

Показатели функционирования мультисервисной сети связи общего пользования

Б. С. Гольдштейн, зав. кафедрой СПбГУТ, д.т.н., проф.,
М. А. Маршак, начальник научного отдела ЛОНИИС,
Е. Д. Мишин, руководитель сертификационного центра ЛОНИИС,
Н. А. Соколов, профессор СПбГУТ, д.т.н.,
А. В. Тум, ведущий сотрудник Роскомнадзора по Санкт-Петербургу и Ленинградской области

Третья статья цикла из четырех статей наших авторов – ученых и специалистов СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича, ЛОНИИС и Федеральной службы по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций, ЛОНИИС – продолжает обсуждение проблематики контроля показателей качества обслуживания с учетом перехода к сети связи следующего поколения.

Редакция журнала

Показатели функционирования сетей передачи данных

Для нормирования показателей сетей передачи данных в [1] использованы данные, приведенные в рекомендации Международного союза электросвязи (МСЭ) Y.1541. Строго говоря, МСЭ разработал эти нормы для сети связи следующего поколения, основанной на обмене информацией любого вида в виде IP-пакетов. С методологической точки зрения здесь нет никаких противоречий. В сети связи следующего поколения процессы обмена и распределения информации основаны на принципах, свойственных системам передачи данных.

В настоящее время в рекомендации МСЭ Y.1541 установлены показатели для шести классов обслуживания. Кроме того, изучается вопрос о введении еще двух классов обслуживания. В [1] выделены пять классов обслуживания. Им присвоены названия, которые конкретизируют тип обслуживаемого трафика. Классификация пяти классов, специфицированных в [1] и в рекомендации МСЭ Y.1541, приведена в первой таблице.

Таблица 1.

Классификация классов обслуживания для сетей передачи данных	
в МСЭ	в Приложении 1 к [1]
0	Интерактивный
1	Интерактивный при использовании спутниковой линии связи
2	Сигнальный
3	Потоковый
4	Трафик передачи данных, за исключением интерактивного, сигнального и потокового трафика

Следует отметить, что для пятого класса в рекомендации МСЭ Y.1541 ни один из показателей качества обслуживания (QoS) не специфицирован. По этой причине данный класс не включен в таблицу 1.

Далее в этой статье будет использоваться классификация классов обслуживания, предложенная МСЭ. Таблица 1 при необходимости позволяет установить соответствие с классами обслуживания, принятыми в [1].

Средняя задержка передачи пакетов

В течение одного сеанса связи передается большое количество пакетов. Качество обслуживания для сеанса связи в целом зависит от того, как выполняются установленные нормы для основной доли передаваемых и принимаемых пакетов. Это обстоятельство не меняет методологический подход к оценке показателей качества функционирования сети. Правда, весьма существенно трансформируются и методы расчета показателей, а это, в свою очередь, требует разработки новых средств измерения показателей качества функционирования сети и методик обработки полученных результатов. Данное утверждение относится ко всем показателям, касающимся сетей передачи данных.

Нормы на среднюю величину задержки пакетов для пяти классов обслуживания приведены в Таблице 2. Средняя величина задержки пакетов равна математическому ожиданию времени их передачи между терминалами пользователей. Это означает, что нормируемая величина включает все виды задержек пакетов в сети.

Таблица 2.

Класс QoS	Максимальное значение показателя
0,2	100 мс
1,3	400 мс
4	1000 мс

В рекомендациях МСЭ рассматриваемая норма определена для максимальной длины информационного поля пакета, равного 1500 байтам. При значительном времени распространения сигналов соблюдение норм на задержку для нулевого и второго классов обслуживания связано с рядом проблем. Необходимо, в первую очередь, минимизировать задержки, касающиеся формирования пакетов, их пребывания в устройствах коммутации и обработки в приемном оборудовании.

Отклонение от среднего значения задержки передачи пакетов

Для определения данного показателя целесообразно рассмотреть график, который приведен на рис. 1 [2].

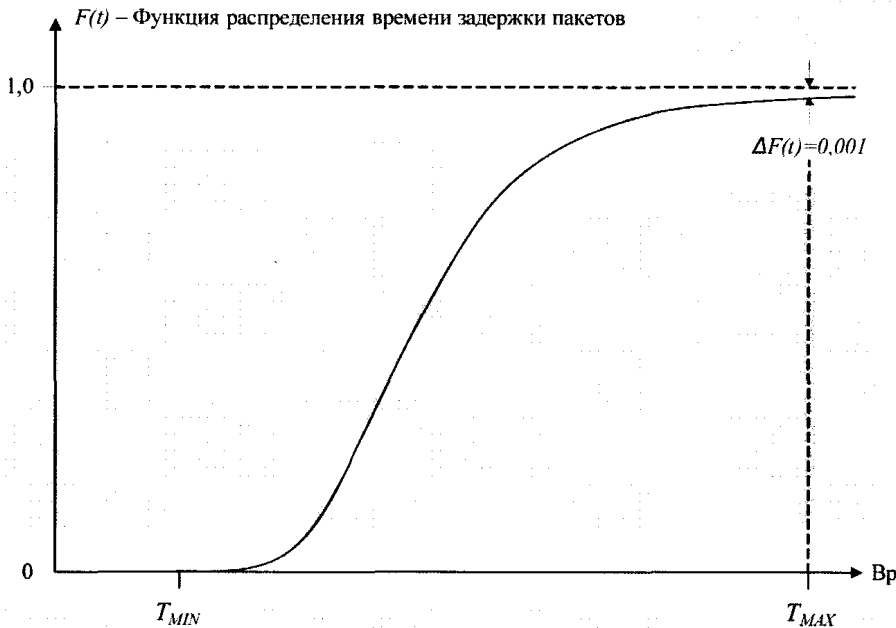


Рис. 1. Типичное распределение задержки пакетов

Он показывает типичное поведение функции распределения времени задержки для пакетов, передаваемых через сеть. Эта функция обозначена на оси ординат как $F(t)$.

Нормируемая величина задается как отрезок времени $T_{MAX} - T_{MIN}$. Значение T_{MIN} равно минимальному времени передачи пакета. Оно определяется при условии, что обработка и передача пакета осуществляется без ожидания в очереди и, кроме того, сами процессы обработки и передачи пакета занимают минимально возможное время, если длительность каждой из этих двух операций представляет собой случайную величину. Величину T_{MAX} можно рассматривать как квантиль функции распределения $F(t)$, который установлен для ее значения в точке 0,999. Это значение получается вычитанием из единицы той нормированной вероятности, которая обозначена на графике как $\Delta F(t)$.

Отклонения от среднего значения задержки передачи пакетов нормированы в [1] и в рекомендации МСЭ Y.1541 только для нулевого и первого классов обслуживания. Нормированное значение рассматриваемого показателя приведено в таблице 3.

Таблица 3.

Класс QoS	Максимальное значение показателя
0, 1	50 мс
2-4	Не устанавливается

МСЭ считает, что приемлемая величина отклонения от средней задержки может достигаться для трактов с пропускной способностью 2048 кбит/с или более. При этом длина информационного поля пакетов не должна превышать 1500 байтов. Кроме того, сама норма 50 мс считается предварительной. Она будет уточняться в процессе анализа качественных показателей, характерных для сетей передачи данных.

Коэффициент потери пакетов

При резких всплесках поступающей нагрузки могут формироваться большие очереди из пакетов, которые должны быть обработаны в оборудовании коммутации. Так как буферная память в оборудовании коммутации ограничена, часть пакетов может быть потеряна.

Потери пакетов возможны и по другим причинам (в частности, при обнаружении искажений информации).

В таблице 4 приведена норма на коэффициент потери пакетов, которая одина для пяти классов обслуживания. С другой стороны, в настоящее время в МСЭ исследуется целесообразность существенного ужесточения коэффициента потери пакетов для ряда новых услуг. В частности, для телевидения высокой четкости действующую норму нельзя считать приемлемой.

Таблица 4.

Класс QoS	Максимальное значение показателя
0-4	10^{-3}

Для нулевого и первого классов обслуживания выбор величины 10^{-3} основан на исследованиях, показывающих, что такой уровень потерь пакетов допустим при передаче речи с высоким качеством.

Коэффициент ошибок в пакетах

Нормируемое значение коэффициента ошибок в пакетах приведено в Таблице 5. В настоящее время это значение является общим для пяти классов обслуживания. По всей видимости, для некоторых видов услуг в перспективе будут установлены более низкие значения коэффициента ошибок.

Таблица 5.

Класс QoS	Максимальное значение показателя
0-4	10^{-4}

Применение кабелей с оптическими волокнами позволяет достичь высокой достоверности передаваемой информации. В ряде других случаев уровень помех может существенно повлиять на коэффициент ошибок. Следует учитывать и ошибки, которые обусловлены причинами, не связанными с характеристиками среды передачи сигналов.

Сети с разными технологиями коммутации

В телекоммуникационной системе в течение многих лет (а скорее, десятилетий) будут сосуществовать сети с разными технологиями коммутации. Переход от коммутации каналов к коммутации пакетов должен осуществляться так, чтобы свести к минимуму риск снижения качества обслуживания трафика. Общая стратегия такого перехода для сети, в которой в перспективе будет использоваться только технология коммутации пакетов, приведена на рис. 2.

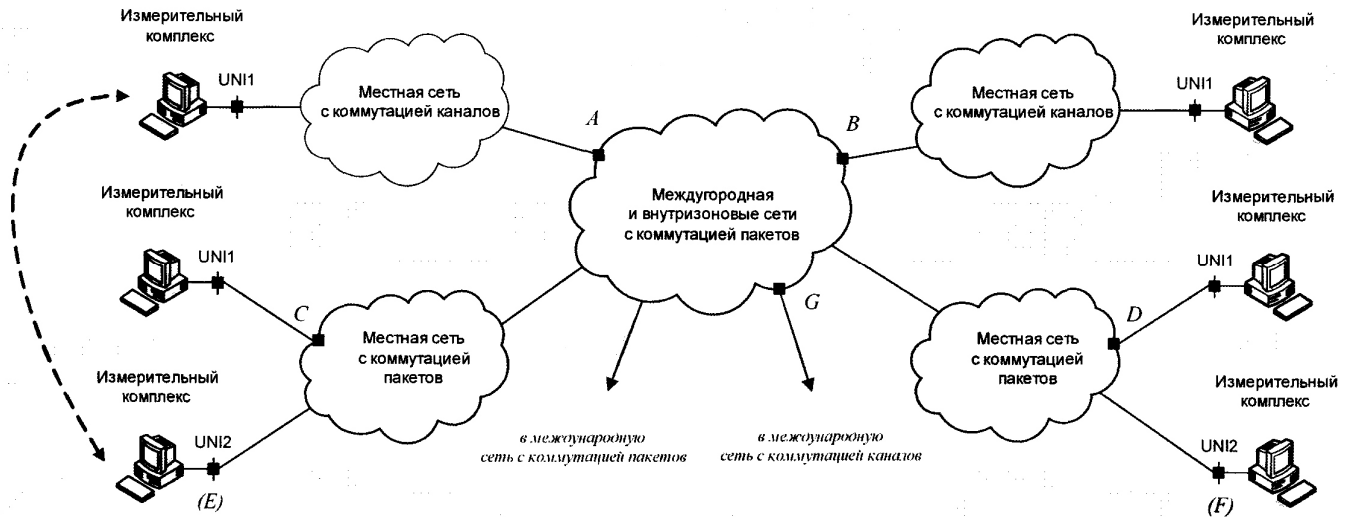


Рис. 2. Принципы подключения измерительного комплекса в сетях с разными технологиями коммутации

Вместо терминалов показано включение измерительных комплексов, назначение которых и общие принципы построения были изложены в [3]. Данное решение связано с тем, что меняются как принципы измерений, так и способы обработки полученной информации.

Операторы развитых стран начали переход к технологии «коммутация пакетов» с модернизации междугородной телефонной сети [4, 5]. Типичные места размещения точек, в которых меняется технология коммутации, обозначены на рис. 2 буквами латинского алфавита. В состав «центрального облака» включены также внутризоновые сети. Такое решение связано с тем, что в большинстве стран они входят в состав сети междугородной связи.

При установлении соединения между терминалами местных сетей с коммутацией каналов преобразование технологии осуществляется в точках А и В. Они расположены на границах пакетной сети дальней связи. Для местных пакетных сетей преобразование технологии выполняется в разных точках. Если абонент использует обычный терминал, то эта функция выполняется в точках С и D. Для пакетных терминалов эти точки (Е и F) будут расположены на стыке «пользователь-сеть» – UNI (User-Network Interface). При международной связи могут устанавливаться соединения с сетями, использующими два вида технологии коммутации – каналов и пакетов. В первом случае смена технологий коммутации осуществляется в точке G. Во втором случае та точка, в которой будет меняться технология коммутации, располагается в национальной сети другой страны.

На выходе современного измерительного комплекса [3] реализованы два вида стыков UNI. Стык UNI1 предназначен для измерений показателей функционирования при использовании терминалов, ориентированных на технологию «коммутация каналов». Стык UNI2 используется только в том случае, когда все функции по формированию пакетов выполняются в терминальном оборудовании пользователей или в адаптере, который расположен рядом с оконечным устройством. Характерный пример такого терминала - SIP-телефон, принимающий и получающий пакеты, в которых содержится речевая информация.

Рассмотрим принципы контроля показателей функционирования, установленных в [1], для связи между стыками UNI1 и UNI2. В этом случае будут взаимодействовать два измерительных комплекса. Логическая связь между ними показана пунктирной линией. Предположим, что

устанавливается соединение для телефонного разговора, а функции вызывающего терминала выполняет измерительный комплекс, включенный в стык UNI1.

Все показатели, рассмотренные в первой части статьи, могут контролироваться на стыке UNI1. Аналогичные данные, которые могут быть получены на стыке UNI2, очень полезны для более тщательного анализа качества функционирования сетей, использующих разные технологии коммутации, как общей системы.

Все показатели, рассмотренные во второй части статьи, могут контролироваться только на стыке UNI2. Дело в том, что между стыком UNI1 и точкой А информация в форме пакетов не передается.

По всей видимости, при реализации программы перехода от коммутации каналов к коммутации пакетов возникнет ряд новых задач, прямо или косвенно касающихся обеспечения всех заданных показателей функционирования телекоммуникационной системы. Следует отметить тот факт, что архитектура измерительного комплекса и его функциональные возможности должны обеспечивать адаптацию к решению новых задач [3].

Выводы

Материал, изложенный в двух частях данной статьи, а также в [3], позволяет сформулировать пять следующих положений:

1. С учетом предстоящего перехода к сети связи следующего поколения возникает ряд новых задач по контролю установленных показателей качества обслуживания. Решение подобных задач возможно при наличии контрольно-измерительных средств, учитывающих все те новые требования, которые обусловлены количественными и качественными тенденциями развития телекоммуникационной системы.
2. Показатели функционирования, которые связаны с длительностью задержки, нормированы в виде 95% — 3 > квантиля соответствующей функции распределения. Это усложняет процессы измерения показателей и обработки полученных данных.
3. Принципы нормирования некоторых показателей в рекомендациях МСЭ и в «Требованиях к организационно-техническому обеспечению функционирования сети связи общего пользования» различаются по своей методологии. В результате усложняется сопоставление эксплуатационных характеристик качества обслуживания для соединений, проходящих через сети международной связи.
4. Для мобильных терминалов (а иногда и для бесшнуровых телефонов) следует разработать методику, позволяющую увязать нормируемые показатели с особенностями функционирования данных типов оконечных установок.
5. Для получения некоторых характеристик функционирования для современной сети связи общего пользования необходима разработка математических методов обработки данных, полученных в процессе контроля нормируемых показателей. Эти методы должны быть ориентированы на решение задач, порождаемых особенностями сети связи следующего поколения.
6. К моменту выхода НПА [1] перспективы рынка IPTV (передача телевизионной информации по IP-сетям) не были столь очевидны. За прошедшее время ситуация изменилась. В настоящее время необходимо тщательно изучить аспекты поддержки услуг IPTV, сформулировать показатели качества обслуживания соответствующего трафика и определить методы их контроля.

Литература

1. «Требования к организационно-техническому обеспечению функционирования сети связи общего пользования». - Приказ Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации № 113 от 27.09.2007 г.
2. Соколов Н. А. Качество обслуживания трафика речи в сети NGN. - Connect! Мир связи. - 2006. - № 7.
3. Гольдштейн Б. С, Маршак М. А., Мишин Е. Д., Соколов Н. А., Тум А. В. Контроль показателей качества обслуживания с учетом перехода к сети связи следующего поколения // Техника Связи. - 2009. - № 1.
4. Olsson U. Towards the all-IP vision // Ericsson Review. - 2005. -№1.-Vol. 82.
5. Darling P. Telstra's «Next Generation Network» // Telecommunications Journal of Australia. - 2006. - № 1. - Vol. 56.