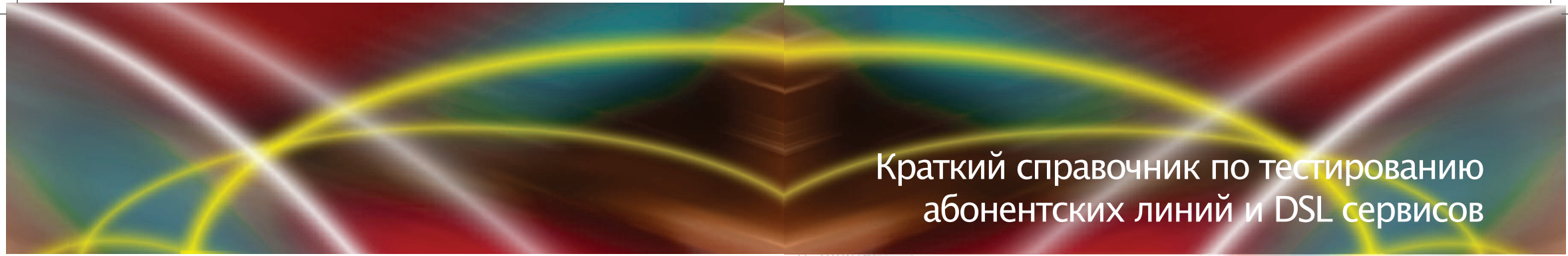
DSL_Cover2edition-rus.qxd: Cover NEXT-GEN.1AN 1/20/09 3:01 PM Page 2



Краткий справочник по тестированию абонентских линий и DSL сервисов

Второе издание.

За подробной информацией о любых продуктах и услугах или для получения технической информации обращайтесь по адресу: www.EXFO.com.

LOOP/DSL.2RU 09/01

EXFO

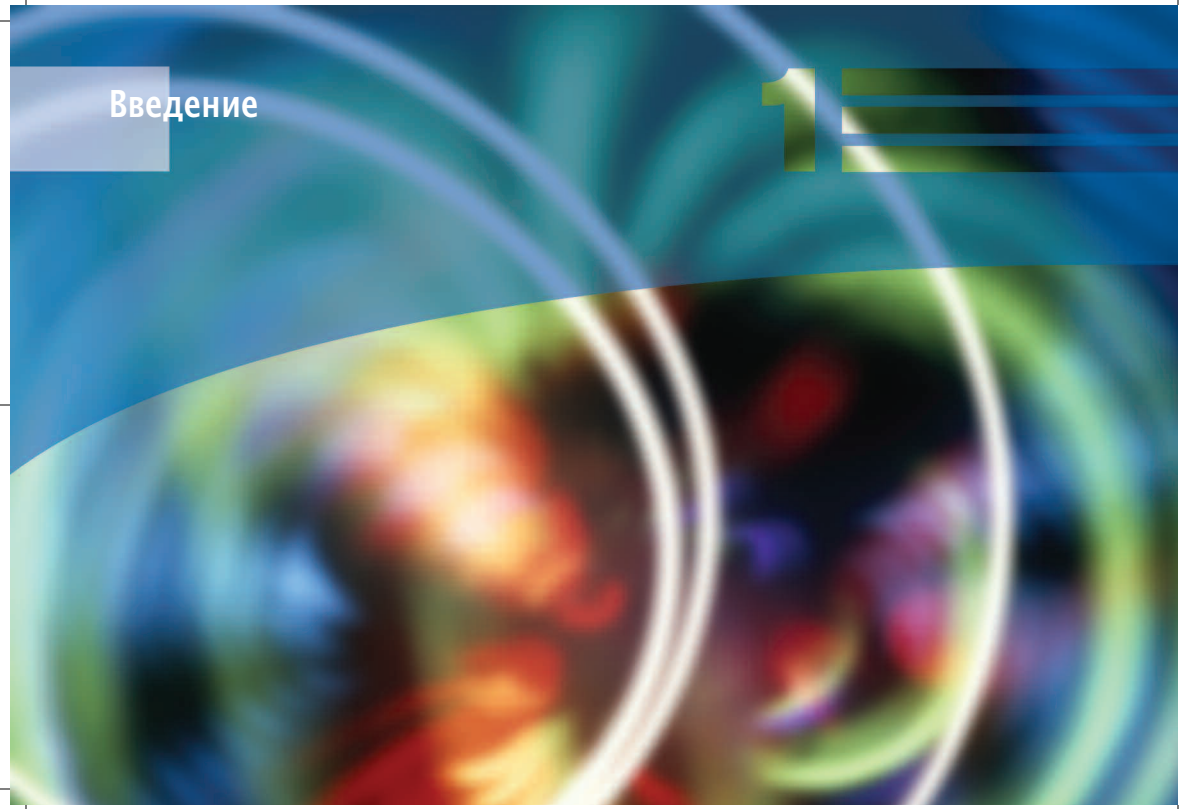
EXFO

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 1

Содержание

1. Введение 2
1.1 История вопроса 3
2. Что лежит в основе DSL? 5
3. Проблемы при внедрении DSL 9
4. Предварительная оценка линии для сервисов DSL 11
5. Совместимость оборудования ADSL 14
6. Погружение в технические подробности 17
7. Тестирование DSL и оценка качества абонентской линии 28
7.1 Амплитудно-частотная характеристика линии 29
7.2 Вносимые потери для определенной частоты 31
7.3 Шум и перекрестные помехи 31
7.4 Импульсные помехи 32
7.5 Асимметрия линии 34
7.6 Обнаружение катушек Пупина 35
7.7 Параллельные отпайки 37
7.8 Расщепленные пары 38
7.9 Контроль спектра 39
7.10 Дефекты с высокими значениями сопротивлений 40
7.11 Дефектные соединения 41
7.12 Обнаружение резистивных дефектов 42
7.13 Испытания на пробой 43
8. Устранение повреждения 44
8.1 Контроль спектра 45
8.2 Защита от помех, экранирование, заземление 45
8.3 Вода в кабеле 46
8.4 Обслуживание линий электропитания 46
9. Тестирование сервисов ADSL и ADSL2+ 48
10. Поиск неисправностей в абонентских линиях 51
10.1 Определение природы проблемы 52
10.2 Проведение визуального осмотра 55
10.3 Выбор точки тестирования 55
10.4 Измерение сервиса 55
10.5 Предотвращение обрывов кабеля 56
10.6 Проверка качества сервиса 56
10.7 Поиск неисправностей в медных линиях 57
10.7.1 Измерение напряжения или емкости 57
10.7.2 Изоляция абонентской линии 57
10.7.3 Балансировка 57
10.7.4 Катушки Пупина 58
10.7.5 Дальность работы DSL 58
10.7.6 Перекрестные помехи и шум 59
10.7.7 Устранение шума 60
10.7.8 Параллельные отпайки 60
10.7.9 Импульсные помехи 61
10.7.10 Проведение измерений с узла связи 61
10.7.11 Анализ 61
11. Заключение 62
12. Глоссарий и Словарь сокращений 65
13. Список использованной литературы 92

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 2



1. Введение

В данном пособии описываются практические методы обнаружения и ремонта дефектов и повреждений, возникающих в абонентских кабельных линиях. Хотя этот справочник и затрагивает все аспекты телефонных кабелей, основной упор делается на подготовку кабелей к передаче широкополосных сигналов DSL. Справочник также является источником полезной информации для других видов инсталляций и проблем, связанных с тестированием сервисов, передаваемых с помощью DSL, таких как Интернет, электронная почта, IPTV и VoIP.

1.1 История вопроса

Традиционная телефонная сеть, широко известная как телефонная сеть общего пользования (ТфОП), использует метод коммутации линий для направления телефонных сигналов из одного места в другое. В большинстве случаев каждый абонент подключен к сети с помощью одной пары витых проводов (называется витая пара). Длина этих линий обычно составляет менее 20000 футов (около 6 км), однако в некоторых случаях, сельские линии могут иметь длину до 90000 футов (около 27 км). После того, как аналоговый сигнал абонента прибывает на центральный узел телефонной компании, этот аналоговый сигнал оцифровывается и передается цифровыми системами передачи к своему месту назначения (в другой город или в другую страну). В настоящее время эти цифровые системы передачи реализованы на основе волоконно-оптических кабелей, хотя также широко используются и микроволновые радиосистемы. На сегодняшний день только в США насчитывается 194 миллиона телефонных линий, которые подключены к телефонным коммутаторам, из которых 100,2 миллиона линий обслуживают абонентов жилого сектора. Во всем мире эта цифра составляет около 900.000.000. Создание телефонной сети в том виде, в котором мы ее знаем, заняло более ста лет и потребовало сотен миллиардов долларов инвестиций. Большая часть этих инвестиций была сделана в абонентские линии, другими словами, в медную пару, проложенную между центральным узлом связи (ЦУ) и абонентом.

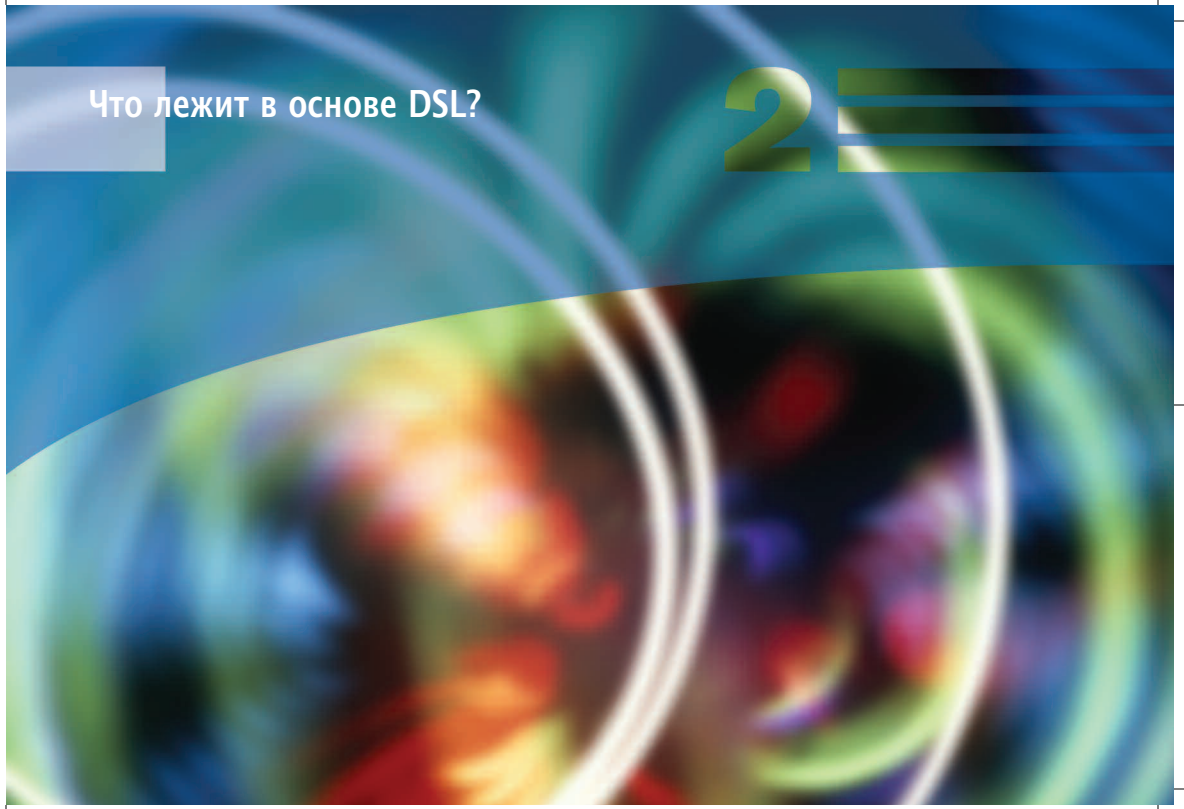
Главным ограничением традиционной телефонной сети является ее относительная неспособность к эффективной передаче данных. Поскольку эта система была создана для передачи голосовых сигналов (в диапазоне от 300 до 3400 Гц), коммутируемые линии, используемые в этих системах, имеют ограниченную полосу пропускания, которая ограничивает максимальную скорость передачи данных в районе 38400 кбит/с. Это ограничение имеет свои корни принципах, на которых была основана сеть ТфОП. Входное устройство, например телефон, принимает человеческий голос и преобразует его в электрический эквивалент в

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 4

понятиях громкости (амплитуда сигнала) и тона (частота колебаний) – а именно в аналоговый сигнал. Эти аналоговые сигналы передаются по медным проводам. Затем они оцифровываются на центральном узле и передаются по магистральным линиям. После прибытия на коммутатор, который обслуживает абонента в месте назначения, эти сигналы преобразуются обратно в звук для того, чтобы абонент мог их услышать. Из-за такой архитектуры ранние технологии передачи данных также полагались на этот процесс. Например, модем V.34 берет цифровой сигнал от одного персонального компьютера (ПК) и преобразует его в аналоговый сигнал (модулирует) для транспортировки по коммутируемой телефонной линии. В месте назначения другой модем V.34 преобразует входящий аналоговый сигнал обратно в цифровой поток данных (демодуляция) для того, чтобы второй ПК смог использовать входящую информацию.

За последние несколько лет набрали популярность технологии для цифровых абонентских линий, которые теперь повсеместно используются. DSL обходит ограничение полосы пропускания коммутируемой инфраструктуры сети ТфОП. В случае DSL абонентские линии, которые передают сигналы DSL от абонента на ЦУ, параллельно подключены к устройству, называемому мультиплексор доступа к цифровой абонентской линии (DSLAM). От DSLAM данные перемещаются непосредственно в высокоскоростную цифровую опорную сеть, которая подключена к серверам приложений, таким которые можно найти у провайдеров услуг Интернет. Дополнительно DSLAM могут обслуживать виртуальные частные сети (VPN) для корпоративных пользователей или могут предоставлять другие виды услуг, например, передавать потоковое видео. Основным преимуществом DSL является то, что эта технология позволяет использовать существующие медные линии и уже сделанные в сеть инвестиции, и при этом не зависеть от ограничений телефонного коммутатора на ЦУ.

Очевидно, что в будущем системы с высокой пропускной способностью, такие как волоконно-оптические кабели будут подведены к каждому предприятию и жилому объекту. Пока же DSL обеспечивает экономичный способ получения нужной пропускной способности для доставки множеству абонентов и предприятий таких сервисов как видео-по-запросу (VoD), телевидение по Интернет-протоколу (IPTV), доступ в сеть Интернет, голос-по-Интернет протоколу (VoIP) и виртуальных частных сетей (VPN).



DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 6

2. Что лежит в основе DSL?

Рисунок 2.1 – Базовая архитектура DSL

DSL представляет собой цифровую широкополосную технологию, которая позволяет отправлять цифровую информацию по абонентской линии, также эта линия может называться локальным шлейфом. Акроним DSL является сокращением от слов цифровая абонентская линия (digital subscriber line). Технология DSL предназначена для доставки высокоскоростных данных к абонентам жилого сектора и корпоративным пользователям. DSL является общим описанием технологии, обозначение xDSL представляет семейство технологий DSL. В зависимости от скорости и вида xDSL технологии, «x» заменяется на соответствующую букву. Например, HDSL (где H обозначает высокую скорость (highspeed)) – эта технология наилучшим образом подходит для корпоративных пользователей, а скажем ADSL (где A обозначает асимметричную линию (asymmetrical)) наилучшим образом подходит для использования абонентами жилого сектора. Каждая из этих технологий будет подробно описана в следующих главах данного справочника.

По сравнению с обычными аналоговыми модемами (например, модем 56 кбит/с V.34) DSL позволяет получить значительно большие скорости передачи, используя больше имеющейся в абонентской линии полосы пропускания. Изначально телефонные сервисы используют только ограниченную полосу, до 3400 Гц. Хотя 3400 Гц более чем достаточно для передачи относительно качественного аналогового голоса, с DSL возможно получение скоростей от 256 кбит/с до 100 Мбит/с. Такие возможности позволяют передавать высококачественный цифровой голос, данные и в некоторых случаях, видео.

Провайдеры широко используют технологию HDSL уже несколько лет. В основном HDSL используется для эффективной и экономичной доставки сервисов T1 или E1, которые являются традиционными высокоскоростными соединениями, используемыми в корпоративной среде для подключения к публичным и частным сетям. Сравнительно недавно началось использование технологии ADSL с целью обеспечить большое число частных пользователей широкополосными сервисами. Разработчики ADSL быстро поняли, что это будет сервис для жилого сектора и создали технологию таким образом, чтобы сигналы ADSL могли сосуществовать вместе с сигналами телефонного сервиса (ТфОП).

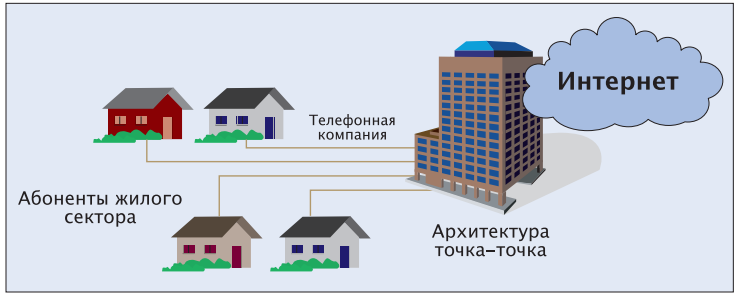


Рисунок 2.2 –Архитектура DSL типа точка–точка

Телефонные компании не являются единственными провайдерами услуг связи, которые предлагают широкополосные сервисы абонентам. Кабельные компании также ищут пути увеличения доходов. Для доставки широкополосных сервисов они устанавливают модемы на свои коаксиальные сети. Коаксиальные кабели имеют больший потенциал по полосе пропускания по сравнению с витой парой телефонного кабеля. Однако кабельные модемы используют широковещательную архитектуру. Это означает, что линия между пользователем и Интернетом (проходящая через кабельную компанию) используется совместно с другими пользователями кабельных модемов в районе. В результате это приводит к непостоянству скорости передачи, которая напрямую зависит от количества трафика в сети в данный момент времени. DSL, в противоположность кабельным линиям, не использует полосу пропускания совместно. Это позволяет получить относительно постоянную скорость передачи для каждого пользователя, которая будет зависеть только от длины и состояния абонентского кабеля.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 8

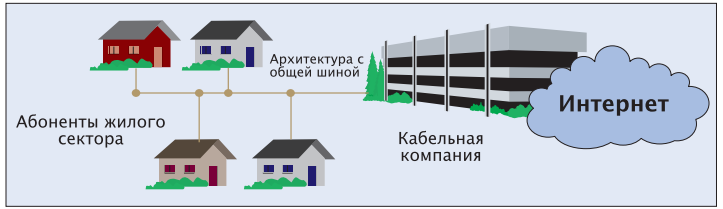


Рисунок 2.3 – Совместно используемая кабельная инфраструктура

Помимо DSL и кабельных модемов широкополосные услуги также предлагают операторы беспроводных сетей, спутниковой связи, энергетические компании и провайдеры оптической атмосферной связи. Эти услуги не так широко распространены по сравнению с DSL и кабельными модемами. Однако в будущем они могут составить некоторую конкуренцию традиционным подключениям. Необходимо также отметить, что волоконно-оптический кабель, в конечном счете, будет доведен до каждого абонента. Большинство экспертов согласны, что из-за необходимости массированных инвестиций, которые потребуются для реализации этой идеи, пройдет еще минимум 15–20 лет для обеспечения большинства абонентов оптическим волокном.

3 Проблемы при внедрении DSL

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 10

3. Проблемы при внедрении DSL

Несмотря на все свои положительные качества DSL, как и большинство технологий, имеет некоторые недостатки. Например, для того, чтобы получить DSL сервис абонент должен располагаться на определенном расстоянии от телефонного узла. В противном случае деградация сигнала (затухание) может быть настолько велика, что DSL-соединение не сможет быть установлено или полученная скорость передачи может быть не привлекательной для абонента или нужно будет устанавливать дорогостоящий репитер.

Производительность DSL сервиса изменяется в зависимости от следующих факторов:

- Расстояния между абонентом и узлом связи местного оператора или удаленным терминалом
- Типа и производителя оборудования DSL, которое используется на каждом из концов линии
- Емкости цифровой магистрали, которая доступна для каждого DSLAM
- Количества пользователей, которые подключены к имеющейся магистрали
- Поведения обслуживаемых пользователей (т.е. как часто они используют сервис, сколько трафика они потребляют и типа предлагаемого сервиса)
- Качества абонентской линии между помещениями пользователя и узлом связи провайдера
- Близости источников помех к оборудованию и кабелю
- Состояния кабельного хозяйства в помещениях абонента
- Состояния систем электропитания и заземления

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 12

4. Предварительная оценка линии для сервисов DSL

Расстояние является важным фактором для доставки сервисов DSL. Чем больше протяженность линии, тем больше затухание и большее количество внешнего шума от различных источников будет наводиться. Исходя из этих условий, можно заключить, что чем длиннее линия, тем меньше вероятности, что абонент сможет получить DSL сервис. Многие провайдеры используют приблизительное угадывание для определения того, кто из абонентов попадает в зону обслуживания каждой определенной версии DSL. Предприятиям и организациям может больше повезти в получении DSL сервиса, поскольку они обычно сконцентрированы в городских пределах. Телефонные компании в основном создают свои сети с таким расчетом, что эти зоны хорошо обслуживаются. С другой стороны технология DSL относительно нова для абонентов в жилой зоне, где протяженные линии являются самым распространенным ограничивающим фактором.

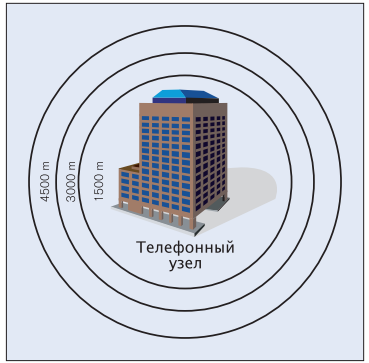


Рисунок 4.1 – Определение возможности получения сервиса DSL методом попадания в зону

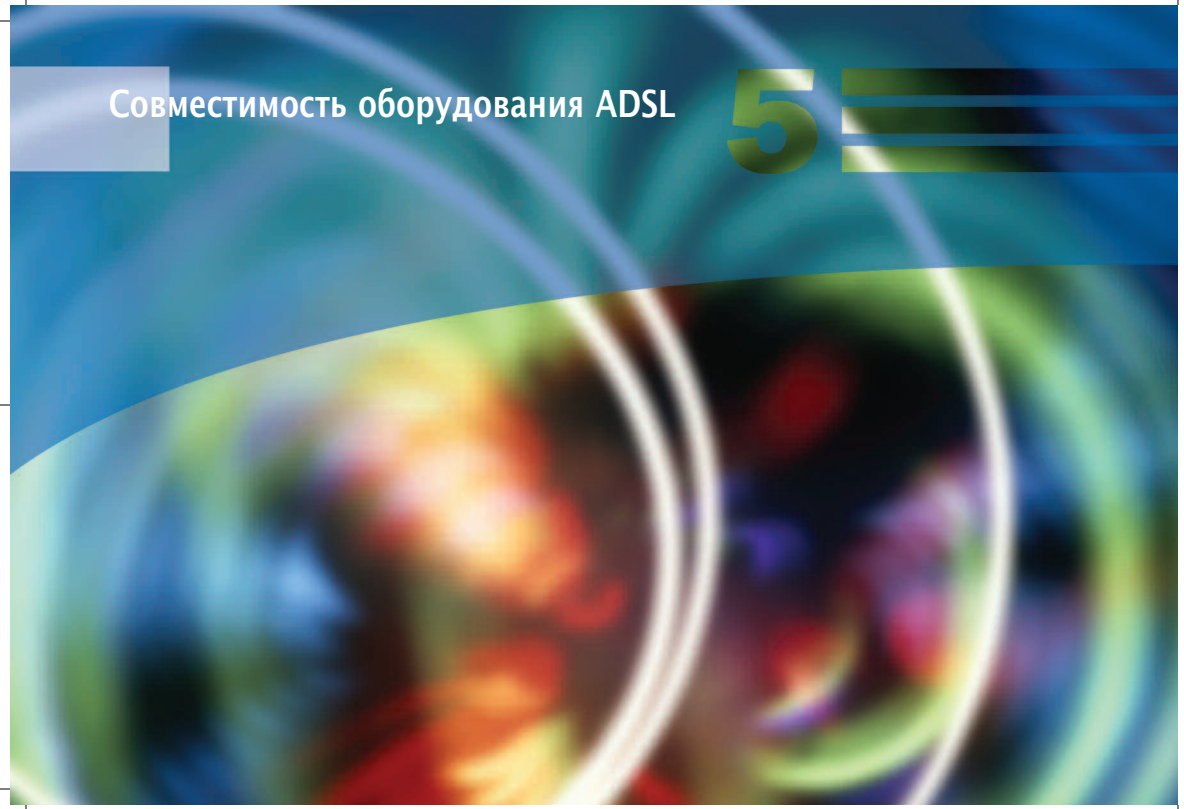
Использование угадывания на основе попадания абонента в определенную зону позволяет только частично устранить из рассмотрения абонентов, располагающих длинными линиями, поскольку телефонные кабели не проложены по прямой линии. Они проходят маршрутами улиц, туннелей, кабельной канализации и вдоль водных преград. Если телефонная компания обладает подробной базой данных кабельного хозяйства, то эти записи можно использовать для работы. К сожалению, в большинстве случаев записи в базе зачастую не отражают реального состояния дел или не содержат информации о выполненных ремонтах. Гораздо более точных результатов можно добиться через предквалификационные измерения. Обычно для этого используют автоматизированные измерительные системы, с помощью которых измеряются параметры каждой линии, для определения длины и, по возможности, качества линии. Наиболее распространенным методом является рефлектометрия (TDR), где короткий импульс излучения посылается в линию (обычно измерение проводится из узла связи или удаленного терминала к абоненту). Проходящий по линии импульс отражается от незамкнутого конца кабеля и возвращается обратно к узлу связи или к удаленному терминалу и принимается измерительным прибором. Зная скорость, с которой распространяется электрический сигнал по витой паре (обычно около 60% скорости света) и точно измеряя время прохождения сигнала туда-обратно, можно определить расстояние.

Рисунок 4.2 — Типичный сетевой интерфейсный блок со встроенным сплиттером

Если абонентская линия правильным образом терминирована на стороне абонента (т.е. подключена к телефону или DSL модему), то энергия TDR-импульса может быть полностью поглощена и отражения возникать не будет. Телефонным компаниям, которые полностью полагаются на TDR, требуется установить устройство автоматического отключения линии внутри сетевого интерфейсного блока (NID). Это небольшого размера устройство подключается к линии за пределами помещения абонента. Альтернативным вариантом является отправка технического персонала к абоненту для проведения тестирования. Последний вариант является наиболее дорогостоящим и продолжительным, но может быть хорошим временным решением, в ожидании полного развертывания автоматизированной измерительной системы.

Также можно измерить емкость пары для приблизительного определения длины линии- чем длиннее кабель, тем больше емкость. Обычно кабель имеет емкость около 83 нФ на милю (51 нФ на км). К сожалению, измерение емкости кабеля не всегда позволяет точно определить длину кабеля. Расстояние между проводниками влияет на их емкость. Каждый тип и марка кабеля имеет уникальное значение емкости на километр. Некоторые абонентские линии содержат дополнительные конденсаторы для того, чтобы скомпенсировать импеданс длинной линии. Оборудование на стороне абонента, такое как сплиттеры и микрофильтры, которое устанавливается для работы DSL сервисов, добавляет большие значения емкости. Емкость параллельных отпаек (также называемых пассивными ответвлениями и многократными линиями) прибавляется к емкости кабеля. В случае измерения с помощью рефлектометра, абонентская линия должна быть отключена от помещения абонента или для получения точных данных емкость, добавляемая микрофильтрами, сплиттерами, телефонами и модемами должна приниматься в расчет. Дополнительная емкость делает абонентскую линию гораздо длиннее, чем она есть на самом деле.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 14



5. Совместимость оборудования ADSL

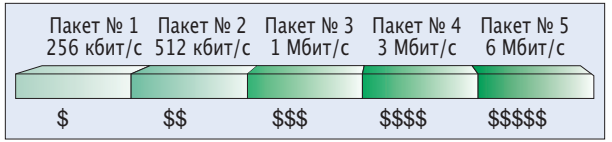


Рисунок 5.1 – Различные скорости имеют разную стоимость

DSL становится технологией, которая позволяет абонентам покупать оборудование различных производителей и быть уверенными, что это оборудование будет совместимо с сетью. Несмотря на удобство совместимости, наилучшим подходом для достижения настоящего взаимодействия будет использование оборудования одного производителя на узле связи и у абонентов. Это позволяет достичь максимальной совместимости и получить максимальную скорость передачи. Использование оборудования разных производителей может привести к понижению скорости передачи, вызывать проблемы или предотвратить возможность контроля оборудования, находящегося у абонента, с помощью систем управления сетью.

В настоящее время доступны портативные ручные тестеры, которые позволяют измерять скорости прямого и обратного потоков для сервисов ADSL и ADSL2+. Методика применения встроенного в тестер модема (golden modem) используется для приемосдаточных испытаний многими провайдерами в Северной Америке и в мире. Все основные местные телефонные компании (ILECs) и многие конкурирующие телефонные компании (CLECs) пользуются этим методом.

Инсталляторы и обслуживающий персонал используют такие портативные тестеры для измерения скоростей подключения для ассиметричных (ADSL, ADSL2+) и симметричных (SHDSL) сервисов. Они также используют эти приборы для поиска неисправностей в подключениях к сети Интернет на уровнях IP и ATM, проведения тестов VoIP и тестирования MPEG видео для IP в сервисах ADSL, ADSL2 и ADSL2+ (тестирование IPTV).

Во многих телефонных компаниях стоимость подключения возрастает в зависимости от скорости передачи и сервисов, которые абонент желает получить. Выполнение односторонних предварительных измерений с узла связи поможет оценить качество абонентской линии. Только с помощью реальных измерений можно узнать является ли протяженность линии или ее дефекты ограничением для DSL.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 16

Многие телефонные компании используют измерения возможностей линии для сбора информации и последующего предложения более дорогих услуг абоненту. Если абонент заказывает недорогой, низкоскоростной сервис, а его линия способна поддерживать большие скорости передачи, то такому абоненту компания будет стараться предлагать более широкий выбор услуг.

Все большее количество компаний предлагает абонентам видеосервисы. Эти сервисы могут включать видео-по-требованию или обычное широковещательное ТВ. В основном все компании выбрали телевидение на базе протокола IP (IPTV). Обычно эти сервисы требуют достаточно высокоскоростного DSL-подключения, которое должно быть очень стабильным и не иметь ошибок. Для трех каналов телевидения стандартного разрешения необходимо около 6 Мбит/с в прямом направлении. Для телевидения высокой четкости (HDTV) требуется 12 Мбит/с или более. По мере миграции провайдеров от негарантированной доставки сервисов Интернет и электронной почты к услугам triple-play с телевидением HDTV, VoIP и Интернет необходимость в тестировании каждой линии становится все более критичной.

Погружение в технические подробности 6

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 18

6. Погружение в технические подробности

На сегодняшний день имеется множество различных технологий DSL, каждая предлагает различные скорости для различных нужд и применений. Независимо от технологии DSL предлагает большие скорости передачи для предприятий и абонентов жилого сектора. Различные типы DSL создавались для работы или по одной или по двум парам медного кабеля. Например, технология HDSL изначально создавалась для работы по двум парам, в то время как технология ADSL задумывалась сразу как однопарная технология. ADSL создавалась для совместного сосуществования на одной медной паре с аналоговой голосовой передачей, позволяя абоненту продолжать использовать существующую телефонную линию. Это обеспечивает постоянное подключение, которое прекрасно подходит для соединения с Интернетом и в тоже время позволяет иметь аналоговый голосовой сервис.

Дополнительно ADSL также может работать по той же паре с базовой ISDN передачей, таким образом, для того чтобы получить высокоскоростной доступ к сети Интернет пользователи не должны отказываться от своих выделенных линий передачи голоса, факсов, данных и видео, которыми они уже обладают. Хотя это не так важно в США и Канаде, это может быть важно для многих Европейских стран и где-либо еще в мире.

Все технологии DSL работают с использованием пары наборов DSL-микросхем, где один набор микросхем расположен внутри DSLAM (на узле связи или удаленном узле), а другой в DSL-модеме или маршрутизаторе в помещении абонента. Хотя и редко называется как DSL, но сервис ISDN является уникальным примером DSL, который хотя и является цифровой технологией, передает аналоговые сигналы по существующей телефонной абонентской линии. Однако сервис ISDN отличается от чистой DSL технологии в той части, что он является коммутируемым сервисом по сети общего пользования, в противоположность сервису DSL, который представляет собой соединение типа точка-точка по абонентской линии и обычно на основе ATM и/или IP.

Некоторые более популярные технологии xDSL приводятся ниже:

- **Цифровая сеть с комплексными услугами** – ISDN – может рассматриваться как одна из первых DSL технологий. Система ISDN была разработана для одновременной передачи цифрового голоса, данных и изображений по обычным медным кабелям. Базовая скорость передачи ISDN состоит из трех логических каналов, работающих по одной медной паре. Два несущих канала (B-каналы) переносят голос, данные и изображения, а один контрольный канал (D канал) используется для контроля и сигнализации. Базовая скорость передачи ISDN, часто называется 2B+D, обеспечивает симметричную скорость до 160 кбит/с. Линия ISDN также доступна в конфигурации PRI (primary-rate interface). PRI предлагает передачу данных и голоса до 1.544 Мбит/с (Североамериканский формат T1) по 23 B-каналам с одним D-каналом или до 2.048 Мбит/с (Европейский и международный формат E1) по 30 B-каналам с одним D-каналом. Каждый канал в конфигурации PRI работает на скорости 64 кбит/с.

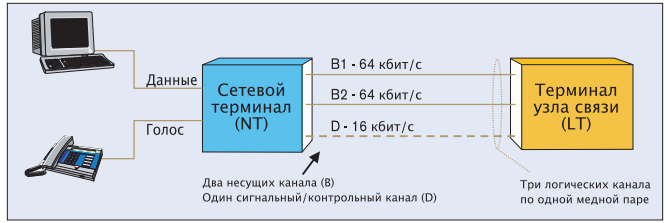


Рисунок 6.1 — Архитектура базовой линии ISDN

В ISDN для представления информации используется линейное кодирование 2B1Q. В 2B1Q два бита данных преобразуются в один четвертичный символ, т.е. два бита цифровой информации представляются одним из четырех уровней напряжения.

- **Цифровая абонентская линия ISDN** – IDSL – аналогична ISDN кроме того, что маршрутизатор заменяет коммутатор Класса 5 на узле связи. С такой технологией обычно имеется только один логический канал, содержащий всю информацию. Линия IDSL всегда подключена к серверу и поэтому нет необходимости установки звонков. Этот тип сервиса рассматривается как устаревшая технология, которую заменили ADSL, ADSL2+ или SHDSL.
- **Высокоскоростная цифровая абонентская линия** – HDSL – представляет собой симметричную линию DSL, аналогичную T1 или E1 по скорости доставки – до 1.544 или 2.048 Мбит/с. Большинство систем HDSL используют одну или две медные витые пары в кабеле, хотя некоторые ранние версии систем 2.048 Мбит/с требовали три пары. HDSL состоит из блока трансивера (HTU-CO), расположенного на узле связи и блока трансивера (HTU-R), расположенного у абонента. Поскольку скорости передачи и структуры кадра совпадают с линиями T1 и E1, когда это возможно, местные телефонные компании используют эту технологию для обеспечения доступа к сервисам T1/E1. Также необходимо отметить, что традиционные линии T1 используют две медные пары, таким образом переход от традиционных линий T1 к линиям T1 на основе технологии HDSL происходит достаточно легко. Длина линии для работы HDSL более ограничена по сравнению с SHDSL, ADSL и ADSL2+. Обычно, сервис HDSL может только обслуживать абонентов в пределах 12 000 футов (3600 м) от узла связи. За пределами этой дистанции необходимо применение репитеров для увеличения расстояния.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 20

Поскольку для HDSL обычно требуется две пары, эта технология в основном применяется для корпоративных подключений, где есть необходимость подключать внутренние АТС, создавать виртуальные частные сети (VPN), подключать линии frame-relay, получать доступ в Интернет и подключаться к частным сетям. Предпочтение отдается HDSL еще и по той причине, что эта технология имеет лучшую спектральную совместимость с другими сетевыми технологиями внутри пучка пар в кабеле, по сравнению с сигналами в кодировках AMI, B8ZS или HDB3 традиционных линий T1 и E1. В HDSL используется кодирование 2B1Q или кодирование на основе амплитудно-фазовой модуляции (CAP).

HDSL2 и SDSL похожи в работе на HDSL, но они позволяют получить аналогичную скорость передачи по одной паре. Эта возможность накладывает лимит на расстояние передачи но, тем не менее, эти технологии успешно используются. Большинство систем HDSL2 основываются на нестандартных, закрытых сигналах передачи и протоколах. Между производителями практически отсутствует совместимость.

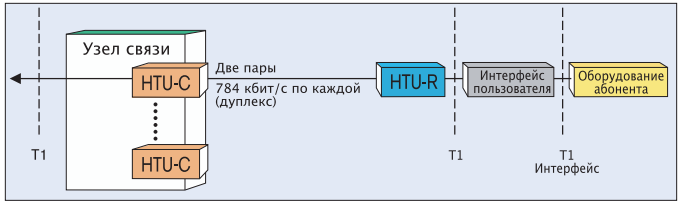


Рисунок 6.2 — Архитектура HDSL

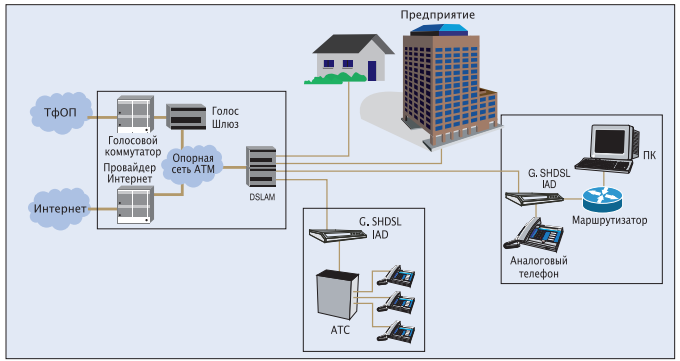


Рисунок 6.3 – Архитектура *SHDSL*

- **Симметричная высокоскоростная абонентская линия** – SHDSL – аналогичная технологиям HDSL и HDSL2. В зависимости от вида, SHDSL работает по одной или двум парам. При работе по одной паре SHDSL обеспечивает симметричные скорости передачи от 192 кбит/с до 2.3 Мбит/с. При работе по двум парам скорости передачи достигают от 384 кбит/с до 4.72 Мбит/с.

  Технология SHDSL создавалась как решение для бизнеса именно из-за своей симметрии. Эта линия может быть использована для замены технологий T1/E1 и также прекрасно подходит для решений VoDSL.

  Линия SHDSL разрабатывалась с учетом спектральной совместимости с другими технологиями, которые присутствуют в абонентском кабеле. Такая совместимость достигается благодаря линейному кодированию TC-PAM (решетчатое кодирование с амплитудно-импульсной модуляцией). Этот метод кодирования увеличивает использование низких частот имеющихся в полосе пропускания линии, таким образом, позволяя избежать высоких частот, которые наиболее всего подвержены влиянию перекрестных помех.

- **Асимметричная цифровая абонентская линия** – ADSL – обеспечивает высокоскоростную передачу данных для обычных пользователей, которым необходим доступ в Интернет. ADSL предоставляет полосу пропускания большего размера в прямом направлении (от провайдера к абоненту) по сравнению с обратным направлением (от абонента к провайдеру). Для Интернет и сервисов на основе IP, ADSL является оптимальной технологией, поскольку большинство пользователей просматривают гораздо больше информации, чем создают. Скорости передачи в прямом направлении могут быть от 256 кбит/с до 9 Мбит/с, а обратный поток имеет диапазон от 16 кбит/с до 640 кбит/с. Технология ADSL может обеспечивать связь на расстоянии более чем 18,000 футов (около 5500 м) по одной медной витой паре, хотя необходимо заметить, что на таких расстояниях могут быть получены только минимальные скорости.

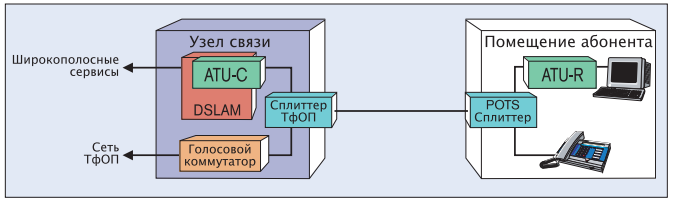


Рисунок 6.4 — Архитектура ADSL

ADSL позволяет абонентам одновременно использовать телефонные линии для высокоскоростного доступа в Интернет и использовать их в качестве обычных телефонных линий (в том числе для экстренной связи). Благодаря тому, что сигналы ADSL занимают верхнюю часть диапазона частот линии, сервис ADSL может совместно работать с телефонными сигналами на одной абонентской линии. Обычно в ADSL используется диапазон от 25 кГц до 1.104 МГц, а в ТфОП используется диапазон от 300 Гц до 3400 Гц

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 22

В качестве необходимой меры предосторожности в линию устанавливается фильтр для отделения сигналов ADSL от сигналов телефонной линии. Эти небольшие устройства позволяют частотам голосового диапазона проходить через фильтр к аналоговым телефонам, а высокочастотные сигналы ADSL отфильтровываются. Таким же образом входные фильтры ADSL-модемов предотвращают прохождение в модем сигналов телефонной линии. Аналогично работе телефонной линии и ADSL, ADSL может работать совместно с ISDN. Поскольку ISDN работает в диапазоне до 150 кГц, для ADSL остается меньше доступных подканалов для передачи данных, что уменьшает скорость передачи. ADSL модемы, которые созданы для использования вместе с обычной сетью ТфОП, обозначаются Annex A, а те модемы, которые предназначены для работы с линиями ISDN обозначаются Annex B. Оба этих обозначения берут свое начало из поправок к стандартам ANSI T1E1.4.

Для ADSL имеются два типа линейного кодирования. Ранние версии использовали нестандартный закрытый метод – без несущей с амплитудно-фазовой модуляцией (CAP). Эта модуляция аналогична той, которая используется в модемах для коммутируемых линий. В настоящее время практически все DSLAM и модемы используют метод DMT (discrete multitone). Данное руководство фокусируется на кодировании DMT, поскольку именно этот метод рекомендован для ADSL стандартизирующими организациями и является наиболее популярным. Эта технология описана в стандартах ITU-T (G.992.1, G.992.2), ETSI и ANSI/Комитет T1 (Северная Америка) (T1.413 Издание 2).

Схема передачи DMT делит диапазон частот от 0 Гц до 1.104 МГц на расположенные на равных расстояниях подканалы (“bins”). Такое разделение создает 256 подканалов. Каждый подканал занимает 4.3125 кГц полосы пропускания. Поскольку ADSL является ассиметричной технологией, диапазон 1.104 МГц еще раз делится на прямой и обратный поддиапазоны. В обратном направлении передается информация от абонента к сети, а прямое направление обеспечивает доставку информации из сети к абоненту.

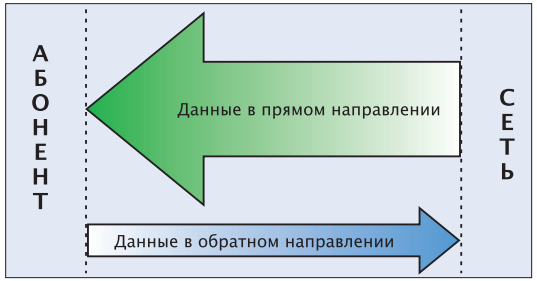


Рисунок 6.5 – Ассиметричная природа ADSL

В системах, которые используют подавление эха – метод, в котором для прямого и обратного потоков используются одни и те же частоты, применяется выделение 32 подканалов для передачи в обратном направлении, и до 250 подканалов выделено для прямого потока. Однако в большинстве случаев, версии DMT будут использовать 218 подканалов для сигналов в прямом направлении. Защитная полоса частот, которая разделяет сигналы обратного направления от сигналов прямого направления, использует некоторые из возможных подканалов. Также защитная полоса частот создана между сигналами ТфОП и подканалами DMT сигналов ADSL.

В стандартах DMT предлагается использование до 15 аналоговых уровней для одной частоты (bin) для кодирования данных в подканале. Однако использование максимального количества состояний в подканале может привести к повышению общей мощности передачи ADSL до значений, которые будут или непрактичными или запрещенными к использованию в кабеле законодательством. В большинстве случаев производители ADSL ограничились использованием 13 или 14 битов на подканал. Это позволяет уменьшить мощность передачи и получить максимальное расстояние, не жертвуя потенциальной скоростью передачи.

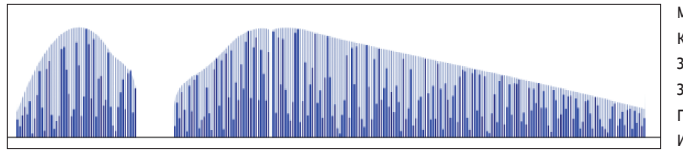


Рисунок 6.6 – ADSL использует около 256 амплитудно-модулированных несущих. Темные линии представляют собой состояние модуляции в произвольный момент времени. Светлые линии представляют максимальные значения амплитудной модуляции, доступные для каждой несущей. Примите во внимание, что на высоких частотах имеется меньше доступных положений из-за ухудшения соотношения сигнал/шум.

- **Цифровая абонентская линия с подстраиваемой скоростью** – R-ADSL – это название использовалось ранее для указания ADSL модема определенного типа, который был способен динамически подстраивать скорость передачи в зависимости от длины и скорости передачи. В настоящее время большинство модемов ADSL имеют возможность подстройки скорости передачи, а большинство систем управления для DSLAM позволяют настройку скорости передачи или установку предела для максимальной скорости передачи.
- **G.Lite** – представляет собой «облегченную версию» ADSL, в которой скорости передачи в прямом направлении имеют ограничение до 1,5 Мбит/с. В G.Lite используется 128 подканалов, а не 256 (ширина полосы подканала по-прежнему 4.3125 кГц), а количество состояний на подканал ограничено 8.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 24

- **ADSL2** – является улучшенной версией ADSL, в которой скорости передачи слегка улучшились. ADSL2 описывается в стандартах ITU-T G.992.3 и G.992. ADSL2 предлагает такие же скорости передачи, но на увеличенное расстояние. Технология включает динамическую адаптацию, а также определенные возможности диагностики абонентской линии. Модемы ADSL2 в большинстве случаев обратно совместимы с модемами ADSL.

- **ADSL2+** — Вскоре после выхода ADSL2 были опубликованы стандарты для ADSL2+ (стандарт ITU-T G.992.5) и стали доступны наборы микросхем, которые поддерживали эту технологию. Эта технология позволила удвоить скорость передачи до 25 Мбит/с в прямом направлении с помощью удвоения используемой полосы пропускания (с 1.1 МГц до 2.2 МГц) и удвоения количества несущих (приблизительно с 256 до 512). Основной целью создания этой технологии было получение возможности доставки качественного широковещательного видео к абонентам. Модемы ADSL2+ также обеспечивают полную поддержку работы с модемами ADSL и ADSL2. Пока еще не все провайдеры в мире используют технологию ADSL2+, но большинство планирует переход на нее в ближайшее время. При этом скорость передачи и зрелая функциональность, предлагаемые ADSL2+, могут заставить изменить планы провайдеров, которые рассматривали переход на технологию сверхскоростной DSL (VDSL) и VDSL2. Другие провайдеры будут использовать VDSL2 или волокно, приходящее прямо к абоненту.

- **ADSL2 с увеличенной дальностью** – RE-ADSL2 – эта версия ADSL была одобрена ITU-T в октябре 2003 и описана в поправке L этого документа. Схема передачи RE-ADSL2 имеет несущие, которые вписываются в новую маску спектральной плотности, которая уменьшает возникновение перекрестных помех и, таким образом, увеличивает дальность ADSL2.

- **Сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия** – VDSL — целью VDSL является обеспечение абонентов сверхвысокоскоростными асимметричными и симметричными сервисами. Это достигается размещением несущих на частотах до 30 МГц и поддержкой скоростей передачи до 52 Мбит/с. В жертву здесь было принесено то, что на таких высоких скоростях система VDSL способна работать только на относительно коротких расстояниях (менее 4500 футов (1370 м)). Для соответствия этим условиям (короткие расстояния и высокие скорости передачи) VDSL используется в архитектурах fiber-to-the-curb (FTTC), где волоконно-оптическая магистраль (OC-3, OC-12, OC-48, GigE, или 10GigE) обеспечивает связью район. Из-за ограниченного расстояния и стоимости развертывания волоконно-оптического кабеля в зоне обслуживания, VDSL в основном успешно внедряется в многоквартирных домах, хотя некоторые провайдеры объявили о планах широкомасштабного развертывания VDSL2.

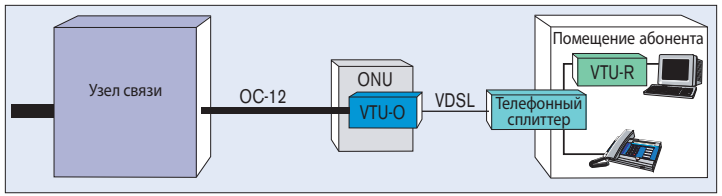


Рисунок 6.7 – Архитектура VDSL

Организации ITU-T и ANSI Комитет T1 создали предварительную спецификацию для VDSL, где используются частоты до 12 МГц, максимальная ассиметричная скорость 22 Мбит/с (для прямого потока) и 3 Мбит/с (для обратного потока), а максимальная симметричная скорость передачи 13 Мбит/с.

Таблица 1 – Скорости передачи для симметричного и асимметричного сервисов

Тип сервиса	Скорость для прямого потока (Мбит/с)	Скорость для обратного потока (Мбит/с)
Асимметричный	22	3
Симметричный	6	6
	13	13

Типичная архитектура для систем VDSL будет состоять из оптического сетевого блока (ONU), VDSL трансивера ONU (VTU-O) и удаленного VDSL трансивера (VTU-R).

Как и в случае с ADSL, VDSL может сосуществовать с телефонным сервисом на одной линии. Одним из различий между ADSL и VDSL является то, что в VDSL используется иной подход для распределения диапазонов для прямого и обратного потоков. Вместо того чтобы выделять только один диапазон для прямого потока и только один диапазон для обратного, в VDSL используется два диапазона для прямого потока и два диапазона для обратного, где первый прямой поток занимает нижние частоты VDSL.

В зависимости от производителя и провайдера сервис VDSL способен работать в двух режимах. Стандарт VDSL предлагает два метода линейного кодирования – модуляцию с одной несущей (т.е. CAP) и модуляцию с множеством несущих (т.е. DMT).

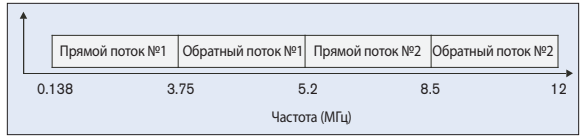


Рисунок 6.8 – План 998 для Североамериканского варианта VDSL

- **Сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия, версия 2** – VDSL2 – этот стандарт (G.993.2) был одобрен ITU в Мае 2006 года. Техника передачи VDSL2 как ADSL и ADSL2+ основана на использовании модуляции DMT. Это обеспечивает спектральную совместимость с существующими сервисами и поддерживает обратную совместимость с ADSL. VDSL2 является настоящим мировым стандартом, в котором реализовано множество профилей и диапазонов для обеспечения соответствия требованиям каждого регионального провайдера.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 26

Диапазон частот этой технологии был увеличен до 30 МГц. В нем были реализованы следующие варианты конфигураций: 8.5 МГц, 12 МГц, 17.7 МГц и 30 МГц. В VDSL2 заложен потенциал для передачи данных на скоростях до 100 Мбит/с для очень коротких абонентских линий (менее 300 м), что делает эту технологию идеальной для развертывания сетей FTTN и FTTB.

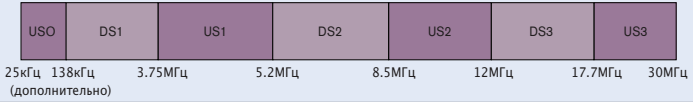
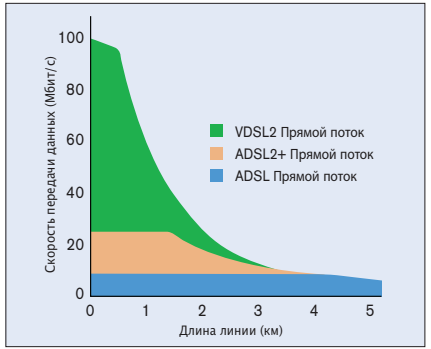


Рисунок 6.9 – Диапазон распределения частот для VDSL2 (на основе плана 998)

Профиль	8a	8b	8c	8d	12a	12b	17a	30a
Диапазон (МГц)	8.5	8.5	8.5	8.5	12	12	17.7	30
Скорость передачи Мбит/с	50	50	50	50	68	68	100	200

Рисунок 6.10 – Профили VDSL2



На рисунке 6.11 показано сравнение скоростей передачи в прямом направлении для ADSL2, ADSL2+ и VDSL2. Последняя технология предлагает несколько дополнительных возможностей, которые имеют большое значение для провайдеров. Среди этих преимуществ можно выделить следующие:

- **Увеличенная дальность** – VDSL2 может использовать диапазон первого прямого потока (US0), который состоит из тех же частот обратного потока, которые используются в ADSL2+. Использование US0 требует настройки (тренировки) аналогичной тем, которые используются в ADSL для тренировки эквалайзеров и эхоподавителей.
- **Защита от импульсных помех** – бытовые электроприборы часто генерируют короткие всплески шума большой амплитуды, которые называются импульсными помехами. Эти помехи могут вызвать появление большого количества ошибок, оказывающие значительное влияние на видеосервисы. VDSL2 использует встроенную защиту от импульсного шума (INP) для защиты от ошибок в случае их возникновения.
- **Улучшенное качество сервиса с помощью двойной задержки** – Режим работы с двойной задержкой был принят для VDSL2 для лучшей поддержки приложений triple-play. Поскольку видеосервисы должны быть защищены от коротких всплесков ошибок, они явились причиной введения защиты от ошибок, в виде увеличенной глубины перемежения. Хотя это и приводит к общему увеличению задержки, видеосервисы не так чувствительны к ней, конечно принимая во внимание, что она находится в определенных пределах и джиттер имеет небольшое значение. С другой сторон голос не требует дополнительной защиты от ошибок, но крайне чувствителен к задержке. Таким образом, возможность использования двойной задержки является значительным преимуществом при доставке сервисов triple-play.
- **Пакетный режим передачи** – за последние годы произошел переход от ATM к сетям IP, используемым в качестве опорных сетей. VDSL2 позволяет убрать ATM на первой миле и заменить его на Ethernet. IEEE 802.3ah был определен специальный вид Ethernet TPS-TC с использованием 64/65-октетной инкапсуляции для приложений Ethernet без использования ATM в качестве транспортной среды. В спецификации ITU-T VDSL2, TPS-TC указывается как PTM-TC.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 28

7. Тестирование DSL и оценка качества абонентской линии

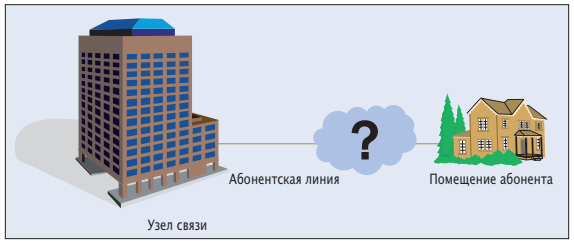


Рисунок 7.1 – Тестирование абонентской линии позволяет ответить на множество вопросов

Рост спроса на услуги доступа в Интернет, видео-по-требованию (VoD), широковещательного видео (IPTV) и приложений для дома и малого офиса (SOHO) заставил изменить подход к широкополосным подключениям и придал исключительную важность стабильности, надежности и высокой скорости в широкополосных подключениях. Одним из способов гарантии стабильности и обеспечения высокой скорости передачи является улучшение качества обслуживания абонентских линий и проведение всесторонних измерений их качества. Инсталляция высокоскоростного, качественного DSL-сервиса зависит (в большинстве случаев) от качества и состава абонентской линии. Большинство провайдеров делают или планируют делать предквалификационные измерения медных линий для того, чтобы определить, способна ли медная линия поддерживать различные скорости передачи DSL. Создание превосходного плана для инсталляции и обслуживания становится критически важной задачей для поддержания конкурентной способности провайдера. Чем больше известно о состоянии абонентской линии, тем больше эффективность ремонтной бригады и меньше риск вызвать недовольство абонента затянувшейся установкой, возникновением случайных отказов или недостаточной производительностью. В условиях жесткой конкурентной борьбы абоненты находятся в поиске качественной связи как у местных провайдеров (ILEC), так и других конкурирующих компаний. В этой главе рассматриваются параметры, которые рекомендуется контролировать для обеспечения качества DSL на этапе квалификационных измерений абонентской линии и приемосдаточных испытаний сервиса DSL.

7.1 Амплитудно-частотная характеристика линии

Очевидно, что чем длиннее витой телефонный кабель, тем больше его сопротивление. Как уже указывалось в главе 4, емкость линии также увеличивается с длиной кабеля. Как любой проводник, имеющий некоторый повив (т.е. витая пара), телефонная пара также имеет некоторое значение индуктивности на единицу длины. Когда все эти элементы (L, R, C) принимаются во внимание, можно увидеть, что кабель из витой пары имеет сложный импеданс, который зависит от длины линии.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 30

Таким образом, очевидно, что кабель из витой пары имеет нелинейное затухание. Высокие частоты ослабляются больше, чем низкие частоты и этот эффект проявляется в большей степени на протяженных линиях. Короткие кабели в принципе имеют меньшее затухание и разница между затуханием высоких частот и низких частот не так очевидна. Поскольку затухание длинного кабеля выше, чем короткого, то высокие частоты в протяженных кабелях существенно больше ослаблены по сравнению с низкими частотами.

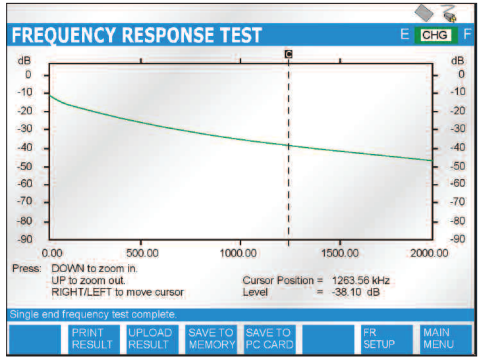


Рисунок 7.2 – Пример АЧХ, измеренной с помощью анализатора EXFO CableSHARK

Измерение частотной характеристики абонентской линии включает в себя внесение тестовых сигналов с известным уровнем мощности с одной стороны и измерение мощности сигнала после его прохождения через линию с другой стороны. Разница в уровне мощности между введенным сигналом и принятым сигналом является затуханием для данной частоты. Проводя тестирование на нескольких частотах можно определить АЧХ линии. Телефонные компании могут называть эти измерения как измерения вносимых потерь, затухания или наклона. Также можно измерить вносимое затухание абонентской линии с одного конца линии. Это достигается с помощью удаления терминирования или замыкания дальнего конца линии. Измерительный прибор вводит тестовые сигналы на одном конце линии. После некоторого выделения, передаваемые сигналы устраняются из принятых сигналов. Это оставляет только сигналы, которые прошли длину линии, отразились обратно от нетерминированного или замкнутого конца линии и еще раз прошли всю длину линии назад к источнику. Затухание в одну сторону будет равно половине общего измеренного значения затухания.

С результатами этого теста измеритель может обнаружить являются ли источники потерь в интересующем его диапазоне препятствием для передачи сигналов DSL. Для более легкого восприятия измеренных данных тест АЧХ линии наилучшим образом представляется в виде графика. В идеале результаты должны приводиться виде отношения уровня сигнала (дБ) к частоте (кГц) в выбранном диапазоне.

Вооружившись результатами этого измерения, пользователь может определить являются ли различные источники потерь на линии в выбранном диапазоне слишком большими для передачи сигналов DSL. При этом пользователю доступен графический вид линии, где могут быть замечены ступени, вызванные наличием параллельных подключений, и эффекты, вызванные присутствием нагрузочных катушек (катушек Пупина).

7.2 Вносимые потери для определенной частоты

Измерение вносимых потерь на одной частоте не эффективно для проверки линии на возможность передавать сигналы DMT ADSL. Одна параллельная отпайка способна вызвать отражения, которые могут эффективно обнулить тестовую частоту. Параллельная отпайка повлияет только на некоторые частоты. Именно поэтому возможно иметь огромное затухание на выбранных тестовых частотах, но в реальности, иметь прекрасную линию для работы ADSL. С другой стороны такие технологии как HDSL, HDSL2, ISDN, IDSL, SDSL и SHDSL имеют одну характерную частоту, на которой может проводиться тестирование. Измерение на этих характерных частотах может использоваться в качестве грубого метода для определения годности линии. Этот метод хорош только для приблизительной оценки работы реальной системы. Если потери для характерной частоты выходят за предустановленные пределы, то технический персонал может начать поиск проблем в линии до того как пытаться подключать приемо-передающее оборудование. Соседняя таблица содержит список характерных частот, которые широко используются для тестирования каждой технологии. Заметьте, что IDSL и ISDN используют одинаковые тестовые частоты. HDSL2 и SDSL также используют одинаковые частоты.

Таблица 2 – Частоты, используемые различными сервисами *DSL*

Технология	«Характерная» частота
ISDN/IDSL	40 кГц
HDSL	196 кГц
HDSL2/SDSL	392 кГц

7.3 Шум и перекрестные помехи

Шумом является любой нежелательный сигнал, который распространяется по пути передачи, и который может отрицательно сказаться на полезном сигнале. В результате сигнал может быть поврежден и будет неверно обработан приемником. Для цифрового потока это означает появление ошибок. Если шум достаточно разрушителен, устройство на удаленном конце может вообще потерять связь. Шум достаточной мощности способен замедлить скорость передачи.

Шум, присутствующий в абонентской линии, имеет множество источников, например: регуляторы освещения, радиосигналы, неоновое освещение, электропоезда и расположенные рядом линии электропередач. Наиболее распространенный и проблематичный тип шума вызван электромагнитными наводками из соседней абонентской линии, расположенной том же самом кабельном пучке. Это явление называется перекрестными помехами. В действительности причина, по которой телефонная пара изготавливается скрученной – это уменьшение перекрестных помех. Сигнал, наводимый из соседней пары, переворачивается каждые несколько дюймов (или сантиметров). Это переворачивание позволяет обнулять наведенный в паре сигнал помехи.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 32

В отличие от традиционных телефонных линий, в которых используется усиление, в абонентских линиях не обязательно измерять шум в присутствии активного сигнала. Непрерывная медная линия не имеет нелинейных или гармонических искажений, которые имеют место в линиях с усилителями. Наилучшим методом измерения шума будет измерение без сигнала с терминированной линией. Опять же необходимо заметить, что измерителю желательно видеть спектральный состав (спектральный анализ) измеренного шума.

Поскольку ADSL, ADSL2+ и VDSL2 используют множество несущих (до 4096 подканалов), передача DSL будет возможной до тех пор, пока вся мощность шума сконцентрирована в узкой полосе частот. По этой причине измерение числового значения общей мощности шума является абсолютно бессмысленным. Единственным решением будет измерение распределения шума в полосе частот каждой несущей. Для индикации графического отображения мощности шума на различных частотах в телекоммуникационной отрасли приняли термин спектральная плотность шума (PSD).

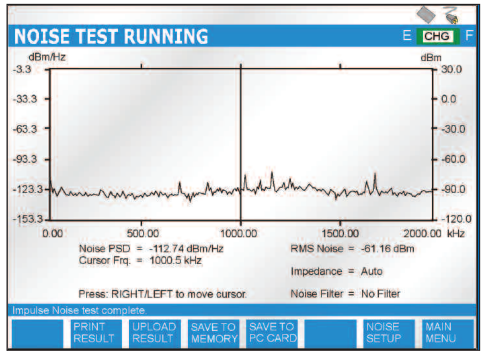


Рисунок 7.3 – Измерение спектральной плотности шума в абонентской линии с помощью анализатора EXFO CableSHARK

Часто называемые виды шумов – фоновый шум, предел помехоустойчивости или шум в канале – все они могут быть измерены без тестового сигнала в линии. Любой фоновый сигнал, который обнаруживается в кабеле и может быть измерен, рассматривается в качестве шума и/или перекрестной помехи.

Необходимо отметить, что сигналы, которые используются для передачи DSL, могут иметь очень низкие энергетические уровни, особенно это относится к подканалам с высокими частотами, поскольку именно в диапазоне высоких частот абонентская линия имеет наибольшее затухание. Это объясняет, почему пороговые значения, установленные для тестирования линий ТЧ, не применяются для DSL. Также нужно обратить внимание на то, что оборудование, используемое для оценки качества абонентской линии, должно иметь способность измерять достаточно низкие значения шумов. Обычно измерительный прибор должен измерять шум, по крайней мере, до –140 дБм/Гц, что приблизительно равно –110 дБм.

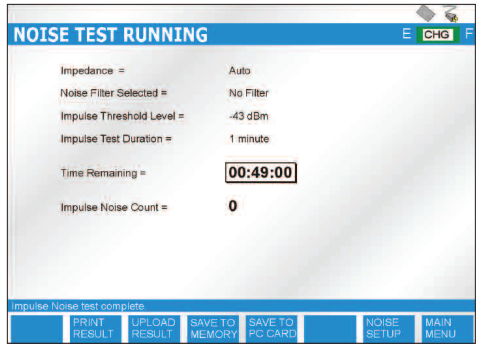


Рисунок 7.4 – Измерение импульсных помех с подсчетом всплесков.

Влияние перекрестных помех может быть оценено только в активных кабелях, которые уже имеют несколько работающих линий DSL. Рассмотрим пример кабельной линии F2 с 25 парами. Если в этом кабеле отсутствуют DSL сервисы или другие высокоскоростные сервисы, то получить какую-либо полезную информацию о перекрестных помехах невозможно. После того как в пучке запущена первая линия DSL, количество перекрестных помех в интересующем нас диапазоне (например 2.2 МГц для ADSL2+) значительно увеличится. Если нас интересуют незадействованные пары в этом кабеле, то каждый добавляемый в пучок сервис является потенциальной помехой сигналам, которые будут подключаться позже к незадействованным парам. Поэтому максимальное число источников помех в 25 парном кабеле будет 24. Многие провайдеры на практическом опыте убедились, что на протяженных кабелях первая DSL линия работает достаточно хорошо до того момента, пока в кабель не добавляется второй сервис.

7.4 Импульсные помехи

Всплески напряжений или шумов также могут повлиять на способность модема корректно различать уровень или состояние сигнала. Если такие всплески возникают достаточно часто, они могут уменьшить пропускную способность линии. Даже сделанное измерение спектра шума в диапазоне DSL способно пропустить тот факт, что всплески возникают достаточно часто и вызывают проблемы в передаче. При этом импульсы могут иметь сложную природу и вызывать помехи сразу на нескольких частотах. Поэтому все распространенные типы кодирования для DSL (DMT, CAP, 2B1Q и TC-PAM) одинаково подвержены влиянию импульсных помех. Именно по этой причине измерение импульсных помех так важно.

Таблица 3 – Фильтры, разработанные стандартизирующими организациями

Фильтр	Технология	Диапазон частот
D Filter	DDS	от 0 кГц до 32 кГц
E Filter	ISDN	от 1.0 кГц до 50 кГц
F Filter	HDSL	от 4.9 кГц до 292 кГц
G Filter	ADSL	от 20 кГц до 1.1 МГц

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 34

Для того чтобы измерить только влияющие на DSL импульсы, Американский национальный Институт Стандартов (ANSI), Европейский Институт Телекоммуникационных Стандартов (ETSI) и Международный Совет по Телекоммуникациям – сектор по стандартизации телекоммуникаций (ITU-T) разработали различные типы фильтров для измерения только тех импульсов, которые влияют на DSL. В таблице ниже приводятся эти фильтры вместе со своими диапазонами и применениями:

Импульсные помехи также измеряются без тестового сигнала в линии. Вместо того чтобы измерять мощность импульса на различных частотах, устанавливается порог и подсчитываются все импульсы, амплитуда которых превысила порог. Измерение проводится для определенного периода времени. Пример измерения приведен на рисунке 7.4.

7.5 Асимметрия линии

Пара в абонентской линии состоит из двух проводников, каждый из которых свободно плавает и сбалансирован относительно земли. Другими словами ни один из них никаким образом не заземлен. Измерение асимметрии пары позволяет определить разностные напряжения, вызванные неидеальной балансировкой проводников относительно земли. Измерение выражается в виде уровня в дБ, чем выше значение, тем лучше балансировка измеряемой пары. Плохо сбалансированная пара облегчает возникновение перекрестных помех на ближнем конце (NEXT) или на дальнем конце (FEXT), которые могут ухудшить качество полезных сигналов.

Измерение асимметрии очень полезно для нахождения пар, которые будут наиболее сильно подвержены влиянию перекрестных помех после того, как в кабель будут введены широкополосные сигналы. Это измерение является хорошим способом предотвращения возникновения проблем в будущем в тех пучках или кабелях, в которых DSL сервисы пока еще не присутствуют. Заметьте, что плохо сбалансированные пары выступают в роли приемников и источников перекрестных помех. Именно поэтому одна плохо сбалансированная пара способна ухудшить работу всего пучка или кабеля.

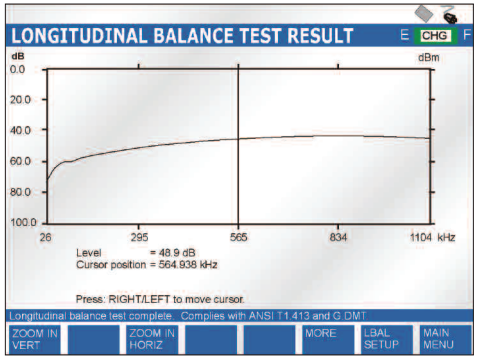


Рисунок 7.5 – Измерение асимметрии абонентской линии

Примечание: Измерение асимметрии необходимо проводить с измерением опорного заземления.

На баланс пары влияют замыкания или частичные замыкания между одним из проводников и оплеткой кабеля или другими источниками заземления. Вода в кабеле является одним из основных источников частичного заземления.

При инсталляциях линий DSL и при поиске неисправностей в линиях важно измерять балансировку пары на множестве частот в используемом диапазоне. Хотя проводимость по постоянному току (DC) приведет к проблемам с балансом на всех частотах, дефекты по переменному току (емкостная проводимость) могут проявить себя в виде дисбаланса только на высоких частотах. Если кабель был подвержен избыточному давлению и заломам в процессе инсталляции или если кабель деформировался от мороза, испытывает нагрузки в результате землетрясений и строительства, все это приводит к возникновению емкостных дефектов.

7.6 Обнаружение катушек Пупина

Катушки Пупина устанавливаются в линию для уменьшения влияния нелинейного затухания в голосовых линиях, протяженностью более 18 кфт (около 5500 м), включая все параллельные отпайки. Они представляют собой серии индукционных катушек, которые выравнивают АЧХ линии в голосовом диапазоне и позволяют протяженным линиям поддерживать приемлемое качество голосовой связи. Для поддержания хороших характеристик линии в ТЧ диапазоне большое значение имеет положение и расстояние между катушками. Если катушки не могут быть расположены равномерно, то в линию добавляется конденсатор для добавления емкости и компенсации увеличения индуктивности линии. Из-за этого конденсатора значение длины измеряемой линии увеличивается. Именно поэтому только измерения с помощью рефлектометра во временной области (TDR) или с помощью частотного рефлектометра (FDR) покажут точное расстояние для обнаружения таких катушек. Простое преобразование измеренной емкости в расстояние может ввести в заблуждение.

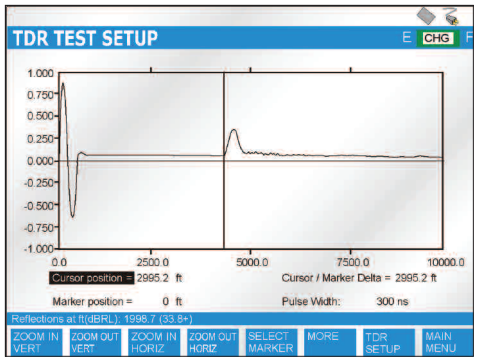


Рисунок 7.6 – Измерение с помощью TDR позволяет определить расстояние и обнаружить катушки Пупина

Катушки Пупина приводят к большим значениям затуханий на высоких частотах, что делает транспортировку сигналов DSL невозможной. Таким образом, если линия предназначается для использования подобными сервисами, то важно найти и удалить все

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 36

катушки. Необходимо заметить, что недавно одной американской компанией был представлен новый вид катушек, которые позволяют работу DSL сервиса.

Обнаружение катушек может выполняться несколькими способами. Наиболее простой способ – это поддержание актуальности и точности кабельной документации. Однако, в большинстве случаев это не так, документация может вообще отсутствовать или быть неточной. В таких случаях нужно использовать альтернативные методы.

Для получения графического представления дефектов линии и их соответствующего расположения может использоваться рефлектометр (TDR). В идеальных условиях на графике линии катушка будет обозначена пиком. Такой тест достаточно эффективен, но он оставляет пользователя гадать какой пик является катушкой, а какой пик вызван другим дефектом в линии. Большинство катушек устанавливается на определенном расстоянии от узла связи (первая на расстоянии 3 кфт (ок. 900 м), а последующие каждые 6 кфт (ок. 1800 м) – в зависимости от используемого значения индуктивности). Таким образом, техническому персоналу нужно знать, если катушки вообще есть на линии.

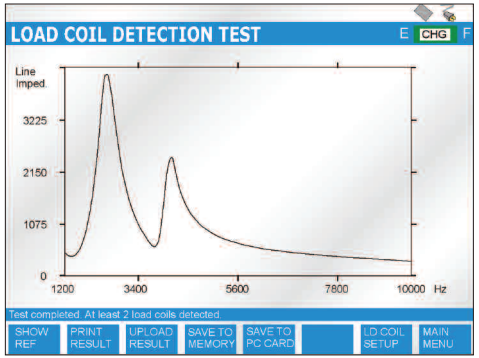


Рисунок 7.7 – Пример обнаружения и подсчета катушек, выполненного анализатором EXFO CableSHARK

Во множестве измерительных приборов для обнаружения катушек имеются соответствующие встроенные функции, которые используют программное обеспечение для определения наличия и подсчета количества катушек. На экране приборов выдается сообщение указывающее наличие одной или более катушек.

Катушки также можно обнаружить, построив график зависимости частоты от импеданса. Этот тест выполняется с помощью одного тестера, подключенного к одному концу кабеля. Линия, которая не имеет в своем составе катушек, будет иметь плавное восходящее значение импеданса, а линия с катушками будет иметь скачкообразные отклонения импеданса, аналогичные показанным на графике импеданса на рисунке 7.7.

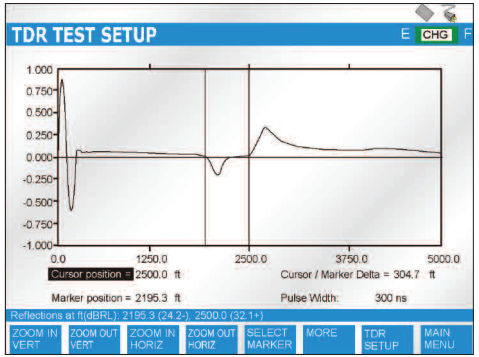


Рисунок 7.8 – Экран с рефлектограммой короткой параллельной отпайки. Заметьте, что падение импеданса вызвано соединением двух линий, а большое значение импеданса указывает на конец отпайки.

7.7 Параллельные отпайки

Параллельные отпайки представляют собой нетерминированные участки линии, которые параллельно подключены в некоторой точке к используемой линии. Параллельные отпайки в большинстве случаев устанавливались запланировано таким образом, чтобы абонентам было доступно достаточное количество линий без необходимости увеличения размеров распределительных кабелей. Большинство домов имеют несколько телефонных разъемов. Если эти микролинии не терминированы с помощью микрофильтров или как-либо еще, то они выступают в роли коротких параллельных отпаек. Если отпайки оставлять нетерминированными они приводят к возникновению отраженных сигналов, которые имеют временную задержку и собственное затухание. Эти сигналы могут ввести приемник в заблуждение и привести к возникновению битовых ошибок. При этом дополнительное затухание, вызываемое параллельными отпайками, может уменьшить мощность DSL-сигнала и, соответственно, скорость передачи. Опыт полевых измерений показал, что в зависимости от длины, расположения и конфигурации линии, параллельные отпайки могут или не иметь никакого влияния на скорость передачи или могут вообще предотвратить работу сервиса. В большинстве случаев наблюдается деградация на 300 кбит/с.

Другими причинами возникновения отпаек могут быть сами абоненты, подрядчики или тех. персонал который неправильно выполнил ремонт или переключение линии. Одним из примеров является создание параллельной пары в обход дефектной. Если между оставленной секцией и новой инсталляцией имеется какая-либо пара, которая каким-либо концом подключена к одной из сторон рабочей линии, то возникает параллельная отпайка. Технический персонал часто оставляет неиспользуемую секцию, подключенную к новой паре и, таким образом, создает нежелательную параллельную линию.

Многие негативные влияния параллельных отпаек могут быть уменьшены или полностью устранены алгоритмами обработки цифрового сигнала, которые выполняются в подавляющем количестве систем DSL. Большинство проблем вызывают те отпайки, которые расположены поблизости от узлов связи или удаленных терминалов. На практике это означает, что отпайки в помещения абонента или

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 38

множественные линии в локальном распределительном кабеле (F2) должны быть найдены и удалены. Обнаружение параллельных отпаек более сложная задача по сравнению с нахождением катушек. Если отпайка имеет достаточную длину, то можно использовать рефлектометр. Отпайки на рефлектограмме выглядят как впадина, за которой следует переход в положительное значение (пик или подъем). В идеальных случаях расстояние между началом отрицательного падения (впадины) и началом последующего пика является длиной параллельной отпайки. Новый стандарт ANSI TR68 делает модемы ADSL2+ более устойчивыми к наличию параллельных линий.

Необходимо упомянуть об одном особом случае, когда боковое ответвление (параллельная отпайка) имеет длину больше чем основная линия. В таком случае автоматическая измерительная система, расположенная на узле связи, которая использует рефлектометрический метод для оценки длины кабеля, будет введена в заблуждения и решит, что конец этого ответвления и есть конец кабеля, и конец отпайки есть конец абонентской линии.

Автоматические централизованные измерительные системы, которые измеряют емкость линии для определения ее длины, покажут неверное значение расстояния во всех случаях, когда параллельное ответвление существует. Дополнительная емкость параллельной отпайки (или нескольких) добавляется к общему значению емкости. В таких случаях линия выглядит длиннее, чем есть на самом деле.

Частотный рефлектометр (FDR) является наилучшим средством для определения положения параллельных отпаек. С одного конца линии вводятся зондирующие сигналы, которые затем отражаются назад к прибору (от конца кабеля и от начала и конца параллельной отпайки). Отраженные сигналы взаимодействуют с отправляемыми сигналами. Анализируя, где в частотном диапазоне передаваемых сигналов возникают пики и впадины, можно определить расстояние до начала и конца параллельной отпайки (и любого другого дефекта).

Заметьте, что все измерительные приборы имеют определенные ограничения в способности обнаружения параллельных отпаек. Если отпайка слишком далеко расположена, слишком коротка или линия не имеет большой протяженности после отпайки, то все они не будут обнаружены. К счастью очень короткие отпайки, расположенные вблизи конца кабеля влияют на DSL меньше, чем протяженные отпайки.

7.8 Расщепленные пары

Пары проводников в кабеле имеют специальный повив, который уменьшает количество перекрестных помех от соседних пар и наведение помех на соседние пары. По мере возникновения необходимости технический персонал использует пары для обслуживания абонентов. В жилых районах или в бизнес-парках, где количество свободных пар крайне ограничено, техники часто используют расщепленные пары для доставки сервиса. Расщепленная пара создается из двух наполовину рабочих пар, каждая из которых имеет один оборванный проводник. Используя по одной оставшейся жиле в паре можно создать одну рабочую пару.

Использование расщепленных пар допускается для голосовых линий небольшой длины. Однако, для DSL увеличение количества перекрестных помех по сравнению с нормальной парой просто неприемлемо. В случаях ADSL с кодированием DMT, скорости прямого и обратного потоков могут быть слишком низкими или соединение может вообще не установиться.

Обнаружить расщепленные пары в кабельном пучке, который уже содержит другие линии DSL довольно-таки просто. Поскольку расщепленная пара не имеет постоянного повива между двумя составляющими пару проводниками, она принимает больше перекрестных помех, чем нормальные пары. Поэтому сравнительное измерение между несколькими парами выявит расщепленную пару. Некоторые модели рефлектометров (TDR) позволяют измерителю разместить на экране результаты спектрального анализа от измерения перекрестных помех хорошей пары и сравнивать с ними все последующие измерения. Пары, которые имеют ненормально высокие значения перекрестных помех, с наибольшей вероятностью расщеплены или одна из жил в паре частично или полностью заземлена. Если ненормальная пара имеет нормальную асимметрию, тогда эта пара расщеплена.

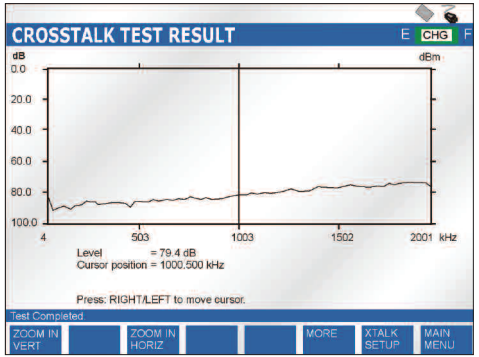


Рисунок 7.9 – Результаты измерения перекрестных помех четырехпроводным методом (EXFO CableSHARK)

Гораздо сложнее обнаружить расщепленные пары в кабельном пучке, где еще нет DSL сервисов. В этих случаях предлагается поместить искусственный сигнал в одну пару в пучке и затем провести сравнительный анализ перекрестных помех между несколькими парами. Этот тест называется стресс-тестом шума или четырехпроводным измерением перекрестных помех. Для выполнения этого теста некоторые модели тестеров имеют два порта. Тестовый сигнал подается через один порт, а измерение перекрестных помех проводится другим портом.

Также расщепленная пара может выступать в качестве эффективного передатчика (а не приемника) перекрестных помех. Обнаружение и устранение расщепленных пар не такая простая задача. Одна расщепленная пара может снизить производительность всех соседних линий. Пучок, который имеет слишком низкие значения скоростей передач по сравнению с другими пучками, по всей вероятности имеет расщепленную пару, по которой передаются сигналы DSL или T1/E1.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 40

7.9 Контроль спектра

Кабель или кабельный пучок, содержащий множество абонентских линий, может обслуживать весь район или бизнес-парк. Очевидно, что в большинстве случаев в кабеле будут присутствовать сигналы обычной телефонной связи. Также они могут передавать традиционные сигналы, такие как сигналы охранных систем, T1/E1, цифровые сервисы (DDS), базовый ISDN, IDSL, DLC и HDSL. При добавлении ADSL, SHDSL, VDSL, VDSL2 и других современных DSL-сервисов, важно принимать во внимание сигналы уже существующих технологий. В большинстве случаев T1 с кодировкой B8ZS или E1 с кодировкой HDB3 будут спектрально несовместимы с сервисами ADSL, находящимися в одном пучке. Уровень мощности и частоты перекрестных помех, которые возникают в результате работы этих сервисов, убивают сигналы DMT, распространяющиеся в прямом направлении.

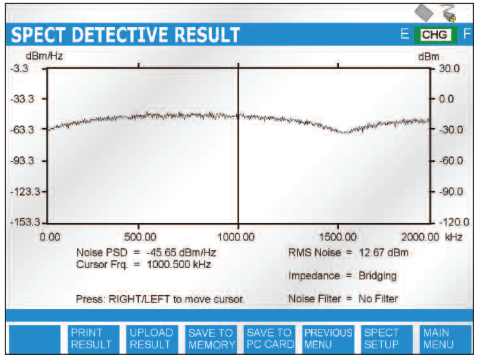


Рисунок 7.10 — Форма и уровень сигнала T1 со случайными данными (QRSS)

Помимо типа сигналов в пучке также важен уровень мощности. В США Федеральная комиссия по связи (FCC) установила предел мощности, которая может передаваться по абонентской линии. Европейская комиссия и многие другие страны также установили аналогичные лимиты. Поскольку кабели могут совместно использоваться между местными телефонными компаниями и их конкурентами (CLEC), в рамках законов о совместном использовании и предоставлении доступа, необходим контроль над спектральной обстановкой в кабеле. С помощью соответствующих измерительных приборов можно параллельно подключаться к работающей линии для определения уровня передаваемой мощности. Нужно заметить, что такое измерение необходимо проводить только непосредственно около модема или DSLAM, что позволит получить корректные значения. Сигналы, которые будут измерены где-то в середине, уже имеют некоторое затухание.

Характерная спектральная плотность (PSD) сигналов T1 или E1 будет меняться в зависимости от типа линейного кодирования, кадрообразования и передаваемых данных. Если предположить, что реальный трафик относительно похож на случайные данные, то спектр псевдослучайного сигнала, который представлен на рисунке выше, будет аналогичен тому, что мы можем увидеть при измерении реального трафика.

7.10 Дефекты с высокими значениями сопротивлений

Абонентская линия обычно представляет собой смесь из старых и новых кабелей. Типичная линия состоит из нескольких типов кабелей, которые имеют различный диаметр жил. В США и Канаде используются кабели с калибрами жил 19, 22, 24 и 26, а в Европе и мире обычно используются диаметры жил 0.4, 0.5, 0.6 и 0.8.

Самый ранний из используемых кабелей был PULP. В нем использовались медные жилы, обмотанные бумагой для создания электрической изоляции. Позднее стала использоваться пластиковая изоляция (PIC). Кабели PIC изначально скручивались в плотный жгут и позднее герметизировались с помощью геля (гидрофобного наполнителя) для предотвращения попадания воды. Кабель впоследствии был прозван “icky-pic” (неприглядная картина) из-за своего свойства выделять гель при разрезании.

В некоторых типах кабелей поддерживается избыточное воздушное давление. Положительное давление предотвращает попадание воды в кабель в случае его повреждения. При мониторинге воздушного потока перепад в давлении подаваемого в кабель воздуха может указать на наличие повреждения в наружной оболочке кабеля.

В процессе инсталляции новых кабелей могут возникать малые повреждения наружной оболочки или даже повреждения изоляции жил. Процесс изготовления кабеля также может оставлять микроотверстия в изоляции. Процесс старения, износа, молнии и другие факторы могут приводить к возникновению дефектов.

Кабели обычно подвержены влиянию грунтовых вод. Бронированные и герметичные оболочки изготавливаются для того, чтобы предохранять кабель от воздействия воды. При попадании воды в кабель возникает множество проблем. В кабелях типа PULP эффект от воздействия воды проявляется немедленно. Грязная вода пропитывает бумагу и создает проводимость между жилами. Этот тип дефекта легко обнаружить, поскольку большое количество абонентов (может быть сотни) немедленно это почувствуют.

В кабелях PIC и, особенно в типах кабелей PIC с гидрофобным наполнителем, дефекты развиваются медленно. В случае, когда изоляция одной жилы имеет повреждение разница напряжений между жилой и оплеткой кабеля приводит к тому, что ионы воды диффундируют в проводник по мере развития процесса электролиза. В конечном счете, достаточно высокое сопротивление образуется между оболочкой кабеля и жилой. Этот тип дефекта зачастую сложно идентифицировать, определить его местоположение и устранить. Первым признаком наличия этого дефекта будет изменение асимметрии линии (емкостной баланс). В паре увеличивается уровень перекрестных помех и шумы. Все это приводит к увеличению акустического шума, замедлению скоростей передачи DSL или потере сервиса DSL.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 42

7.11 Дефектные соединения

Абонентские линии редко доводятся одним куском непосредственно до абонента. Обычно линии состоят из нескольких секций, которые соединены вместе (спайкой, скруткой). Со временем места соединений начинают окисляться, повреждаются из-за процессов электролиза или физически расходятся.

Перед тем как стать полностью разомкнутой линия сначала становится частично разомкнутой. Любой обрыв или ухудшение передающих параметров двух жил в паре приведет к невозможности работы DSL сервиса. Нахождение плохого соединения легко выполняется с помощью TDR или FDR.

7.12 Обнаружение резистивных дефектов

Для обнаружения резистивных дефектов необходимо провести соответствующий тест RFL (мостовое измерение). Первой задачей будет определение наличия дефектов между жилами и между каждой жилой и землей. Хороший измерительный прибор позволит быстро найти дефекты, проведя автоматическое измерение сопротивления между всеми тремя проводниками. Экранирующие покровы кабеля или заземление шкафа, которое соединяется с кабелем, используется для подключения к земле.

В случае если дефект обнаружен, тестер автоматически сообщает измерителю установить перемычки на другом конце линии. При нормальных условиях техник изолирует одну секцию кабеля, в которой присутствует дефект и только затем проводит заключительный поиск местоположения. Такой подход не только улучшает точность определения положения, но и в большинстве случаев, уменьшает расстояние, которое необходимо пройти для установки перемычек. Обычно перемычки устанавливаются (т.е. линия замыкается) между обеими жилами хорошей пары в кабеле, одной из жил дефектной пары и землей.

Мостовое измерение использует одну жилу дополнительной (запасной) пары для подачи напряжения на другой конец поврежденной линии, а другая жила запасной пары обеспечивает соединение для измерения напряжения.

Результатом мостового измерения является расстояние от измерительного прибора до дефекта, расстояние до перемычки и расстояние от перемычки до дефекта.

Необходимо отметить, что мостовое измерение позволяет определить сопротивление. Дистанция же рассчитывается измерительным прибором через преобразование сопротивления в расстояние. Поскольку сопротивление кабеля изменяется в зависимости от температуры, для получения точного расстояния требуется измерение температуры кабеля.

Для подземных кабелей наилучшим вариантом было бы иметь температурный пробник, установленный на нормальной глубине залегания кабеля. Если пробника нет, измеритель может оценить температуру, зная глубину залегания кабеля, местный климат и время года. В некоторых случаях водопроводные магистрали пролегают на аналогичной глубине, таким образом, измерение температуры воды из-под крана может послужить хорошим индикатором.

Для кабелей воздушной подвески температура может колебаться в значительных пределах в зависимости от температуры окружающей среды и будет зависеть от того, как долго кабель находится на солнце. В жаркие дни внутренняя температура кабеля может быть более 60°C. Иногда возможно использовать тестовый кабель с температурным пробником внутри.

7.13 Испытания на пробой

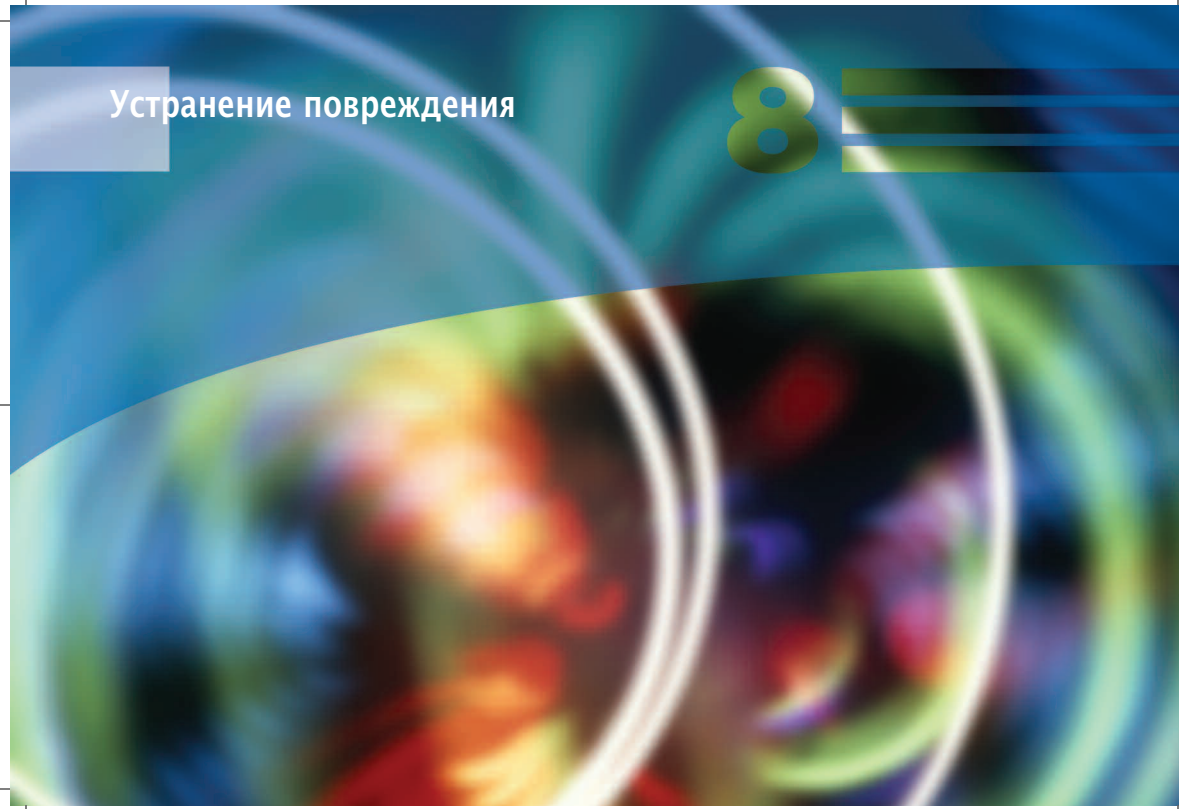
До появления мостовых измерителей (RFL) широко применялось использование высокого напряжения (напряжения пробоя) для превращения дефектов с высокими значениями сопротивлений в серьезные дефекты, которые легко могут быть обнаружены с помощью TDR или другими методами.

Эти приборы были особенно эффективны при работе с кабелями с бумажной изоляцией, в которых дефекты с высоким сопротивлением обнаруживались между жилами пары. Постоянное напряжение 600 В кратковременно подключалось к жилам пары. Большой ток заставлял жилы в паре сплавляться вместе в точке дефекта или наоборот заставлял испариться сам дефект.

К сожалению, эти тесты были известны высоким риском получения травм, возможностью повреждения хорошей рабочей секции кабеля и не эффективностью в нахождении дефектов между жилой и защитными покровами. К тому же при этом тесте процесс электролиза, зачастую, временно завершался, и создавалась видимость устранения неисправности, которая через некоторое время опять проявлялась.

Многие телефонные компании запретили использование тестов на пробой. В самых худших случаях эти тесты могли стать причиной возгорания в помещении абонента.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 44



8. Устранение повреждения

Идентификация источника неисправности в абонентской линии – это только первый шаг в процессе устранения неисправностей. Также необходимо указание точного местоположения дефекта и проведение соответствующих корректирующих действий. Хотя большинство телефонных компаний уже имеют готовые планы для устранения неисправностей, данная глава может быть полезна в качестве источника идей и вариантов по улучшению существующих практик, особенно когда к рассмотрению принимаются также и требования для DSL сервисов.

8.1 Контроль спектра

Многие мировые производители оборудования DSL опубликовали большое количество информации об измерении дальности связи. В действительности, одно только затухание в кабеле не является критическим фактором. Ограничивающим фактором для DSL, при условии рассмотрения возможности работы на максимальном расстоянии, является шум или, что более вероятно, перекрестные помехи. До тех пор пока DSL-сигналы в линии не начинают смешиваться с шумом и перекрестными помехами из-за затухания, DSL модемы работают на полной скорости и без ошибок.

Один единственный источник помех в распределительном кабеле может привести к тому, что все ADSL модемы в этом же кабеле или пучке будут работать на уменьшенных скоростях передачи в каждом из направлений. Для того чтобы улучшить облуживание многих абонентов самым легким способом будет устранить этот единственный источник помех. Это особенно важно в случаях, когда скорости передачи должны быть выше, чем обычно. Например, некоторым сервисам типа видео-по-требованию может понадобиться минимальная скорость передачи от 6 до 25 Мбит/с.

Традиционные сервисы T1 и E1, в которых применяется линейное кодирование AMI, B8ZS или HDB3, являются злейшими нарушителями спокойствия. Замена этих сервисов на более спектрально-дружественные сервисы G.SHDSL для T1 и E1 позволит сразу устранить множество неисправностей.

Для устранения источников перекрестных помех важно идентифицировать и избегать использования расщепленных пар в будущем, а также устранить дефекты с высоким сопротивлением.

8.2 Защита от помех, экранирование, заземление

Для защиты полезных сигналов в кабеле от помех, в кабелях используется металлический экран. Очень важно идентифицировать частоту и уровень помех для определения источника помех. Нужно отметить, что DSL модемы способны работать в условиях зашумленности линии, однако с применением правильной защиты от помех, экранирования и заземления, они способны обеспечить более высокие скорости передачи.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 46

В теории абонентские линии должны состоять из кабелей, которые были качественно инсталлированы и их состояние поддерживается на самом высоком уровне. Места соединений кабеля должны быть прочными и герметизированы для защиты от попадания воды. Экраны кабелей должны иметь хорошее электрическое соединение с землей на обеих сторонах, а также должны быть корректно заземлены на стороне абонента (то же заземление, которое используется для электрических линий). В шкафах и уличных тумбах экраны кабелей должны быть соединены на входе и выходе с помощью медного проводника (для обеспечения минимального сопротивления). Оборудование абонентской линии должно иметь корректное соединение с экранирующими оболочками кабелей для обеспечения заземления. Пары в шкафах и тумбах, а также в помещениях абонента, должны иметь правильную длину, а повив должен поддерживаться на всей длине до места терминирования. В некоторых случаях DSL сервисы не работали просто, потому что абонент использовал 20 фт (6 м) обычной телефонной лапши для подключения DSL модема к линии.

Специализированное измерительное оборудование может использоваться для измерения сопротивления заземления в шкафу для обнаружения обрывов (обычно возникает, когда шкаф опрокидывается, и крепление заземляющего проводника ослабляется) или для обнаружения обрывов в экранирующей оплетке в проложенных под землей кабелях (используя TDR и измеряя между жилой и экраном). DSL сервисы гораздо более чувствительны к качеству линии чем голосовые сервисы. Именно по этой причине кабельное хозяйство требует больше внимания.

8.3 Вода в кабеле

Вода в кабеле может повлиять, а может и не повлиять на голосовые сервисы. В действительности абоненты зачастую нормально относятся к шуму и некоторому гудению в телефонной линии. Однако этот же самый шум может значительно ухудшить работу DSL или даже предотвратить использование DSL на этой линии. Извлечение, просушивание и повторная герметизация соединительных муфт теперь требуется значительно чаще. Во многих случаях необходимо заменять целые секции промокших кабелей. Обнаружение таких секций возможно с помощью мостового измерения (RFL).

8.4 Обслуживание линий электропитания

Телефонные кабели и линии электропередач иногда пролегают по общей инфраструктуре: опорам или кабельной канализации. В случаях, когда энергетические компании проводят переключение нагрузки, возникают большие всплески электромагнитных помех. Проведение спектрального анализа эффекта воздействия этих всплесков на телекоммуникационное оборудование является мощным оружием для проведения профилактических мероприятий и коррекции последствий.

Одними из значительных источников электромагнитных помех являются расположенные на опорах отводы электропитания. Во многих случаях пользователи этой линии электропередач обслуживаются с помощью наматываемых на основную линию отводов. Отводящий провод просто обматывается вокруг небольшого участка основного питающего провода. При порыве ветра, такие отводы могут создавать микродуговой разряд. Любое электрическое искрение производит большое количество помех в радиодиапазоне.

Большинство DSL модемов используют только DMT подканалы, в которых имеется чистый и неповрежденный сигнал. Каждый раз, когда на линии электропередач возникает искра, теряются некоторые из подканалов. В ветреную погоду сервис DSL может сильно деградировать или вообще перестать работать. До недавнего времени единственным методом восстановления было выключение и включение модема (сброс несущих). Теперь модемы способны выполнять эту функцию автоматически.

Некоторые телефонные компании проводят мониторинг широкополосного спектра на одной из линий при отсутствии ветра. Затем отправляется ремонтная бригада для проверки столбов, которые поочередно пытаются покачать столбы. Когда столб с неплотным электрическим отводом обнаруживается, спектр шума значительно увеличивается. В этом случае на место вызывается ремонтная бригада энергетической компании.

Другие источники электрических помех проникают в DSL сервис из линий электропитания. Во многих случаях это проникновение происходит через адаптер питания переменного тока, который обеспечивает работу DSL модема у абонента. В числе наиболее распространенных источников помех можно выделить: электрические машины, копировальные аппараты, машины лазерной гравировки, неоновые вывески и электросварочные аппараты.

Измерительное оборудование может использоваться для установления зависимости между событием (например, дуговой сваркой) и повышением уровня шумов в линии. Такие шумы влияют сразу на все сервисы в кабеле. На телефонных линиях широко применяется измерение влияния линий электропередач. В отличие от вышеперечисленных проблем, сервис DSL не подвержен влиянию линий электропередач. Обычно основные наводки вызванные линиями электропередач располагаются в диапазоне гармоник 60 Гц. Даже девятая гармоника от 60 Гц составляет всего 540 Гц. Эта частота находится намного ниже частот используемых в ADSL и других DSL технологиях.

Необходимо заметить, что в случае плохой асимметрии абонентской линии и при наличии поблизости линии электропередач, значения измерений влияния линий электропередач (PI) будут выше. Также линия будет страдать от высокого уровня перекрестных помех. Именно поэтому многие измерители были введены в заблуждение, думая, что высокие значения PI вызывают проблемы в работе DSL, когда в действительности настоящей проблемой были резистивные дефекты, которые увеличивают влияние PI, NEXT, FEXT и других источников шума.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 48

9. Тестирование сервисов ADSL и ADSL2+

Каждый из упомянутых в предыдущих главах тестов рекомендуется использовать для оценки качества сервиса или для поиска неисправностей в проблематичной линии. Также использование этих тестов позволит определить скорость передачи для конкретной линии. Для расчета этой скорости, для линий ADSL или ADSL2+ с кодированием DMT, используется расчет соотношения сигнал/шум для каждого подканала DMT. Применение этого метода позволяет рассчитать скорость передачи для прямого и обратного потоков. Выполняется приблизительный расчет того, сколько состояний амплитуды может быть закодировано в каждый из этих подканалов и определяется общее количество передаваемых битов в секунду.

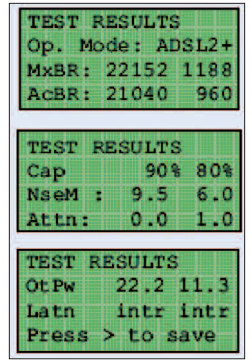


Рисунок *9.1* – Результаты измерения тестером *EXFO CoLT-250+* со встроенным модемом

Этот тип тестирования также полезен для поиска неисправностей. Если измеритель, перемещаясь к сетевому интерфейсному блоку (NID) обнаруживает, что в этом месте скорости передачи более приемлемы по сравнению с внутренним подключением в помещении абонента, то возможно придется инсталлировать новую пару между NID и помещением абонента. Если этот тест не показал улучшений, а также не выявили улучшений тесты, проведенные из промежуточных точек (шкафов, кроссов и т.п.), тогда можно предположить что проблема находится где-то на линии или в сетевых элементах. Для тестирования скорости передачи данных имеется два метода.

Наиболее распространенным методом измерения скорости передачи для линий ADSL является использование тестера со встроенным модемом (набором микросхем для DSL). Тестер устанавливает соединение и показывает максимальные скорости для прямого и обратного потоков для тестируемой пары. Соединение устанавливается с DSLAM, который расположен на узле связи или в удаленном терминале. Модем, который встроен в тестер легко и быстро позволяет определить максимальную скорость передачи для пары.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 50

Этот метод имеет некоторые ограничения, а именно тест не может выполняться до тех пор, пока DSLAM не будет инсталлирован и соответствующим образом настроен. Таким образом, этот метод не подходит для предквалификационных измерений линии.

На этапе настройки и установки соединения для этого типа теста используется некоторое количество частот для связи с ATU-C. Модем и тестер могут не установить соединения вообще, если в линии присутствует большое количество шумов в высокочастотном диапазоне. Для установления связи используются следующие частоты: для прямого потока 189 кГц и 258 кГц, а для обратного потока 34 кГц и 60 кГц. Это подразумевает, что в случае неработающих линий тест с модемом не даст никакой полезной информации о состоянии линии.

Во втором методе тестирования используется тестер физического уровня. В процессе измерения без модема, оцениваются сигналы, которые аналогичны сигналам в тесте с модемом. Преимуществом данного метода является то, что он позволяет определить дефекты на ранних стадиях измерения.

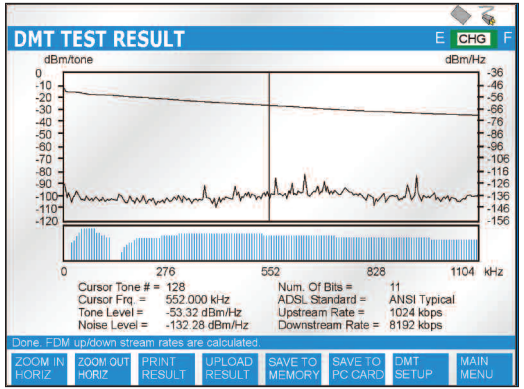


Рисунок 9.2 –Результаты теста DMT, выполненного с помощью анализатора EXFO CableSHARK; прибор позволяет определить ожидаемые скорости передачи линии

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 52

10. Поиск неисправностей в абонентских линиях

Как уже обсуждалось в предыдущих главах, имеется множество причин, которые приводят к тому, что абонентская линия превращается в неисправную или деградирует до такой степени, что это приводит к ухудшению ее передаточных характеристик. В этой главе рассматривается последовательность, которая используется для идентификации, обнаружения дефекта и ремонта линии.

10.1 Определение природы проблемы

Перед началом процесса поиска неисправности бывает полезно выяснить, почему изначально было решено, что линия неисправна. Местоположение обрыва одной или двух жил достаточно легко обнаружить с помощью рефлектометра (TDR), который позволяет ремонтной бригаде провести ремонт. Поиск неисправностей в абонентской линии, в которой скорости передачи DSL сервиса ниже, чем обещанные абоненту, гораздо более сложная задача. Имеется несколько факторов, которые могут повлиять на сервис. Линия может быть просто слишком протяженной для того, чтобы поддерживать этот сервис. Другими словами некоторые линии просто невозможно починить и абоненту придется смириться с ограничениями сервиса или его полным отсутствием.

Жалобы на качество сервиса могут быть разделены на три категории:

- Никакие сигналы не проходят по линии
- Сервис функционирует ниже приемлемого уровня качества
- Сервис функционирует, но иногда возникают случайные сбои

Далее важно собрать как можно больше информации о сервисе (или нескольких сервисах). Вот список вопросов, на которые полезно найти ответы:

- Должна ли линия быть подключена к ТфОП?
- Необходимо ли предоставлять широкополосные сервисы (ADSL, ADSL2+, SHDSL, VDSL и т.п.) по этой линии?
- Предлагается ли сервис по этой линии местным оператором связи (ILEC) или конкурирующим оператором (CLEC)?
- Должно ли присутствовать напряжение на этой паре?
- Должен ли по этой паре протекать ток удержания?
- Передаются ли по этой паре сигналы домашней или офисной охранной сигнализации?

- Какого типа сервис: двухпроводной ТфОП, базовый ISDN, SDSL, HDSL2, HDSL4, ADSL или SHDSL, или это четырехпроводной T1, E1, основной ISDN, DDS, HDSL, или E&M?

Также важно собрать как можно больше информации о составе абонентской линии. Некоторые из этих параметров будут относиться к системе в целом:

- Какова длина линии согласно документации на линию?
- Диаметры жил и длины каждой из секций линии?
- Тип используемого кабеля (PIC, PULP)?
- Какие секции проложены воздушным способом, а какие секции проложены в канализации?
- Количество пар в распределительном кабеле F1? Количество пар в локальном распределительном кабеле F2? Количество пар в оконечных секциях (сторона абонента)?
- Заходит ли линия к абоненту через NID?
- Проходит ли линия через ТфОП–сплиттер до того как покинуть узел связи?
- Установлен ли в помещении абонента один ТфОП сплиттер или установлены микрофильтры?
- Какой тип защиты используется на узле связи?
- Какой тип защиты используется в помещении абонента?
- Возраст линии в данной местности?
- Через какие соединительные элементы, кроссы, тумбы и шкафы линия проходит?
- Имеются ли в линии кабели, находящиеся под избыточным воздушным давлением?
- Создана ли эта линия по технологии SLC (subscriber loop-circuit)?
- Имеются ли в линии репитеры или усилители?
- Имеются ли в линии катушки Пупина или компенсирующие конденсаторы?
- Имеются ли запланированные параллельные отпайки или другие виды параллельных подключений?
- Каково общее состояние кабельного хозяйства данной линии?

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 54

Следующие факторы также важно принять во внимание

- Состояние почвы: влажная или сухая?
- Были ли дожди за последние дни или часы?
- Температура воздуха (жарко или холодно)?
- Не повышена ли влажность?
- Не было ли недавно сейсмической активности?
- Не было ли лесных или степных пожаров в районе?
- Не было ли сильных ветров или штормов с возникновением молний?
- Не было ли недавних оползней?
- Не проводятся ли в районе работы, связанные с раскопками (включая установку столбов, заборов и т.п.)?
- Не было ли нарастания льда (обычное явление в холодном климате в весенний период)?
- Не были ли физически повреждены уличные тумбы, кроссировочные шкафы или телефонные столбы (повреждены в автомобильной аварии, снегоуборщиками, плуговыми машинами, строительной техникой, актами вандализма и т.п.)?
- Имеются ли в районе радиопередатчики АМ?
- Имеются ли в районе производства, которые производят электрические помехи (сварочные производства, лазерная гравировка, электроподстанции, тяжелые промышленные двигатели, электропоезда и т.п.)?

10.2 Проведение визуального осмотра

Логичным и эффективным способом является проведение визуального осмотра линии. Экскаватор, который проводит раскопки непосредственно на маршруте пролегания кабеля, должен вызвать некоторые подозрения. Вариант, связанный с открытием и осмотром каждого кроссировочного шкафа и тумбы не слишком эффективен с точки зрения затрат времени. К тому же открытие заполненной до отказа уличной тумбы может добавить стресса или вообще порвать другие пары, что только усложнит поиск неисправностей.

10.3 Выбор точки тестирования

Следующим логическим шагом будет идентификация типа дефекта, который вызывал проблему. Если заявка на ремонт указывает, что сервис был внезапно потерян и так и не восстановился, тогда проверка пары на обрыв или замыкание будет первым шагом.

Если абонент жалуется на шум в линии или понижение скорости передач DSL по сравнению с обещанной, тогда необходимо использовать процедуры по балансировке линии и устранению шума. Если линия работает нормально, но иногда случайным образом перестает работать, тогда вероятно имеют место импульсные помехи или кратковременный обрыв соединений, когда порыв ветра раскачивает воздушные кабели. Здесь имеет смысл обследовать соединительные муфты. Во всех этих случаях технический персонал должен выбрать место, с которого нужно начинать тестирование. Этот выбор часто продиктован политикой работы провайдера. Некоторые телекоммуникационные компании предпочитают начинать с узла связи и работать в сторону абонента, поскольку персонал часто располагается именно на узлах связи или поблизости от них. Тестирование с этого конца часто позволяет сразу идентифицировать проблему и, таким образом, сэкономить выезд ремонтной бригады. Другие телефонные компании предпочитают начинать с абонентов. Визит позволяет успокоить абонента, производит хорошее впечатление об уровне сервиса и позволяет персоналу собрать максимум информации. Тестирование может выполняться с любого конца, однако, каждый вариант имеет свои преимущества и недостатки. В следующих разделах они будут рассмотрены.

10.4 Измерение сервиса

Многие провайдеры сделали ошибку, когда подключили новые сервисы без обновления процедур поиска неисправностей. Измерения потерь в линии на частоте 1 кГц не помогает, когда речь заходит о сервисах DSL. Даже когда клиент жалуется только на проблемы с голосовым сервисом, имеет смысл восстановить линию до качества, подходящего для DSL сервиса. Линия с проблемами в диапазоне ТЧ практически наверняка будет иметь проблемы с DSL. Это не означает, что линия с проблемами DSL будет иметь заметные дефекты для ТфОП сервиса. Очень неэффективно использовать бригаду инсталляторов для ремонта ТфОП, а затем через несколько месяцев еще одну бригаду, когда придет время инсталлировать DSL.

10.5 Предотвращение обрывов кабеля

При недостатке нужного измерительного оборудования и необходимого обучения, многие техники обрезают линии в кроссовых шкафах и тумбах для того, чтобы изолировать обрыв кабеля. Одна заявка на ремонт может привести к трем–четырем разрезам кабеля, с последующим его восстановлением. Это не только трата времени и расходных материалов, но также добавляет мест стыковки кабелей на линии, которые могут окислиться или оборваться в будущем. Правильное использование TDR или FDR гораздо лучший выбор для обнаружения обрывов и дефектов кабеля, поскольку эти приборы позволяют избежать необходимости резать линию.

10.6 Проверка качества сервиса

Если техник сначала сделал остановку у абонента, целью первого теста должно быть определение местоположения проблемы (на линии и в сети или в помещении абонента). В таких случаях отключаются перемычки в NID, для устранения оборудования и проводки в помещении пользователя из линии.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 56

Затем проводится тестирование сервиса в сторону узла связи. В случае ТфОП, к линии подключается тестовая трубка (портативный телефон в прочном, полевом исполнении, который используется персоналом телефонных компаний) для проверки наличия сигнала готовности линии (гудка), проверяется возможность набора номера и приема звонка, а также прослушивается качество линии. Если единственной жалобой абонента является неработающий телефон, а в этой точке все работает, то вероятнее всего проблемы имеет оборудование клиента или внутренняя проводка в помещении. На этом этапе техник должен договориться о доступе в помещение для работы. Такая работа часто имеет почасовые расценки.

В случае сервисов DSL, T1, E1, HDSL, SHDSL, SDSL, DDS, базового ISDN и т.п. техник еще раз подключает специальный измерительный прибор к линии в сторону сети. Эти тестеры имеют настоящий встроенный модем ADSL, ADSL2+ или SHDSL. После того как процесс синхронизации с DSLAM завершился, тестер выдает скорости передачи и некоторые другие параметры этого конкретного подключения. Если в этот момент синхронизация произошла успешно и соответствующие скорости подключения достигнуты, техник опять же должен обратить свое внимание на помещение абонента.

Для сервисов T1, FT1 и E1, которые передаются HDSL, HDSL2, HDSL4 и SDSL, техник подключает другой тип тестера к порту T1 или 2 Мбит/с (E1) оборудования абонента (в точке демаркации) и проводит измерение коэффициента ошибок. Обычно на стороне узла связи устанавливается обратный шлейф на время проведения измерения.

10.7 Поиск неисправностей в медных линиях

10.7.1 Измерение напряжения или емкости

Измерения с помощью цифрового мультиметра (DMM) могут многое прояснить относительно состояния линии и сигналов, которые она передает. Хотя такое измерение напряжения может быть выполнено с помощью простого мультиметра, рекомендуется использовать более функциональные тестеры, например, такие, которые специально были созданы для работы на телефонных линиях и поэтому позволяют автоматически сделать все виды измерений между жилами и между жилами и землей. Эти тестеры также позволяют измерять емкость линии, ток в линии и, если требуется, сопротивление линии. Из результатов этих измерений можно рассчитать емкостный баланс и эквивалентную этой емкости длину линии.

Если линия должна предоставлять ТфОП сервис, но постоянное напряжение в линии менее 20 В, тогда в линии есть обрыв или частичный обрыв, а также линия может быть некорректно подключена к карте на центральном узле. Если в линии присутствуют высокие значения напряжения переменного тока (более 5 В), тогда в линии имеется слишком много шумов и наиболее вероятно, что этот шум от линии электропередач.

10.7.2 Изоляция абонентской линии

Если проведенные до этого момента измерения указывают на то, что проблема в линии или на узле связи, DSLAM или в сетевом элементе, может потребоваться изолировать линию для последующих тестов. Это выполняется с помощью снятия защиты на узле связи или с оборудования SLC. В любом случае, тест в сторону абонента обычно не требует участия пользователя. Все что необходимо – это положенная трубка на телефоне и временно отключенный DSL модем.

Отключение линии от узла связи или SLC позволяет более тщательно протестировать линию с одного конца. Активные сигналы линейной карты, T1, DSL и другого оборудования более не будут присутствовать на линии и любая емкость и сопротивление, которое добавляется этим оборудованием, будут удалены. Не будем забывать, что тесты TDR и FDR требуют отключенной или замкнутой линии для получения наилучших отражений от конца пары.

10.7.3 Балансировка

Теоретически витая телефонная пара должна быть сбалансирована и иметь эквивалентный потенциал относительно земли. Два проводника должны иметь одинаковый диаметр и иметь повив, для того чтобы минимизировать влияние электрического шума. Для изоляции проводников друг от друга и от земли используется бумажная (старые кабели) или пластиковая (новые кабели) изоляция. Сами кабели находятся под избыточным воздушным давлением, заполнены гидрофобным наполнителем или плотно герметизированы для предохранения от попадания воды в кабель.

Если емкость, которая измеряется между жилой (tip) и землей отличается от емкости, измеренной между другой жилой (ring) и землей, вероятнее всего жила с меньшим значением емкости оборвана где-то на маршруте или одна из жил (или обе) где-то частично или полностью заземлены.

Большинство телефонных компаний измеряют асимметрию линии для того, чтобы проверить влияние шума и перекрестных помех на данную линию. Для получения баланса измеряется отношение сигнала (в дБ) между двумя жилами (tip/ring) к оригинальному сигналу. Хорошая линия будет иметь баланс не менее 40 дБ, а большинство выше 50 дБ на частотах 1.1 МГц для ADSL и 2.2 МГц для ADSL2+. Асимметрия для голосового диапазона (1 кГц) должна быть не менее 60 дБ.

Для обнаружения обрывов или замыканий в кабеле наилучшим вариантом определения местоположения будет использование рефлектометра (TDR). Рефлектометр отправляет электрический импульс в сторону окончания телефонной линии. Импульс распространяется по линии приблизительно со скоростью 2/3 от скорости света. Когда импульс достигает обрыва или конца линии энергия отражается назад в сторону источника. Измеряя время, которое необходимо сигналу для прохождения туда-обратно и

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 58

разделив это значение на два, можно рассчитать расстояние до места обрыва. Большинство современных TDR вычерчивают график зависимости напряжения от времени (деленное на два), таким образом, каждое отражение становится видимым.

Очевидно, что для восстановления сервиса необходим ремонт, если одна из жил (или обе) оборваны или закорочены.

С другой стороны не так очевидно, что проблема с балансом линии вызвана частичным обрывом или замыканием. Обнаружение этих типов дефектов лучше проводить с помощью RFL.

10.7.4 Катушки Пупина

Традиционные катушки Пупина предотвращают работу цифровых сервисов, таких как ISDN, HDSL, HDSL2, HDSL4, ADSL, SDSL и SHDSL. Для того чтобы обнаружить, удалить или заменить катушки на более современные версии необходимо провести сканирование линии. Проверка линии на наличие катушек заключается в измерении импеданса линии на разных частотах. При наличии катушек импеданс на определенных частотах будет выше по сравнению с простой телефонной парой.

10.7.5 Дальность работы DSL

Для определения длины и состава линии имеется несколько способов. Например, измерение емкости между жилами может быть пересчитано в длину с использованием обычного метода преобразования емкости в длину. Типичное значение 83 нФ на милю (58 нФ на км). Аналогично можно использовать измерения рефлектометром для нахождения конца кабеля. Обычно скорость распространения (VOP) в кабеле составляет около 0,666 скорости света, хотя это значение сильно зависит от диаметра жилы, типа проволоки и производителя.

В обоих случаях полученное значение длины должно быть сравнимо со значениями в документации (если она существует). Если измеренная длина меньше ожидаемой, то это может быть признаком обрыва. Если полученное значение длины намного больше, тогда возможно на линии есть запланированная или незапланированная отпайка.

Также надо отметить, что катушки должны быть удалены из линии до проведения измерения длины. Также не нужно забывать, что сплиттеры ТфОП, микрофильтры и электронные схемы DSL модемов добавляют емкость в линию. Это является еще одной причиной для отключения линии от абонента или снятия защиты на узле связи перед проведением измерения.

При определении возможности работы DSL сервиса некоторые придают слишком много значения длине линии. Например, линия длиной 18,000 фт (5.5 км) с жилой 24 AWG (0.5 мм) будет успешно работать, и поддерживать нормальный уровень сигнала ADSL. При этом линия с жилой 26 AWG (0.4 мм) будет работать только на длине 12,000 фт (3.6 км). Плохо сбалансированная линия длиной 1000 фт (300 м) вероятнее всего будет иметь больше проблем, чем хорошо сбалансированная линия длиной 10,000 фт (3 км).

Здесь, однако, важно убедиться, чтобы сервис не был обещан абоненту, если его линия слишком длинная и имеет такой состав кабелей, что это превосходит возможности оборудования DSL.

10.7.6 Перекрестные помехи и шум

Протяженная линия сама по себе не приводит к отказу DSL сервиса. Для определения скорости работы линии во внимание принимаются перекрестные помехи от соседних пар в сочетании с затуханием в линии. Кабель, в котором присутствуют только ADSL сервисы, будет работать лучше, чем кабель, в котором находится смесь сервисов, включающая T1 с линейным кодированием B8ZS или HDSL с 2B1Q.

Для таких случаем необходимо использовать анализатор спектра, который способен измерять частоты, по крайней мере, до 2.2 МГц для ADSL2+ (или даже больше для VDSL2). Особенное внимание нужно обратить на пары, которые отключены от узла связи (или SLC). Некоторые типы анализаторов способны автоматически определить тип помехи и указать на них измерителю.

Также нужно принять во внимание, что одно числовое измерение шума в линии не достаточно, если линия предназначена для передачи адаптивных технологий, таких как DMT в ADSL. Существует большая вероятность того, что основная мощность шума сосредоточена на одной частоте и практически отсутствует на другой. Поэтому только одно значение «шума в линии» просто бесполезно. Шум должен быть оценен для каждой несущей частоты в DMT.

Соответствующий широкополосный тестер высокого разрешения позволяет проводить измерения спектральной плотности шума (PSD). Измерение PSD покажет уровни шума для несущих частот и позволит пользователям визуализировать любой шум или перекрестную помеху, которая может присутствовать в линии. При поиске нерегулярных шумов полезно использовать функцию PEAK HOLD (удержание пика), которая будет запоминать любые шумы, которые возникали за период наблюдения. Также можно использовать измерение импульсных шумов.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 60

10.7.7 Устранение шума

Первым шагом для устранения шума, который мешает работе сервиса, будет восстановление баланса. Если баланс в порядке, тогда необходимо убедиться, что заземление и состояние экранирующих покровов поддерживается в нормальном состоянии. Хорошее заземление должно быть обеспечено в помещении абонента, на узле связи и согласно принятой практике заземление также должно быть обеспечено для воздушных кабелей.

Дополнительно важно убедиться, что в каждом кроссировочном шкафу, тумбе и муфте имеется хорошее соединение между экранирующими покровами кабеля.

10.7.8 Параллельные отпайки

Наилучшим методом для идентификации и определения положения параллельных отпаек является измерение с помощью FDR. Большинство параллельных отпаек расположены ближе к абоненту, чем к узлу связи. FDR покажет одно отражение от конца линии, одно отражение от начала отпайки (пониженный импеданс), одно отражение от конца отпайки (повышенный импеданс) и одно отражение от конца линии (повышенный импеданс).

Некоторые тестеры автоматически конвертируют сложные FDR-измерения в карту абонентской линии.

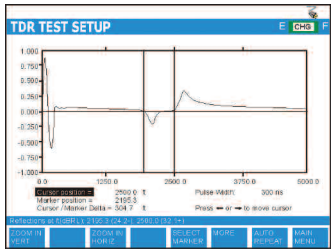


Рисунок 10.1 – Тест TDR выполненный с помощью анализатора EXFO CableSHARK

Для параллельных отпаек нет четких и быстрых правил, однако здесь могут помочь следующие рекомендации:

- ADSL и другие сервисы DSL могут работать при наличии некоторых параллельных отпаек
- Некоторые отпайки могут ухудшить работу сервиса или сделать работу невозможной, особенно это верно для протяженных линий
- Если сумма длины отпайки и длины самой линии больше чем дальность работы модема, работа сервиса маловероятна
- Отключение отпаек улучшит качество сервиса ADSL
- Подключение микрофильтров на каждую параллельную ТфОП линию внутри помещения абонента позволяет их терминировать

10.7.9 Импульсные помехи

Импульсные помехи часто являются причиной случайных перерывов связи. Если абонент жалуется на нерегулярные перерывы связи, тогда нужно провести измерение импульсных помех. Для таких случаев наиболее предпочтительно использовать тестер с графическим отображением спектральной плотности шума. Тестер подключается к линии на период времени равный периодичности перерыва сервиса, которую указал абонент, и с таким расчетом, чтобы захватить, по крайней мере, два события.

Измерителю необходимо будет сопоставить возникновение импульсных помех с внешними событиями, именно поэтому важно сделать заметки о погодных условиях и окружающей обстановке. Причиной возникновения помех могут быть: прохождение поезда, открытие/закрытие электрических ворот, ветер раскачивающий кабель, электрические помехи (механические реле, засовы), использование тяжелой техники, электромоторы и т.п.

10.7.10 Проведение измерений с узла связи

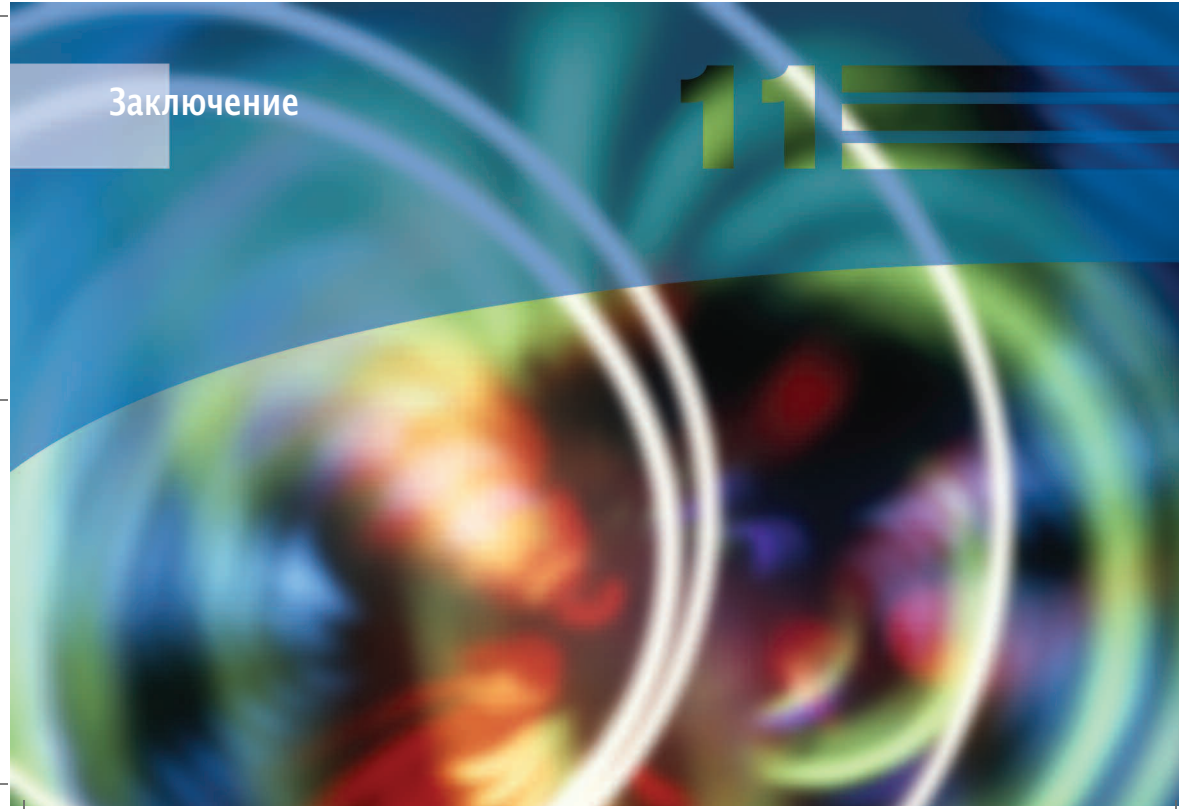
Очень удобно проводить измерения из узла связи. Для выполнения этих функций имеется множество автоматизированных измерительных систем. При работе с обычными телефонными линиями возможны измерения баланса, рефлектометрия и т.п., если линия не терминирована, а на телефонах положены трубки. Однако, в случае протяженных линий, обнаружение параллельных отпаек небольшой длины (например, множество параллельных подключений в помещении абонента) может быть крайне затруднительным.

10.7.11 Анализ

Для предварительной оценки скорости подключения для DSL сервиса, которую данная линия сможет обеспечить, необходимо соответствующее оборудование. С одного конца линии тестер проводит измерение множества параметров, а затем, используя полученные данные и алгоритмы, которыми пользуется большинство модемов, предсказывает скорости для данной линии (например, скорости прямого и обратного потоков для ADSL или ADSL2+).

Несомненно необходимо проанализировать множество параметров, до того как полученные значения могут быть приняты в качестве абсолютно корректных. Например, линия была оборвана (обрыв кабеля). Предсказанные скорости могли бы быть приняты как для всей линии, если бы не проведенное с помощью TDR измерение, которое сравнивается с существующей документацией на линию и выявляет обрыв. Как не раз упоминалось в этом документе, для оценки состояния кабеля необходимо проводить множество тестов. Каждый шаг необходимо анализировать для того, чтобы переход к следующему шагу был целесообразным. Если этого не делать то абоненты постоянно будут жаловаться на повторяющиеся проблемы, а качество линии будет постепенно деградировать.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 62



11. Заключение

Основываясь на предыдущих рассуждениях, далее приводятся обобщенные шаги, которые могут быть выполнены для достижения максимальной эффективности при тестировании абонентских линий:

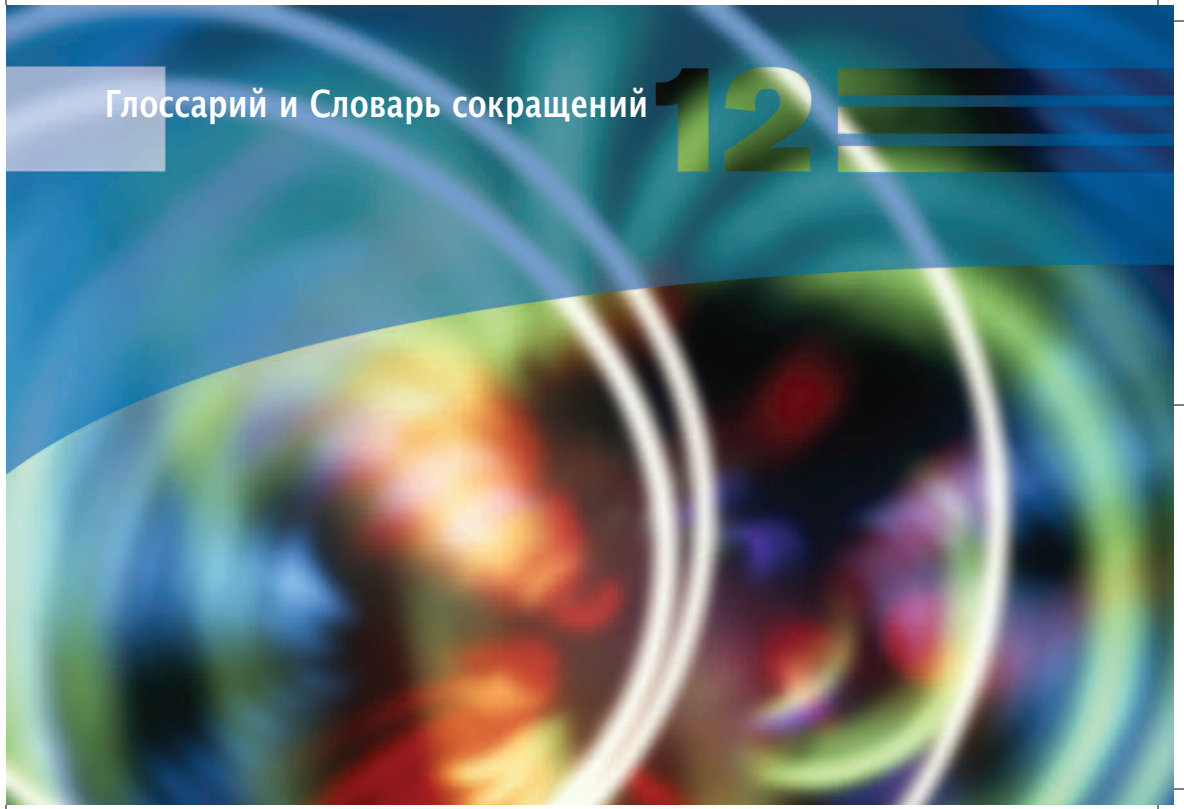
1. Для проверки наличия сигнала в линии (голоса или другого сигнала для определения того, что линия свободна) к ней необходимо подключить тестовую трубку.
2. Для определения наличия активных сигналов DSL, T1 или 2 Мбит/с (E1) к линии подключается PSD анализатор, с его помощью можно определить используемую технологию.
3. Если, основываясь на шагах 1 и 2, в линии присутствует сигнал (например, среднеквадратичное значение сигнала более –40 дБм), то продолжать тест или прерывать передачу сервиса не нужно.
4. Если пара не имеет телефонного сервиса или клиент предупредил, что его сервис будет прерван, можно переходить к следующему кабелю.

В качестве примера, приведенные ниже тесты выполнены анализатором CableSHARK, компании EXFO.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 64

Таблица *4* – Тесты, которые могут выполняться с помощью анализатора *EXFO CableSHARK* при поиске и устранении распространенных в сети проблем

У клиента отсутствует соединение	**Неверные скорости подключения клиента**	**Сервис клиента случайным образом прерывается**
Автоматический тест ADSL обеспечивает быстрое определение состояния по критерию годен/негоден. Расстояние на основе измерения емкости или сопротивления линии может быть сравнено с документацией на линию.	Автоматический тест ADSL обеспечивает быстрое определение состояния по критерию годен/негоден. Расстояние на основе измерения емкости или сопротивления линии может быть сравнено с документацией на линию.	Автоматический тест ADSL обеспечивает быстрое определение состояния по критерию годен/негоден. Расстояние на основе измерения емкости или сопротивления линии может быть сравнено с документацией на линию.
Ручное измерение рефлектометром для обнаружения обрывов и замыканий. Полученные расстояния могут сравниваться с документацией на линию.	Тест на предварительное определение скорости передачи для ADSL или SHDSL.	Измерение импульсных помех (гистограмма) на протяжении 24 часов.
Рефлектометрическое измерение позволит обнаружить и определить положение параллельных отпаек или дефектных соединений. Полученные расстояния могут сравниваться с документацией на линию.	Проведение теста PSD для поиска перекрестных помех.	Измерение асимметрии.
Линию необходимо ремонтировать	Линию необходимо ремонтировать	Линию необходимо ремонтировать



DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 66

12. Глоссарий и Словарь сокращений

10BaseT – 10 Мбит/с Ethernet
Эта спецификация использует две витых пары в кабеле Категорий 3, 4 или 5: одна пара для передачи данных, а другая для приема данных. 10BaseT является частью спецификации IEEE 802.3, максимальная дальность работы ограничивается 328 фт (100 м) на сегмент. 10BaseT – представляет собой технологию для работы LAN.

100BaseT – 100 Мбит/с Ethernet
Стандарт аналогичен 10BaseT Ethernet, но имеет более высокую скорость передачи.

A

American National Standards Institute (ANSI) (Американский Национальный Институт Стандартов)
Официальная организация в США, ответственная за выработку стандартов. ANSI T1E1.4 – представляет собой группу по разработке стандартов, которая создает американские спецификации для T1, DSL и т.п., группа ANSI T1.413 разрабатывает американскую версию ADSL.

American Standard Code for Information Interchange (ASCII) Американский Стандартный Код для Обмена Информацией
Буквам, цифрам и контрольным кодам присвоено 256 различных комбинаций единиц и нулей в байте.

American Wire Gauge (AWG) Американский Калибр Проволок
Система измерений проволочного диаметра, чем меньше номер AWG, тем больше диаметр проволоки. Для медных телефонных линий самые распространенные размеры 22, 24 или 26 AWG.

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Асимметричная Цифровая Абонентская Линия
Технология передачи, в которой модемы подключаются к витой паре и обеспечивают скорость передачи, в зависимости от расстояния, от 1.5 Мбит/с до 8 Мбит/с в прямом направлении (к абоненту) и до 1.5 Мбит/с в обратном направлении. Для ADSL имеется несколько стандартов, а именно T1.413 Издание 2, ITU-T G.992.1 (G.DMT) и ITU-T G.992.1 (G.Lite).

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) Блок передачи ассиметричной цифровой абонентской линии — Центральный и Удаленный (ATU-C и ATU-R)
Устройство на конце линии ADSL, которое располагается между линией и первым элементом оборудования в помещении абонента или телефонным коммутатором. ATU может быть интегрирован в узел доступа.

Asynchronous Transfer Mode (ATM) (Асинхронный режим передачи)
Метод транспортировки данных, где пакеты фиксированной длины посылаются по коммутируемой сети. Возможность обеспечить надежную доставку пакетов на высокой скорости делает ATM подходящей технологией для передачи голоса, видео и данных.

Access Network (Сеть доступа)
Часть публичной коммутируемой сети, которая соединяет узлы доступа с индивидуальными абонентами. Большинство современных сетей доступа являются пассивными, состоящими из витой телефонной пары.

Access Nodes (Узлы доступа)
Точка на границе сети доступа, в которой индивидуальные линии доступа направляются в меньшее количество магистральных линий. Узел доступа также может выполнять различные виды преобразований протоколов. Типичные узлы доступа представляют собой многоканальные системы связи, в которых индивидуальные голосовые линии собираются в линии T1/E1, концентрируются на станции сотовой связи, учрежденческой АТС и в оптических сетевых блоках (ONUs).

Algorithm (Алгоритм)
Специфическая процедура, используемая для модификации сигнала. Например, в цифровой передающей системе имеется алгоритм, который устраняет избыточность.

Analog (Аналоговый)
Непрерывное изменение сигнала или волна. Как и со всеми волнами, аналоговые волны подвержены интерференции, которая может изменить свойства волны. Аналоговый сигнал является противоположностью цифрового.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 68

B

Backbone (Магистраль)
Высокоскоростная линия или серия соединений, по которым передается основная масса трафика, с высокой скоростью и часто на большие расстояния. Служит для соединения между сетями.

Bandwidth (Полоса пропускания)
Мера емкости средств передачи. Большая полоса пропускания позволяет передать больше информации за определенный промежуток времени. Для цифровых устройств обычно выражается в битах (или байтах) в секунду, а для аналоговых устройств выражается в циклах в секунду или в Герцах (Гц).

Basic-Rate Integrated-Services Digital Network (BRI-ISDN) (Цифровая сеть с интегрированными сервисами - базовая скорость)
Интерфейс BRI-ISDN состоит из двух каналов по 56/64 кбит/с (называемыми B-каналами) для передачи данных и голоса и одного служебного канала 16 кбит/с (D-канал) для служебной информации и установки звонка.

Baud Rate (Скорость в бодах)
Реальная частота передачи символов, которая используется для передачи данных. Термин бод в секунду часто неправильно используется в качестве эквивалента бит в секунду. Например, два модема ITU-T V.22bis (2400 бит/с) и V.22 (1200 бит/с) передают данные со скоростью 600 бод, однако модем V.22bis использует четыре бита на символ, а модем V.22 только два.

Binary 8 Zero Substitution (B8ZS) (Бинарный 8 с заменой нуля)
Метод кодирования, используемый для передачи цифрового потока сигнала T1 по абонентской линии.

Bit (Бит)
Один блок данных, имеющий значение 1 или 0, который используется для цифровой передачи данных. При обсуждении цифровых данных, строчная "b" обозначает бит, а заглавная "B" обозначает байты. Для получения одного байта или символа необходимо восемь бит.

Bits per Second (Bps или b/s) (Бит в секунду, бит/с)
Скорость, с которой биты (электрические сигналы) передаются, мера скорости передачи данных. Скорость бит/с может быть равна или быть больше скорости бод в секунду, в зависимости от способа модуляции, который используется для кодирования битов в боды. Этот термин корректно использовать при описании скоростей передачи модемов.

Broadband (Широкополосный)
Канал передачи с полосой пропускания превышающей нормальный телефонный канал 4 кГц или 64 кбит/с. Термин широкополосный обычно используется для описания сетей большой емкости, которые способны одновременно передавать несколько сервисов (данные, голос и видео).

Broadband Integrated-Services Digital Network (B-ISDN) (Цифровая сеть с интегрированными сервисами -Широкополосная)
Цифровая сеть с коммутацией на базе ATM, работающая на скоростях превышающих 1.544 или 2.048 Мбит/с. ATM позволяет транспортировку и коммутацию голоса, данных и видео в рамках одной инфраструктуры.

Byte (Байт)
Группа битов, обычно восемь, которые представляют символ данных.

C

Carrier (Несущая)
Электромагнитная волна или переменный ток, который модулирован для передачи сигналов в системах связи.

Carrier Serving Area (CSA) (Область обслуживания оператора)
Область, обслуживаемая местным оператором связи, региональной телекоммуникационной компанией или телефонной компанией. В CSA часто используется цифровые системы уплотнения абонентских линий.

Carrierless Amplitude Phase (CAP) (Амплитудно-фазовая модуляция без несущей)
Тип квадратурной модуляции. Используется в некоторых типах DSL. CAP сохраняет части модулированного сигнала в памяти и затем собирает части в модулированную волну.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 70

Central Office (CO) (Центральный узел, Узел связи)
Здание/помещение телефонной компании, в котором оканчиваются все местные телефонные линии и которое оснащено оборудованием для коммутации голосовой связи в телефонной сети. Специальное оборудование располагается здесь же для поддержки DSL сервисов, для абонентов, линии которых приходят на этот узел. Узел не обязательно располагается в здании, иногда это может быть концентратор, расположенный в соответствующей стойке или шкафу.

Channel Service Unit (CSU) (Блок обслуживания канала)
Сетевое устройство, которое принимает и передает сигнал в линию связи с сетью WAN. CSU позволяет выполнять тестирование линии с узла связи с помощью установки обратного шлейфа, обеспечивает защиту от электрических помех для каждой из сторон блока (сети абонента или оператора связи).

Circuit-Switched Network (Сеть с коммутацией каналов/линий)
Тип сети, в которой между источником и приемником имеются выделенные линии. Коммутация линий используется для голоса и видео для обеспечения корректного порядка получения сигнала принимающей стороной.

Community Access Television (CATV) (Телевидение коллективного доступа/пользования)
Также известно как кабельное телевидение.

Competitive Local-Exchange Carrier (CLEC) (Конкурирующий местный оператор связи)
В основном представляет собой телефонные компании, основанные после появления Акта о реформации телекоммуникационной отрасли в 1996 году, для создания конкуренции традиционным местным операторам связи (ILEC). CLEC обычно первыми используют новые технологии для доставки голоса и передачи данных.

Crosstalk (Перекрестные помехи)
Наводки от соседних каналов и/или технологий.

Customer Premises Equipment (CPE) (Оборудование в помещении клиента)
Любое оборудование в системе связи, которое располагается в доме или офисе. Примерами CPE могут послужить аналоговые и цифровые телефоны, факсы, аналоговые и DSL модемы и маршрутизаторы.

D

Data Service Unit (DSU) (Блок обработки данных)
Сетевое устройство, которое преобразует цифровые кадры технологии используемой в локальной сети в кадры соответствующей технологии, которая используется в сети WAN и наоборот.

Dedicated Connection (Выделенное соединение)
Линия связи, которая находится в постоянной работе и не используется совместно с другими пользователями.

Dial-Up Connection (Коммутируемое соединение)
Соединение, которое создается с использованием телефонной сети общего пользования для соединения компьютеров через модемы с удаленными модемами/маршрутизаторами LAN и/или терминальными серверами.

Digital Loop Carrier (DLC) (Цифровая система уплотнения абонентских линий)
Закрытые схемы транспортировки мультиплексированных оцифрованных голосовых каналов по локальным линиям. Системы DLC аналогичны по концепции DSL и могут использовать определенные методы кодирования DSL.

Digital Signal (Цифровой сигнал)
Сигнал, который принимает только два значения, обычно представленные в виде 0 или 1. Цифровые сигналы требуют меньше мощности, однако (обычно) требуют большую полосу пропускания, чем аналоговые сигналы. Копии цифровых сигналов могут в точности соответствовать оригиналу.

Digital Subscriber Line (DSL) (Цифровая абонентская линия)
Общий термин, который относится ко всему семейству технологий DSL (SDSL, IDSL и ADSL). DSL относится к цифровым модемам, которые расположены на каждом конце абонентской линии. DSL обходит коммутируемые линии, из которых состоит сеть, и позволяет получить гораздо большие скорости передачи по сравнению с аналоговыми модемам.

Digital Subscriber Line Access Multiplexer (DSLAM) (Мультиплексор доступа цифровых абонентских линий)
Сетевое устройство обычно расположенное на узле связи телефонной компании. DSLAM собирает множество DSL соединений от пользователей DSL сервиса, и передает трафик по высокоскоростной магистрали оператору сети и в сеть Интернет.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 72

Discrete Multitone Modulation (DMT) (Цифровая многоканальная тональная модуляция)
Метод передачи данных по медным телефонным парам, который делит доступный диапазон частот на подканалы или частоты. ADSL использует линейное кодирование DMT, которое делит диапазон частот от 0 до 1.104 МГц на 256 подканалов.

Domain Name Service (DNS) (Служба доменных имен)
Протокол семейства TCP/IP для обнаружения и поддержки информации о сетевых ресурсах, распределенных по разным серверам.

Downstream (Прямой поток)
Направление передачи данных из центрального узла к абоненту. В ADSL прямой поток имеет намного большую скорость чем обратный поток (от абонента к узлу связи).

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) (Протокол динамической настройки хостов)
Сервис, который позволяет пользователям в LAN запрашивать информацию о конфигурации с сервера (например, IP адрес).

E

E1
Выделенная цифровая линия связи, которая используется Европейскими операторами, имеющая скорость 2.048 Мбит/с, состоящая из 32 мультиплексированных каналов. E1 широко используется для передачи трафика в частных сетях и у провайдеров Интернет.

E-business или e-commerce (Электронная коммерция/бизнес)
Покупка или продажа товаров и услуг, предоставление услуг клиентам и кооперация с бизнес-партнерами через Интернет.

Echo Cancellation (Подавление эхо)
Устранение отраженных сигналов (эхо) в двухсторонней передаче. Такие сигналы создаются некоторыми типами телефонного оборудования. Устранение эхо применяется для улучшения качества линии.

Ethernet
Физическая среда для передачи трафика в локальной сети (LAN) со скоростями до 1000 Мбит/с.

European Telecommunications Standards Institute (ETSI) (Европейский институт стандартизации в области телекоммуникаций)
Организация по стандартам, которая разработала стандарты DSL, а также другие телекоммуникационные стандарты.

Extranet (Расширенная сеть)
Сеть, которая видится как расширение внутренней сети компании, которая может быть доведена до пользователей за пределами компании. Расширенная сеть позволяет компании общаться и вести бизнес с клиентами и другими компаниями.

F

Far-End Crosstalk (FEXT) (Перекрестные помехи на дальнем конце)
Взаимное влияние двух сигналов на дальнем конце линии, обычно в помещении абонента.

Feeder Network (Подающая/фидерная сеть)
Часть коммутируемой сети общего пользования, которая подключает узлы доступа к опорной сети.

Fiber-to-the-Cabinet (FTTCab) (Волокно-в-шкаф)
Сеть, в которой оптическое волокно из узла связи доводится до уличного шкафа, обслуживающего близлежащих абонентов. Оставшаяся часть линии между абонентом и шкафом состоит из медной витой пары.

Fiber-to-the-Curb (FTTC) (Волокно-к-«бордюру», колодцу)
Сеть, в которой оптическое волокно из узла связи доводится до распределительной точки расположенной в уличном колодце или другом месте, которое является частью уличной инфраструктуры и расположено как можно ближе к пользователю. Оставшаяся до абонента часть линии состоит из медной витой пары.

Fiber-to-the-Home или Fiber-to-the-Premises (FTTH or FTTP) (Волокно-в-дом, Волокно-в- помещение)
Сеть, в которой оптическое волокно из узла связи доводится до помещения клиента или дома абонента.

Frequency-Division Multiplexing (FDM) (Частотное мультиплексирование)
Одновременная передача множества сигналов по одному пути передачи, с помощью деления доступной полосы пропускания на множество каналов, где каждый канал занимает различный диапазон частот.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 74

Frame Relay
Высокоскоростной протокол коммутации кадров, используемый в глобальных сетях(WAN). Frame relay часто используется для соединения локальных сетей (LAN) друг с другом, максимальная скорость передачи 44.725 Мбит/с.

Frequency (Частота)
Количество колебаний переменного тока, которые происходят за одну секунду. Измеряется в Герцах (Гц).

G

G.992.1 или G.DMT ADSL
Вид асимметричной технологии DSL, на основе модуляции DMT, которая обеспечивает скорость прямого потока до 8 Мбит/с и скорость обратного потока до 1.544 Мбит/с. Другое название для этого стандарта – G.DMT. Официальное название Рекомендация ITU-T G.992.1.

G.992.2 или G.Lite ADSL
Вид асимметричной технологии DSL, на основе модуляции DMT, которая обеспечивает скорость подключения к сети Интернет до 1.5 Мбит/с в прямом направлении и до 384 кбит/с в обратном. Другое название для этого стандарта – G.Lite. Официальное название Рекомендация ITU-T G.992.2.

Gateway (Шлюз)
Физическое устройство или логическая точка входа в другую сеть. Маршрутизатор, компьютер, сервер или интегрированное устройство доступа может служить в качестве шлюза для сети.

Gigabyte (GB) (Гигабайт, ГБ)
1,000,000,000 байт или 1,000 мегабайт (см. Байт).

H

HDB3
Методика цифрового линейного кодирования, используемая для передачи сигналов E1 по абонентской линии.

Hertz (Гц) (Герц) – см. Частота.

High-Data-Rate Digital Subscriber Line (HDSL) (Высокоскоростная цифровая абонентская линия)
Самая ранняя и широко используемая версия DSL. HDSL применяется для широкополосной цифровой передачи внутри предприятий и между операторами связи и их клиентами. Основной характеристикой линии HDSL является ее симметричность, т.е. одинаковый размер полосы пропускания в обоих направлениях. По этой причине максимальная скорость передачи HDSL ниже по сравнению с ADSL. HDSL может работать по одной витой медной паре и передавать линию T1 для Северной Америки или линию E1 в Европе (2,320 кбит/с).

High-Definition Television (HDTV) (Телевидение высокой четкости)
Любая телевизионная система, которая обеспечивает значительное улучшение качества изображения по сравнению с существующими ТВ системами. Большинство HDTV систем предлагают более 1000 строк развертки, более широкий формат изображения, исключительную цветопередачу и звуковое сопровождение.

Host (Хост)
Устройство в сети имеющее адрес. Например: компьютеры, сетевые принтеры и маршрутизаторы.

Hub (Хаб)
Устройство в локальной сети, которое выступает в роли центральной точки для подключения кабелей от компьютеров, серверов и периферийных устройств. Хабы обычно повторяют сигналы от одного компьютера всем другим в LAN.

Hybrid Fiber Coax (HFC) (Гибридная волоконно-коаксиальная (сеть))
Системы (обычно кабельного ТВ), в которых волокно доводится до точки распределения, расположенной близко к абоненту. Оставшаяся часть линии между абонентом и точкой распределения изготовлена из коаксиального кабеля.

I

Incumbent Local-Exchange Carrier (ILEC) (Традиционный местный оператор связи)
Крупная телефонная компания, которая предоставляет услуги связи в США с момента расформирования монополии AT&T в 1982 году. Все региональные компании Bell (RBOC) рассматриваются как ILEC.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 76

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) (Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике)
Профессиональная и стандартизирующая организация, в сферу деятельности которой входит разработка телекоммуникационных и сетевых стандартов. Стандарты IEEE для LAN на сегодня доминируют в локальных сетях.

Integrated Access Device (IAD) (Интегрированное устройство доступа)
Одно устройство DSL предоставляющее голосовой сервис и обеспечивающее передачу данных и расположенное в помещении абонента.

Integrated-Services Digital Network (ISDN) (Цифровая сеть с интегрированными услугами)
Коммутируемый предшественник семейства DSL. Данный сервис поддерживал симметричную скорость передачи до 128 кбит/с. ISDN предлагался телефонными компаниями и был быстро заменен технологией DSL. ISDN является сервисом с коммутацией линий.

Integrated-Services Digital Network Digital Subscriber Line (IDSL) (Цифровая сеть с интегрированными услугами – цифровая абонентская линия)
Коммутируемая версия ISDN с постоянным подключением. IDSL обеспечивает симметричное подключение 144 кбит/с без применения дополнительных платежей, присущих сервису ISDN.

Inter-Exchange Carrier (IXC) (Владелец линий информационного обмена)
Телефонная компания, которая обеспечивает соединение между узлами связи в различных географических областях. IXC обычно являются операторами междугородней связи. Следующие компании можно привести в качестве примера IXC: AT&T, Sprint и MCI Worldcom.

International Organization of Standardization (ISO) (Международная организация по стандартизации)
Организация, которая разрабатывает, координирует и публикует международные стандарты, которые облегчают мировую торговлю.

International Telecommunications Union (ITU) (Международный союз электросвязи)

Организация под эгидой ООН, которая координирует использование электромагнитного спектра и создание технических стандартов для телекоммуникационного и радиооборудования. Комитет ITU-T занимается стандартами в области телефонии.

Internet (Интернет)
Всемирная сеть, соединяющая все сети между собой с помощью протоколов межсетевого взаимодействия. Интернет обеспечивает передачу данных, удаленный доступ, услуги электронной почты, получение новостей и другие сервисы. Для подключения к сети Интернет необходимо иметь IP подключение, в этом случае компьютер сможет удаленно работать с другими системами.

Internet Engineering Task Force (IETF) (Рабочая группа по стандартам для сети Интернет)
Стандартизирующая организация, которая проводит стандартизацию большинства протоколов в Интернете, включая Internet protocol (IP) и hypertext transfer protocol (HTTP).

Internet Protocol (IP) Address (IP Адрес)
Значение, присвоенное любому устройству, которое использует Интернет-протокол(IP). Часть адреса представляет собой адрес сети (IP адрес сети), а другая часть является адресом хоста. Все машины в данной IP сети используют одинаковый номер сети, а каждая машина имеет свой уникальный IP адрес. Администратор сети назначает маску подсети, для указания какая часть IP адреса является адресом сети, а какая индивидуальным адресом хоста.

Internet Protocol Security (IPSec) (Безопасный Интернет протокол)
Методика безопасности, которая включает использование шифрования для обеспечения конфиденциальности данных, целостности и аутентификации между участниками частной сети. IPSec предоставляет на выбор два вида безопасности: заголовок аутентификации (AH), который обеспечивает аутентификацию отправителя данных; безопасную инкапсуляцию полезной нагрузки (ESP), которая поддерживает аутентификацию отправителя и шифрование данных. Нужная информация относительно этих сервисов вставлена в пакет, в заголовок который следует за заголовком IP.

Internet Service Provider (ISP) (Провайдер Интернет услуг)
Организация, предлагающая и обеспечивающая публичный доступ в Интернет с помощью серверов, подключенных непосредственно к Интернету.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 78

Intranet (Внутренняя сеть)
Сеть, обслуживающая одну организацию, которая создана по подобию Интернет, позволяя пользователям получить доступ практически к любой имеющейся в сети информации. В отличие от Интернета, внутренняя сеть обычно ограничена одной организацией или местом и ограничением или запретом доступа для внешних пользователей.

Inverse Multiplexing (Imux) (Обратное мультиплексирование)
Технология, которая позволяет агрегировать физические линии для создания логической линии с пропускной способностью равной сумме индивидуальных скоростей линий.

J

Joint Photographic Experts Group (JPEG) (Объединенная группа экспертов в области фотографии)
Комитет, сформированный международной организацией по стандартизации, для выработки стандартов для цифрового сжатия неподвижных изображений. JPEG также относится к созданному этой группой стандарту цифрового сжатия для изображений.

K

Key (Ключ)
Последовательность или псевдопоследовательность двоичных значений, используемая шифровальным оборудованием для шифрования и дешифрования. Длина ключа определяет, насколько сложно будет расшифровать текст в данном сообщении.

Kilobit (kb) (Килобит)
Одна тысяча бит.

Kilobits per Second (кбит/с) (Килобит в секунду)
Единица измерения для указания скорости соединения с сетью, т.е. количество бит, которые могут быть переданы по линии за одну секунду. Большинство модемных соединений работают на скоростях между 9.6 кбит/с (9600 бит в секунду) и 33.6 кбит/с (33,600 бит в секунду). ADSL может работать на скорости до 8 Мбит/с (8,000,000 бит в секунду).

Kilobyte (KB) (Килобайт)
Одна тысяча байт.

L

Laser (Лазер)
Термин, который изначально был акронимом от «light amplification by stimulated emission of radiation». Лазер обычно состоит из усиливающей излучение среды, расположенной между двумя зеркалами. Излучение, которое не идеально выровнено по отношению к зеркалам выходит с боковых сторон, излучение, которое идеально выровнено, будет усиливаться. Одно из зеркал изготавливается полупрозрачным, в результате усиленный поток излучения выходит из полупрозрачного зеркала.

Last Mile (Последняя миля)(см. Local Loop (Абонентская линия))

Leased Line (Арендованная линия)
Выделенная линия (частная телефонная линия) между двумя точками. Для передачи данных или голоса арендованная линия доступна все время.

Local-Area Network (LAN) (Локальная линия)
Сеть, объединяющая некоторое количество компьютеров между собой или центральным сервером, таким образом, что компьютеры могут совместно использовать программы и файлы.

Local Loop (Абонентская линия)
Медные линии между помещением абонента и узлом связи телефонной компании (см. узел связи).

Loop Qualification (Оценка качества линии)
Процесс определения возможности линии поддерживать определенный тип DSL и передачу с определенной скоростью.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 80

M

Media Access Control (MAC) Address (Адрес контроля доступа к среде)
Адрес канального уровня, который требуется для каждого подключенного к сети LAN порта или устройства. Другие устройства в сети используют MAC адреса для обнаружения нужных портов в сети и для создания и обновления таблиц маршрутизации. MAC адреса контролируются IEEE. Адреса могут называться MAC-адреса или аппаратные адреса.

Megabit (Mb) (Мегабит, Мбит)
Один миллион бит.

Megabits per Second (Мбит/с) (Мегабит с секунду)
Единица измерения для указания скорости подключения к локальной или глобальной сети, т.е. количество бит, которые могут быть переданы по линии за одну секунду. Ethernet LAN работает на скорости 10 Мбит/с. Линия T1 WAN имеет скорость 1.544 Мбит/с.

Megabyte (MB) (Мегабайт, МБ)
1,000,000 байт или 1,000 килобайт (см. Byte (Байт)).

Millions of Instructions per Second (MIPS) (Миллионов инструкций в секунду)
Распространенный способ измерения скорости работы процессора в компьютере.

Modem (Модем)
Сокращение от модулятор/демодулятор. Модем представляет собой устройство передачи данных, которое обеспечивает соединение компьютера с телефонной сетью. Модем выполняет преобразование компьютерных сигналов в аналоговые сигналы, которые могут передаваться по обычным телефонным линиям. Цифровые или ISDN модемы также называются терминальными адаптерами, используются для подключения компьютеров к цифровым линиям ISDN.

Moving Pictures Experts Group (MPEG) (Рабочая группа по вопросам работы с движущимися изображениями)
Комитет, сформированный международной организацией по стандартизации для установления стандартов для цифрового сжатия движущихся изображений. MPEG также относится к стандарту цифрового сжатия для видеоизображения, который был создан этой группой. Было определено три уровня качества: MPEG-1 для VHS; MPEG-2 для широковещательного видео и MPEG-3 для широковещательного аудио.

Multilink Point-to-Point Protocol (ML-PPP или MP) (Протокол точка-точка для мультилиний)
Позволяет агрегировать множество независимых линий и создать одну виртуальную линию, которая обеспечивает полосу пропускания большую, чем любая из отдельных линий.

Multinetwork Address Translation (MultiNAT) (Множественная трансляция адресов)
Расширение функции трансляции сетевых адресов (NAT). Вместо того, чтобы использовать один публичный IP адрес и транслировать его во множество частных IP адресов, MultiNAT позволяет получить блок публичных IP адресов и транслировать их во множество частных адресов.

Multiplexing (Мультиплексирование)
Передача множества сигналов по одной коммуникационной линии или компьютерному каналу. Имеется две часто используемых для мультиплексирования методики. Одна с частотным разделением, где сигналы разделены с помощью модулирования данных на различных частотах, а другая методика с временным разделением, где сигналы разделяются с помощью чередования битов.

N

Narrowband (Узкополосный)
Определение полосы пропускания, которая меньше чем 56 кбит/с.

Near-End Crosstalk (NEXT) (Перекрестные помехи на ближнем конце)
Наводки между парами на стороне телефонного коммутатора (узла связи)

Network Termination Equipment (NTE) (Оконечное сетевое оборудование)
Оборудование на конце линии связи.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 82

O

Optical Carrier, Level 3 (OC-3) (Оптическая несущая, Уровень 3)
Волоконно-оптическая линия, передающая данные со скоростью 155 Мбит/с. OC-3 используется в основном в США и признается в телекоммуникационном мире.

Optical Network Unit (ONU) (Оптический сетевой блок)
Вид узла доступа, который конвертирует передаваемые по волокну оптические сигналы в электрические, которые могут передаваться через коаксиальный кабель или медную витую пару к отдельным абонентам (см. Hybrid Fiber Coax (Гибридная волоконно-коаксиальная)).

P

Packet (Пакет)
Передаваемый по сети форматированный блок данных.

Packet-Switched Network (Сеть с коммутацией пакетов)
Сеть, которая позволяет разбивать сообщение на пакеты небольшого размера, которые отправляются по отдельности от источника к месту назначения. Пакеты могут проходить различными путями и прибывать в разное время. Получатель сам должен собрать их в исходное сообщение. Сеть с коммутацией пакетов используется в основном в компьютерных сетях, поскольку позволяет передавать очень большие объемы данных с помощью ограниченной полосы пропускания.

Passive Optical Network (PON) (Пассивная оптическая сеть)
Сеть на основе оптического волокна, в которой не содержится активных электронных компонентов.

Plain Old Telephone Service (POTS) (Традиционная служба телефонной связи, ТфОП)
Традиционная телефонная сеть для голосовой связи. В большинстве случаев POTS эквивалентна телефонной сети общего пользования (ТфОП). В POTS используется диапазон медной витой пары от 0 до 4 кГц. Любой сервис, который совместно использует телефонную линию, должен или применять частоты выше POTS или конвертировать POTS в цифровой сигнал и передавать его вместе с другими данными.

Plain Old Telephone Service Splitter (POTS Splitter) (Сплиттер POTS)
Устройство, которое используется для разделения голоса от сигналов данных, когда они передаются по одной и той же телефонной линии. Сплиттер POTS необходим для нескольких типов сервисов DSL.

Point of Presence (PoP) (Точка присутствия)
Физическая точка подключения между сетью передачи данных и телефонной сетью.

Point-to-Point Protocol (PPP) (Протокол точка-точка)
Протокол, который может использоваться в различных физических средах, включая витую пару или волоконно-оптические линии, и даже спутниковые соединения. Линия PPP может передавать трафик для семейства протоколов, которые включают TCP/IP, Appletalk, OSI, IPX и прозрачный Ethernet. PPP может работать с синхронными и асинхронными соединениями.

Point-to-Point Protocol over Ethernet (PPPoE) (Протокол точка-точка по Ethernet)
Сочетает протокол точка-точка, который широко используется в коммутируемых соединениях, с протоколом Ethernet, который поддерживает работу множества пользователей в локальной сети. PPPoE широко используется как способ назначения IP адресов пользователям, расположенным за кабельным или DSL модемом. Также позволяет провайдерам Интернет услуг использовать необходимый учет и при этом пользователям практически не требуется проводить никаких настроек.

Point-to-Point Tunneling Protocol (PPTP) (Протокол туннелирования точка-точка)
Позволяет предприятиям расширить сеть через создание частных туннелей в сети Интернет. Этот тип соединения является тем, что создает виртуальные частные сети (VPN). С помощью протокола PPTP, который является расширением протокола (PPP), любой ПК, который поддерживает PPP, может безопасно подключиться к корпоративной сети через Интернет.

Port (Порт)
Место для передачи данных в/из устройства и, в некоторых случаях, также место подключения кабелей и других устройств.

Postal, Telegraph and Telephone (PTT) (Почта, Телеграф и Телефон)
Общее название, используемое в Европе для находящейся во владении государства телефонной компании.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 84

Primary-Rate Integrated-Services Digital Network (PRI-ISDN) (Цифровая сеть с интегрированными услугами - Первичный доступ)
Интерфейс для передачи голоса или данных. В Северной Америке PRI-IDSN состоит из 23 B-каналов, работающих на скорости 64 кбит/с для передачи данных со скоростью 1.544 Мбит/с и одного D-канала, работающего на скорости16 кбит/с для сигнальной и служебной информации. В Европе PRI-IDSN имеет 30 каналов, работающих на скорости 64 кбит/с для передачи данных со скоростью 2.048 Мбит/с.

Protocol (Протокол)
Формальное описание форматов сообщений и правил, которым две или более системы должны следовать для обмена сообщениями. Определения протоколов варьируются от того как биты должны передаваться по линии, до формата сообщения электронной почты. Стандартные протоколы позволяют компьютерам различных производителей общаться друг с другом.

Packet Internet или Inter-Network Groper (PING) (Пакетный межсетевой щуп)
Простая программа, которая позволяет проверить существует ли определенный IP адрес и может ли этот адрес принять запрос. Использование слова PING в качестве глагола означает применение утилиты или команды PING. В качестве утилиты диагностики PING используется для проверки того, работает ли данный хост в сети.

Public Switched Telephone Network (PSTN) (Телефонная сеть общего пользования (коммутируемая), ТфОП)
Сеть связи во всем мире, предназначенная для передачи телефонных звонков и данных. PSTN (ТфОП) также известна как POTS.

Q

Quality of Service (QoS) (Качество сервиса)
Уровень предоставления услуг передачи данных, который провайдер гарантирует для критически важного трафика.

R

Radio Frequency (RF) (Радиочастота)
Электромагнитные волны, на которые могут накладываться аудио, видео и данные для их последующей передачи.

Rate-Adaptive Digital Subscriber Line (RADSL) (Цифровая абонентская линия с адаптацией скорости передачи)
Версия ADSL, в которой модемы в начале работы тестируют линию и подстраивают скорость работы по наибольшей скорости, которую линия способна поддерживать.

Regional Bell Operating Company (RBOC) (Региональные компании Bell)
Одна из семи локальных телефонных компаний, сформированная после разделения AT&T. Было создано семь компаний: NYNEX, Bell Atlantic, BellSouth, Southwestern Bell, US WEST, Ameritech и Pacific Telesis.

Remote Access (Удаленный доступ)
Доступ к компьютеру или сети из удаленного места. Персонал филиалов, сотрудники, работающие из дома, и мобильные сотрудники могут получить доступ к корпоративной сети разными способами. Виды удаленного доступа включают: коммутируемые аналоговые и ISDN подключения, частные арендованные линии и наиболее современные xDSL, кабельные модемы и беспроводные соединения. Удаленный доступ также возможен через Интернет или частную сеть. Типичное оборудование удаленного доступа включает модем и маршрутизатор.

Resistance Fault Location (RFL) (Обнаружение резистивных дефектов)
Метод измерения (мостовой), который использует измеренное сопротивление для идентификации и определения положения дефектов, которые могут быть расположены между жилами или между одной из жил и землей.

RJ-11
Стандартный тип разъема в телефонии, обычно имеет четыре контакта.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 86

RJ-45
Стандартный тип разъема в телефонии, обычно имеет восемь контактов.

Router (Маршрутизатор)
Устройство, которое занимается перенаправлением данных между разными сетями на основе IP адреса, который содержится в пакете IP. Маршрутизатор DSL маршрутизирует данные через DSL соединение между сетью и Интернетом.

S

Splitter (Сплиттер)
Фильтр, который отделяет ADSL сигналы от сигналов ТфОП и, таким образом, предотвращает взаимное проникновение помех.

Subnet (Подсеть)
Адрес сети, созданный с помощью маски подсети. Маска показывает количество бит в адресе, которое используется в качестве номера подсети, а не индивидуального адреса хоста.

Subnet Mask (Маска подсети)
32-битный номер, который определяет какая часть адреса является номером (адресом) сети, а какая часть индивидуальным адресом хоста. Когда маска написана в бинарном виде, каждый бит имеющий значение 1 соответствует одному биту в адресе сети. Одна маска подсети применяется ко всем IP устройствам в отдельной IP сети.

Symmetrical Digital Subscriber Line (SDSL) (Симметричная цифровая абонентская линия)
Технология аналогичная HDSL, работающая по одной витой паре, передающая 1.544 Мбит/с (для США и Канады) или 2.048 Мбит/с (в Европе) в каждом направлении. Линия считается симметричной, поскольку скорости передачи данных в обоих направлениях одинаковы.

Symmetrical High-Speed Digital Subscriber Line (SHDSL) (Симметричная высокоскоростная цифровая абонентская линия)
Технология аналогичная HDSL, SHDSL может работать по одной паре со скоростью 2.3 Мбит/с. Дополнительно SHDSL может работать по двум парам и может обеспечивать скорость подключения до 4.7 Мбит/с.

Synchronous (Синхронный)
Метод передачи данных, в котором передача данных происходит на фиксированной скорости, а отправляющее и принимающее устройства синхронизированы.

T

T1.413
Стандарт Американского Национального Института (ANSI) для ассиметричной цифровой абонентской линии, использующей DMT модуляцию. G.992.1 и G.992.2 работают с использованием этого вида модуляции.

T1
Выделенная цифровая линия связи, предоставляемая телефонной компанией, обеспечивающая скорость подключения 1.544 Мбит/с. Обычно используется для передачи трафика между частными корпоративными сетями и провайдером.

T3
Выделенная цифровая линия связи, предоставляемая телефонной компанией, обеспечивающая скорость подключения 44.75 Мбит/с. Обычно используется для передачи трафика между частными корпоративными сетями и провайдером.

Telco (Телекоммуникационная/Телефонная компания)
Общее название для телефонных компаний во всем мире. Термин telco относится к RBOC, ILEC, CLEC и PTT.

Telecommuting (Удаленная/Дистанционная работа)
Практика использования телекоммуникационных технологий для обеспечения возможности работать удаленно, не посещая офис. Термин включает следующие виды работы: телеконференции, интерактивное, электронное общение между группой людей, расположенных в разных местах, только голосовое общение, аудио и графику и видеоконференции.

Terminal Adapter (TA) (Терминальный/Абонентский адаптер)
Используется в линиях ISDN. Устройство, которое выполняет ту же функцию, что и модем в обычной аналоговой телефонной линии. Терминальный адаптер представляет собой внешнее устройство, которое подключает компьютер к линии ISDN и позволяет оборудованию, которое не поддерживает ISDN, использовать ISDN.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 88

Time-Division Multiplexing (TDM) (Мультиплексирование с временным уплотнением)
Метод передачи данных, где поступающие из множества источников сигналы собираются вместе, помещаются в предназначенные для них тайм-слоты, и передаются вместе по одному пути. Затем на удаленном конце тайм-слоты разбираются обратно на множество сигналов.

Trace Route
Утилита, которая показывает маршрут между одним компьютером и каким-либо другим компьютером в сети. Утилита также рассчитывает и отображает время для каждого прыжка (маршрутизатора) на пути. С помощью Trace Route можно определить местоположение проблем в сети. Часто перед использованием trace route сначала применяют утилиту PING для проверки наличия хоста в сети.

Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)
Метод пакетной коммутации в Интернете. Протокол определяет способ разделения данных на части, а также способ добавления адресной информации в каждый пакет, для обеспечения возможности доставки пакета получателю и сборки его в исходное сообщение. Обобщая можно сказать, что TCP/IP является языком Интернета.

Tunneling (Туннелирование)
Обозначает использование Интернета как продолжение частной сети. Туннель относится к пути в Интернете, по которому пакеты могут безопасно проходить. Для создания виртуальной частной сети эти туннели создаются протоколами, такими как протоколы туннелирования точка-точка или протоколы туннелирования уровня 2.

Twisted Pair (Витая пара)
Два медных проводника (жилы), используемые для подключения телефона абонента к узлу связи. Для минимизации помех от соседних пар в этом же кабеле проводники витой пары скручены между собой.

U

Uniform Resource Locator (URL) (Универсальные идентификатор ресурсов)
Текстовый адрес, используемый для указания определенного ресурса в Интернете (например, страницы). URL располагается в иерархическом порядке, где указывается имя сервера, на котором располагается ресурс и имя файла для этого сервера.

Universal Serial Bus (USB) (Универсальная последовательная шина)
Компьютерный интерфейс с пропускной способностью (для низкоскоростной спецификации) 1.5 Мбит/с (другие версии USB могут иметь скорость передачи до 480 Мбит/с). Интерфейс используется для подключения периферийного оборудования (принтеров, сканеров, клавиатур и т.п.).

V

Very-High-Data-Rate Digital Subscriber Line (VDSL) (Сверхвысокоскоростная цифровая абонентская линия)
Развивающаяся технология, которая обещает намного большие скорости передачи на относительно короткие расстояния (до 52 Мбит/с по линиям длиной до 1,000 фт или 300 м). Предполагается, что VDSL может впоследствии заменить или сосуществовать с ADSL линиями. Технология передачи (CAP, DMT или другая) и ее эффективность в некоторых случаях еще не была определена, однако, соответствующие организации по стандартам в настоящее время над этим работают.

Video-on-Demand (VoD) (Видео по запросу)
Сервис, где оплата производится за просмотр определенной программы, которую пользователь выбирает сам. Программа мгновенно доставляется на ТВ-приставку пользователя, обычно доступны такие функции как пауза, перемотка и т.п.

Voice-over-Digital Subscriber Line (VoDSL) (Голос по цифровой абонентской линии)
Технология и сервис, которые позволяют доставлять голос по высокоскоростным линиям DSL.

Virtual Private Network (VPN) (Виртуальные частные сети)
Способ безопасной доставки частных данных по сети общего пользования, такой как Интернет. Данные, проходящие между двумя хостами, зашифрованы с использованием программных и аппаратных средств.

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 90

W

Wall Jack (Настенный разъем)
Небольшой компонент, используемый для подключения к телефонному кабелю. Настенный разъем RJ-11 обычно имеет четыре контакта, разъем RJ-45 обычно имеет восемь контактов.

Wide-Area Network (WAN) (Глобальная сеть)
WAN обычно построена таким образом, чтобы соединять множество точек в городе, стране или в мире.

X

X.25 Data Protocol (Протокол передачи данных X.25)
Стандарт коммутации пакетов, разработанный в середине 70х для передачи данных по медной витой паре.

xDSL
Общее название для цифровых абонентских линий. Переменная «x» заменяется в соответствии с используемой технологией DSL (например, SDSL, IDSL и ADSL). См. также DSL.

Связь с авторами

Компания EXFO и авторы этого издания будут признательны за любые предложения и отзывы. Пожалуйста, направляйте любые комментарии или вопросы по адресу:

EXFO, Copper Access Testing
160 Drumlin Circle
Concord (Ontario) L4K 3E5
CANADA

Тел.: 1 905 738-3741
Эл. почта: Robert.Fitts@EXFO.com, Chris.Dunford@EXFO.com или Florin.Hodis@EXFO.com
Факс: 1 905 738-3712

DSL_Guide-2edition-rus.qxd: Guide Ethernet.1AN 1/20/09 3:03 PM Page 92

Список использованной литературы

- The DSL Sourcebook, third edition. Paradyne,: Largo, FL, 2000. (http://www.paradyne.com/sourcebook_offer/index.html)
- Rauschmayer, Dennis J. ADSL/VDSL Principles: A Practical and Precise Study of Asymmetrical Digital Subscriber Lines and Very High Speed Digital Subscriber Lines. Indianapolis: Macmillian Technical Publishing, 1999.
- Starr, Thomas, John M. Cioffi, and Peter J. Silverman. Understanding Digital Subscriber Line Technology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1999.
- Goralski, Walter. ADSL and DSL Technologies. New York: McGraw-Hill, 1998.
- T1.413 Issue 2. 1998 (http://www.t1.org/index/0338.htm/8E140075.PDF)
- "Analysts Project the xDSL Market" – http://www.adsl.com/PressRoom/analysts_projection.html
- Baker, Todd. "Digital Services: Is Your Outside Plant Ready?" Telephony, October 12, 1998
- XDSL / ADSL Seminar / Course Literature – Bellcore TEC, October 1998
- "General Introduction to Copper Access Technologies" – http://www.adsl.com/aboutdsl/general_tutorial.html
- "DSL Anywhere" – http://www.adsl.com/aboutdsl/whitepaper_index.html
- "McCarty & Associates" – http://www.mccartyinc.com
- Brandt, Keith "Communications Solutions", Independently Published, St. Louis, MO