

УДК 631.39

Бейсенбай Дэурен Бауыржанұлы – магистрант (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникаций им. М.Тынышпаева)

КОМПЛЕКСНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ И ОТБОРА ЛИНИЙ ADSL

Для тестирования выделенной линии широкополосного доступа ряд измерительных приборов связи используют процедуру соединения с DSLAM [1]. Этот способ очень популярен среди измерителей, поскольку не требует удаленного генератора, отличается мобильностью и сравнительной простотой: соединение осуществляется автоматически, и результат имеет стандартную форму.

Процедура установления связи описывается в стандартах на ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) и важна для понимания процесса адаптации оборудования к качеству линии. Как на абонентской (ATU-R), так и на стационарной стороне (ATU-C) связь устанавливается в четыре этапа (таблица 1).

Таблица 1 – Этапы установления соединения

ATU-C				
Процедуры квитирования установления связи (8.13.2.1 и G.994.1)	Раскрытие канала (8.13.3.1)	Прогон приемопередатчика (8.13.4.1)	Анализ канала (8.13.5.1)	Обмен (8.13.6.1)
ATU-R				
Процедуры квитирования установления связи (8.13.2.2 и G.994.1)	Раскрытие канала (8.13.3.2)	Прогон приемопередатчика (8.13.4.2)	Анализ канала (8.13.5.2)	Обмен (8.13.6.2)

При инициализации измеряются физические параметры тестируемой линии:

- 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 ($ACTATP$).

Качество линии ADSL можно оценить по ряду параметров, наиболее привлекательным из которых является максимально допустимая скорость, т.е. скоростной потенциал выделенной линии в соединении DSLAM-модем. Он должен адекватно отражать качество линии [1-2].

На фазе соединения DSLAM вычисляет максимально возможную скорость Attainable bitrate (MaxRate), исходя из измеренного текущего показателя SNR. Обычно при измерениях бывает непривычно большое значение скоростного потенциала [2]. При попытке обеспечить предоставление пользователю скорости, близкой к MaxRate, часто появляются претензии к качеству просмотра видео и к сервису IPTV.

Важно понимать, что максимальная скорость канала определяется с помощью передачи маленьких пакетов данных в течение короткого промежутка времени. На этой скорости оборудование обменивается кратчайшими сообщениями типа команда-ответ. Если наблюдать линию дольше, то можно заметить кратковременные (и не очень) «провалы» максимальной скорости. Тем не менее, они позволяют оценить физическое состояние линии. Рассмотрим влияние внешних условий на величину MaxRate.

Для оценки используем аддитивное затухание. Выберем реальную линию ТПП 0,5 длиной 1,5 км – стандартная ситуация на сегодняшний день. В нее между рабочим DSLAM и модемом включим магазин затухания. Такая модель описывается по теореме Шеннона формулой:

$$V = \frac{4000}{3} \cdot \sum(SNR_i + G - \Gamma - M), \quad (1)$$

где SNR_i (Signal to Noise Ratio) – отношение сигнал/шум в i -м бине, дБ; $G = 2$ дБ – «кодированное 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 – некая аддитивная составляющая, в данном случае регулируемая магазином затуханий.

Выбранная модель отличается тем, что меняет эффективный SNR на одинаковую величину в каждом бине. Это соответствует представлению о «белом шуме», равномерно распределенном по рабочим частотам ADSL-соединения. Такая картина наиболее близка к взаимному влиянию линий ADSL, когда модемы включены в соседние пары. Это актуально для максимального уплотнения линий.

Увеличение аддитивной составляющей M на величину 10, 20, 30 дБ соответствует равномерному увеличению на такое же значение уровня шума.

Теперь рассмотрим состояние сигнала в работе ADSL-соединения при изменении M .

Все использованные данные были получены с помощью стандартного прибора ИРК-ПРО Альфа [2]. Данный прибор используется для тестирования линии, а для создания эффекта ADSL-соединения к этому прибору был подключен модем. Результаты измерений представлены на рисунке 1.

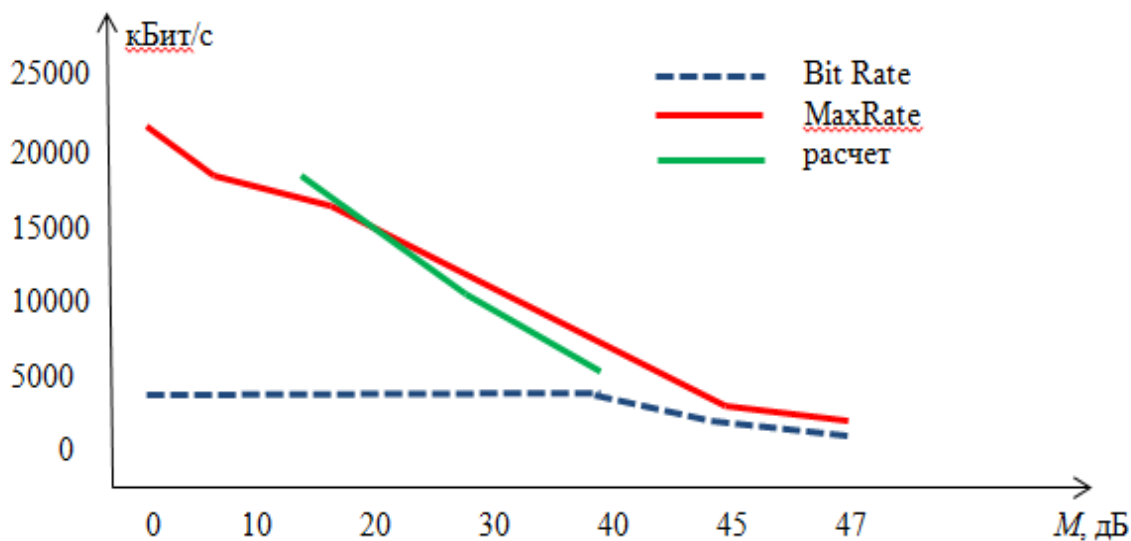


Рисунок 1 – Зависимость скоростного потенциала MaxRate и реальной скорости Bit Rate от аддитивного снижения SNR на величину M

Первоначальный рост затухания на 10 дБ был компенсирован «технологическим запасом» - снижение уровня полезного сигнала DSLAM подняло мощность передачи с 11 до 17-20 дБ. Диаграмма в целом не изменилась. На этом запас был исчерпан. С дальнейшим увеличением M наблюдалось заметное снижение MaxRate. При этом реальная скорость Bit Rate остается без изменений.

Как только величина скоростного потенциала снизилась до установленной скорости соединения, реальная скорость начала снижаться вместе с MaxRate. В целом поведение MaxRate в диапазоне стабильного уровня сигнала передатчика ($M = 10 - 40$ дБ) соответствует расчету модели кабеля [3] с различным уровнем белого шума.

В итоге получается, что уже повышение уровня помех на 20 дБ создает проблемы для предоставления современных услуг Triple Play, в частности, для сервиса IPTV. Возможно ли такое увеличение уровня помех от соседних линий в реальных условиях?

В целом сильное снижение MaxRate в любом случае говорит о проблемах в линии. На исправной линии соседние ADSL-каналы не должны вызывать столь заметного влияния.

Ситуация осложняется на реальных линиях, где пары имеют недостаточную помехозащищенность. Чтобы оценить взаимное влияние линий, обычно измеряют NEXT, поскольку это удобное и всем понятное измерение [3]. В то же время в технологии ADSL большой смысл имеет параметр Equal Level Far End Crosstalk (ELFEXT), или переходное затухание на дальнем конце.

В любом случае измерения требуется проводить в распределительном шкафу на абонентской стороне. Перекрестные измерения достаточно длинные и неудобные, они требуют отключения работающей аппаратуры от абонента. Существует ли способ эффективного отбора пар под дальнейшее уплотнение?

В [3] показано, что взаимное влияние пар определяется их продольным балансом $LBal$. Пары с лучшей балансировкой не только имеют более высокую защиту, но и оказывают меньшее влияние на соседние пары. При выборе нового подключения ADSL параллельно работающим выделенным линиям требуется подобрать пару с лучшим $LBal$, чтобы минимизировать помехи соседних линий и одновременно уменьшить влияние на них.

Вывод. Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод о том, что шум от параллельно работающих линий заметно снижает MaxRate тестируемого подключения. Другими словами, в условиях уплотнения важно выбирать пары на абонентской стороне с таким расчетом, чтобы MaxRate стремился к возможно более высоким значениям. Это не только даст лучший трафик для абонента, но и обеспечит минимальное влияние нового подключения на уже работающей линии. Следовательно, MaxRate может служить комплексным критерием оценки и отбора линий ADSL.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.М. Горохов, В.А. Веслович. Расчет скорости линии ADSL. Вестник связи, 2017г., № 1.
2. Ю.А. Парфенов, Д.В. Сергеев. Проведение испытаний оконечных устройств для определения возможности применения их на цифровых линиях. Вестник связи, 2016 г., №10.
3. В.М. Горохов, В.А. Скаковский, В.С. Столяров. Взаимное влияние цифровых абонентских линий. Вестник связи, 2016, № 8.