

## МОДЕМНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ линий ADSL

О.Жуленко

Модемное тестирование ADSL-линий - это чрезвычайно простой и вместе с тем достаточно информативный метод поиска неисправностей. В статье рассмотрены некоторые аспекты применения этого метода.

Появление новых технологий связи требует и создания новых средств измерений. Можно выделить два этапа развития техники измерений. На первом этапе проводят различные и часто довольно сложные физические испытания, пытаясь понять, насколько линия соответствует новой технологии. Когда технология уже широко распространена и все службы достаточно хорошо представляют возможности линии, на первое место выходят стандартные тесты для устранения неисправности.

Так было и с технологией ADSL. Когда она нашла массовое применение на всех городских телефонных сетях, для тестирования линий стали применяться сами стандарты ADSL. Одно из преимуществ ADSL перед другими технологиями (например, VDSL) заключается в жестких стандартах как на эксплуатационные параметры устройств, так и на процессы передачи информации. Любые ADSL-модемы могут работать с любыми стационарными передатчиками DSLAM. На этапе инициализации модемы сами выполняют функцию измерительного прибора - при установке связи с DSLAM тестируются параметры линии передачи.

На этой процедуре основана работа разнообразных тестеров ADSL (рис.1), которые для тестирования линии используют эмулятор модема. Результатом тестирования является стандартный набор данных анализа линии и анализа ошибок передачи, хорошо известный измерителям. Задача измерителя заключается в правильной интерпретации полученных значений, в то время как сам процесс получения данных максимально автоматизирован.

### УСТАНОВЛЕНИЕ СВЯЗИ

Процедура установления связи описывается в стандартах ADSL и достаточно важна для понимания процесса адаптации оборудования к качеству линии связи. Как на абонентской (ATU-R), так и на стационарной стороне (ATU-C) связь устанавливается в пять этапов [1]: процедуры квитирования установления связи (Handshake), раскрытие канала, прогон приемопередатчика, анализ канала и обмен. При инициализации измеряются такие физические параметры линии, как

- переходная комплексная передаточная характеристика  $H(f)$ , для каждой поднесущей (канала);
- линейный шум покоя  $QLN(f)$  для каждой поднесущей;
- отношение сигнал/шум  $SNR(f)$  для каждой поднесущей;
- затухание линии (LATN);
- затухание сигнала (SATN);
- запас отношения сигнал/шум (SNRM);
- достижимая скорость передачи данных в сети (ATTNDR);
- суммарная мощность передачи на дальнем конце (ACTATP).

Результаты процедуры должны быть представлены измерителю в виде интегральных параметров (рис.2) и характеристик отдельных бинов (каналов). Когда измерителю требуется быстрая диагностика линии ("плохая-хорошая"), он пользуется интегральными характеристиками. Для проверки работоспособности линии используются скоростные характери-

стики: устанавливаемая скорость передачи к абоненту и максимально достижимая скорость передачи. На фазе соединения DSLAM вычисляет максимально возможную скорость соединения Attainable bitrate (Max Rate), исходя из измеренного текущего значения SNR. Важно понимать, что максимальная скорость соединения определяется в течение короткого промежутка времени и с помощью передачи маленьких пакетов данных. На этой скорости оборудование обменивается совсем короткими сообщениями (команда - ответ). Если понаблюдать линию в течение более продолжительного времени, то можно заметить кратковременные (и не очень) "провалы" максимальной скорости. Тем не менее, даже такие кратковременные "снимки" линии позволяют оценить ее физическое состояние [2].

Для оценки качества линии излюбленным параметром измерителей является интегральная величина отношения сигнал/шум SNR в нисходящем потоке (к абоненту). В практике измерителей оценка "плохо" выставляется при SNR 6 дБ, а хорошая - при SNR выше 10 дБ. Впрочем, необходимо помнить, что эти показания зависят от настроек DSLAM. Если на линии проблемы, измерителю требуются параметры каждого бина (рис.3), чтобы увидеть, на каких частотах наблюдается "провал" характеристик, и попытаться установить причину неисправности.



Рис.1. Модемное тестирование линии с помощью TESTER ADSL компании "Связьприбор"

ADSL2+	down	up
SNR (dB)	8,3	6,8
Attn (dB)	4,0	0,7
Pwr (dB)	17,9	2,8
Max (Kbps)	25788	1112
Rate (Kbps)	23296	1031

INFO	NOISE	SNR	BIT
------	-------	-----	-----

Рис.2. Интегральные параметры линии

### АНАЛИЗ ОШИБОК

Часто для правильной постановки диагноза линии требуется анализ ошибок передачи информации. Как организована эта передача? Все протоколы, включая ADSL, имеют многоуровневую структуру. На самом нижнем уровне описываются биты, представляющие коды DMT. Отдельные биты объединяются в кадры, из которых формируется суперкадр. Суперкадр состоит из 68 обычных кадров и передается каждые 17 мс. Некоторые кадры имеют специальное назначение: контрольная сумма CRC, индикаторные биты, кадр синхронизации и т.д.

Для увеличения помехоустойчивости применяется перемежение (Interleaving) - перестановка пользовательских данных в определенной последовательности. Эта процедура используется для того, чтобы избежать последовательных ошибок. Когда в линии передачи возникает шумовой выброс, он может воздействовать на несколько последовательно расположенных битов данных. Если в передатчике изначально последовательные данные подвергаются интерливингу, то на приемном конце при восстановлении исходной последовательности поврежденные биты оказываются разнесенными по разным байтам, что зачастую позволяет их восстановить. Анализ возника-

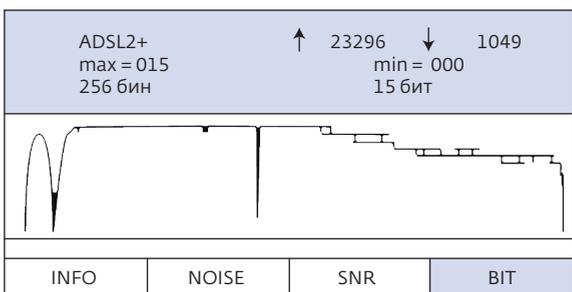


Рис.3. Побиновая характеристика скорости BitRate

ющих при передаче ошибок может помочь измерителю установить причину помех в линии. Счетчик ошибок в тестере ADSL показывает общее число ошибок в суперкадрах, а также количество секунд, пораженных ошибками (ES) (рис.4).

Сравнение данных позволяет различить характер помех в линии. Если число ошибок велико, а ES - мало, то на линии присутствует импульсная помеха. Если же количество ошибок примерно равно ES, то на линии постоянная помеха. Это может свидетельствовать как о недостаточной помехозащищенности линии, так и о превышении допустимой нагрузки при уплотнении линий.

\*\*\*

В заключение отметим простоту модемного тестирования линии ШПД. Само тестирование происходит автоматически и не требует от измерителя специальных навыков. В то же вре-

1366		Down	Up
%EFS		99,6	99,8
%UAS		0,0	0,0
%AS		99,0	-
%ES		0,2	0,0
%SES		0,0	0,0
ERR	SEC	LOS	BER

**Рис.4.** Счетчик ошибок в тестере ADSL

мя, результат тестирования чрезвычайно богат различными данными о состоянии линии и качестве передачи. Это позволяет использовать модемное тестирование как дешевый и удобный инструмент линейных служб связи.

### ЛИТЕРАТУРА

- ITU-T G992.3. Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии