

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ СВЯЗИ. ГЛАВНОЕ – ИЗМЕРЕНИЕ

А.В. Кочеров, главный метролог ООО «Аналитик-ТС», к.т.н.; andrey@analytic.ru

Ключевые слова: шкала MOS (*Mean Opinion Score* – усредненная оценка разборчивости речи), рейтинг громкости эха говорящего (*Talker Echo Loudness Rating – TELR*), устойчивость, целостность сети, критерии качества передачи речи, контрольные вызовы, метод толерантных пределов, коэффициент потерь вызовов (*КПВ*), класс качества.

История вопроса. В 90-х годах усилиями группы специалистов ЦНИИС под руководством А.С. Юзжалина, Л.И. Зубовского и Н.П. Данышова были проведены работы [1], результатом которых стали «Эксплуатационные нормы на электрические параметры коммутируемых каналов сети ТФОП». Требования были введены приказом Госкомсвязи РФ № 54 от 05.04.1999 как постоянные.

Разработку норм в первой половине 90-х годов инициировала администрация связи, стремясь обеспечить конкурентоспособность услуг национальных операторов сети ТФОП на открывавшемся в то время для иностранных компаний телекоммуникационном рынке страны. При этом основное внимание уделялось качеству услуг документальной электросвязи, реализуемых с применением устройств передачи данных – модемов. Впоследствии аналогичные нормы были приняты в Казахстане (2000 г.) и Белоруссии (2006 г.).

Эти нормативные документы направлены на обеспечение требований к качеству направлений связи в сети. Причем помимо собственно нормативных требований, отработанных в опытных зонах (1994–1997 гг.) и на этапе временного введения норм (1997–1999 гг.) уже в масштабах страны, нормы (приказ Госкомсвязи РФ № 54/1999) содержали методику выполнения измерений (МВИ), направленную на то, чтобы в результате измерений контролируемого направления связи установить для него класс качества. Для этого:

- организуется цикл контрольных вызовов;
- в каждом вызове измеряются нормируемые параметры;
- в цикле выполняется статистическая обработка, позволяющая оценить вероятность p_i несоответствия параметра x_i норме N_i с учетом заданной доверительной вероятности g ;
- т.е. после выполнения каждого вызова в цикле оценивается вероятность несоответствия p_i , а направлению связи присваивается класс качества:
 - 1-й класс, если $p_i < 10\%$ для всех нормируемых параметров x_i при $i = 1, \dots, m$;
 - 2-й класс, если $p_i < 33\%$;
 - 3-й класс, если $p_i < 66\%$;
 - 4-й класс – несоответствие при $p_i > 66\%$ для любого из параметров.

Описанный метод толерантных пределов позволяет определить класс качества направления формально уже после второго вызова, однако принятая методика предполагает, что вызовов в цикле n должно быть от 8 до 15.

Таким образом, качество передачи в традиционной ТФОП с коммутацией каналов было нормативно определено применительно к использованию этой сети для предоставления услуг документальной электросвязи (ДЭ). Следует заметить, что, хотя требования к качеству направлений связи в

сети ТФОП применительно к обеспечению основных функций (надежное установление соединения и передача речи) никоим образом не были детерминированы, контроль параметров, определяющих устойчивость передачи данных (ПД): сигнал/шум, затухание, импульсные помехи, перерывы, джиттер, – обеспечил и должный уровень качества телефонной связи.

В целях реализации процесса выполнения измерений, диктуемых нормами, был разработан программно-аппаратный измерительный комплекс (ПАИК) AnCom, отвечающий «Временным техническим требованиям на программно-аппаратный измерительный комплекс для применения на ВСС России». Требования утверждены Госкомсвязи России 16 марта 1999 г. На соответствие указанным требованиям ПАИК был сертифицирован в 1999 г. и декларирован в 2002 г. в Федеральном агентстве связи. Комплексы AnCom, позволяющие проводить измерения в автоматическом режиме, приобретены всеми филиалами ОАО «Ростелеком» (с 1999 г.); ими оснащены МГТС и ряд операторов ведомственных сетей связи, а также органы Роскомнадзора (с 2003 г.).

Помимо этих норм, ЦНИИС разработал Методические указания Р45.13-2002 «Поиск и устранение причины несоответствия нормам электрических параметров коммутируемых каналов телефонной сети общего пользования».

Текущее состояние. К настоящему времени структура и принципы обеспечения передачи речевых сообщений в сетях фиксированной связи существенно изменились, широчайшее распространение получили сети подвижной связи (СПС), нормативная база значительно дополнена и переработана. Все это требует новых подходов к нормированию качества сети, создания средств измерений (СИ), обеспечивающих контроль сетей связи на иных принципах.

Сегодня услуги ДЭ предоставляются не «поверх ТФОП», а с использованием сложившейся (xDSL) или вновь создаваемой (FTTx, PON) инфраструктуры. Сосуществуют несколько сетей: традиционная фиксированная сеть с коммутацией каналов (TDM), фиксированная сеть с коммутацией пакетов (ME, IP MPLS, IMS) и сеть подвижной связи (GSM, 3G, LTE). В них реализуются услуги телефонной связи, качество которых часто вызывает нарекания, несмотря на применение оборудования последних поколений.

Современный подход к регулированию качества предоставляемых услуг изложен в серии ГОСТов. Первый из них – ГОСТ Р 53724-2009 [2] – определяет схему обеспечения качества услуг связи:

- регуляторы (Росстандарт и Минкомсвязи РФ) разрабатывают перечень нормируемых параметров и задают обязательные нормы;
- оператор соблюдает обязательные нормы качества;
- надзорные органы (Роскомнадзор) контролируют соответствие сетей и услуг оператора обязательным требованиям;
- сертификационные лаборатории по заявке оператора выполняют контроль соответствия сетей и услуг расширенным требованиям;
- основной вид контроля – инструментальная оценка.

Как следует из ФЗ РФ № 102 «Об обеспечении единства измерений» и приказа Минкомсвязи РФ № 184 от 25.12.2009 «Об утверждении перечня измерений...», средства измерений, применяемые для надзора в сфере связи и при оценке соответствия средств связи установленным обязательным требованиям, должны отвечать утвержденному типу, периодически поверяться в территориальных ЦСМ и быть обеспечены МВИ.

Для выполнения измерений показателей качества и устойчивости сетей, а также для контроля соответствия средств связи установленным требованиям к настоящему времени разработаны, сертифицированы Росстандартом и серийно выпускаются средства измерений, обеспечивающие тестирование качества направлений связи в фиксированной и подвижной сетях:

- анализатор систем связи AnCom TDA-9 (Госреестр СИ РФ № 41787-09) и
- автоответчики AnCom AT-9 (Госреестр СИ РФ №49100-12).

Это оборудование позволяет решать несколько задач. Применительно к обсуждаемой теме контроля коммутируемых сетей связи выделим две из них:

Задача контроля устойчивости сетей связи на соответствие «Требованиям к организационно-техническому обеспечению устойчивого функционирования сети связи общего пользования», введенным приказом Мининформсвязи РФ №113 от 27.09.2007, решается

- путем определения коэффициента потерь вызовов (КПВ);
- методом контрольных вызовов (МСЭ-Т E.421. Статистическое обеспечение качества обслуживания; E.424. Испытательные вызовы) автоответчиков, формирующих гармонический сигнал (-10дБм@1020Гц@3с) в ответ на вызов.

Задача определения качества направлений связи решается методом толерантных пределов с использованием двух параметров:

1) оценки качества передачи речевой информации по шкале MOS (Mean Opinion Score – средняя оценка мнений) с использованием речевого материала, подготовленного согласно ГОСТ Р 50840-95 [3]. Оценка осуществляется по алго-

ритму, описанному в рекомендациях МСЭ-Т Р.862 и Р.862.1. Алгоритм сопоставляет два речевых фрагмента – исходный и прошедший через сеть связи. После синхронизации и выравнивания фрагментов выполняется пофреймовое спектральное сопоставление. Взвешиванием и суммированием спектральное несоответствие преобразуется в оценку качества передачи в диапазоне до 4,5 балла. Оценка отражает влияния кодеков (вокодеров), затухания, шумов, помех, спектральных искажений, ограничение амплитуды (нелинейные искажения), нарушение синхронности передачи (джиттер задержки), наличие перерывов связи (пропусков фреймов) и т.д.);

2) рейтинга эха по характеристикам TELR (Рекомендация МСЭ-Т G.131 определяет нормы для характеристик затухания эха в зависимости от задержки эха – «рейтинг громкости эха говорящего»).

Контроль качества и устойчивости любых сетей связи организуется путем создания измерительных сетей для мониторинга (задачи оператора) или использования мобильных комплектов (задачи надзора – инспекционный контроль).

Помимо контроля сетей, указанные СИ могут применяться при определении соответствия средств связи обязательным требованиям приказов Минкомсвязи РФ:

- № 184 от 25.12.2009 «Перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в части компетенции Министерства связи...»,
- № 106 от 11.09.2007 «Правила применения оборудования транзитных, оконечно-транзитных и оконечных узлов связи...»,
- № 102 от 29.08.2005 «Правила применения оконечного оборудования, подключаемого к двухпроводному аналоговому стыку телефонной сети...».

Возможности контроля качества услуг связи в отрасли. Правила оказания услуг связи закреплены в ряде нормативных документов. Так, в соответствии с «Правилами оказания услуг телефонной связи», утвержденными Постановлением Правительства РФ № 1235/1997, оператор ответственен перед абонентом за объявленное качество услуг, а согласно «Правилам оказания услуг подвижной связи» (Постанов-

The advertisement for AnCom.ru features a word cloud of technical terms related to telecommunications and data transmission. The terms include: SHDSL, системы передачи, VoIP, сети связи, ТфОП, СпСС, ADSL2+, сертификация, кабели, анализаторы, каналы и тракты, поиск неисправностей, E1, VDSL2, СПС, паспортизация, TЧ, GSM, SMS, энергосбережение, АСКУЭ, АСКУПЭ, автоматизация, АСУНО, управление, ZigBee, промышленность, CSD, модемы, диспетчеризация, освещение, ЖКХ, расходомерия, GPRS, АСКУЭ, and АСКУПЭ. The AnCom.ru logo is prominently displayed in the center, with the tagline "Средства измерений связи. Средства передачи данных". A QR code is located in the bottom right corner of the advertisement.

ление Правительства РФ № 328/2005) оператор не должен скрывать от абонента сведения о нормах на качество услуг.

Несмотря на наличие таких постановлений и ГОСТ Р 53724-2009 [2], в настоящее время в отрасли «Связь» отсутствуют нормативные требования к качеству связи, из-за чего ни потребители, ни надзорные органы не могут предъявлять операторам какие-либо претензии. Однако посмотрим на проблему с другой стороны:

- ФЗ РФ № 126 «О связи» требует обеспечения устойчивости *сети*,
- упомянутым выше приказом Минкомсвязи РФ № 113/2007 определены критерии устойчивого функционирования сети,
- *устойчивость* сети есть способность сохранять целостность,
- *целостность* определена как возможность установления соединения и передачи информации, а факт *передачи информации* при телефонном разговоре может быть установлен только на основе критериев качества передачи речи.

Таким образом, чтобы оценить устойчивость, нормативно заданную требованиями к КПВ, следует определить факт выполнения соединения и измерить качество передачи в каждом вызове.

Поэтому, как в 90-е годы контроль сети по параметрам, определяющим устойчивость к ПД, способствовал повышению качества телефонной сети как таковой, так и в настоящее время контроль устойчивости сети с внедрением формальных требований к качеству передачи речи мог бы обеспечить стабилизацию и улучшение качества услуг связи.

Рассмотрим эффективность использования действующих норм устойчивости сетей связи (приказ Минкомсвязи РФ № 113/2007) на примере контроля качества услуг местной связи.

Так как современные сети организуются с применением технологий коммутации пакетов, уместно использовать нормы качества передачи речи, соответствующие именно таким сетям. Введенные рядом приказов Минкомсвязи РФ (№ 15, 44 и 47 за 2008 г. и № 1, 10 и 12 за 2009 г.) «Правила применения узлов связи с технологией коммутации пакетов» определяют качество передачи речевых сигналов нормой не ниже 3,5 балла по шкале MOS, причем контроль выполняется от абонента до абонента.

Следует обратить внимание на то, что требования к устойчивости (приказ Минкомсвязи РФ № 113/2007) относятся к проектированию, эксплуатации и управлению сетями, а обобщенный показатель качества передачи по MOS нормирован применительно к обеспечению задач сертификационных испытаний поставляемого на сеть оборудования.

Первая проблема при обеспечении контроля качества, таким образом, состоит в том, что использование норм сертификации ($MOS > 3,5$) при эксплуатационных измерениях формально недопустимо, а следовательно, необходимо обосновать норму, соответствующую каждому типу сетей связи.

Значение показателя MOS определяется типом используемого кода:

- G.723.1/5,3 кбит/с — $MOS = 3,42...3,68$;
- G.711/64 кбит/с — $MOS = 4,21...4,27$

и дополнительно снижается с ростом нагрузки в сети, о чем свидетельствуют результаты выборочных измерений на одной и той же модернизированной сети:

- задействовано 3% смонтированной емкости портов — $MOS = 3,88...4,33$;
- задействовано 30% смонтированной емкости портов — $MOS = 2,10...4,26$.

Поэтому процесс нормирования представляется весьма непростым. Его целью должна быть выработка столь компромиссного значения нормы, чтобы для обеспечения должного качества при нормативной задержке в часы наибольшей нагрузки (ЧНН) не требовалось бесконечно уметь узлы сети для пропуска трафика.

Вторая проблема заключается в том, что в ориентированном на эксплуатацию нормативно-правовом акте (НПА) — приказе Минкомсвязи России № 113/2007 — совершенно отсутствует МВИ. Это не позволяет формально давать расширительное толкование нормированного коэффициента потерь вызовов, оцениваемого с учетом измеряемого в каждом вызове показателя качества по MOS. Впрочем, ввиду отсутствия МВИ любая, даже самая простая, процедура организации контрольных вызовов может быть оспорена.

Третья проблема состоит в несоответствии абонентской сигнализации, реализуемой сетевым оконечным оборудованием, действующим национальным нормам (приказ Минкомсвязи России № 106/2007, определяющий частотный состав, длительность, период...). В списке национальных систем абонентской сигнализации (ответ станции, контроль посылки вызовов, посылка вызовов, занято, отбой, перегрузка), воспроизводимых сетевыми «оконечниками», представлена география всего мира — кроме Russian Federation, что, конечно, странно, тем более что Россия уже вступила в ВТО.

Четвертая проблема — несоответствие параметров стыка FXS/FXO правилам применения оконечного оборудования (приказ Минкомсвязи России № 102/2005: уровни, импедансы...). Две последние проблемы при формальном подходе должны приводить к констатации того, что потери вызова будут тождественно равны 100% независимо ни от чего, так как сигнализация и стык «не нашей системы». Тут суду в пору дать частное определение в адрес сертификационных лабораторий, пропускающих на сеть несоответствующие «оконечники», — если бы не примеры коварства вендоров, представляющих к испытаниям одни образцы, а позднее поставляющих на сеть оборудование с иными характеристиками.

Пятая проблема — статистическая. Суть ее в избыточно жестком задании норм. Такая жесткость приводит к необходимости выполнения множества вызовов, что формально требует использования чрезмерного количества измерительного оборудования (а значит, высокой затратности на их обеспечение), и уже хотя бы эта причина вынуждает оператора отказываться от измерений. Вторая сторона чрезмерности требований состоит в их повальной невыполнимости, а это порождает такие рассуждения: «Поскольку все и везде так плохо, что и сделать ничего невозможно, то и делать ничего не будем, а бумажку напишем и без всяких измерений».

Так, норма (приказ № 113/2007) для местной сети (более 3000 абонентов) составляет $p = \text{КПВ} < 2,0\%$ при доверительной вероятности $g > 95\%$. Формально, согласно рекомендации МСЭ-Т E.421 (Table 1/E.421), в таком случае следует выполнить 3136 вызовов. Если же решать не измерительную задачу ($1,5 < \text{КПВ} < 2,5\%$), а задачу подтверждения соответствия ($\text{КПВ} < 1,5\%$), то требуемое число вызовов сократится до 2200. Но даже при таком сокращении числа вызовов на современных сетях, характеризующихся значительным временем установления соединения, в период (4 ч) наибольшей нагрузки (ЧНН) потребуются $(30 \cdot 2200) / 4 \text{ ч} = 5$ измерительных каналов.

Следует заметить, что ранее принятые эксплуатационные нормы (приказ Госкомсвязи РФ № 54/1999) были построены для показателя потерь вызовов $p < 10,0\%$ при доверительной

вероятности $g > 90\%$. Кроме того, контроль сети выполнением контрольных вызовов был усовершенствован применением метода толерантных пределов, позволяющего использовать всю получаемую измерительную информацию, а не квалифицировать каждый вызов лишь бинарно (состоялся он или потерян), для чего, кстати, тоже необходимо выполнять сложные и точные измерения. Эти изменения в подходе, как уже было сказано, позволяют сократить необходимое число вызовов до 8–15.

Обеспечение качества услуг связи: программа-максимум.

Для того чтобы обеспечить качество услуг связи, такое качество надо научиться измерять. Причем измерять единообразно и инструментально. Соответствующие стандарты, шкалы и методики существуют. Но их следует узаконить на национальной почве, для чего необходимо:

- внести соответствующие дополнения в закон «О связи» и, помимо требований к обеспечению устойчивости сетей, регламентировать показатели качества услуг связи, тем более что основополагающие ГОСТы на эту тему уже введены;
- разработать единые отраслевые эксплуатационные нормы и МВИ качества;
- ввести в перечень обязательной отчетности операторов планы и результаты постоянного инструментального мониторинга качества связи;

- ввести в состав инспекционных проверок надзорными органами контроль выполнения мониторинга качества или инспекционный контроль качества;

- обеспечить сертификацию сетевого и оконечного оборудования по единым требованиям.

Обеспечение качества услуг связи: программа-минимум.

Так как задачи указанной выше программы весьма объемны, а контролировать качество надо бы, конечно же, еще вчера или хотя бы начать уже сегодня, то на первом этапе предлагается использовать существующую нормативную базу. Для этого ряд перечисленных выше действующих ГОСТов и НПА следует дополнить разработкой МВИ, в которой был бы учтен опыт нормирования электрических параметров сети ТФОП с использованием эффективного метода толерантных пределов, что при минимальных затратах на НИР и оборудование позволяет приступить к контролю и, следовательно, обеспечению качества связи немедленно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка настроечных и эксплуатационных норм на электрические параметры каналов связи телефонной сети общего пользования / Отчет о НИР, шифр 133/93 402. – ЦНИИС, 1995.
2. ГОСТ Р 53724-2009. Качество услуг связи. Общие положения.
3. ГОСТ Р 50840-95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества разборчивости и узнаваемости.

Получено 03.04.12