

Качество и устойчивость ТфОП это просто

Проект приказа Минкомсвязи РФ "Об утверждении Требований к построению телефонной сети связи общего пользования" [1] предлагает отменить с 1 января 2011 г. действующие Требования к построению ТфОП, утвержденные приказом №97 от 08.08.2005. Новые Требования определяют порядок использования технологии коммутации пакетов (IP-технология) при построении телефонной сети связи общего пользования (ТфОП) и вносит связанные с этим изменения в требования к архитектуре и функционированию сети.



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

Применительно к проблеме качества и устойчивости в пункте 9 новых Норм указано: "...допускается организация между соединяемыми устройствами каналов связи, не имеющих фиксированной полосы пропускания, при условии обеспечения требуемых параметров качества передачи голосовой и служебной информации".

Принято считать, что качество обеспечивается конкуренцией и техническим совершенством современных средств связи. Но помимо этих локомотивов качество передачи речи с недавнего времени еще и нормируется, например, семейством Правил применения узлов с коммутацией пакетов [2-7].

Устойчивость функционирования сети определяется введенными приказом Мининформсвязи РФ №113\2007 [8] "Требованиями к организационно-техническому обеспечению устойчивого функционирования сети

связи общего пользования" (ССОП), устанавливающего среди прочих нормы потерь вызовов и нормы параметров несущих информационных потоков.

Устойчивость это просто

Введенные нормы [8] определяют требования к сетям связи общего пользования. Этот документ заменил множество норм и инструкций, действовавших до недавнего времени. Новые требования к обеспечению устойчивого функционирования сети касаются местной, зонной, междугородной, международной связи, сети подвижной связи, а так же определяют условия доступа к узлам экстренных служб.

Нормы введены для коэффициента потерь вызовов, для временных характеристик прохождения вызовов и для параметров несущих информационных потоков.

Потери вызовов. В требованиях [8] определены нормы доли несостоявшихся вызовов в общем количестве попыток вызовов. Доля потерь не должна превышать:

- $p = 0,1\%$ — при вызове экстренных оперативных служб;
- $p = 2\%$ — в сети местной телефонной связи (>3000 человек), в сети зонной связи и в сети междугородной и международной телефонной связи;
- $p = 3\%$ — в сети местной телефонной связи (<3000 человек);
- $p = 5\%$ — в сети подвижной связи.

Оценка коэффициента потерь вызова осуществляется по формуле (1)

$$КПВ = \frac{s}{n} 100\% \quad (1)$$

Необходимое количество попыток вызова определяется формулой (2):

$$P(S < s) = \sum_{k=0}^s C_n^k p^k (1-p)^{(n-k)} \quad (2)$$

Здесь $P(S < s)$ — вероятность наступления того факта, что количество потерянных вызовов не превысит s при заданной норме потерь вызовов p и количестве выполненных попыток вызова n .

Применение формул (1-2) дает две расчетные точки, соответствующие решению двух разных измерительных задач (рис. 1):

- когда решение (2) ищется для доверительной вероятности $P(S < s)$, то найденные значения s и n соответствуют следующему утверждению: если после проведения n вызовов число потерянных вызовов больше s , то с доверительной вероятностью P можно утверждать, что норма потерь вызовов p нарушена;

- когда решение (2) ищется для доверительной вероятности $Q = 1 - P(S < s)$, то найденные значения s и n соответствуют иному утверждению: если после проведения n вызовов число потерянных вызовов меньше s , то с доверительной вероятностью P можно утверждать, норма потерь вызовов p соблюдена.

Первая задача решается оператором в том случае, когда необходимо убедиться в неисправности сети. Обстоятельством, приводящим к такой постановке, является, например, жалоба абонента. Вторая задача решается в ходе приемосдаточных испытаний, инспекционного контроля или после устранения неисправностей.

Таблица 1 позволяет при выбранной доверительной вероятности равной 0,95 задать требования к количеству вызовов и оценке коэффициента потерь вызова КПВ.

Временные параметры. В Требованиях [8] указано, что для временных параметров вероятность превышения заданных норм не должна составлять более 0,05. К временным

параметрам относятся следующие:

- время отклика узла связи;
- время установления соединения;
- время выполнения соединения;
- время разъединения.

Эти параметры легко определяются по хронограмме прохождения вызова, а их статистическая обработка в цикле попыток вызовов производится в соответствии с указаниями, представленными в исследованиях ЦНИИС [9].

Суть этих указаний состоит в том, что в ходе исполнения цикла вызовов по каждому параметру накапливается первичный статистический материал, обработка которого заключается в расчете оценок математического ожидания \hat{m} и дисперсии $\hat{\sigma}$, после чего определяется доверительная граница для задаваемого уровня доверительной вероятности согласно (3).

$$X = \hat{m} + k(n, P) \hat{\sigma} \quad (3)$$

Далее значение границы X соотносится с заданной нормой X_n и принимается решение о соответствии или несоответствии параметра требованиям.

Параметры несущих информационных потоков. Определение этих параметров будет рассмотрено в главе о качестве.

Параметры тональной абонентской сигнализации. Сигналы циклограммы вызова могут быть надежно распознаны, если их структура и параметры соответствуют выбранным требованиям. Так правила применения городских АТС, использующих сигнализацию ОКС №7 [10], определяют требования к частоте, уровню, периоду согласно данным табл. 2.

В современной сети формирование абонентских сигналов обеспечивается не столько станционным, сколько оконечным абонентским оборудованием (ADSL-, PON-маршрутизаторы, VoIP-, GSM-, CDMA-шлюзы и пр.).

Списки параметров сигналов акустической сигнализации (Telephony_Tone) этих устройств могут содержать, например, испанскую сигнализацию, замечательную тем, что ее "СКПВ" соответствует нашему "Занято-перегрузка", но реализации с непосредственной поддержкой российской системы (табл. 2), выражаясь политкорректно, редки.

Продвинутые производители (например, Cisco) предлагают весьма сложную, но именно поэтому гибкую систему параметризации и настройки акустических сигналов. В этом случае оператор, проведя расчет констант, может настроить систему в точном соответствии с нормами [10] или иными.

$P(S < s)$ на примере для $n = 400$ и при норме потерь $p = 2\%$

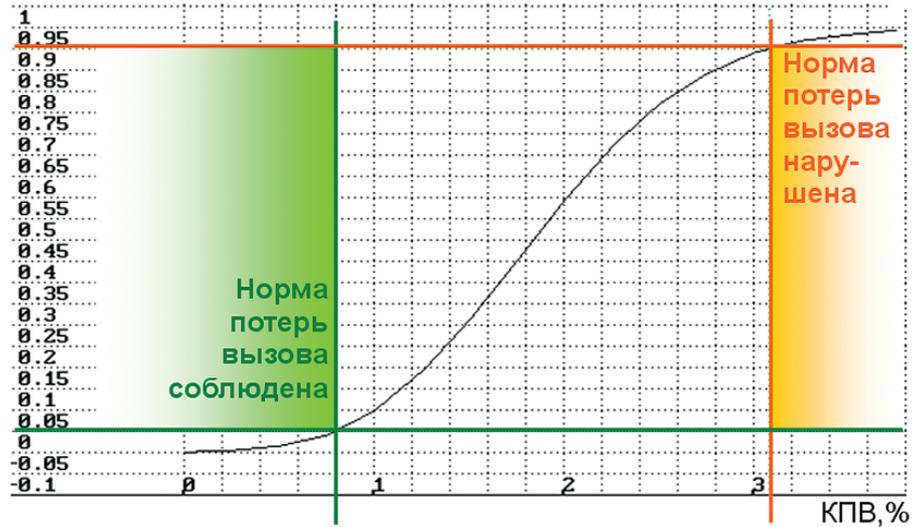


Рис. 1. Доверительная вероятность в зависимости от оценки КПВ после выполнения 400 попыток вызова при заданной норме потерь вызовов 2%

Производители бюджетного оборудования обычно обеспечивают лишь выбор национальной системы из ряда возможных.

В этом случае строгое соответствие получить затруднительно, но в отсутствие реализации российской системы можно рекомендовать настройку Telephony_Tone=Finland.

При этом почти все сигналы будут строго

соответствовать требованиям [10] и даже период сигналов "Занято" и "Отбой", составляя 0,6 с, тоже может "уложиться" в российский допуск 0,6...0,8 с.

Вторым вопросом является установка параметров системы по умолчанию. Тут все зависит от того, для рынка какой страны была изготовлена та партия оборудования, кото-

Таблица 1

Подтверждение неисправности или соответствия сети по потерям вызовов согласно норм, введенных Приказом Мининформсвязи РФ №113\2007

Норма потерь вызовов, %	0,1	2,0	3,0	5,0	Суждение о состоянии сети, обеспечиваемое с доверительной вероятностью равной 0,95
Необходимое количество вызовов	818	41	27	16	Если оценка КПВ, % превышает указанный предел после любого вызова в цикле указанной длины, то сеть не соответствует «Требованиям...»
Оценка КПВ, %	>0,245	>4,879	>7,408	>12,500	
Необходимое количество вызовов	2994	235	156	92	Если оценка КПВ, % не превышает указанный предел по завершении последнего вызова в цикле указанной длины, то сеть соответствует «Требованиям...»
Оценка КПВ, %	≤0,000	≤0,426	≤0,642	≤1,087	

Таблица 2

Нормы параметров абонентской сигнализации в соответствии с Приказом Мининформсвязи РФ №106\2007

Наименование сигнала	Обозначение сигнала	Частота, Гц	Уровень	Период, с
ответ станции	ОС	425±3	-(10±5) дБм	-
сигнал посылки вызова	СПВ	25±2	>220 мВА	5,0±0,5
сигнал контроля посылки вызова	СКПВ	425±3	-(10±5) дБм	5,0±0,5
сигнал «Занято-перегрузка»	Занято-перегрузка	425±3	-(10±5) дБм	0,35±0,05
сигналы «Занято», «Отбой»	Занято, Отбой	425±3	-(10±5) дБм	0,7±0,1

рая, в конце концов, оказалась у оператора и затем у пользователя.

Обычно это двухчастотная US-система ("ОС" = 350 + 440 Гц, "СКПВ" = 440 + 480 Гц, "Отбой" = 480 + 620 Гц), однако может встретиться и двойной "СКПВ" от УК (посылка 0,4 с + пауза 0,2 с + посылка 0,4 с + пауза 2,0 с).

Здесь при всей кажущейся простоте вопроса следует обратить внимание на то, что, хотя оперативное реконфигурирование мультисервисных абонентских устройств и может быть осуществлено с применением протокола TR-069, было бы лучше, если бы при поставках абонентских устройств на сеть параметры по умолчанию уже соответствовали бы требованиям оператора. Опыт же показывает, что практически добиться от вендоров такого счастья крайне затруднительно.

И именно это обстоятельство вынуждает оператора или как-то обеспечивать должную настройку для каждого устройства, или страдать от угрызений собственной совести, стимулируемой предписаниями надзорных органов.

Просто о качестве

Говорить о качестве можно, если сеть устойчиво функционирует. Но верно и обратное, если качество не соответствует норме, то не будет лишним проверить устойчивость. Рядом документов [2-7] определена такая норма: "Требования к качеству передачи речевых сигналов от абонента до абонента ус-

танавливаются не ниже 3,5 баллов, и определяются как среднее значение оценок качества воспроизведения речи по пятибалльной шкале (MOS)".

MOS — практически исчерпывающий показатель качества. Текст рекомендаций ITU-T P.862 [11] и P.862.1 [12], в которых описан алгоритм метода объективного определения оценки MOS (Mean Opinion Score), содержит указания на то, что основной "вклад" в снижение оценки вносит кодек, и обычно стремление увеличить эффективность кодека способствует снижению оценки качества передачи (табл. 3).

Номинальная оценка MOS

Показатель MOS на устойчиво функционирующей сети должен определяться исключительно выбором кодека, и именно неустойчивость функционирования сети может существенно исказить эту оценку. Кроме того, не следует забывать, что развитие МСС только начинается, различные операторы местной связи выбирают различные "кодеки по умолчанию", речевой сигнал многократно испытывает преобразование из формата в формат на стыках NGN и традиционной телефонии, которую принято именовать TDM (Time Division Multiplexing). Тут следует заметить, что в России то, что везде называется TDM, может быть представлено еще и аналоговыми фрагментами с физическими линиями и сис-

темами передачи частотного разделения каналов.

Рекомендация ITU-T P.862 [11] определяет алгоритм оценки слышимого качества воспроизведения фрагмента речи. Оценка слышимого качества LQ (Listening Quality) получается сопоставлением спектров фреймов образца и спектров фреймов принятого фрагмента речи с учетом взвешивания по полосам Барка (логарифмическое уширение эквивалентных полос с ростом частоты). Оценка тем выше, чем лучше спектральное соответствие образцовых и принятых фреймов, длительность которых составляет 32 мс.

Алгоритм P.862 предусматривает временное выравнивание (синхронизацию) каждого высказывания и каждого фрейма. Для обеспечения выравнивания предусматривается основанный на корреляционном анализе двойной механизм:

- "грубое" выравнивание по максимуму корреляционной функции уровней речевой активности образцового и принятого фрагментов речи;
- "точное" выравнивание, при котором для каждого фрейма образца производится поиск его спектрального образа в принятом речевом фрагменте.

В результате такого поиска соответствующих фреймов в отношении каждого фрейма образца формируется одно из трех суждений, вносимое в таблицу оценки фреймов:

- соответствие фреймов определено (фрейму образца найден соответствующий фрейм в принятом фрагменте); задержка вычислена;
- соответствие фреймов определено, однако найденный как соответствующий фрейм в принятом сигнале настолько разрушен, что фрейм считается дефектным;
- соответствие фреймов не выявлено — фрейм считается потерянными.

Обнаружение потерь и искажений фреймов, а также определение величины разброса задержки передачи снижает инструментальную оценку качества в соответствии с тем, как эта оценка была бы снижена аудиторами при прослушивании.

Согласно рекомендации ITU-T P.862.1 [12] для удобства практического применения оценка LQ преобразуется в усредненную оценку мнений по 5-балльной шкале MOS (Mean Opinion Score), и именно показатель MOS является основополагающим для оценки качества передачи речи в любых системах связи.

Таблица 3

Оценка качества передачи речи в зависимости от выбора кодека

Кодирование речи	G.711, G.726, G.728	G.723.1	G.729a, G.729	CDMA (CELP/QCELP)	GSM	MELP	TETRA/ACELP	AMR/ACELP
Номинальная оценка MOS	4,2...4,3	3,7...3,9	3,4...4,0	3,0...4,0	3,6	3,5	3,4	3,8

Таблица 4

Параметры информационных потоков

ITU-T Y.1541		Приказ Мининформсвязи РФ №113\2007	
Обозначение	Наименование	Наименование	Норма для интерактивного трафика – не более
IPDV	изменение задержки пакета IP	разброс задержки передачи	50 мс
IPER	процент ошибочных пакетов IP	доля потерь пакетов	0,1%
IPLR	процент потерянных пакетов IP	доля искажений пакетов	0,01%

Результаты работы механизма фреймовой синхронизации ("точное" выравнивание), необходимого для обеспечения работы алгоритма определения качества передачи R.862 [11], могут быть использованы для оценки параметров информационных потоков, переносящих речевой трафик как в мультисервисных сетях (MCC), так и в системах с IP-технологией.

Взаимосвязь качества и устойчивости. Таблица точных значений задержек передачи обеспечивает возможность определения размаха изменения относительного времени задержки — IPDV. Наличие соответствующих полей в таблице соответствия фреймов позволяет дать количественную оценку долей потерянных фреймов и фреймов с ошибками: IPLR, IPER. Приведенные обозначения заимствованы из рекомендации ITU-T Y.1541 [13] и могут быть соотнесены с нормируемыми в [8] параметрами (табл. 4).

Таким образом, поставив цель определить качество, можно "бесплатно" получить и показатели устойчивости. И наоборот, озаботившись необходимостью оценить показатели устойчивости сети, можно составить представление о ее качестве через оценку MOS.

И именно поэтому оценка MOS может быть применена для контроля:

- традиционных сетей TDM;
- сетей связи нового поколения (NGN);
- сетей связи переходного периода NGN+TDM;
- сетей мобильной связи.

Дополнительно путем соотнесения спектров выровненных принятого и образцового сигналов может быть получена столь привычная для понимания частотная характеристика затухания (АЧХ).

Измерительным сигналом для всех описанных выше задач является фрагмент живой речи, высказывания которого соответствуют требованиям ГОСТ Р 50840-95 [14], например: "В бухту с моря налетел ветерок... Дно у реки хорошее... Мальчик побежал к лагерю...".

Дополнительные параметры качества. Применительно к существу качества современных телефонных сетей помимо контроля передачи речи по MOS можно указать еще два обстоятельства. Это наличие эхо и достоверность передачи DTMF-сообщений.

Эхо говорящего, наблюдаемое непосредственно на абонентском окончании, целесообразно контролировать путем вычисле-

ния запаса рейтинга эхо, шаблон которого задан рекомендацией ITU-T G.131 [15] и содержит характерные точки, представленные в табл. 5.

Достоверность обмена DTMF-сообщениями [16, 17] самым непосредственным образом влияет на отток активных абонентов в сетях мобильной связи и поэтому здесь норма должна составлять 100%, а соответствующие методы контроля должны выявлять причины недостоверности, к которым можно отнести, например, следующие:

- падение уровня DTMF-сигнала на 10...20 дБ на приемной стороне;
- "захлебывание" из-за стандартизации

оборудованием сети длительности DTMF-символов;

- удвоение, искажение, потеря DTMF-символа и пр.

Устранение потерь DTMF-символов может быть обеспечено, например, увеличением количества фреймов кодека, объединяемых в RTP-пакет для переноса (NumTxFrames), однако это приводит к увеличению общей задержки и, следовательно, к снижению рейтинга эхо (табл.5).

Кроме того при увеличении объема RTP-пакета подлежит изучению вопрос снижения качества передачи речи в условиях перегрузки сети.

anCom
Средства измерений связи. Средства передачи данных

Речь

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЕРЕДАЧИ РЕЧИ (LQ, MOS) ОБЪЕКТИВНЫМ МЕТОДОМ ITU-T P.862
Приказами Мининформсвязи РФ №№ 15, 44, и 47 в 2008 г. и Минкомсвязи РФ №№ 1, 10 и 12 в 2009 г. установлены требования для станций и узлов с технологией коммутации пакетов. Качество передачи должно быть не ниже 3,5 баллов по шкале MOS

NGN

Оценка влияния джиттера задержки, потерь и ошибок пакетов, искажений межсетевое преобразования, кодеков и вокодеров ITU-T G.7xx, GSM, CDMA, TETRA, ...

Эхо

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАДЕРЖКИ И ЗАТУХАНИЯ ЭХО ITU-T G.131

DTMF

Контроль достоверности, параметров искажения передачи и запаса помехозащищенности

ССОП

Контроль устойчивого функционирования сети связи общего пользования
Паспортизация в соответствии с требованиями, установленными приказом Мининформсвязи РФ № 113 от 27.09.2007 г.

АНАЛИЗАТОР СИСТЕМ СВЯЗИ ANCOM TDA-9

ООО "Аналитик-ТС"
125424 Москва,
Волоколамское шоссе, 73
тел./факс (495)775-60-11
info@analytic.ru www.analytic.ru

Контроль передачи речи,
паспортизация сетей,
систем и
каналов связи



Рейтинг громкости эхо говорящего (TELR)

Задержка эхо, мс		10	20	40	100	200	400
Затухание эхо не менее, дБ	Допустимый случай (acceptable)	21	25	31	40	47	52
	Предельный случай (limiting case)	14	18	25	34	41	46

Простые средства

Дав обзор некоторых показателей качества и устойчивости, было бы неловко умолчать о средствах измерений (СИ). Контроль качества и устойчивости в соответствии с указанными выше нормативными документами может быть осуществлен как внутри сети, так и снаружи. Но так как пользователю ближе то, что снаружи, то и контроль предоставляемой услуги желательно производить, подключая СИ электросвязи к оконечным разъемам. Такие СИЭ получили широкое распространение в России с 1997 г. и представляют собой комплексы ПАИК и ПАИК-КПВ, способные, однако лишь частично решать описанные задачи. В полной же мере эти задачи решаются анализаторами TDA-9 и E-9 совместно с автоответчиками.

Анализатор TDA-9 формирует цикл вызовов в направлении автоответчика. Тональный автоответчик AT-3 в ответ на вызов отвечает 3-секундным сигналом с частотой 1020 Гц. Речевой автоответчик AT-9 способен проговорить фразы про бухту, реку, мальчика и т.д.

Анализатор TDA-9 определяет потери вызовов, временные параметры, параметры абонентской сигнализации, параметры передачи тонального сигнала от AT-3 или речи от AT-9.

Анализатор E-9, подключенный в режиме мониторинга к стыку E1, по которому, например, осуществляется взаимодействие NGN- и TDM-фрагментов сети определяет условия передачи на этом промежуточном стыке.

В результате работы такого комплекса (рис. 2) накапливаются первичные данные, статистическая обработка которых позволяет оценить состояние сети и вести ее мониторинг. Включение анализаторов в сеть передачи данных оператора позволяет осуществить дистанционное управление анализаторами.

Простые выводы

Качество и устойчивость эксплуатируемых систем и сетей связи не обеспечивается исключительно контролем, но зависит и от соответствия оконечного оборудования, уровень сложности которого стремительно растет, сформулированным требованиям.

В обоих случаях (контроль и сертификация) средства измерений, определяющие внешние показатели сети, "замещающие" конечного пользователя и дающие оценки в его шкале восприятия, работают на обеспечение качества и устойчивости сети.

Два метода контроля — по "внутрисетевым параметрам" и по внешним показателям не являются взаимоисключающими, но лишь дополняют друг друга. А выявляемые противоречия двусторонних оценок состояния сети могут быть использованы не для демонстрации несовместимости методов, но для выявления дефектов сети, способствовавших проявлению этих противоречивых оценок.

1. Парфенов Б.А. VoIP проникает всюду // Вестник связи. — 2010. — №3. — С. 23-24.

2. Об утверждении Правил применения транзитных междугородных узлов автоматической коммутации. Часть II — Правила применения транзитных междугородных узлов связи, использующих технологию коммутации пакетов информации // Приказ Мининформсвязи РФ. — 2008. — №15.

3. Об утверждении Правил применения оборудования транзитных, оконечно-транзитных и оконечных узлов связи. Часть III — Правила применения городских автоматических телефонных станций, использующих технологию коммутации пакетов информации // Приказ Мининформсвязи РФ. — 2008. — №44.

4. Об утверждении Правил применения оборудования транзитных, оконечно-транзитных и оконечных узлов связи. Часть VI — Правила применения комбинированных станций, использующих технологию коммутации пакетов информации // Приказ Мининформсвязи РФ. — 2008. — №47.

5. Об утверждении Правил применения оборудования транзитных, оконечно-транзитных и оконечных узлов связи. Часть VII — Правила применения сельских автоматических телефонных станций, использующих технологию коммутации пакетов информации // Приказ Минкомсвязи РФ. — 2009. — №1.

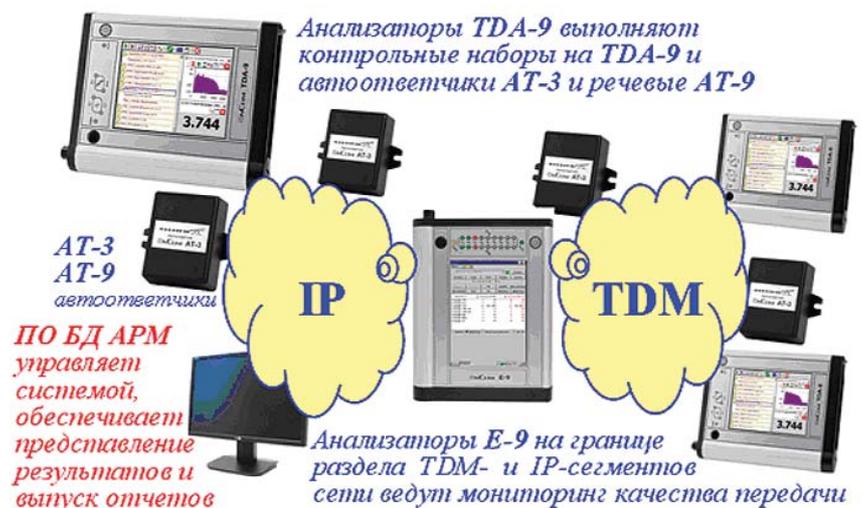


Рис. 2. Размещение СИЭ AnCom на контролируемой сети

6. Об утверждении Правил применения оборудования транзитных, оконечно-транзитных и оконечных узлов связи. Часть IX — Правила применения междугородных телефонных станций, использующих технологию коммутации пакетов информации // Приказ Минкомсвязи РФ. — 2009. — №10.

7. Об утверждении Правил применения оборудования транзитных, оконечно-транзитных и оконечных узлов связи. Часть XI — Правила применения международных телефонных станций и международных центров коммутации, использующих технологию коммутации пакетов информации // Приказ Минкомсвязи РФ. — 2009. — №12.

8. Об утверждении Требований к организационно-техническому обеспечению устойчивого функционирования сети связи общего пользования // Приказ Мининформсвязи РФ. — 2007. — №113.

9. Отчет о НИР. Разработка настроечных и эксплуатационных норм на электрические пара-

метры каналов связи телефонной сети общего пользования (часть II). Шифр 133/93-402 // ЦНИИС. — 1995.

10. Об утверждении Правил применения оборудования транзитных, оконечно-транзитных и оконечных узлов связи. Часть I. Правила применения городских АТС, использующих сигнализацию ОКС №7 // Приказ Мининформсвязи РФ. — 2007. — №106.

11. ITU-T P.862. Perceptual evaluation of speech quality (PESQ): An objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow-band telephone networks and speech codecs (Воспринимаемая оценка качества речи (PESQ): объективный метод оценки качества передачи речи в телефонных сетях с ограниченной полосой передачи и речевых кодеках) // ITU-T 02/2001.

12. ITU-T P.862.1. Mapping function for transforming P.862 raw result scores to MOS-LQO // ITU-T

11/2003 (Функция преобразования исходной P.862 оценки к MOS-LQO).

13. ITU-T Y.1541. Network performance objectives for IP-based Services (Требования к сетевым показателям качества для служб, основанных на протоколе IP) // ITU-T 02/2006.

14. ГОСТ Р 50840-95. Передача речи по трактам связи. Методы оценки качества, разборчивости и узнаваемости // Госстандарт России.

15. ITU-T G.131. Talker echo and its control (Эхо говорящего и управление этим эхом) // ITU T 11/2003.

16. ITU-T Q.23. Technical features of push-button telephone sets (Технические возможности кнопочных телефонных аппаратов) // ITU T 1993.

17. ITU-T Q.24. Multifrequency push-button signal reception (Прием многочастотного сигнала от кнопочных телефонных аппаратов) // ITU T 1993.

anCom

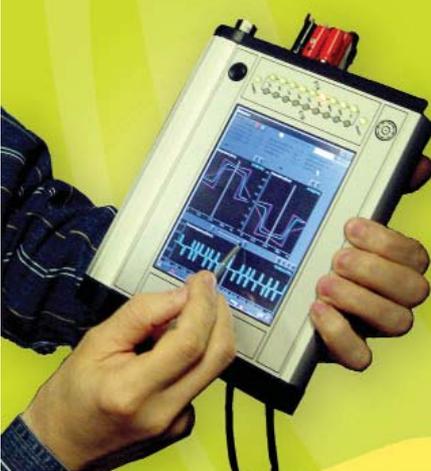
Средства измерений связи. Средства передачи данных

Анализатор цифровых каналов и трактов AnCom E-9

Максимальный набор функций базовой конфигурации

Уникальные сервисные возможности

На базе операционной системы Windows CE®



- Измерения параметров потоков E1 2048 кбит/с: ITU-T G.821, G.826, M.2100; два канала формирования и приема потоков E1
- Паспортизация согласно приказу Минсвязи РФ № 92 от 10.08.96, встроенный расчет норм, формирование отчетов, архив результатов измерений
- Измерение и генерация джиттера, характеристики MTJ и JTF
- Измерение и имитация задержки распространения сигнала
- Анализ формы импульса
- **Совместим с анализаторами AnCom TDA-5 и AnCom TDA-9**
 - Генерация и анализ сигналов тональной частоты
 - Измерение в выбранном КИ затухания, защищенности, уровня шума, психометрического шума, анализ спектра, измерение качества передачи речи
- **Анализ кабелей, используемых для передачи стыкового сигнала E1:**
 - Измерение затухания, уровня сигнала, уровня шума, АЧХ, анализ спектра
 - Рефлектометр
- Контекстный Help со справочными приложениями
- Связь с ПК по USB-интерфейсу, сохранение, печать результатов, модернизация ПО
- Цветной сенсорный экран 5,7" (640x480), управление стилусом или «мышкой»
- Сертификат Ростехрегулирования, номер в Гос. Реестре: 38450-08

000 "Аналитик-ТС" 125424, Москва, Волоколамское шоссе, 73 www.analytic.ru +7(495)775-60-11 info@analytic.ru На правах рекламы