

ТЕСТОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ADSL-ЛИНИЙ СО ВСТРОЕННЫМ МОДЕМОМ

О. Жуленко,
руководитель софт-проекта
ООО "Связьприбор"

В статье обсуждаются вопросы оценки качества выделенных линий широкополосного доступа с помощью тестового оборудования со встроенным модемом. Этот достаточно простой способ основан на стандартной процедуре установления ADSL-соединения линии и зачастую позволяет оценить качество линии в целом.

Для быстрой оценки качества выделенных линий широкополосного доступа ряд тестовых приборов использует стандартную процедуру тестирования линии посредством соединения ADSL-модема с DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer, мультиплексор доступа цифровой абонентской линии). Конечно же, тестировать таким образом можно линии, уже подключенные к DSLAM на другом конце. Этот способ тестирования линии весьма популярен. Он прост, поскольку соединение устанавливается автоматически. Кроме того, результат получается в стандартной форме. При этом измеряются такие физические параметры тестируемой линии, как переходная комплексная передаточная характеристика для каждой поднесущей канала, линейный шум покоя для каждой поднесущей канала, отношение сигнал/шум для каждой поднесущей канала, затухание линии, затухание сигнала, запас отношения сигнал/шум, достижимая скорость передачи данных в сети, суммарная мощность передачи на дальнем конце.

Для быстрой оценки качества линии достаточно рассмотреть один параметр – величину максимально достижимой скорости Attainable bitrate (Max Rate) (рис.1). По сути – это скоростной потенциал xDSL-соединения данной линии. На фазе соединения DSLAM вычисляет Max Rate, исходя из измеренного текущего значения отношения сигнал/шум (SNR). Важно понимать, что максимальная

скорость соединения определяется в течение короткого промежутка времени и с помощью передачи маленьких пакетов данных (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.

Чтобы выяснить, как внешние условия влияют на величину Max Rate, нами была использована модель аддитивного затухания. Была выбрана реальная линия с кабелем ТПП-0,5 длиной 1,5 км – стандартная сегодня ситуация. В линию между рабочим DSLAM и модемом был включен магазин затухания. Такая модель описывается формулой на основе теоремы Шеннона:

$$V = 4000 \cdot \frac{1}{3} \cdot \sum_i (\text{SNR}_i + G - U - M),$$

где SNR_i – (Signal to Noise Ratio) отношение сигнал/шум в i -й поднесущей (в канале DMT), дБ; $G = 2$ дБ – кодовое усиление, связанное с алгоритмом исправления ошибок Рида-Соломона в ADSL; $\Gamma = 9,8-10$ дБ – постоянная, определяемая допустимым уровнем ошибок 10^{-7} , принятым для ADSL; M – аддитивная составляющая, в нашем случае регулируемая магазином затуханий; 4000 (Гц) – ширина полосы поднесущей; множитель $1/3 \approx 1/(10 \cdot \lg 2)$ – след-

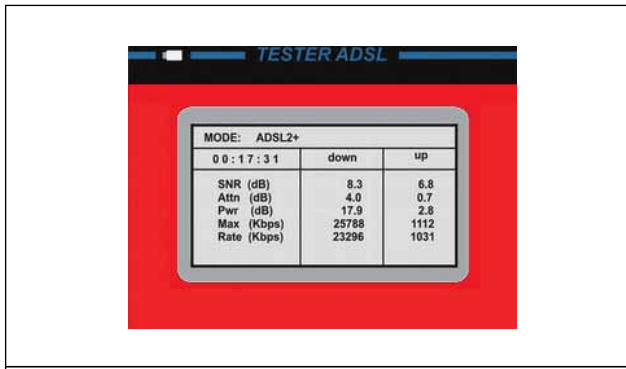


Рис.1. Параметры выделенной линии, измеренные встроенным модемом в приборе TESTER ADSL

ствие перехода от логарифма по основанию 2 в уравнении Шеннона к десятичным логарифмам при представлении SNR в децибеллах.

Выбранная модель характеризуется тем, что она изменяет эффективное значение SNR на каждой поднесущей на одинаковую величину. Это соответствует представлению о белом шуме, равномерно распределенном по рабочим частотам ADSL-линии. Такая картина наиболее близка к взаимному влиянию линий ADSL, когда модемы включены в соседние пары в многопарном кабеле при максимальном уплотнении линий. Увеличение аддитивной составляющей M на величину 10, 20, 30 дБ соответствует

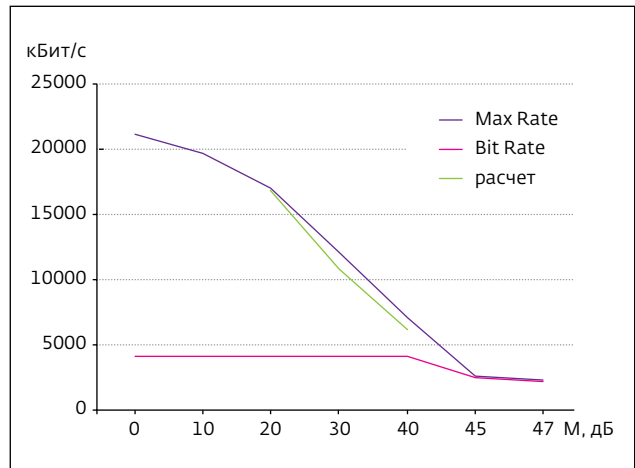


Рис.2. Зависимость скоростного потенциала Max Rate и реальной скорости Bit Rate от аддитивного снижения SNR на величину M

равномерному увеличению уровня шума на такое же значение.

Изменяя M и наблюдая за изменением величины Max Rate при помощи прибора TESTER ADSL, использующего для тестирования линии встроенный модем, мы получили характерные результаты (рис.2). Первоначальное увеличение затухания на величину 10 дБ было скомпенсировано технологическим запасом: в ответ на снижение уровня

полезного сигнала DSLAM поднял мощность передачи с 11 до 17–20 дБ и картина в целом не изменилась. Но на этом запас был исчерпан. С дальнейшим увеличением величины M мы наблюдали заметное снижение Max Rate. При этом реальная скорость (Bit Rate) осталась без изменений. Как только величина скоростного потенциала Max Rate снизилась до установленной скорости соединения, реальная скорость начала снижаться вместе с Max Rate.

В целом, поведение Max Rate в диапазоне стабильного уровня сигнала передатчика ($M = 10\text{--}40$ дБ) соответствует расчету для модели кабеля с различным уровнем белого шума (см. рис.2). В итоге мы видим, что повышение уровня помех уже на 20 дБ создает проблемы для предоставления современных услуг TriplePlay (Интернет, IP-телефония, IPTV), в частности для сервиса IPTV. В любом случае, сильное снижение Max Rate говорит о проблемах в линии.

Тестирование с помощью встроенного модема позволяет получить и более детальную информацию о возможных проблемах в линии. Для диагностики наиболее интересны следующие параметры:

- EFS – количество секунд, свободных от ошибок, когда сигнал был правильно синхронизирован, т.е. общее время качественно работающего канала. Этот параметр считается одним из первостепенных и входит в рекомендации ITU-T G.821 и M.2100 / M.550.
- UAS – количество секунд неготовности канала, начинает отсчитываться с момента 10 последовательных секунд с многократными ошибками (SES, см. ниже), а также с момента потери цикловой синхронизации или сигнала. UAS обновляется после каждых 10 последовательных SES. Этот параметр определяет стабильность работы цифрового канала.
- AS – количество секунд готовности канала, равно длине общего тестового времени минус количество секунд неготовности канала. Вторичный параметр при изменении.
- ES – количество секунд, пораженных ошибками. Общее число секунд со всеми типами ошибок. Ошибочные секунды не считаются во время неготовности канала.

Параметр связан с EFS соотношением $ES + EFS = AS$. Сопоставив количество ошибок с ES, можно судить о типе помехи. Если количество ошибок велико, а ES мало, то на линии присутствует импульсная помеха. Если же количество ошибок примерно равно ES, то на линии постоянная помеха.

- SES – количество секунд с многократными ошибками (с частотой битовых ошибок 10^{-3}). Подсчет SES не производится во время секунд неготовности канала. Из определения видно, что SES входят в состав ES. Параметр SES можно интерпретировать как время чрезвычайно плохого качества канала. Поэтому параметр SES очень важен.
- CRC – число ошибок контрольной суммы. В случае использования CRC часто возникает вопрос о целесообразности проведения анализа по BER, если система и так анализирует параметр ошибки по CRC. Но необходимо учесть два основных принципа использования CRC. Во-первых, каждая ошибка CRC не обязательно связана с ошибкой одного бита информации. Несколько битовых ошибок в одном сверхцикле дадут только одну ошибку CRC для блока. Во-вторых, несколько битовых ошибок могут компенсировать друг друга в смысле значения контрольной суммы CRC. Таким образом, при использовании CRC можно говорить не о параметре ошибки в канале, а только об оценке этого параметра. Тем не менее, CRC является удобным методом контроля ошибок в процессе сервисного мониторинга при работающем канале, когда практически невозможно измерить реальные параметры ошибок по битам.

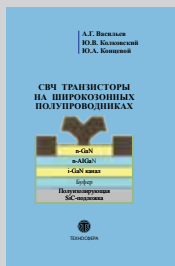
В заключение отметим, что применение встроенного модема в приборах для тестирования ADSL-линий позволяет быстро оценить качество линии в целом и диагностировать некоторые типы неисправностей. Что, конечно, не заменяет более тщательного анализа параметров линии тестовым оборудованием. ■

НОВЫЕ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА "ТЕХНОСФЕРА"

СВЧ-ТРАНЗИСТОРЫ НА ШИРОКОЗОННЫХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Васильев А.Г., Колковский Ю.В., Концевой Ю.А.

МОСКВА: ТЕХНОСФЕРА, 2011. – 256 с.
ISBN 978-5-94836-290-8



Цена: 275 р.

Книга представляет собой учебное пособие по физическим основам и технологии транзисторов на широкозонных полупроводниках. Рассмотрены свойства двумерного электронного газа и физика гетеропереходов, в основном типа AlGaIn/GaN. Дан обзор структур транзисторов на основе широкозонного полупроводника GaN. Рассмотрены структуры транзисторов на алмазе и карбиде кремния, свойства подложек из сапфира, карбида кремния и других материалов, применяющихся для создания гетероструктур. Детально проанализированы методы изготовления гетеропереходов при использовании эпитаксии из металло-органических соединений и молекулярно-лучевой эпитаксии. Дан детальный обзор методов контроля технологических процессов изготовления транзисторов, а также измерения их основных параметров.

Книга предназначена для студентов, обучающихся по профилю 210100 "Электроника и нанoeлектроника". Книга будет полезна также магистрам, аспирантам, инженерам и научным работникам соответствующих специальностей.

КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?

☎ 125319 Москва, а/я 594; ☎ (495) 956-3346, 234-0110; knigi@technosphera.ru, sales@technosphera.ru