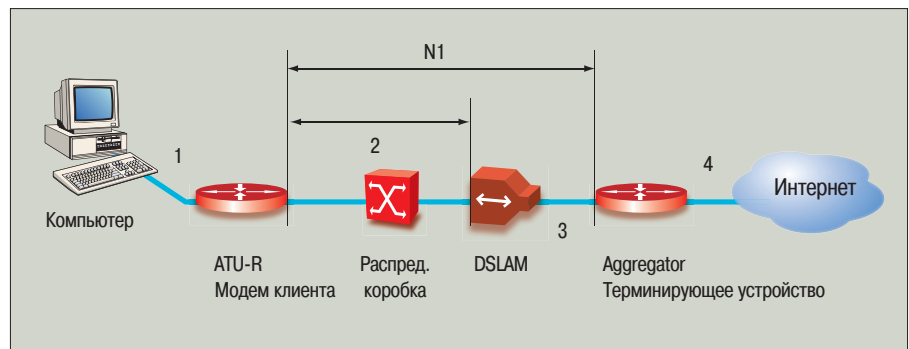


Рис. 4. Схема соединения “Абонент — Интернет”

* Окончание. Начало в ВС № 9, 2007 г.

паре. Для подключения устройства MVL к телефонной линии используется стандартный разъем. Проводка может быть сделана как витой парой, так и обычной “лапшой”, так как MVL занимает относительно небольшой диапазон: от 4 до 100 кГц (диапазон до 3,4 кГц отводится под обычный телефонный канал).

Другое преимущество, которое дает использование более узкого, чем в DSL, диапазона — низкая внешняя интерференция и рекордно малая потребляемая мощность. Поэтому в случае массового подключения абонентов к новому сервису использование MVL оказывается выгодней, чем ADSL. В настоящее время эта технология предполагает подключение к одной физической линии только двух модемов. Разработчики аппаратуры обещают, что в дальнейшем станет возможным подключение к линии до 8 модемов MVL (а к каждому из модемов — до 4 хостов-распределителей, т. е. 32 адресуемых устройств). В этом случае можно будет создавать даже небольшую домашнюю сеть с выходом в Интернет.

По используемому частотному диапазону MVL совместим со

стандартами ADSL. При передаче по жиле 0,5 мм максимальная дальность достигает около 7 км.

Скорость передачи в MVL составляет 768 кбит/с, при этом она разделяется между восходящим и нисходящим трафиками. Распределение емкости линии между трафиками может гибко изменяться. Например, при “скачивании” информации все 768 кбит/с отводятся на нисходящий поток, а при проведении видеоконференции создаются два симметричных канала по 384 кбит/с. Отсюда и название Multiple Virtual Line: в физической линии создаются линии виртуальные, пропускная способность которых изменяется от 128 до 768 кбит/с с шагом 64 кбит/с. Такая гибкость обуславливает широкие возможности MVL-устройств. Они могут служить для подключения к локальным сетям удаленных пользователей, для доступа к интерактивным услугам и Интернету, а также для организации простейших локальных сетей.

Еще одна перспективная технология уплотнения абонентских линий получила название EtherLoop. Она является неким аналогом Ethernet на витой паре, сочетая в себе пакетный способ передачи

информации с новыми методами модуляции. EtherLoop обеспечивает симметричную передачу и использует метод множественного доступа со случайным выбором.

В отличие от Ethernet, EtherLoop может работать по парам многопарного абонентского кабеля. Устройством, реализующим EtherLoop, является портативный модем, который устанавливается на обоих концах абонентской линии. Как и MVL, работа модема не отменяет использование телефонной линии по прямому назначению. До 8 модемов подключаются к концентратору, который, в свою очередь, подключается к обычной ЛВС Ethernet или непосредственно к маршрутизатору. Дальность связи по EtherLoop — до 6,5 км.

Последние из перечисленных технологий еще не получили широкого распространения на сетях связи РФ, и их дальнейшая судьба еще не определилась. Однако можно с уверенностью говорить о том, что внедрение уже освоенных или только предполагаемых к освоению технологий xDSL даст новое качество медным абонентским парам и предоставит ряд значительных преимуществ как провайдером, так и пользователям услуг связи.

На повестке дня конвергенция

В самом начале сентября компания “Экспо-Телеком” открыла осеннюю серию конференций, посвященных наиболее дискутируемым вопросам развития телекоммуникаций, впервые организованной конференцией “Конвергенция

телекоммуникационных сетей в России. Стратегические и практические аспекты”. Двухдневная конференция, получившая поддержку Федерального агентства связи РФ (Росвязь), прошла в московской гостинице “Даниловская”.

Следует отметить, что среди участников конференции не было единства в понимании термина “конвергенция”. Профессор МТУСИ **С.Л. Мишенков** (в свое время возглавлявший отраслевую науку в ранге начальника ГНТУ) напомнил, что в прошлом веке российские связисты под этим термином понимали объединение информатизации и связи — то, что теперь именуется инфокоммуникациями. Сегодня под конвергенцией понимают чаще всего FMC. По определению Международного

союза электросвязи FMC (Fixed-Mobile Convergence) — это возможность предоставлять услуги пользователю в сети с некоторой заданной конфигурацией независимо от используемой мобильной или фиксированной технологии доступа и от местоположения пользователя.

Впрочем, С.Л. Мишенков отметил как положительный момент, что сегодня в документах МСЭ конвергенцию начинают рассматривать как понятие более широкое, чем FMC (дословно: “not only FMC”).

Часть докладчиков говорила о конвергенции сетей, другие — о конвергенции услуг. “Примирить” их попытался менеджер отдела маркетинга регионального представительства Huawei Technologies **К.А. Новиков**, который дал такое определение: “FMC — конвергенция услуг — процесс, когда одна и та же услуга или приложение может применяться как на мобильном, так и на фиксированном терминале и при этом иметь возможность непрерывного перехода между ними. Ярким примером такой услуги является объединение

редаче по типовому симметрично-му кабелю, к которому подключен абонент. Стандартом ограничена максимальная задержка цифровой информации в канале передачи — она составляет не более 500 мс. Дополнительно снизить задержки в канале можно за счет оптимального выбора протокола. Например, для IP-трафика устанавливается протокол, который позволяет отказаться от передачи избыточной информации.

В отличие от ADSL и VDSL, G.SHDSL как нельзя лучше подходит для организации “последней мили”. Так, при максимальной скорости передачи группового сигнала он может быть уплотнен 36-ю голосовыми каналами. Тогда как ADSL, где ограничивающим фактором является низкая скорость передачи от абонента к сети (640 кбит/с), позволяет организовать лишь 9 голосовых каналов, не оставляя места для передачи данных. Еще одна задача, которая успешно решена в G.SHDSL, — это снижение энергопотребления оборудования. Поскольку для дистанционного питания промежуточного и абонентского оборудования используется одна пара, уменьшение его энергопотребления позволяет существенно улучшить эксплуатационные параметры линии.

По сравнению с вариантами построения линии по двухпарной (или четырехпроводной) схеме, однопарные варианты обеспечивают существенный выигрыш по аппаратным затратам и, соответствен-

но, надежности изделия. Ресурс снижения стоимости составляет до 30 % для модемов и до 40 % для регенераторов — ведь каждая из пар требует включения в состав аппаратного комплекса приемопередатчика DSL, линейных цепей, элементов защиты и т. п. Казалось бы, новая технология решает большинство накопившихся проблем, и при ее внедрении спрос на все прочие симметричные DSL-решения исчезнет.

Однако большинство специалистов отмечают, что G.SHDSL нельзя рассматривать как полную замену существующих симметричных технологий. Скорее всего, она является их дополнением. По этой причине в ближайшее время можно считать оптимальным вариантом использование аппаратных платформ, которые могут реализовать возможность использования всех основных технологий в рамках единой системы. Именно они позволят поставщику услуг выбирать для подключения абонента решение, оптимально соответствующее существующим условиям и решаемым задачам.

Не надо, наверное, доказывать, что для нормальной работы сети необходимо обеспечить совместимость оборудования различных производителей. Это, в свою очередь, позволяет оператору и пользователю легко менять поставщика или приобретать абонентское и станционное оборудование от разных производителей. Таким образом, G.SHDSL представляет собой достаточно эф-

фективный и экономичный способ решения проблемы “последней мили”, и с помощью этой технологии можно успешно решать различные конкретные задачи.

Скорее всего, в своем нынешнем состоянии технология G.SHDSL претерпит изменения — известно, что МСЭ (ITU) и Международный Институт Стандартов (ETSI) сейчас работают над спецификацией G.SHDSL.bis, которая позволит увеличить скорость передачи данных по одной паре с 2,312 до 3,840 Мбит/с (улучшенный код модуляции TC-PAM 16), а в дальнейшем — до 5,700 Мбит/с (TC-PAM 32). При этом в реальных условиях эксплуатации (с учетом действующих на линиях помех, совместной работы с другими системами передачи и т. п.) дальность работы на максимальной скорости устройств с модуляцией TC-PAM 16 должна составлять около 1,7 км (для потока 3,8 Мбит/с), а с модуляцией TC-PAM 32 — около 800 м (5,7 Мбит/с).

Другие перспективные технологии

Технология MVL (Multiple Virtual Line) не является новой разновидностью DSL, однако обе технологии имеют много общего. MVL предусматривает одновременную передачу голоса и данных без использования дополнительного устройства (частотного разделителя). Так же, как xDSL, MVL применяется для высокоскоростной передачи информации по телефонной

TOS-ЭЛКОС
Системы Традиционной Телефонии

Телефон (495) 609 6472, Телефон/факс (499) 196 7970
E-mail: tos-elcos@tos-elcos.ru
<http://www.tos-elcos.ru>

Реклама

лефоном. VDSL может работать как в симметричном, так и в асимметричном режиме. При этом организуется как передача данных, так и двусторонняя телефонная связь.

Сигналы VDSL вводятся в виртуальные контейнеры SDH или в ячейки ATM. Принцип организации VDSL заключается в независимом выборе скорости передачи сигнала в каждом из направлений. Сигнал VDSL занимает полосу частот в пределах от 600 кГц до 51 МГц, что неизбежно ставит задачу обеспечения защиты от электромагнитных помех, особенно, если не обеспечивается необходимая экранировка кабелей. Наряду с VDSL популярность удалось завоевать и системам, использующим технологию MSDSL. Они появились в конце 1990-х годов и получили повсеместное распространение, в том числе в России. Эти системы с автоматически настраиваемой скоростью передачи (до 2,048 Мбит/с) позволяют добиться наилучшего сочетания скорости и дальности передачи.

Технология SHDSL

SHDSL — симметричная высокоскоростная технология, которая является дальнейшим развитием технологии SDSL. Существует ряд разновидностей указанной технологии, из которых одной из наиболее перспективных можно считать G.SHDSL. Она позволяет создать стандарт, который обеспечивает совместимость разнотипного оборудования различных поставщиков услуг. В настоящее время G.SHDSL — это единственная симметричная DSL-технология, стандартизованная Международным союзом электросвязи (МСЭ).

Как и любая симметричная DSL-технология, G.SHDSL ориентирована, главным образом, на корпоративный сектор, поскольку именно он нуждается в симметричном доступе: голосовые каналы, удаленный доступ к сети предприятия, подключение к Интернету (веб-серверы) и другие приложения в ряде случаев требуют пере-

дачи одинаковых по объему входящих и исходящих потоков.

В основу G.SHDSL положены основные идеи HDSL2, получившие дальнейшее развитие. В данной технологии также применяется тип линейного сигнала TC-PAM 16. При кодировании за один тактовый интервал сигнала TC-PAM 16 передается 4 бита, 3 из которых являются информационными битами исходного бинарного сигнала, при этом формируется сигнал с 16 кодовыми состояниями. Процесс формирования получил название импульсной амплитудно-фазовой модуляции с так называемым решетчатым кодированием (кодированием Треллис, Trellis coded modulation).

Решетчатое кодирование применяется в качестве внутреннего кода микропроцессора, формирующего сигнал TC-PAM 16. Его преимуществами являются повышенная помехозащищенность и снижение задержки сигнала при его обработке. Опыт внедрения указанной технологии показал, что по сравнению с системами передачи, использующими HDSL, соотношение сигнал/шум возрастает на 3 — 6 дБ.

Данное преобразование позволяет в 16 раз уменьшить скорость передачи и соответственно в 4 раза увеличить длину регенерационного участка при сохранении нормированных требований к его рабочему затуханию и уровню переходных влияний. Кроме того, при совместной работе по одному многопарному кабелю систем, использующих сигнал TC-PAM 16, и других ЦСП, уменьшаются взаимные влияния. Следует учитывать, что при этом должны неукоснительно выполняться требования ограничения уровня сигнала и подавления его высших гармонических составляющих. Все это позволяет сделать вывод о перспективности использования TC-PAM 16 в технологии “последней мили”. В этом случае два оконечных цифровых устройства обмениваются данными по обычной телефонной линии со скоростью до 2,3 Мбит/с.

Применение системы кодирования TC-PAM и смещения частот для нисходящего и восходящего трафиков предоставляет возможность оптимально использовать отведенную полосу частот. Считается, что такой метод модуляции гарантирует почти предельную скорость передачи. В отличие от кодирования 2B1Q или CAP, которые применяются в HDSL, спектр сигнала локализован в более узкой полосе частот. Это помогает избежать перекрестных помех (при совместной работе на одном кабеле) с оборудованием, использующим как другие DSL-технологии, так и саму G.SHDSL.

В G.SHDSL эффективно используется адаптация скорости передачи, которая в этом случае может изменяться в пределах от минимальной величины 192 кбит/с до максимального значения 2,32 Мбит/с с шагом 8 кбит/с. В этом случае становится возможной передача канала E1, для чего в процессе установления соединения модемы на обоих концах линии с помощью специального протокола тестируют условия передачи сигнала. Получив результаты тестирования, модемы производят обмен сообщениями и определяют максимальную скорость передачи, допустимую при данных условиях (это особенно важно для определения типа обслуживания передаваемого трафика и формата передаваемых кадров). Максимальная длина соединения (7,5 км при скорости 192 кбит/с и более 3 км при 2,32 Мбит/с) при этом оказывается больше, нежели у других симметричных DSL-технологий, работающих при тех же скоростях передачи. Применение эхоподавления обеспечивает полнодуплексную связь при всех значениях скорости передачи.

В G.SHDSL предусмотрена возможность использования для передачи информации одновременно двух пар, что позволяет увеличить предельную скорость передачи до 4624 кбит/с и обеспечивает необходимый уровень резервирования. Но главное — можно удвоить максимальную скорость, причем при пе-

Таблица 4

Скорость передачи нисходящего трафика	Дальность
12,96 Мбит/с	~1350 м
25,8 Мбит/с	~900 м
51,84 Мбит/с	~300 м

мальная влажность, отсутствие сильных электромагнитных полей, соблюдение температурного режима, не приводящего к повреждению оборудования, отсутствие внешних помех, глушащих сигнал, отсутствие воздействия химических активных сред и веществ и т. д.); загруженность сетевых ресурсов, а также эффективность примененных технических решений, используемых для профилактики и решения проблем, как на стороне пользователя, так и на сети.

Необходимо также остановиться на наиболее типичных проблемах пользователей ADSL-доступа:

отсутствие соединения с мультиплексором доступа (DSLAM). Эта проблема более известна нам как состояние «нет соединения» и наиболее часто возникает на участке схемы под номером 2;

отсутствие обращений к серверу доступа (NAS). Ситуация, при которой клиент получает «ошибку 678, 769» и т. д., т. е. проблема возникает на участке номер 1. Следует уточнить, что эта ситуация рассматривается только при условии, что соединение установлено;

возможные ситуации при авторизации на сервере (RADIUS). Эта проблема известна как «ошибка 691», которая имеет ряд причин. Ключевой момент заключается в том, что если клиенту выдается «ошибка 691» и видны его попытки авторизоваться, то это говорит о наличии соединений на участках 1 и 2 и активной связи с сервером доступа и RADIUS.

Одной из модификаций технологии ADSL является RADSL — Rate Adaptive DSL. Модемы, реализующие эту технологию, способны изменять скорость передачи в зависимости от текущего состояния телефонной линии. Необходимость в адаптации скорости стала очевидна после первых попыток широкого внедрения ADSL. Как оказалось, качество медных линий страдает не только в нашем отечестве, но и в США. В классическом варианте линия ADSL либо работает на предусмотренной скорости, либо не работает вообще. Устройства RADSL способны под-

бирать максимально возможную скорость. Скорее всего, все будущие модели ADSL будут способны к подобной адаптации.

Технология VDSL

Первым усовершенствованием ADSL стала технология VDSL. Аббревиатура расшифровывается как «Very high data rate DSL». Значительное увеличение скорости передачи в устройствах VDSL достигается за счет сокращения длины линии связи. Как стандарт VDSL пока не устоялся, типовые характеристики некоторых вариантов реализации приведены в табл. 4.

Считается, что когда возможности реконструкции медных линейно-кабельных сооружений исчерпываются, дальнейшее увеличение скорости осуществляется при переходе к волоконно-оптическим абонентским линиям. При этом происходит частичная или полная замена медных кабелей на волоконно-оптические, по которым передаются высокоскоростные сигналы.

В случае выбора варианта частичной замены или при необходимости организовать передачу высокоскоростного цифрового сигнала по сравнительно

коротким абонентским линиям, технология VDSL позволяет преодолеть последние сотни метров абонентской линии, выполненной металлическим кабелем. Скорость передачи сигнала в прямом направлении, в зависимости от класса передачи и требуемой дальности, может лежать в пределах от 6,4 до 51,2 Мбит/с, а в обратном направлении — от 1,6 до 25,6 Мбит/с. Перекрываемое расстояние при этом составляет на стандартных абонентских линиях около 300 м для скорости 51,2 Мбит/с и около 1,4 км для скорости 6,4 Мбит/с.

В отличие от HDSL, VDSL требует для организации связи только одну пару медного кабеля и может работать параллельно с аналоговым те-

SDH МУЛЬТИПЛЕКСОРЫ

Простое и доступное решение для строительства транспортных сетей связи



Metropolis AMU уровня STM1/STM4/STM16

- Полнодоступная матрица коммутации
- Резервирование агрегатной платы
- Съёмные модули линейных интерфейсов STM1-STM16
- Широкий выбор плат расширения

Metropolis AMS уровня STM1

- Съёмные оптические модули линейных интерфейсов S1.1; L1.1; L1.2
- Фронтальный доступ к интерфейсам



Общие трибурные платы для мультиплексоров серии Metropolis AM1 plus, AMS, AMU
16 x E1, 4 x Ethernet (L2 switch), 2 x E3, 12 x SHDSL



Дополнительные возможности мультиплексоров серии Metropolis Ethernet - поверх SDH

- 4 или 8 портов 10/100 Base-T
- Режим «Точка – точка»
- «Точка многоточка»
- «Многоточка- многоточка»

Реклама



111024, Москва, 1-я ул. Энтузиастов, 12-а
Тел./факс: (495) 231-22-33, E-mail: lucent@stc-energy.ru,
www.stc-energy.ru