

УДК 621.396.6.08

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 network analysis. The terms include: SHDSL, системы передачи, VoIP, сети связи, ТфОП, СпСС, поиск неисправностей, E1, VDSL2, СПС, кабели, сертификация, Анализаторы, ADSL2+, каналы и тракты, паспортизация, TЧ, GSM, ZigBee, АСКУПЭ, АСКУЭ, энергосбережение, автоматизация, АСУНО, управление, промышленность, CSD, модемы, диспетчеризация, ЖКХ, освещение, расходомерия, GPRS, АСКУЭ, АСКУПЭ, АСУНО, автоматизация, энергосбережение, управление, промышленность, CSD, модемы, диспетчеризация, ЖКХ, освещение, расходомерия, GSM, ZigBee, АСКУПЭ, АСКУЭ, энергосбережение, автоматизация, АСУНО.

The logo for AnCom.ru 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