

Качество каналов сети ТфОП – опыт внедрения измерительной технологии и системы нормативов

Скоммутированный в сети ТфОП телефонный канал состоит из множества участков и звеньев, находящихся в зоне ответственности не только разных служб, но и разных операторов. Качество такого канала это интегральный показатель качества составляющих, которые в основном нормируются. Например, имеются нормы на внутризональные каналы, на оборудование ИКМ, на физические соединительные линии и т.д. Однако, абонента, устанавливающего телефонное соединение, интересует качество всего коммутируемого канала, которое до 1999 года невозможно было ни оценить, ни измерить.

Специфика коммутируемого телефонного канала заключается в том, что каждое телефонное соединение уникально, т.е. в каждом телефонном соединении имеет место уникальное сочетание участвующих шнуровых комплектов, каналов, групповых устройств и т.п., которое не сможет быть воспроизведено при следующей коммутации. Поэтому нормирование качества коммутируемого канала необходимо производить с использованием статистических методов.

Приказом Госкомсвязи РФ №54 от 05.04.1999 были введены «Эксплуатационные нормы на электрические параметры каналов сети ТфОП», определены способы проведения измерений и статистической оценки качества коммутируемого канала, а так же рекомендован для проведения измерений анализатор TDA-5, который совместно с модемом AnCom и управляющим компьютером образуют комплекс ПАИК. Приказом были определены следующие нормируемые параметры:

- предельное значение остаточного затухания на частоте 1020 Гц,
- амплитудно-частотная характеристика на частотах 1800 и 2400 Гц,
- соотношение сигнал/шум,
- дрожание фазы,
- суммарное воздействие перерывов связи и импульсных помех,
- пропускная способность канала передачи данных, образованного модемами и скоммутированным каналом.

Результаты трех лет измерений каналов коммутируемой сети

В начале работ по измерению и нормированию электрических характеристик коммутируемых каналов ожидалось, что критическим будет влияние низкого качества аналоговых соединительных линий (СЛ). Эти ожидания не оправдались, вероятно, по причине достаточно низкой удельной доли аналоговых СЛ. Так же ожидалось, что основными негативными факторами, влияющими на электрические характеристики коммутируемого канала будут (в порядке убывания влияния):

- конструктивные особенности электромеханических, особенно декадно-шаговых АТС;
- аппаратные повреждения АТС;
- повреждения СЛ.

Результаты практических измерений пересортировали значимость указанных причин, расставив их в обратном порядке. Выяснилось, что кроме перечисленных факторов значительное влияние на качество оказывает неудовлетворительное состояние аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей в ИКМ-системах, что проявляется в повышении уровня сопровождающих шумов и влияет на снижение пропускной способности при передаче данных.

Помимо неудовлетворительного состояния АЦП и ЦАП необходимо отметить наличие ошибок в ИКМ-потоках, вызывающих потерю цикла (или вставку). Согласно устоявшейся практике характеристики ИКМ-системы паспортизируются, система сдаётся под полезную нагрузку и далее «не трогается» до плановой паспортизации или до ремонтных работ, вызванных срабатыванием подсистем диагностики. Деградация же характеристик системы может наступить и ранее планируемого срока.

Выявлены многочисленные факты, когда ошибки в ИКМ-поток вносит АТС, в которую этот поток включён напрямую или через цифро-аналоговые преобразователи. Вид ошибок ИКМ-тракта может быть самым разнообразным - от потерь циклов, при работе АТС в плезиохронном режиме, до кратковременных перерывов связи (несколько десятков миллисекунд). Последний тип ошибок часто наблюдается при работе координатных АТС с оборудованием ИКМ 30/4. Если рассматривать потерю цикла, то беда не в самой потере цикла, а в их количестве в единицу времени. Так одна потеря цикла в минуту приводит к поражению импульсными помехами и перерывами связи 1,7% секундных интервалов, две потери цикла обуславливают 3,3% пораженных секунд и т.д. вплоть до нарушения норматива – см. «Влияние отсутствия синхронизации АТС на характеристики канала» ВС №3, 2002.

Имеются факты, когда низкие характеристики канала объяснялись проникновением в разговорный тракт помех, генерируемых системами электропитания микротелефонной трубки или генераторным оборудованием АТС.

Трёхлетний опыт измерений характеристик каналов коммутируемой сети свидетельствует и о целесообразности введения нормирования дополнительных параметров.

Минимальное остаточное затухание. Существующие нормы разработаны с учетом возможного значительного затухания, характерного для российских сетей; затухание же на фрагментах сети, образованных вновь вводимыми станциями зачастую мало настолько, что при передаче данных с применением телефонных модемов происходит перегрузка приемника модема и, следовательно, снижается скорость передачи вплоть до ее полного отсутствия. Самый частый пример – отсутствие возможности провести измерения посредством комплекса ПАИК по причине перегрузки модема. Нормализующим мероприятием является снижение уровня выходного сигнала модема, однако, «Эксплуатационные нормы...» определяют этот уровень равным минус 10 дБм и поэтому снижение уровня противоречит нормам. Адаптация модема для России обычно заключается в повышении его чувствительности, так как согласно тех же норм допустимая величина затухания в соединении абонент-абонент может достигать величины 42 дБ. Повышение чувствительности модема достигается обычно за счет снижения максимально допустимого уровня входного сигнала, т.к. затруднительно обеспечить работу модема и при высоком, и при низком входном уровне, поэтому допустимость высокого значения затухания противоречит отсутствию ограничения на минимальное затухание, каковое предлагается определить равным 5...7 дБ.

Затухание эхо. Затухание эхо является параметром, влияющим на качество передачи и речи, и данных. Ранее считалось, что проблема малого затухания эхо свойственна, в основном, аналоговым системам передачи; но опыт измерений показывает, что проблема имеет место и для цифровых сегментов сети. Ответ на данный вопрос применительно к свойствам помехозащищенности модемов содержится в статье «Об ограничении скоростного потенциала V.34-модема» см. ВС №4, 2002.

Соразмерность величин затухания в прямом и обратном направлениях. В случаях, когда приём и передача в одном телефонном соединении сильно отличаются по остаточному затуханию, может возникнуть ситуация, в которой абонент, принимающий сигнал с большим затуханием (ему плохо слышно), будет повышать голос, а абонент, принимающий сигнал с малым затуханием, - понижать (ему-то слышно очень хорошо). Для существования "перекоса" затухания нет объективных причин, поэтому нормирование разности величин остаточного затухания в прямом и обратном направлениях в пределах не более 5...10 дБ обеспечит повышение качества сети.

Проблемы организации измерений

Необходимо остановиться на проблемах проведения измерений, вызванных многочисленностью коммутируемых каналов, которые могут быть образованы на сети оператора. Если, например, у оператора «областного масштаба» имеется 300000 абонентов, тогда число всех возможных соединений в сети составит 90 миллиардов. Провести такое количество измерений нереально и необходим компромисс, такой, чтобы иметь возможность задействовать реальное (ограниченное) количество приборных, временных и кадровых ресурсов, а по результатам

измерений обеспечить получение обобщённых сведений и о качестве коммутируемых телефонных каналов, предоставляемых абонентам, и о предполагаемых повреждениях сети. Так в Ярославле была принята следующая схема проведения измерительных работ:

- выделяется около 15 крупных АТС в областном центре и измерения проводятся от одного абонентского номера АТС к одному абонентскому номеру от каждой АТС (из 15), а так же измеряется качество внутрисканционного соединения на каждой АТС; всего измерений $15 \cdot 15 = 225$;
- после анализа результатов первого этапа проводится второй «круг», но с учётом подстанций и выносов;
- проводятся измерения от одного абонентского номера городской телефонной сети областного центра с 3...6 сельских АТС каждого района (из 16);
- при необходимости проводятся внеплановые измерения с номеров реальных абонентов.

Данный подход к организации измерительных работ при вполне разумных затратах обеспечивает мониторинг качества предоставляемых абонентам коммутируемых телефонных каналов и способствует выявлению описанных выше неисправностей на уровне региональной сети. Устранение же неисправностей позволяет добиться улучшения качества передачи речи и повышения пропускной способности каналов передачи данных, образуемых в коммутируемой сети.

Вместе с тем изложенный подход в определенной степени является самодеятельностью, и было бы целесообразным разработать и внести в нормативные документы ныне отсутствующий там алгоритм, который позволил бы оператору связи формализовать выбор схемы и параметров организации измерительных работ.

Проблемы и дополнительные возможности использования комплекса ПАИК

В ходе измерений наблюдались **парадоксы применения комплекса ПАИК**. Так искажения результатов измерений и неудовлетворительная работоспособность комплекса в ряде случаев способствовали отысканию и устранению причин несоблюдения норм и стандартов. Например:

- неустойчивость работы комплекса при отсутствии его заземления, а так же выход комплекса из строя позволили выявить недостатки схем организации электропитания оборудования связи,
- многочисленные разрывы связи при соединениях, в которых используется сигнализация тональными частотами, свидетельствуют о неправильной настройке приёмников тональных сигналов на АТС,
- на некоторых направлениях было зафиксировано отсутствие результатов измерения, причиной чего являлось чрезмерное (более 12 Гц при отраслевой норме 5 Гц) изменение частоты в канале,
- искажение результатов измерений часто свидетельствует о наличии перегрузки измерительного оборудования постоянным током шлейфа и нарушении требований ОСТ 45.54-95, ограничивающего значение максимального тока.

В связи с ростом числа пользователей компьютерных сетей вышла на первый план **проблема определения скоростного потенциала канала коммутируемой сети** применительно к скоростным возможностям современных телефонных модемов. Требования существующих нормативов определяют условия, при которых гарантируется пропускная способность канала передачи данных, образуемого коммутируемым каналом и модемами на скорости 2400 бит/с. Пропускная способность должна составлять не менее 50%, что соответствует значению эффективной скорости передачи около 150 символов/с. С другой стороны, предоставление современных услуг (прежде всего, обеспечение доступа в Интернет) выдвигает требование обеспечения гарантируемой скорости хотя бы на порядок большей. В этой связи представляется необходимым ввести в эксплуатационные нормы данные, которые имели бы статус справочного материала и позволяли бы операторам электросвязи, оказывающим услуги доступа в информационные сети, определять скоростной потенциал используемых для этого каналов (см. «Об ограничении скоростного потенциала V.34-модема» ВС №4, 2002).

Необходимость решения проблемы гарантируемой скорости доступа ставит задачу нормирования частных случаев коммутируемого канала. Например, канала, образованного от «аналогового» абонента к ISDN-абоненту (PRI или BRI). Протокол ISDN используется не только для подключения абонентов в обычном понимании, но и для включения модемных пулов, учрежденческих коммутационных систем, шлюзов IP-телефонии и т.д.. Сложность этой задачи заключается как в разработке нормативной базы для таких каналов, так и в разработке соответствующих измерительных средств.

Перспективы измерений каналов сети ТфОП

Знание конкретных электрических параметров, несоответствующих нормам, позволяет выявлять и устранять причины низкого качества каналов и тем самым обеспечивать повышение качества телефонной и документальной электросвязи. Нормирование электрических параметров коммутируемых каналов необходимо еще и из-за перехода городских телефонных сетей связи России на повременную оплату. При повременной системе оплаты каждая лишняя попытка получить услугу связи приемлемого качества связана с соответствующими затратами. Поэтому при недостаточном уровне качества могут возникнуть и возникают конфликты между абонентами и операторами связи. Предоставление оператором пользователю коммутируемых каналов нормированного качества в принципе устраняет причину подобных конфликтов. Поэтому необходимо продолжить измерения параметров коммутируемых каналов, проводимые операторами связи, усовершенствовав нормативную базу:

- введением дополнительных нормируемых параметров (затухание эхо-сигнала, разность величин остаточного затухания в прямом и обратном направлении, минимально допустимое остаточное затухание);
- уточнением и развитием методики проведения измерений коммутируемых каналов; в частности, необходимо разработать алгоритм, формализующий выбор схемы и параметров проведения измерительных работ;
- введением справочного раздела, касающегося параметров коммутируемого канала, используемого для скоростной передачи данных.

Сведения об авторах

Перетягтько Олег Николаевич

инженер ОАО «Яртелеком»
(0852)73-97-20, 45-21-00
pon@tues.yartelecom.ru
<http://www.yartelecom.ru>

Лазарева Лариса Иосифовна

начальник сектора лаборатории №101 ЦНИИС
(095)165-09-36
cniis@mail.tcu.ru

Кочеров Андрей Владимирович

заместитель директора ООО «Аналитик-ТС»
(095)775-60-11, 775-60-12
andrey@analytic.ru
<http://www.analytic.ru>