

КАК НОРМИРОВАТЬ ВЫДЕЛЕННЫЕ ЛИНИИ ADSL?

ПОИСК ПОВРЕЖДЕНИЙ

Еще 2–3 года назад среди аналитиков бытовало убеждение, что беспроводная связь в городах вытеснит традиционную городскую сеть, и буквально за несколько лет абонентская "медная миля" окончательно уступит место мобильной связи. Ситуация, тем не менее, изменялась вопреки предсказаниям.

В майском выпуске канадская газета The Globe and Mail сообщила, что проводная сеть в 2006–2007 годах опередила сектор беспроводной связи. Это произошло в основном за счет увеличения широкополосного доступа в Интернет. Очень быстро ситуация повторилась и на российском рынке. РБК daily в начале 2008 года опубликовала свой анализ: "Фокус развития отрасли связи переместился на услуги, связанные с широкополосным доступом в Интернет. В 2007 году этот сегмент телекоммуникационного рынка продемонстрировал рост на 58%, что значительно превысило показатели темпов роста в 2006 году (19,4%)". Сектор беспроводной связи, напротив, демонстрировал замедление темпов роста.

"Второе дыхание" медь получила от новых технологий ADSL, преимущественно по экономическим причинам. В городах линия ADSL легла "поверх" существующей связи, используя имеющееся сетевое обеспечение. Это самый дешевый вариант предоставления современных услуг связи пользователю. Но и в более дорогих решениях, использующих оптические кабели для обеспечения скоростного доступа, конечный абонент получает услугу по медному кабелю. Поэтому актуальность обслуживания медных линий по-прежнему высока.

Специфика технологий ADSL, дающих возможность различным производителям модемов работать в общем пространстве городских сетей, подразумевает жесткую стандартизацию оборудования и технологий. Тем не менее, по отно-

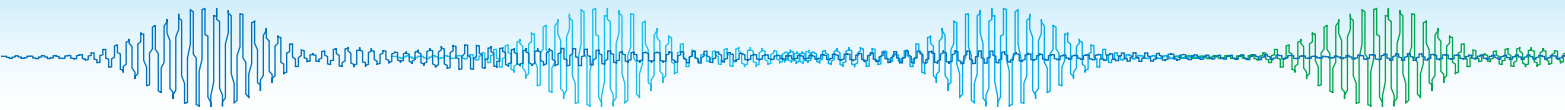
шению к самым кабельным линиям однозначного нормативного подхода выработано не было [1].

Как правило, процедуру проверки линии составляла серия стандартных плановых измерений (изоляция, емкость, шлейф, асимметрия), на основании которых делалось предварительное заключение о пригодности линии для ADSL. На этом пути измерителей ждали различные "чудеса". Пример одного такого "чуда" приведен на рис.1.

На рис.1а короткий кабель ТПП 0,5 полностью исправен; прибор Гамма DSL фиксирует уверенный сигнал и максимальную скорость 21696 Кбит/с. Рис.1б демонстрирует жуткую историю – линия бракуется по сопротивлению изоляции, хотя связь может быть вполне успешной (измеритель не знает про замкнутый отвод). Прибор Гамма DSL фиксирует неоднородный сигнал, вызванный отражением, но измеренная скорость составляет 19356 Кбит/с. Потери составляют всего 11%. Абонент этого даже не заметит!

К ПУГОВИЦАМ ПРЕТЕНЗИИ ЕСТЬ?

Что нужно абоненту? Ответ на поставленный вопрос очевиден: абоненту нужна скорость. Отчего зависит скорость? От самых разных причин. Как проверить скорость – подключить у абонента модем к компьютеру и снять показания? Если скорости нет – кто виноват? Здесь выясняется, что каждый отвечает только за свою зону ответственности (рис.2), согласно реплике знаменитого артиста, вынесенной в заголовок. И это правильно.



Линейные службы должны отвечать только за свою зону ответственности. Основным критерий для любой зоны – максимально возможная скорость. Переводя на язык линейных служб, это означает, что они должны обеспечить максимально возможный скоростной потенциал линии. Но чем контролировать скоростной потенциал? И самый главный вопрос: как достичь нужного скоростного потенциала?

В принципе, для проверки выделенной линии достаточно использовать ADSL-тестер с эмулятором модема. В случае проблем на линии ADSL-тестер может отыскать проблемный участок, на котором происходят потери скорости. Собственно на этом – на существовании проблемы кабельной линии – роль прибора с эмулятором модема можно считать исчерпанной. Есть ли возможность что-то улучшить и как это сделать, измеритель должен решать сам.

Для устранения причин потери скорости линии ADSL необходимы два условия. Первое условие – наличие инструментария для поиска неисправности линии. Второе условие – технология анализа причин занижения скорости, которая обеспечивает целенаправленное применение инструментария для поиска неисправности.

В качестве инструментов для поиска неисправности линии обычно используют рефлектометр, измерительный мост и многофункциональный частотный измеритель. Современные DSL-приборы высокого класса объединяют все эти функции.

Для анализа причин занижения скорости DSL-приборами исследуется скоростной потенциал линии, который определяется не как "скорость по факту" при установке связи с передатчиком, а в результате измерений сигнала генератора, сканирующего рабочую область частот, и измерения спектральной плотности шума в отсутствие сигнала. Получив эти независимые составляющие, прибор определяет побиновую характеристику скоростного потенциала линии по соотношению сигнал/шум в канале, учитывая стандартную (жестко заданную) ограничительную маску сигнала передатчика DSLAM.

Как следует интерпретировать полученный результат? Полученная побиновая характеристика скоростного потенциала должна сравниваться с расчетной характеристикой. Расчетная скорость – это скорость ADSL-соединения, которую могла бы обеспечить линия той же длины с нормативными параметрами и с нормализованным уровнем шума. Расчетная скорость становится нормативным параметром для анализа скоростного потенциала линии.

Понятие расчетной скорости для выделенной линии, введенное в практику измерений, означает, что измеритель имеет критерий, по которому оценивает качество линии. Расчет скорости основан на теореме Шеннона:

$$V = \frac{4000}{3} \times \sum_i (SNR_i + G - \Gamma - M),$$

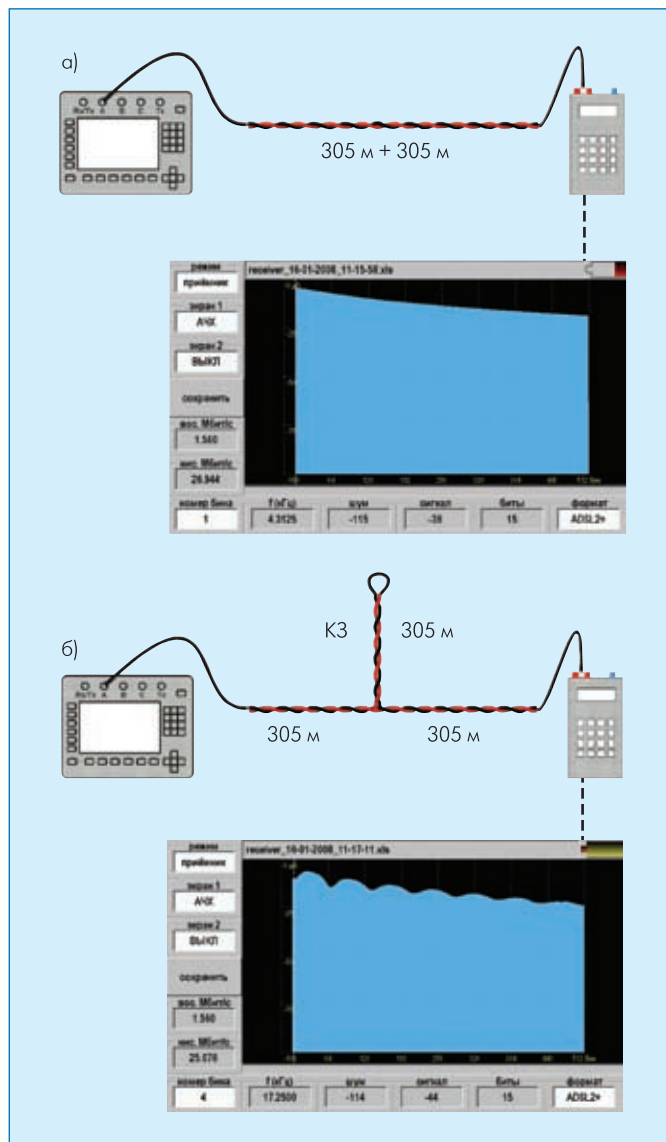


Рис. 1 "Необъяснимые" результаты измерений: линия с короткозамкнутым отводом, которую прибор бракует по сопротивлению изоляции, практически не снижает скорость передачи – она уменьшается всего на 11%

где SNR_i [дБ] – (Signal to Noise Ratio) отношение сигнал/шум в i -м бине, $G = 2$ дБ – "кодовое усиление", связанное с алгоритмом исправления ошибок Рида-Соломона в ADSL, $\Gamma = 9,8 \approx 10$ дБ – постоянная, определяемая допустимым уровнем ошибок $1E-7$, принятым для ADSL, M – запас помехоустойчивости. Обычно в модемах устанавливается не менее 6 дБ. Для учета разброса параметров различных модемов выбрано значение 12 дБ.

Отношение сигнал/шум определяется по двум составляющим:

$$SNR = W_{RX_SIGNAL} - W_{RX_NOISE}$$

Запись имеет линейный вид в логарифмическом масштабе (дБ). Первое слагаемое определяется по модели кабеля, второе – по модели шумов.

Таблица 1. Расчетная скорость ADSL2+ с уровнем шума -110 дБм/Гц

Длина кабеля, м	Скорость, Кбит/с, кабель ТПП 0,4	Скорость, Кбит/с, кабель ТПП 0,5
1000	16 000	18 800
1500	9 300	12 700
2000	5 400	8 400
2500	2 800	5 500
3000	1 400	3 400
3500	600	2 100
4000	200	1 300

И ЧТО? ИЗМЕРИТЕЛЬ ДОЛЖЕН КОРПЕТЬ НАД РАСЧЕТАМИ?

Вовсе нет. Нужно просто воспользоваться прибором, на котором эти модели реализованы. Модель дает побиновую характеристику скорости для кабеля с нормативными параметрами. Результаты расчетов [2] для технологии ADSL2+ со стандартными корреляциями [3] даны в табл.1. Скорости просуммированы по всем каналам с нормативным уровнем белого шума -110 дБм/Гц. Выделены ячейки, где технология ADSL2+ с увеличением длины кабеля превращается в технологию ADSL2.

На рис.3 расчетная скорость и измеренный скоростной потенциал линии одновременно выведены на монитор прибора Гамма DSL после измерения. Приведен пример аномально высокого занижения скорости выделенной линии. В протоколе измерений в строке "Скоростной потенциал" показано, что расчетная скорость (15 944 Кбит/с) гораздо выше измеренной (10 675 Кбит/с), а по графической побиновой характеристике скорости, выведенной на экран вместе с расчетной маской, можно наглядно убедиться, что передача информации обрывается на 424 канале вместо 511-го. Необходимо установить причину аномального занижения скорости.

Причины занижения скорости могут быть различными. Как правило, повреждения кабеля приводят одновременно и к

потере сигнала, и к потере помехозащищенности линии. Для контроля потерь скорости из-за помех используется маска скорости по модели шума. Пример анализа потерь скорости из-за помех показан на рис.4. В верхнем экране выведен измеренный скоростной потенциал линии. Маска показывает, какой скоростной потенциал был бы на этой линии, если бы уровень шума не превышал нормированный уровень -110 дБм/Гц. На нижнем экране проводится измерение спектральной плотности шума в линии. Уровень шума выше нормированного уровня -110 дБм/Гц, особенно в диапазоне SHDSL-частот, используемых соседней линией.

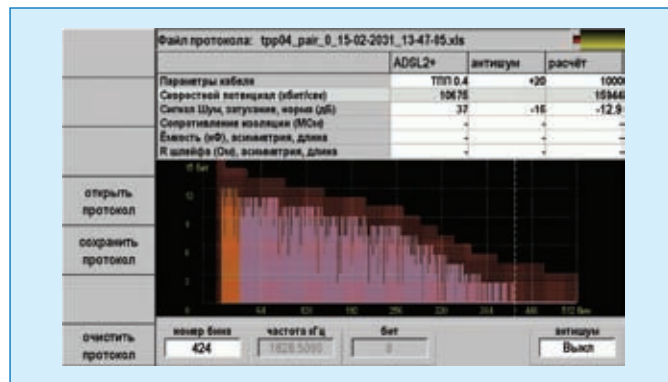


Рис.3 Побиновая характеристика скорости, измеренная на кабеле ТПП 0,4 длиной 1 км прибором Гамма DSL (приложение "паспорт ADSL"); фон – расчетная характеристика, где ADSL2+ использует все каналы (бины); в измеренном скоростном потенциале передача информации к абоненту обрывается на 424 канале (бине)

В приведенном примере анализ потерь скорости, проведенный прибором, показывает, что линия потеряла помехозащищенность. Это достаточно сложный случай в измерительной практике. Потерю помехозащищенности обычно вызывает разбалансировка пары. Возможные причины указаны в табл.2. Особенно тяжело локализовать плохой контакт в муфте, когда величина омической асимметрии недостаточна для обычного рефлектометрического метода. Для этого случая разработчиками Гамма DSL предложен более чувствительный метод локализации разбалансировки пары вейвлет-рефлектометром [4]. Схема метода локализации разбалансировки линии симметричным вейвлет-рефлектометром приведена на рис.5.

Следует также отметить необходимость оснащения измерительного моста источником повышенного напряжения (мост ИРК-ППО в составе Гамма DSL). Часто помехи в линии вызваны сообщением или утечкой одной из жил, что приводит к потере симметричности линии даже в том случае, когда сопротивление изоляции жилы составляет несколько МОм. Измерительный мост должен надежно локализовать такие повреждения.

Когда потери скорости носят эпизодический характер, для выявления причин требуется длительный мониторинг. Обычно такой мониторинг ведет только учет самих событий: прерываний скорости, импульсных помех. Предпочтительнее,

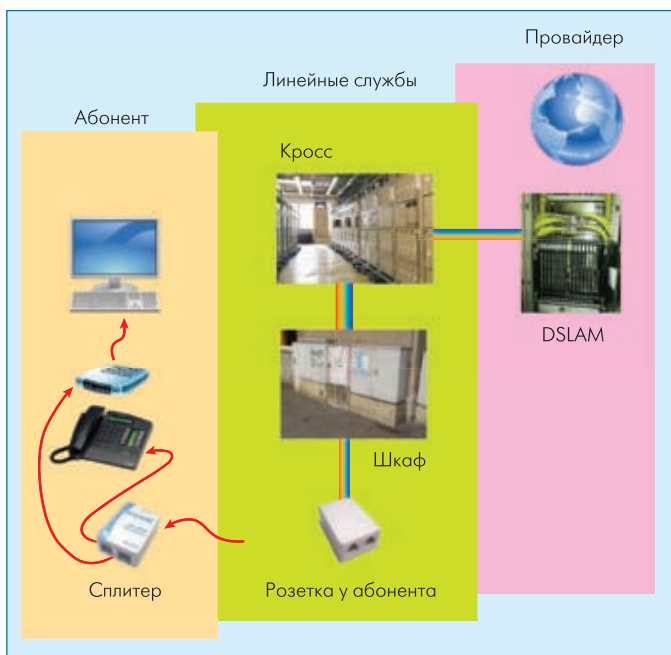


Рис.2 Зона ответственности линейных служб

Таблица 2. Причины потери помехозащищенности кабельной линии

Причина	Метод поиска места	Характерный параметр
Плохой контакт в муфте	Рефлектометр, вейвлет	Омическая и емкостная асимметрия
Сообщение: "Утечка"	Мост 400 В, рефлектометр	Сопротивление изоляции
Разбитость пар	Рефлектометр	Электрическая емкость

когда мониторинг сопровождается измерениями спектра шума и анализом характеристики скорости. В этом случае представляется возможным по зафиксированным измерениям определить причину прерываний скорости (рис.6).

Другими словами, при любых вариантах потери скорости в выделенной линии требуется провести измерения в три этапа:

1. Измерение скоростного потенциала линии (непосредственно или в мониторинге).
2. Сравнение полученного результата с расчетной моделью, использующей нормативные параметры, и анализ причины потери скорости.
3. Поиск неисправности линии соответствующими методами и средствами.

Третий этап измерений в этой схеме является логическим продолжением второго, где нормативный параметр применяется не только для оценки состояния линии, но и в качестве

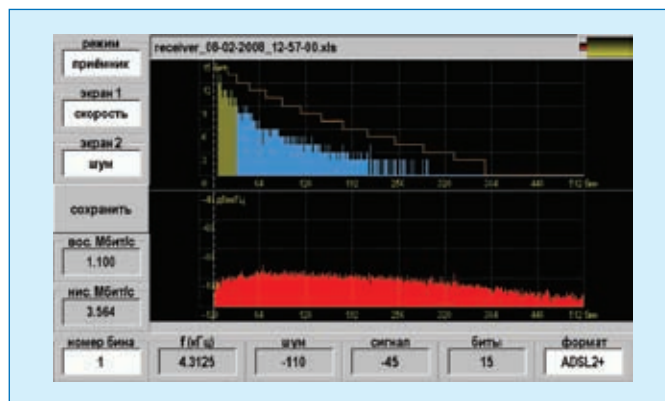


Рис.4 Измерение скоростного потенциала выделенной линии прибором Гамма DSL – потери скорости (верхний экран) вызваны помехами от соседней линии SHDSL (нижний экран)

инструмента устранения причин неисправности. Почему это важно? До последнего времени между первым этапом по измерению скорости (или скоростного потенциала) и третьим этапом поиска неисправности существовал разрыв. Измеритель попадал в сложную ситуацию. В случае проблемы на линии ему предлагалось попросту проводить всевозможные измерения, входящие в арсенал имеющегося у него измерительного средства: спектр переходных затуханий, затухание продольной и поперечной асимметрии линии, затухание неоднородности и т.д. Далее измеритель должен выступить в роли эксперта, что предполагает соответствующие навыки

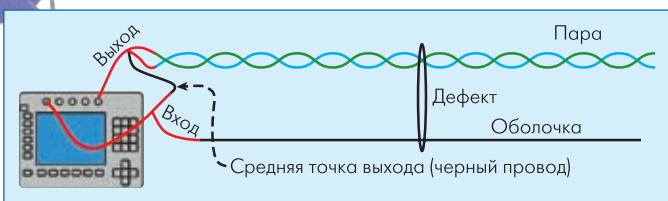


Рис.5 Схема локализации разбалансировки линии симметричным вейвлет-рефлектометром

и уровень подготовки. Выяснилось, что число измерителей, отвечающих этим требованиям в условиях быстро уплотняющихся ADSL-технологий, недостаточно для обслуживания современных сетей.

Новые технологии, применяемые современными измерительными комплексами, должны выполнять работу эксперта, которая прежде отводилась пользователю прибора. Другими словами, новые приборы должны быть проще в эксплуатации, а не усложнять и без того нелегкую задачу измерителя. Мощный инструментальный современного измерительного комплекса управляет логикой экспертного анализа и буквально "шаг за шагом" ведет измерителя по пути устранения ненормативных параметров линии ADSL.

Нормирование выделенных линий ADSL по расчетной скорости – это быстрый и эффективный способ устранения потерь скорости линии ADSL в случаях повреждения кабельной линии. Эффективность метода достигается сочетанием новых измерительных технологий. Сравнение скоростного потенциала линии с расчетной характеристикой и анализ причины занижения скорости линии позволяют целенаправленно применять для локализации повреждений различные методы поиска, которыми обладают современные DSL-приборы высо-

НА РЫНКЕ ИНТЕРАКТИВНОГО МЕДИА ПОЯВИЛСЯ НОВЫЙ КОНТЕНТ-ПРОВАЙДЕР

На международной выставке CSTB'2008, проходившей 4–7 февраля 2008 года в МВК Крокус-Экспо, состоялось открытие уникального контент-провайдера ООО "Контент-Хаус".

На выставочной экспозиции компания представила интерактивные видеослужбы, включающие обширную библиотеку контента для российских и зарубежных операторов интернет и кабельного ТВ. Среди услуг демонстрировались такие сервисы, как:

- видео по запросу (VoD),
- виртуальный кинотеатр (nVoD),
- интерактивные игры (On demand games),
- отложенный просмотр (Time shift),
- сетевой видеоманитфон (NPVR),
- оплата за просмотр (Pay-per-view),
- компьютерные игры (Computer games).

За четыре дня работы выставки на стенде компании "Контент-Хаус" побывало более 500 компаний: операторов связи и кабельного ТВ, системных интеграторов и правообладателей. Посетителей стенда интересовали уникаль-



Рис.6 Мониторинг прерываний скорости прибором Гамма DSL

кого класса. Дополнительную информацию о применении наших приборов для поиска повреждений в линиях ADSL можно найти на нашем сайте www.svpribor.ru.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скаковский В.А., Горохов В.М. Что измерять в линиях ADSL? – Вестник связи, 2007, № 11.
2. Горохов В.М., Скаковский В.А., Сергеев Д.В., Столяров В.С. Расчет скорости линии ADSL. – Вестник связи, 2008, № 2.
3. ANSI T1.417 Spectrum Management For Loop Transmission Systems. T1E1.4/2000-002R6.
4. Горохов В.М., Сергеев Д.В., Столяров В.С., Скаковский В.А. Локализация сосредоточенного нарушения балансировки пары рефлектометром. – Вестник связи, 2007, № 8.

ные услуги компании в области предоставления видеоконтента, технические требования к оборудованию операторов для интеграции с серверами контент-провайдера, вопросы защиты и проблемы лицензирования контента и правовая база его использования. Предложения Контент-Хаус заинтересовали также правообладателей, как новый способ дистрибуции контента.

В рамках выставки CSTB'2008 проходила конференция. Доклад генерального директора компании ООО "Контент-Хаус" Романа Кургузова на тему "Как оператору разбогатеть на контенте" был выслушан с большим интересом.

Презентация посвящалась актуальным для операторов темам: возможности увеличения спектра предлагаемых услуг за счет интерактивных сервисов, увеличение эффективности инвестиций в развитие IPTV-решений при сотрудничестве с контент-провайдером. Центром внимания стали самые прогрессивные форматы и направления: платное кабельное и спутниковое ТВ, IPTV, HDTV, мобильное ТВ, контент, широкополосные технологии и спутниковая связь.

