

# Поговорить по телефону с комфортом

## Станет ли это возможным?



**Андрей КОЧЕРОВ,**  
к. т. н., главный метролог  
ООО «Аналитик-ТС»

### Есть ли основания для ожидания качественных услуг связи?

Качество сетей связи по-прежнему невысоко. Это удивительно, потому что в отрасли существует конкуренция, как в рамках одной технологии, так и между технологиями связи. Кроме того, доля речевого трафика в сетях отдала эстафету лидерства трафику данных, а о победе цифровых технологий над аналоговыми с их декадно-шаговым треском, шумами и затуханием даже как-то неудобно вспоминать. К тому же ряд постановлений Правительства по правилам оказания услуг телефонной и подвижной связи ответственность за качество возложил на оператора:

- оператор ответствен перед абонентом за объявленное качество услуг<sup>1</sup>;
- оператор обязан не скрывать от абонента сведений о нормативных документах по качеству услуг<sup>2</sup>.

Наконец, введенная с 1 января 2011 г. серия государственных стандартов ГОСТ Р 53724...53733-2009

задает основные категории, в которых следует понимать «качество услуг связи». Стандарты представляют общие положения, термины и определения, принципы и характеристики, посредством которых оценивается качество услуг местной, междугородной, международной и сотовой связи.

В стандарте ГОСТ Р 53724-2009 изложена стройная и очевидная схема обеспечения качества услуг, согласно которой:

- Росстандарт разрабатывает и издает стандарты качества услуг связи;
- Минкомсвязи РФ разрабатывает нормы качества, наполняя их числовым и методическим материалом;
- оператор связи предоставляет услуги с качеством, соответствующим отраслевым нормам, и инициативно ужесточает требования в рамках стандартной системы показателей, демонстрируя свое конкурентное преимущество;
- Роскомнадзор контролирует соответствие фактического качества услуг отраслевым нормам;
- сертификационные лаборатории проводят независимый аудит качества по заявке оператора, результаты которого призваны продемонстрировать превосходство оператора над конкурентами.

Сумма изложенных обстоятельств позволяет утверждать, что вопрос, вынесенный в заголовок раздела, просто не имеет права на существование – предпосылки и основания к обеспечению качества точно имеются. Тем не менее качество по сей день не обеспечено должным образом<sup>3</sup>. Однако прежде чем выполнять дальнейшие построения, следует определиться с тем, что такое «качество связи».

Определившись с пониманием проблем, нужно найти эффективные методы контроля качества. Здесь под

эффективностью следует понимать совокупность вопросов метрологического обеспечения при минимальных затратах на выполнение измерений, поэтому вопросу минимизации времени измерений уделяется в данной статье особое внимание.

### Что такое качество?

Качество не может рассматриваться само по себе, а лишь как составляющая триединой сущности: «КАЧЕСТВО, КОЛИЧЕСТВО, МЕРА – понятия, взаимосвязь между которыми выражает одну из основных диалектических закономерностей... Качество не только выделяет данный объект из массы других, но и позволяет отнести его к видовой или родовой группе объектов, обладающих тем же качеством. Категория количества указывает на степень развития присущих объекту свойств и выражается в числах... Единство качества и количества фиксируется понятием меры»<sup>4</sup>.

Вывод, напрашивающийся из этого определения, таков: для существования объекта необходимо, чтобы он был охарактеризован качественно и количественно с указанием меры, связывающей эти категории.

<sup>1</sup> Постановление Правительства РФ № 1235/1997 «Об утверждении «Правил оказания услуг телефонной связи».

<sup>2</sup> Постановление правительства РФ № 328/2005 «Об утверждении «Правил оказания услуг подвижной связи».

<sup>3</sup> В невысоком качестве связи легко убедиться, настроив FM-приемник на волну радиостанции, где ведущие практикуют разговоры со слушателями по телефону. Прослушивание подобных бесед показывает, что во многих случаях качество передачи речи вполне удовлетворительно, однако значительна и доля звонков низкого качества, причем в особо удручающих случаях радиоведущие, дабы «сохранить лицо», с извинениями вынуждены отказываться от продолжения дальнейшего разговора. Такое «зеркало» отечественных телекоммуникаций доступно для непрофессиональных наблюдений, но отсюда всего один шаг к профессионализации подобного мониторинга.

То есть объект не существует, пока он не охарактеризован качественно и количественно. Эти философские представления<sup>5</sup> нелишне дополнить формализмом стандартов:

- ГОСТ 15467-79: качество продукции – совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением;
- ИСО 8402-94: качество – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности;
- ГОСТ Р ИСО 9000-2008: качество – степень соответствия совокупности присущих характеристик требованиям (требование: потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным)<sup>6</sup>.

Итак, применительно к услугам связи как объектам, качество которых необходимо определить, следует выявить количественные характеристики, которые выражаются только через интерес и ожидания потребителя,

т. е. нет интереса – нет качества, нет объекта. Так, объекта нет, когда еще не сформировался спрос и соответствующие предложения опережают свое время<sup>7</sup>. С другой стороны, в эпоху SMS бессмысленно говорить о качестве услуг телеграфа, да и о телеграфе вообще, поскольку спрос народонаселения на его услуги крайне ограничен. Считая, что спрос на услуги телефонной связи во всех ее проявлениях имеет место, поставим следующий конкретный вопрос.

## Как измерить качество связи?

Отдав должное философии и основополагающим стандартам, перейдем к рекомендациям международного союза электросвязи (ITU-T). Качество передачи речи характеризуется усредненной балльной оценкой мнений экспертов – MOS, выполненной в соответствии с рекомендациями ITU-T P.800:

- шкала соответствует следующим оценкам: «превосходно» = 5; «хоро-

шо» = 4; «удовлетворительно» = 3; «посредственно» = 2; «плохо» = 1;

- диапазон усредненной оценки качества передачи зависит от вида кодека (вокодера) и составляет от 3,52 (G.723.1/5,3 кбит/с) до 4,24 (G.711/64 кбит/с) применительно к тестовым фразам на русском языке;
- зависимость от языка выражена тем выше, чем сложнее кодек (вокодер), и составляет от 3,42 до 3,68 (G.723.1/5,3 кбит/с) и от 4,21 до 4,27 (G.711/64 кбит/с).

Методы, позволяющие инструментально воспроизвести усредненную оценку мнений экспертов о качестве передачи речи по шкале MOS, представлены алгоритмами по рекомендациям ITU-T P.861, P.862 и P.863<sup>8</sup>.

Ориентиром качества передачи является норма MOS>3,5, определенная правилами применения узлов связи с технологией коммутации пакетов (приказы Минкомсвязи РФ № 1, 10, 12/2009 и № 15, 44, 47/2008) для соединения между двумя абонентами. Показатель MOS зависит от типа кодеков и снижается при их

**Таблица 1.**  
Качество передачи по MOS

Условия передачи	Разброс значений MOS, балл	Примечания	
ITU-T G.711 64,0 кбит/с	4,21...4,27	Идеальная сеть без нагрузки	
ITU-T G.723.1 5,3 кбит/с	3,42...3,68		
Вызовы в сети местной связи	4,38	На незагруженной сети Metro Ethernet с дополнительной настройкой чувствительности абонентского терминала	
	3,88...4,33	Сеть практически без нагрузки	Фразы на русском языке в соответствии с ГОСТ Р 50840-95 <sup>9</sup> . Длительность речевого фрагмента 29,5 с
	2,10...4,26	Сеть под нагрузкой	
Вызовы в сети подвижной связи	2,70...3,15	GSM – выборочные измерения	

<sup>4</sup> Философский словарь инженера / Под ред. д-ра философ. наук, проф. Г.С. Арефьевой. – М.: Изд. дом МЭИ, 2010.

<sup>5</sup> Если кто сомневается в справедливости приведенных суждений, пусть отправится в магазин за, допустим, морковкой. Анализируя собственное копание в экспозиции прилавка, сомневающийся непременно почувствует, что он пытается разобраться именно в том, какова у тех морковок длина, насколько приятно они пахнут, не слишком ли зелена у них вершинка, хорошо ли они помыть, а искушенный покупатель придет с нитратометром. То есть, руководствуясь своим опытом, практикующий потребитель стихийно пытается найти меру качественно-количественных характеристик, и если общая оценка оказывается ниже известного только ему предела, покунка не состоится. Это означает, что выложенное на прилавок «ничто» не является «морковкой съедобной», а значит, не будет приобретено, но своим вредным существом принесет убытки по всей производственной цепочке. Определив данную несурзность, серьезные люди, оперирующие в той цепочке, берут на себя труд профессионально определить меру качественно-количественных характеристик морковки, в максимальной степени привлекающих покупателя, но не приводящих к убыткам чрезмерностью требований, конечно. Такой труд выражается стандартами. Если пример с морковкой нехорош, то можно вспомнить, что в мире автопроизводителей считается приличным применять стандарты на звучание выхлопа или захлопывания двери, например. Собственно, именно поэтому не меркнет слава автомобилей центрально-европейских производителей.

<sup>6</sup> Обращает на себя внимание развивающийся на протяжении 30 лет процесс углубления представления стандартизаторов о потребностях, раскрывающих понятие качества.

<sup>7</sup> После первой демонстрации Александром Беллом телефона главный инженер почтовой службы Великобритании заявил: «Если американцам нужен телефон, пожалуйста, это их дело. У нас достаточно мальчиков-рассыльных».

<sup>8</sup> Само по себе определение такого формального алгоритма является великопленной иллюстрацией триединства понятий КАЧЕСТВО, КОЛИЧЕСТВО, МЕРА, найденного применительно к качеству передачи речи в телефонных сетях. В ITU-T была накоплена база высказываний из сотен пар файлов (исходное высказывание и результат его передачи через различные системы связи – P Suppl. 23: ITU-T coded-speech database), в отношении которых аудиторами в рамках P.800-процедур были даны оценки по шкале MOS, и сформированы средние значения для каждой пары высказываний. Накопив объемный материал мнений живых аудиторов, профессионалами был создан компьютерный P.86x-алгоритм, который в соответствии с моделью психофизического восприятия сопоставляет спектральные образы фреймов исходного и результирующего высказываний и вычисляет MOS-оценку с использованием массива весовых коэффициентов. Эти коэффициенты настроены столь точно и компромиссно, что гуманитарный и машинный результаты совпадают с погрешностью ±0,05 балла при шкале в 4,5 балла на всей базе накопленных пар файлов.

<sup>9</sup> ГОСТ Р 50840-95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости.

**Таблица 2.**  
Подтверждение соответствия сети

Норма потерь вызовов	2% местная (> 3000 человек), зонавая, междугородная, международная связь	3% местная связь (н.п. – < 3000 человек)	5% подвижная связь
Условия оценки КПВ, позволяющие с доверительной вероятностью 95% утверждать, что сеть соответствует требованиям, введенным приказом № 113/2007	< 0,426%. Не более одной потери после 235 вызовов	< 0,642%. Не более одной потери после 156 вызовов	< 1,087%. Не более одной потери после 92 вызовов
	< 1,500% после 2200 вызовов	< 2,250% после 1465 вызовов	< 3,750% после 854 вызовов
Измерение КПВ по ITU-T E.421	1,500...2,500% после 3136 вызовов	2,250...3,750% после 2336 вызовов	3,750...6,250% после 1269 вызовов

каскадировании, появлении любых помех, шумов, наличии частотных или временных искажений, перерывов и эхо. Увеличение нагрузки в современных сетях связи приводит к нарушению синхронности и пропаданию части речевой информации, что отражается на снижении MOS, о чем свидетельствует фактический разброс оценки качества, представленный в табл. 1.

## О статистике и эквивалентности качества и устойчивости

Значение показателя качества связи в вызове представляет интерес только тогда, когда таких вызовов в избранном направлении связи много. На практике говорят о статистике. Профессионалы обращают внимание на объем выборки и критерии состоятельности вызова. Ответы на эти вопросы содержатся в многочисленных рекомендациях ITU-T серии E. Рассмотрим лишь две из них:

- объем выборки определяет рекомендация ITU-T E.421; здесь даны сведения о статистически необходимом количестве вызовов, выполнение которых позволяет достоверно судить о величине ожидаемого коэффициента потерь вызовов – КПВ (Percentage rate of failure);

- список категорий, по которым оценивается состоятельность каждого вызова, приведен в рекомендации ITU-T E.42410.

Возвращаясь на национальную почву, вспомним, что выполнением контрольных вызовов определяются показатели устойчивости сетей, чего требует Закон «О связи»<sup>11</sup>. Теперь проследим цепочку: устойчивость<sup>12</sup> характеризуется КПВ и определяется через целостность сети, целостность<sup>13</sup> есть способность к передаче информации, а факт передачи информации при телефонном разговоре невозможно удостоверить без введения критериев качества передачи речи. Таким образом, чтобы оценить устойчивость, нормируемую по КПВ, следует измерить качество.

С другой стороны, ITU-T исходит из того, что показатель потерь вызовов (Percentage rate of failure), определяемый в циклах вызовов, характеризует именно качество услуг связи<sup>14</sup>. Отсюда вывод: устойчивость сетей связи в российском понимании и качество сетей в мировом есть одно и то же, так как характеризуют один и тот же объект – телефонную сеть и объединенные одной мерой – КПВ.

Для получения статистически значимых результатов следует определить необходимое количество вызовов. В табл. 2 представлены три условия применительно к указанным значениям нормы потерь<sup>15</sup>:

первые два соответствуют определению факта соответствия сети нормам, третье – измерению величины КПВ:

- первое – жесткое по потерям в сети (не более одного потерянного вызова в цикле указанной длины), но требующее небольшого количества попыток вызова;
- второе условие соответствует установке порога по КПВ на 25% ниже нормы и требует значительного количества вызовов<sup>16</sup>, но меньше, чем по рекомендации E.421;
- третье относится к сети еще более мягко и непосредственно заимствовано из рекомендации E.421<sup>17</sup>, но требует еще большего количества вызовов.

## От статистики – к критериям качества

Выше уже упоминались, что список категорий оценки состоятельности вызова приведен в рекомендациях ITU-T E.424. Рассмотрим эти критерии подробно (табл. 3, первая колонка), совместив их с теми, которые уже давно приняты в российской практике<sup>18</sup> (см. табл. 3, вторая колонка).

Следует заметить, что использование опыта применения средств измерений на современных сетях местной связи (Metro Ethernet, IP MPLS, IMS) заставляет существенно изменить

<sup>10</sup> ITU-T E.424: Test calls (Испытательные вызовы).

<sup>11</sup> Для сетей электросвязи, составляющих единую сеть электросвязи РФ, федеральный орган исполнительной власти в области связи... устанавливает требования к... организационно-техническому обеспечению устойчивого функционирования сетей связи... (ФЗ РФ № 126 от 07.07.2008, ст. 12).

<sup>12</sup> Устойчивость сетей определена как способность сохранять целостность в условиях эксплуатации (приказ Мининформсвязи РФ № 113/2007 «Об утверждении Требований к организационно-техническому обеспечению устойчивого функционирования сети связи общего пользования», ст. 2 п. 2).

<sup>13</sup> Целостность сети определяется как обеспечение возможностей установления соединения и передачи информации между пользователями (приказ № 113/2007, ст. 2 п. 1).

<sup>14</sup> ITU-T E.421: Service quality observations on a statistical basis (Статистические основания наблюдения качества обслуживания).

<sup>15</sup> В соответствии с требованиями, введенными приказом Мининформсвязи № 113/2007 (Приложение 1) норма для сетей местной (н. п. > 3000 человек), зонавой, междугородной и международной телефонной связи составляет 2%; норма для сетей местной связи (н. п. до 3000 человек) – 3%, для сетей подвижной связи – 5%.

<sup>16</sup> Для доказательства соответствия норме потерь равной  $p = 0,02$  при доверительной вероятности  $\gamma = 0,95$  следует произвести  $n = 2200$

вызовов и применить критерий КПВ  $\frac{s}{n} = \frac{33}{2200} = 0,015$ . К такому результату приводит решение уравнения  $1 - \gamma (S < s) = \sum_{k=0}^s C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$ .

**Таблица 3.**  
Ошибки, фиксируемые при контрольных наборах

Категории ошибок в ходе выполнения испытательных вызовов согласно TABLE 1/E.424		Код и причина непрохождения вызова согласно Методике проведения контрольных наборов для определения качества обслуживания вызовов на телефонных узлах Московской ГТС	Причина непрохождения вызова на современных сетях
Перегрузка сети		Зуммер «Занято» до набора номера, при наборе номера или после полного набора номера	Перегрузка на исходящей стороне и перегрузка на входящей стороне
Ошибки сигнализации	Нет ответа станции	Нет зуммера «Ответ станции» – ОС	Нет ОС – неисправность оконечного устройства
	Нет сигнала контроля посылки вызова	Задержка зуммера «Сигнал контроля посылки вызова» – СКПВ	Нет СКПВ
	Неправильный номер	Нет соединения («тишина» после набора)	Нет соединения
		Искажения номера или плохая слышимость (не получен сигнал автоответчика АО)	
	Другие ошибки	Посторонний сигнал при наборе номера	–
		Зуммер «Занято» при разговоре	Преждевременное разъединение
		Нет зуммера «Занято» после отбоя	Нет сигнала «Отбой»
–		Несоответствие параметров абонентской сигнализации	
Ошибки передачи	Передача невозможна	–	Низкое качество передачи речи. Ненормированное затухание. Перерывы связи из-за потерь пакетов. Несоответствие по задержке и затуханию эхо
	Чрезмерное усиление или затухание	–	
	Шум	–	
	Медленное изменение уровня	–	
	Переходные помехи	Зуммер «Ответ станции» при разговоре	
	–	Посторонние шумы при разговоре	

список ошибок<sup>19</sup>, что отражает третья колонка в табл. 3, и объясняется следующими обстоятельствами:

- возросла задержка передачи сигнала и, следовательно, появилось эхо, компенсация или маскирование которого могут снизить качество передачи;
- перегрузка сети в ЧНН проявляется потерей пакетов, что отражается на возрастании процента перерывов связи, причем часто «в особо крупных размерах»;
- увеличилась задержка СКПВ, часто ответ абонента поступает вовсе без единого СКПВ;
- структура и параметры абонентской сигнализации (уровни, частоты, периоды, длительности и задержки) практически всегда не соответствуют национальным нормам<sup>20</sup>.

## От критериев качества — вновь к статистике

Воспользовавшись материалом табл. 2 и 3 и считая продолжительность ЧНН равной 4 часам, оценим затраты на выполнение контрольных вызовов в двух задачах:

- контроль прохождения вызовов (см. табл. 3 – «Перегрузка сети» и «Ошибки сигнализации»); длительность вызова составляет около 30 секунд, из которых сигнал автоответчика занимает лишь около 3 секунд, а остальное время «съедают» анализ абонентской сигнализации и ожидание установления соединения;
- контроль качества (см. табл. 3 – плюс строка «Ошибки передачи»);

здесь вызов может занять не менее 90 секунд.

Материал табл. 4 показывает, что использование метода контрольных вызовов, обеспечиваемого выполнением значительного количества попыток, целесообразно только при анализе прохождения вызовов. Распространение этого метода на контроль качества требует чрезмерного увеличения канальности измерительных систем<sup>21</sup>.

Надо сказать, что задача снижения количества попыток вызова для определения качества сетей была успешно решена в ЦНИИС<sup>23</sup>. Идея заключается в том, чтобы каждый нормируемый показатель качества включался в свою независимую выборку. Считается, что закон распределения генеральной совокупности случайных значений параметра  $x_i$

<sup>17</sup> Требуемое количество вызовов в рекомендации E.421 определено для иной – измерительной задачи: если истинное значение потерь равно 2% и отражает фундаментальные свойства контролируемой сети, то после проведения 3136 вызовов вероятность того, что результат измерений будет лежать в диапазоне  $1,500 < \text{КПВ} < 2,500\%$ , составит 95%.

<sup>18</sup> Совершенствование бизнеса на основе оценки управления качеством услуг / Под ред. Ю. Мхитаряна и В. Лагутина. – Интерэктом, 2004.

<sup>19</sup> Ошибки передачи речи в сетях подвижной связи во многом схожи с ошибками, указанными для местных сетей. Особо следует отметить наличие эхо при междугородних соединениях мобильных телефонов и при соединениях телефона фиксированной сети с мобильным.

<sup>20</sup> Приказ Мининформсвязи РФ № 106/2007 «Об утверждении «Правил применения... городских автоматических телефонных станций...». Приложение 8. Требования к параметрам акустических и вызывных сигналов...».

<sup>21</sup> Для снижения затрат на приобретение и обслуживание таких измерительных систем можно понизить нормы потерь с гипотетических 2...5% до реальных 8...12%, неспроста же в TABLE 1/E.421 представлены данные по норме КПВ в диапазоне от 2 до 50%. Так, согласно E.421 при норме 10% потребно всего 576 вызовов, а охлаждение амбиций до 20% потребует всего 256 упражнений. Дополнительную экономию может дать снижение уровня доверительной вероятности с 95 до 90%. Любопытна практика измерений КПВ, доступ к тайнам которой открывается, когда соответствующее средство измерений поступает на поверку или в ремонт.

**Таблица 4.** Необходимое количество измерительных каналов при контроле направления связи

Норма потерь вызовов			2% местная (> 3000), зонавая, междугородная, междунациональная связь	3% местная связь (н.п. < 3000 человек)	5% подвижная связь
Контроль в ЧНН	Прохождение вызовов	Измерение по ITU-T E.421	30сх3136/4 ч = 7	30сх2336/4 ч = 5	30сх1269/4 ч = 3
		Подтверждение соответствия	30сх2200/4 ч = 5	30сх1465/4 ч = 3	30сх854/4 ч = 2
	Качество	Метод контрольных вызовов	90сх2200/4 ч = 14	90сх1465/4 ч = 9	90сх854/4 ч = 5
		Метод толерантных границ		90сх15/4 ч = 0,1 <sup>22</sup>	

известен. Тогда, оценив моменты этого закона  $\hat{m}_i, \hat{\sigma}_i$  по выборке  $\{x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in}\}$ , можно при заданном уровне доверительной вероятности  $\gamma$  определить толерантную границу  $T_i^{\max/\min} = \hat{m}_i \pm k(n, \gamma, p_i) \hat{\sigma}_i$  как функцию вероятности  $p_i$  несоответствия контролируемого параметра  $x_i$  нормам  $N_i^{\max/\min}$ . Например, для нормы снизу  $N_i^{\min}$  решение неравенства  $\hat{m}_i - k(n, \gamma, p_i) \hat{\sigma}_i > N_i^{\min}$  позволяет непосредственно определить величину  $p_i$  и таким образом измерить вероятность потерь вызовов, в которых значение параметра  $x_i$  не соответствует норме  $N_i^{\min}$ <sup>24</sup>.

Наихудшее из значений вероятности потерь, полученное для ряда нормируемых параметров  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , считается результатом измерений направления связи  $p = \max(p_i)$ .

Апробация такого подхода была осуществлена на сети связи в период с 1997 по 1999 г., когда нормы обрели статус постоянных<sup>25</sup> и, несмотря на формальную отмену, эффективно применяются по сей день<sup>26</sup>.

Главный результат трудов ЦНИИС состоит в обосновании того, что для

получения статистически достоверной картины достаточно всего 15 вызовов, и это число не зависит от установленной нормы потерь, что на два порядка снижает<sup>27</sup> затраты времени и/или оборудования (см. табл. 4).

## Инструментальное обеспечение и выводы

Средства измерений, допускаемые к применению на сетях связи согласно общим<sup>28</sup> и отраслевым нормам<sup>29</sup> должны соответствовать утвержденному типу СИ. Это означает, что приборы должны быть метрологически обеспечены в Российской Федерации, а руководство

по эксплуатации – информировать пользователя о возможностях и способах организации процедур измерений. Первое условие дает реализуемую в территориальных ЦСМ методику поверки. Второе – предполагает наличие методики выполнения измерений, соответствующей принятым правилам.

Такие приборы для решения описанных задач созданы, обеспечивают контроль и фиксированных сетей, и сетей подвижной связи, представлены автоответчиками и анализаторами AnCom компании «Аналитик-ТС» и определяют характеристики качества и устойчивости сетей, как это описано выше. А это означает, что указанные нормативные требования к устойчивости сетей и качеству связи обеспечены инструментально, и применение этих инструментов совершенно законно.

Осталось немного – применить инструментальный контроль, выявить узкие места, разработать рекомендации и, проводя мониторинг сетей, решить задачу предоставления абонентам возможности разговора по телефону с комфортом. ■



Современные приборы уже не обходятся без встроенных компьютеров, а значит, все результаты и протоколы, если их специально не стерли, доступны персоналу сервис-центров. Так вот, типовая настройка для проверки сети на соответствие норме равной 2% следующая: количество вызовов 100, максимальный процент потерь 2%. Это, наверное, очевидно стихийному измерителю, но с точки зрения математистики позволяет удостовериться только в том, что потери соответствуют норме КПВ < 8%. Данная сноска должна восприниматься не как указание к действию или повод для санкций, а только как материал для обсуждения.

<sup>22</sup> Требуемое количество измерительных каналов, выраженное нецелым числом, не есть предмет для шуток, а лишь демонстрация количества направлений связи, которое может быть проконтролировано одноканальной системой. В данном случае в ЧНН может быть проверено до десяти направлений связи одним измерительным каналом.

<sup>23</sup> Отчет о НИР. Разработка настроечных и эксплуатационных норм на электрические параметры каналов связи телефонной сети общего пользования (часть II). Шифр 133/93-402 // ЦНИИС.1995.

<sup>24</sup> Масштабный множитель при  $\hat{\sigma}_i$  – коэффициент  $k(n, \gamma, p_i)$ . «отодвигающий» толерантную границу от матожидания  $\hat{m}_i$ , уменьшается с увеличением объема выборки  $n$  и возрастает при повышении доверительной вероятности  $\gamma$  и снижении вероятности потерь  $p_i$ .

<sup>25</sup> Об утверждении Эксплуатационных норм на электрические параметры коммутируемых каналов сети ТфОП. Приказ Госкомсвязи РФ № 54/1999.

<sup>26</sup> Отличие описанного метода от применяемого по приказу № 54 состоит лишь в том, что в последнем вычисляется вероятность соответствия норме  $q_i = 100\% - p_i$  и на основе ее значения определяется один из трех возможных классов качества: первый – при  $q_i > 90\%$ , второй – при  $q_i > 66\%$ , третий – при  $q_i > 33\%$ .

<sup>27</sup> Обоснованность такого снижения затрат можно проиллюстрировать еще и так. При простом контроле, когда в каждом вызове измеренный параметр сопоставляется с нормой для выработки бинарного решения о соответствии результата вызова норме, выводится из рассмотрения то, насколько параметр лучше или хуже нормы, т. е. полностью игнорируется распределение значений параметров в выборке. Метод толерантных границ, напротив, тщательно использует все полученные данные, не растрачивая результаты точных измерений параметров понапрасну, чем и обеспечивает свою эффективность. Так, например, если в результате обработки выборки, полученной после  $n = 15$  вызовов, матожидание  $\hat{m}_{MOS} = 3,984$  и СКО  $\hat{\sigma}_{MOS} = 0,244$ , то при нормах  $\gamma = 90\%$  и  $N_{MOS}^{\min} = 3,5$  коэффициент  $k(m = 15, \gamma = 90\%, P_{MOS}) = \frac{3,984 - 3,5}{0,244} = 1,98$ , что позволяет определить

коэффициент потерянных вызовов по MOS  $P_{MOS} = 8\%$ . Если же руководствоваться рекомендацией ITU-T E.421, то для измерения  $P_{MOS} = 8\%$  при тех же условиях следует произвести  $n = 736$  вызовов. Это и есть одна из инноваций, внедрение которых обеспечит модернизацию.

<sup>28</sup> Федеральный закон № 102-ФЗ РФ «Об обеспечении единства измерений».

<sup>29</sup> Приказ Минкомсвязи РФ № 184/2009 «Об утверждении перечня измерений...».