

НОРМИРОВАНИЕ И СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КАЧЕСТВА
КОММУТИРУЕМЫХ ТЕЛЕФОННЫХ КАНАЛОВ

1. Актуальность проблемы

В последние годы наряду с увеличением объемов и номенклатуры предоставляемых услуг электросвязи четко обозначилась такая проблема, как качество этих услуг, и, в первую очередь, услуг новых видов электросвязи - документальной электросвязи (ДЭС): передачи данных, факсимильной связи, доступа к глобальным телекоммуникационным сетям (Интернет) и т.п.

К сожалению, опыт показывает, что в ряде случаев сеть не только не может обеспечить высокое качество передачи информации, но новые виды связи просто невозможно реализовать. В связи с этим появились многочисленные компании, обеспечивающие связь высокого качества, в основном, с дальним зарубежьем, но это можно считать лишь временной полумерой, поскольку формирование выделенных сетей с эксклюзивным доступом не может обеспечить быстро растущие потребности общества в ДЭС с любым абонентом Российской и Мировой телефонной сети общего пользования (сети ТФОП).

Очевидно, что только сеть ТФОП с более чем 20 млн. абонентов - это та база, на которой следует наращивать усилия по совершенствованию связи путем реконструкции сети, путем замены устаревшего оборудования и кабелей и некоторой модернизации ее структуры. Однако, подсчет средств, необходимых для этой цели показывает, что такая реконструкция может быть осуществлена не ранее 2005-2010 годов.

А что делать до этого? Лучше использовать то, что мы имеем, повышая качество сети комбинированным методом: заменой устаревшего, выходящего из строя оборудования и совершенствованием эксплуатации еще работающей сети. Часто звучали слова: "Это старье лучше работать не будет, все надо выбрасывать и ставить новые технические средства". Этот лозунг не верен и по форме и по существу! По форме - потому, что в России только 10% нового современного оборудования, т.е. менять надо 90%, а по сути - потому, что и старое оборудование при необходимой профилактике и разумной "точечной" реконструкции сети способно работать и обеспечивать потребности как старых телефонных, так и новых документальных служб электросвязи.

Для эффективной выборочной замены, для повышения общего качества работы сети надо прежде всего знать какая у нас сеть, где слабые места, где можно и должно повышать качество, не дожидаясь полной реконструкции. Качество коммутируемой сети определяется двумя группами параметров:

- качеством установления соединения (потери, отбой, неправильные соединения и т.д.);
- качеством установленного соединения, иными словами, качеством скомутированного канала от абонента до абонента, который и обеспечивает передачу информации.

И, если первая группа параметров, связанная в значительной степени с нагрузкой, все время находилась во внимании и Минсвязи, и эксплуатирующих организаций, то по второй группе параметров измерения не проводились никогда и не проводятся сейчас. Свидетельство этому - отсутствие эксплуатационных норм на параметры скомутированного канала от абонента до абонента по местной, зонавой и междугородной сети, в то время как для первичной сети вышел уже пятый по счету Приказ (Приказ N43) с нормами, в том числе эксплуатационными. РД по ОГСТФС выпущен лишь для проектирования сети и разработки оборудования. Приказ N420 Минсвязи СССР, выпущенный в 1986 году, охватывает только местную сеть и, по сути, повторяет требования РД. Этот документ не получил развития именно потому, что не содержал эксплуатационных норм и методов оценки каналов коммутируемой сети, а те методы, которые предлагались, не были

подкреплены измерительной базой.

Важно также иметь в виду, что разработка эксплуатационных норм на коммутируемые каналы без создания эффективной системы измерений не будет иметь никакого практического значения. Какой прок от наличия норм, если параметры, ими нормируемые, невозможно, просто нечем померить. Решение проблемы должно быть комплексным: создание норм должно быть подкреплено разработкой методически выверенной и инструментально поддержанной системы измерений.

Этот пробел и призвана заполнить работа, проводимая ЦНИИС совместно с ЛОНИИС и НПП "Аналитик-ТС" – разработать Эксплуатационные нормы на электрические параметры каналов сети ТФОП и систему измерений этих параметров.

2. Факторы, влияющие на качество документальной электросвязи

Прежде, чем говорить о нормировании, необходимо исследовать влияние различных электрических параметров канала на качество связи. По результатам обследования самых сложных С.Петербургской и Московской городских сетей, включая пригородную 5-ти миллионную зону последней, внутрizonовой связи Московской области и ряда междугородных направлений Москвы с городами Екатеринбург, Саратов, Иркутск, Хабаровск, Краснодар, Ростов и др. были определены основные мешающие факторы каналов коммутируемой сети и их воздействие на качество телефонной и документальной электросвязи. К таким факторам относятся:

- остаточное затухание;
- искажение амплитудно-частотной характеристики (АЧХ);
- шумы или соотношение сигнал/шум;
- джиттер (дрожание фазы);
- импульсные помехи;
- кратковременные перерывы связи;
- эхо-сигнал.

Остальные факторы существенно меньше влияют на качество передачи информации. Показательна полученная таблица соотношения причин неустойчивой работы средств ДЭС на реальных сетях (табл. 1)

Таблица 1

Параметры	Местн.сети	Междугор.сети
1. Остаточное затухание и АЧХ	40%	15%
2. Импульсные помехи и кратковременные перерывы	20%	20%
3. Соотношение сигнал/шум	25%	40%
4. Джиттер	10%	5%
5. Эхо-сигнал	-	15%
6. Прочие причины	5%	5%

Конечно, эти данные получены в ограниченном количестве регионов, к тому же весьма специфических, но тем не менее, мы уверены, что в целом по стране картина не изменится существенно.

Найдены и основные причины этих мешающих влияний:

- повышенное остаточное затухание и перекосы АЧХ – за счет физических кабельных пар на абонентских и соединительных линиях;
- импульсные помехи и кратковременные перерывы – за счет декадно-шаговых станций и контактов реле соединительных линий;
- низкое соотношение сигнал/шум – за счет влияния между физическими парами кабелей и каналов ТЧ аналоговых систем уплотнения, а также за счет плохих контактов в декадно-шаговых искателях;
- джиттер – за счет систем Кама и КРР-М на городских сетях;
- большой эхо-сигнал – за счет рассогласования балансных контуров дифференциальных трансформаторов с разными реальными

двухпроводными линиями и использования двухпроводных дифференциальных усилителей на городских физических парах.

Следует отметить, что все эти причины устранимы не только заменой старого оборудования, но и в значительной степени тщательной профилактикой. Иллюстрацией к этому может быть штатная регулировка искателей на ДШС, где в основном и возникают импульсные помехи и кратковременные перебои, которая сокращает число ошибок при передаче информации ДЭС более чем в 10 раз. Однако, удельные веса причин, вызывающих неустойчивую работу ДЭС по табл. 1, – это средние значения в исследованных регионах. Какова же картина на каждой станции, в каждой местной сети, на каждом междугородном направлении? Ответ могут дать только повсеместные измерения на нашей сети, а для этого необходимо интересующие нас параметры пронормировать, измерять и производить сравнение с нормой.

3. Нормирование электрических параметров каналов сети

Прежде всего необходимо определить основные принципы нормирования. Поскольку мы имеем дело с коммутируемой сетью, со случайным последовательным включением отдельных элементов сети, то здесь не применимы принципы классического нормирования: "такой-то параметр не должен иметь значение ниже заданного". Должен быть использован принцип вероятностного нормирования, принцип, который заложен в Рекомендациях МСЭ-Т E.800, X.47 и др.: "вероятность предоставления канала с параметрами хуже заданных не должна превышать определенной величины".

Такой принцип оправдан не только тем, что коммутируемый канал – случайная комбинация из разнообразных элементов, в том числе случайно поврежденных, но и тем, что в коммутируемой сети, в случае получения "плохого" канала ситуация не безвыходная: новый набор номера – новый канал. Важно лишь только, чтобы абонент не столь часто прибегал к необходимости повторения вызова. Как весьма приемлемое было принято значение вероятности получить хороший канал равно 0,9, что согласуется с Рекомендациями МСЭ-Т по нормированию потерь в коммутируемой сети.

В нормы также введены различные показатели в зависимости от структуры сети, прежде всего, по емкости местной сети (чем больше сеть, тем больше последовательно включенных элементов, в первую очередь коммутационных станций, тем параметры должны быть менее жесткими) и, во-вторых, по типу применяемых станций (например, электронная станция и одновременно используемые ею четырехпроводные каналы аппаратуры ИКМ может нормироваться более жесткими значениями некоторых параметров). И, естественно, введены различные показатели для различных участков сети (местные и междугородные каналы).

При этом речь идет о нормах на параметры каналов от абонента до абонента, о нормах, которым должны удовлетворять каналы в эксплуатационных условиях, то, что в Рекомендации МСЭ-Т G.102 называется нормами на качество функционирования, обеспечивающими удовлетворительный уровень обслуживания. Отдельно должны существовать нормы на период настройки и ввода станций и систем передачи в эксплуатацию, нормы для регламентных работ на том или ином участке сети – такие нормы обычно называют настроечными, они определены в инструкциях по эксплуатации оборудования. Трудность состоит лишь в том, что для старого оборудования целый ряд параметров не пронормирован и не входит в объем настроечных и профилактических работ. После принятия предлагаемых эксплуатационных норм придется корректировать инструкции по эксплуатации различного оборудования и вводить туда новые нормативы и методы профилактики.

Каков же должен быть подход к введению собственно нормативов по каждому из параметров? Этот норматив должен быть установлен как компромисс между потребностью потребителя при различных видах связи и возможностями реальной сети. В табл. 2 приведены значения предлагаемых норм на параметры каналов коммутируемой сети.

Таблица 2

Параметры	Местная сеть и внутризонов.		Междугородная сеть
	7 значн.	6 значн.	
Остаточное затухание на $f=1020$ Гц	30 дБ	25 дБ	31 дБ
АЧХ	$f=1800$ Гц	37 дБ	31 дБ
	$f=2400$ Гц	41 дБ	35 дБ
Соотношение сигнал/шум	25 дБ		20 дБ на каналах $L > 2500$ км
Джиттер	15 град		15 град
Импульсные помехи и кратковр.перерывы (% поражен.секунд)			
для ДШС	30%		30%
для коорд.ст.	20%		20%
для электр.ст.	10%		10%

К сожалению, результаты исследования реальных каналов с помощью нового измерительного оборудования, разработанного НПП "Аналитик-ТС" специально для целей нормирования, не позволяют оптимистично смотреть на указанные нормы, они выполняются на многих направлениях сети с вероятностью меньше 0,9. Например, число импульсных помех на коммутируемой сети в десятки раз превышает норму МСЭ-Т и нормы на каналы первичной сети. Уже говорилось, что в таблице норм введены некоторые коррективы, на емкость сети (7, 6 или 5-ти значную систему нумерации местной городской сети), на связи, образуемые электронными АТС, где сама структура связи другая, а качество оборудования значительно выше. Однако существенное число направлений (пучков) не обеспечит столь высокой вероятности (0,9), поэтому предлагается ввести еще 3 градации вероятности 0,66, 0,5 и 0,33. Этот последний норматив может показаться достаточно легко выполнимым, однако практика показывает, что ряду абонентов, чтобы связаться со своим корреспондентом приходится передавать одну факсограмму по 5 и более раз (это вероятность получить нормальный канал менее 0,2).

Эти нормы вероятности или, может быть, классы качества каналов должны вводиться в отдельных регионах или фрагментах сетей после детального анализа причин низкого качества каналов. Например: завышенные длины физических линий, больший чем в среднем по сети удельный вес шаговых станций и т.д. Для стимулирования повышения качества связи для этих районов могут быть введены скидки на тарифы, или обязательный повышенный процент инвестиций или другие, может быть, более эффективные мероприятия, стимулирующие проведение комплекса работ для повышения качества каналов коммутируемой сети.

4. Методика и средства измерений

Однако, нормы только тогда будут эффективны, когда будут разработаны соответствующие методы и средства измерений. Особенно это важно при нормировании коммутируемой сети, где среднее время занятия канала не должно превышать 5 минут и где число возможных путей между каждой парой абонентов множество (100 или более). Совершенно естественно, что перебрать и измерить все каналы доступного пучка невозможно. Поэтому приходится делать сравнительно малую выборку и по ней с определенной надежностью судить о всей генеральной совокупности каналов в пучке.

Сравнительный анализ возможных путей оценки всего пучка каналов по малой выборке показал, что наиболее эффективным методом является метод "толерантных пределов". Исследования показывают, что, в основном, нормируемые параметры в каналах пучка распределены по нормальному закону, для которого можно использовать рассчитанные таблицы выборки методом "толерантных пределов" в сочетании с последовательным анализом оценки полученных результатов после каждого опыта. Расчеты и экспериментальные исследования показывают, что достаточно 15 измерений, для того, чтобы с надежностью 0,9 судить об удовлетворении или неудовлетворении всех случайных членов генеральной совокупности, т.е. всего пучка каналов заданным нормированным значениям.

Из всего вышеизложенного проистекают требования к инструментальным средствам измерения, предназначенным для задачи нормирования и анализа электрических параметров каналов сети ТФОП. Комплекс должен в автоматическом режиме проводить серию измерений с каждым номером сети, указанным в сценарии измерений. При этом в каждом сеансе измерений этой серии комплекс должен:

- набирать номер абонента и устанавливать соединение с аналогичным комплексом;
- производить автоматически измерения канала по всем указанным параметрам в обе стороны;
- с каждым новым измерением проводить статистическую обработку и оценивать соответствие нормам;
- обеспечить время измерения порядка 5-6 минут;
- давать отображение на экране монитора результатов измерения каждого канала и в совокупности, а также выводить эти данные при необходимости на печать;
- вести базу данных результатов всех проведенных измерений и давать оператору возможность поиска и сопоставления результатов конкретных измерений.

5. Программно-аппаратный измерительный комплекс

Для означенных целей фирмой "Аналитик-ТС" разработан программно-аппаратный измерительный комплекс (ПАИК). Разработки этой фирмы в области измерительного и тестового оборудования для аналоговой телефонии хорошо известны на нашем рынке. Большое количество предприятий связи, а также государственных и независимых фирм используют в своей работе анализатор телефонных каналов AnCom TDA-3, который успешно конкурирует с импортными приборами.

Архитектурно ПАИК представляет собой комплекс, включающий анализатор нового поколения AnCom TDA-5, стандартный модем AnCom STE-2442+ разработки того же производителя, стандартной ПЭВМ типа IBM PC и программного обеспечения.

Анализатор AnCom TDA-5 предназначен собственно для проведения измерений. Помимо работы в автоматическом режиме прибор может работать в режиме анализатора в двухпроводном и четырехпроводном режимах и исследовать любой параметр канала в значительно большем объеме в течение любого времени. Это дает возможность не только определить в норме ли каналы сети, но в значительном числе случаев изучить и выявить причину несоответствия параметров норме. Метрологическая состоятельность прибора подтверждена сертификатом Госстандарта России и включением анализатора в Госреестр средств измерений.

Модем в составе комплекса выполняет сугубо коммуникационные задачи. Он предназначен для установления соединения между комплексами, передачи программы измерений удаленному ПАИК и обмена результатами измерений. Надежность модемной связи является определяющей для обеспечения работоспособности комплекса в целом, поскольку измеряемый канал, параметры качества которого именно для передачи данных необязательно являются удовлетворительными, является одновременно и коммуникационным каналом связи между комплексами. Поэтому в состав комплекса включен не любой стандартный модем (хотя дисциплина взаимодействия с модемом позволяет это сделать), а модем с повышенной помехоустойчивостью, предназначенный для работы на каналах самого

плохого качества - AnCom STE-2442+.

Программное обеспечение комплекса предназначено для функционирования на ПЭВМ, входящем в состав ПАИК, и выполняет функции управления комплексом. С помощью ПО осуществляется формирование и редактирование сценариев измерений, управление работой устройств, входящих в состав комплекса - анализатором и модемом, отображение и документирование результатов и ведение базы данных.

В заключение стоит отметить, что комплексное решение задачи нормирования параметров качества коммутируемых каналов телефонной сети общего пользования, включающее как создание собственно нормативной базы, так и инструментальных средств контроля, позволит значительно поднять уровень качества обслуживания клиентов, что неминуемо скажется на благосостоянии отрасли в целом.

Л.И.Зубовский, к.т.н., ст.н.с. ЦНИИС,
А.О.Пасковатый, вед. спец. НПП "Аналитик-ТС".