

Контроль показателей качества обслуживания с учетом перехода к сети связи следующего поколения

Б. С. Гольдштейн, зав. кафедрой СПбГУТ, д.т.н., проф.,
М. Д. 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

В интервью с заместителем министра связи и массовых коммуникаций Российской Федерации Н. С. Мардером, опубликованном журналом Сопнет, № 10, 2008, подчеркнута необходимость значимых изменений в нормативно-правовой базе отрасли для ее соответствия современным технологическим вызовам, таким, как переход на пакетную коммутацию, оптические сети связи и другие перспективные технологии. Эта проблема неоднократно обсуждалась и на страницах нашего журнала: в частности, в двух фундаментальных статьях по проблемам OSS/BSS профессора, д.т.н. В.А. Нетеса (Москва), ТС № 2, 2007, и доцента, к.т.н. А.А. Атцика (Санкт-Петербург), ТС, № 5, 2008; а также в целом ряде статей научных сотрудников ведущих научно-технических центров СПбГУТ, БТС, Инженеры электросвязи, Аргус, АналитикТС, Севентест, ЦНИИС, ЛОНИИС, Связьприбор, Кометех и др., посвященных программно-аппаратным средствам контроля качества обслуживания сетей TDM и NGN. Однако полной ясности с показателями качества обслуживания при переходе к сетям связи следующего поколения до сих пор нет. Очевидна необходимость более глубокой научной проработки вопросов, связанных с этой проблематикой, в связи с чем редакция решила еще раз обратиться к нашим землякам и коллегам в Санкт-Петербурге, где совместными усилиями ученых и специалистов Федеральной службы по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций, ЛОНИИС и СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича получены определенные результаты для контроля показателей качества обслуживания в сетях связи общего пользования (ССОП) с учетом перехода к NGN. В результате достигнута договоренность о цикле из четырех статей, первая из которых предлагается вниманию читателей.

Редакция журнала

Актуальность поставленной задачи

Общепризнанным содержанием понятия «качество функционирования ССОП» является степень удовлетворенности абонентов предоставленным обслуживанием, однако буквальное следование этому определению означает, что точную оценку качества функционирования ССОП можно получить, только собрав мнения абонентов. Однако очевидно, что такой подход не представляется практически реализуемым.

Объективный подход к оценке качества функционирования ССОП, на наш взгляд, заключается в следующем: должны быть установлены измеряемые показатели качества обслуживания в ССОП, так чтобы их совокупность как раз и определяла качество функционирования ССОП с точки зрения абонента; должны быть пронумерованы

значения показателей качества обслуживания; а также должны существовать контрольно-измерительные средства, способные измерять значения показателей с требуемой точностью, и методики их использования. При выполнении вышеперечисленных условий проведение измерений принятых показателей качества обслуживания и сравнение их с установленными нормами позволит определить меры, реализация которых необходима для обеспечения требуемого качества функционирования ССОП, а также позволит прогнозировать пути дальнейшего развития инфокоммуникационных систем.

ССОП относится к классу больших и сложных систем [1], для которых полный (стоцентный) контроль качества обслуживания невозможен. В принципе, он и не нужен, так как существуют статистические методы контроля, позволяющие решить необходимые задачи. Данное обстоятельство стимулирует совершенствование методик измерения показателей качества обслуживания ССОП и соответствующих контрольно-измерительных средств. Очевидно, что и принимаемые методики и сами контрольно-измерительные средства должны обеспечивать измерения показателей качества обслуживания в соответствии с системой базовых понятий, сформулированных Международным союзом электросвязи [2] и Администрацией связи России.

Важным обстоятельством, стимулирующим разработку современных средств контроля показателей качества обслуживания и совершенствование методик анализа полученных результатов, является тенденция развития ССОП в направлении NGN (Next Generation Network), что характеризуется изменением технологий передачи и коммутации. Распространение пакетных технологий передачи и коммутации, составляющих суть NGN, радикально меняет подход к оценке качества функционирования сетей связи.

При контроле качества функционирования сетей связи с коммутацией каналов единицей наблюдения является вызов. На основе наблюдения за вызовами определялись самые существенные показатели: доступность сети для осуществления вызова, правильность установления соединения от абонента А к абоненту В, задержки, возникающие в процессе обслуживания вызова, потери, качество тракта обмена информацией.

В сетях связи с коммутацией пакетов единицей наблюдения становится не вызов, а пакет передаваемой информации. На основе наблюдения за транзакциями пакетов будут оцениваться такие показатели, как задержки передачи пакетов, джиттер, искажения пакетов и их потери. По-видимому, наиболее сложными для контроля будут сети связи, представляющие комбинацию систем с коммутацией каналов и коммутацией пакетов.

Сеть NGN будет создаваться в течение нескольких десятилетий. Именно этот период будет самым сложным с точки зрения обеспечения должного качества функционирования ССОП, учитывая отсутствие общепринятых методик контроля показателей качества обслуживания для сетей NGN и соответствующих контрольно-измерительных средств.

В одной статье невозможно рассмотреть все проблемы, возникающие в связи с новыми тенденциями развития ССОП. Хотя ряд важных аспектов контроля качества функционирования ССОП уже рассмотрен [3, 5]. Несомненно, при переходе к сети NGN показатели качества в отношении услуг, привычных для абонентов, не должны ухудшаться. Это положение при переходе к пакетным технологиям передачи и коммутации ставит перед операторами ССОП ряд новых сложных задач. В данной статье изложены методологические соображения, которые касаются контроля качества функционирования фрагментов ССОП, созданных в соответствии с идеологией NGN.

Классификация контролируемых параметров

В настоящее время основным нормативно-правовым актом, регулирующим качество функционирования ССОП, являются «Требования к организационно-техническому обеспечению функционирования сети связи общего пользования», которые утверждены приказом Мининформсвязи №113 от 27 сентября 2007 года [6].

В приложениях к этому документу содержится перечень показателей качества обслуживания. Соблюдение этих показателей гарантирует, что абонентам ССОП предоставляются телекоммуникационные услуги с теми атрибутами, которые отвечают всем установленным нормам. Показатели, приведенные в [6], следует рассматривать как совокупность элементов $\{X_1, X_2, \dots, X_k\}$, которые необходимо контролировать.

Дополнительно выделяется совокупность показателей $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_l\}$, которые в непосредственном виде не фигурируют в [6], но их учет необходим для оценки норм $\{X_1, X_2, \dots, X_k\}$. Предполагается, что эти совокупности не имеют общих элементов. Тогда совокупность $\{X_1, X_2, \dots, X_k, Y_1, Y_2, \dots, Y_l\}$ образует некое множество параметров, оценки которых достаточно для проверки ССОП сточки зрения соблюдения всех установленных требований. Эту совокупность можно записать в следующем виде: $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_m\}$, где $m = k + l$. В принципе, из этой совокупности можно удалить те элементы X_i , которые оцениваются через значения измеряемых величин вида Y_j . Тогда $m < k + l$.

Совокупность $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_m\}$ целесообразно представить в виде множеств, для которых характерным признаком принадлежности становится способ контроля. Все параметры, входящие в первое множество $\{Z_1^I, Z_2^I, \dots, Z_a^I\}$, измеряются непосредственно. Косвенно измеряются параметры из второго множества $\{Z_1^{II}, Z_2^{II}, \dots, Z_b^{II}\}$. Параметры третьего множества $\{Z_1^{III}, Z_2^{III}, \dots, Z_c^{III}\}$ оцениваются с использованием математических методов. Оценки некоторых параметров теоретически могут быть получены более чем одним способом. Следовательно, $a + b + c \geq m$.

Среднее значение времени задержки IP-пакетов – IPTD (IP packet transfer delay), – идентично нормированное в [6] и в [7], относится к элементам множества $\{Z_1^I, Z_2^I, \dots, Z_a^I\}$. Вариация задержки IP-пакетов – IPDV (IP packet delay variation) – входит во множество $\{Z_1^{II}, Z_2^{II}, \dots, Z_b^{II}\}$. Она вычисляется как разница между измеряемым 99,9% квантилем функции распределения времени задержки IP-пакетов и минимальной длительностью передачи IP-пакетов, которая рассчитывается с учетом структуры сети. Значения IPDV также идентично нормированы в [6] и в [7].

Различия в принципах нормирования присущи, например, показателю, который в [6] определен следующим образом: «время с момента, когда пользовательское (оконечное) оборудование вызывающего абонента или пользователя услугой связи передало всю информацию, необходимую для установления соединения, до момента, когда это оборудование получило от узла связи сигнал о состоянии пользовательского (оконечного) оборудования вызываемого абонента или пользователя услугой связи (время установления соединения)». В [6] данный показатель нормирован отдельно для сетей местной, зоновой и дальней (междугородной и международной) телефонной связи. В рекомендациях МСЭ этот же показатель (он, кстати, именуется *post-selection delay*, то есть время после

окончания набора номера вызываемого абонента и получения акустического сигнала о состоянии его абонентской линии – «свободно» или «занято») всегда определяется между терминалами пользователей [8], что, кстати, упрощает его измерение. Если результаты таких измерений известны, то параметры времени установления соединения – в той форме, которая принята в [6], – для фрагмента сети вычисляются при помощи нетривиальных математических преобразований. Следовательно, приходится оперировать множеством $\{Z_1^{III}, Z_2^{III}, \dots, Z_c^{III}\}$.

В этой статье рассматриваются общие принципы оценки показателей качества обслуживания, относящиеся к множествам $\{Z_1^I, Z_2^I, \dots, Z_a^I\}$ и $\{Z_1^{II}, Z_2^{II}, \dots, Z_b^{II}\}$. Аспектам контроля показателей из множества $\{Z_1^{III}, Z_2^{III}, \dots, Z_c^{III}\}$ будет посвящена отдельная статья.

Предлагаемый подход к оценке качества обслуживания

Эволюция ССОП – многогранный процесс. Сточки зрения показателей обслуживания самые существенные проблемы связаны с начавшимся переходом к NGN, а точнее, с использованием пакетных технологий передачи и коммутации. Эти технологии основаны на использовании ресурса времени T_R , который определяется как разность между максимально допустимым значением задержки передаваемых сигналов T_1 и величиной T_0 , которая вычисляется при использовании технологии коммутации каналов. Величина T_0 равна длительности распространения сигналов между пользовательскими терминалами в установленном тракте плюс величина суммарной задержки во всех элементах обработки и распределения информации. Ресурс времени, как известно, не возобновляем. Это означает, что при задержке сигналов свыше T_1 , соблюдение установленных показателей качества обслуживания невозможно ни при каких условиях.

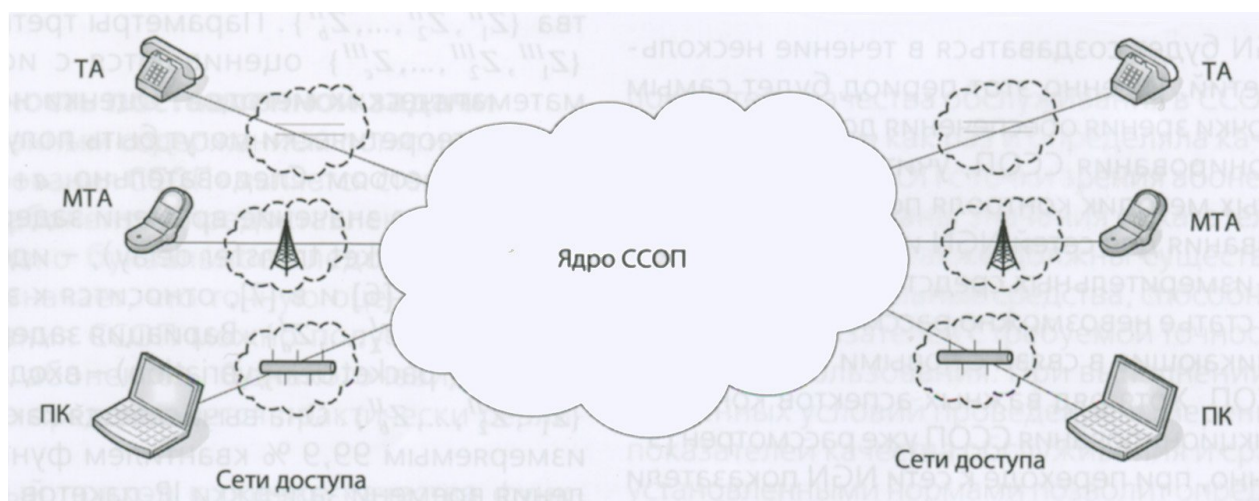


Рис. 1. Модель мультисервисной сети

Модель мультисервисной сети, отвечающая концепции NGN, показана на рис. 1. Данная модель основана на рекомендациях МСЭ серии Y, в которых выделяются четыре компонента в телекоммуникационной системе любого вида: терминальное оборудование пользователей, сеть доступа, ядро сети и средства поддержки услуг. На первом рисунке

показаны только первые три компонента. Они представлены в той форме, которая удобна с точки зрения вопросов, рассматриваемых в данной статье.

Включение фиксированных (ТА) и мобильных (МТА) телефонных аппаратов осуществляется через разные сети доступа. Третья сеть доступа (в данном примере на основе технологии Ethernet) показана для персональных компьютеров (ПК).

Технологии, используемые в ядре ССОП (сети межстанционной, внутризоновой, междугородной и международной связи), определяются принципами ее трансформации в NGN [9]. В общем случае в ядре ССОП в течение длительного периода времени будут сосуществовать технологии коммутации каналов и пакетов. При этом ядро ССОП должно поддерживать заданные показатели качества обслуживания. Таким образом, точки зрения контроля установленных показателей качества обслуживания, ядро ССОП можно рассматривать как некий «черный ящик» [1], внутренние процессы в котором фактически не отражаются на результатах измерений. С другой стороны, результаты, фиксируемые контрольно-измерительными устройствами, полезны для анализа качества функционирования «черного ящика», если их можно сопоставить со статистической информацией, собираемой о работе ядра ССОП.

Такой совместный анализ результатов измерений и имеющейся статистики - предмет отдельного исследования. В данной статье целесообразно отметить другой аспект понятия «черный ящик», существенный для ССОП. В ряде проверок участвуют не все операторы ССОП, технические средства которых используются для установления соединения между терминалами двух абонентов, поэтому получить достоверную информацию об используемых технологиях передачи и коммутации невозможно. Не исключено, что в составе ядра ССОП осуществляется несколько переходов с одной технологии на другую (например, с канальной на пакетную), а значит, результаты измерений могут только служить основанием для проведения дополнительного анализа, в том случае если выявляется несоответствие показателей установленным нормам. Выявить же причины ухудшения качества функционирования ССОП при использовании в ядре ССОП разных технологий существенно сложнее.

Второй рисунок иллюстрирует предлагаемый подход к измерению показателей качества функционирования ССОП. Контрольно-измерительные средства обеспечивают генерацию и прием всех необходимых видов трафика. На выходе измерительного комплекса реализован некий универсальный стык «пользователь – сеть» – UNI (User – Network Interface). Он воспроизводит все интерфейсы и протоколы, необходимые для моделирования стандартных терминалов, подключаемых к ССОП. Эти протоколы и интерфейсы поддерживаются программно-аппаратными средствами измерительного комплекса.

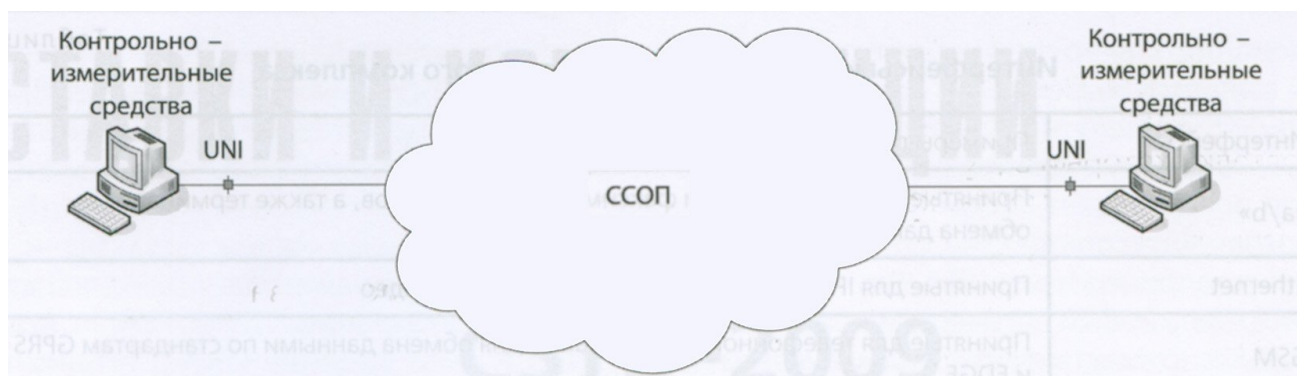


Рис. 2. Подключение измерительного комплекса для оценки характеристик качества обслуживания.

Вне зависимости от выбранного варианта преобразования ССОП в сеть класса NGN в точке UNI может потребоваться поддержка:

- двухпроводного интерфейса, обычно обозначаемого символом «a/b» – по названию проводов абонентского шлейфа в телефонной сети общего пользования (ТфОП);
- интерфейса для мобильных терминалов, среди которых в настоящее время доминирует стык, определенный стандартом GSM;
- интерфейса Ethernet, который был принят для локальных сетей обмена данными и стал оптимальным решением для NGN.

Предлагаемый подход к проведению измерений характеристик качества обслуживания имеет ряд важных достоинств, среди которых следует выделить три существенных аспекта:

- средства измерений подключаются на интерфейсе «пользователь – сеть», что не требует вмешательства в действующие системы передачи и коммутации ССОП (в противном случае, такое вмешательство чревато серьезными нарушениями работы сети);
- перечень функций, заложенных в средства измерений, позволяет проводить независимый (дистанционный)¹ контроль показателей качества работы ССОП;
- программное обеспечение контрольно-измерительных средств позволяет осуществлять в режиме реального времени анализ полученных данных и вычисление на их основе необходимых показателей, включая прогностические оценки для основных элементов ССОП.

Функции и состав контролируемых показателей контрольно-измерительного комплекса могут меняться и дополняться в соответствии с требованиями, которые обусловлены коррекциями в международных и национальных нормативных документах в части показателей качества обслуживания. Кроме того, появление более совершенных методов обработки результатов измерений может быть реализовано за счет обновления текущей версии программного обеспечения. Схожий подход был успешно апробирован для сетей с коммутацией каналов [3, 4].

Таблица.

Интерфейсы и протоколы измерительного комплекса

Интерфейсы	Примеры поддерживаемых протоколов
«a/b»	Принятые для телефонных и факсимильных аппаратов, а также терминалов обмена данными через ТфОП
Ethernet	Принятые для IP-телефонии, передачи данных и видео
GSM	Принятые для телефонной связи, а также для обмена данными по стандартам GPRS и EDGE
Wi-Fi	Используемые в сетях доступа
CDMA, UMTS	Рекомендуемые для сетей 3G

¹ Под дистанционным контролем понимается такой способ организации проверок, который не требует ни предварительного уведомления оператора связи, ни каких-либо действий с его стороны для проведения проверки. Такой контроль возможен при включении измерительного комплекса через интерфейс «пользователь-сеть».

Требования к контрольно-измерительным средствам с учетом перехода к NGN

В контрольно-измерительном комплексе в первую очередь должны быть реализованы те интерфейсы и протоколы, которые уже в настоящее время широко используются в ССОП. По мере формирования NGN и развития новых систем мобильной связи, вероятно, будут появляться новые интерфейсы и протоколы. Целесообразность их реализации в составе контрольно-измерительного комплекса будет оцениваться с учетом той ниши, которую новые интерфейсы и протоколы займут на инфокоммуникационном рынке.

С учетом комментариев, которые сопровождали обе иллюстрации, перечень интерфейсов и протоколов, реализуемых на начальном этапе разработки измерительного комплекса, можно свести в таблицу. Перечень интерфейсов, которые должны быть реализованы в первую очередь, приведен в **первом** столбце таблицы. **Второй** столбец таблицы выделен для перечисления используемых протоколов. Все примечания комментируются после таблицы. Сведения, приведенные в таблице, относятся к тем интерфейсам и протоколам, которые свойственны ССОП. Ряд важных технических требований относится к аспектам организации измерений, объему проводимых испытаний, методам обработки полученных оценок. Данные вопросы очень актуальны. Одним из достоинств предлагаемого подхода к разработке контрольно-измерительных средств можно считать возможность изменения алгоритмов проведения проверок и методик обработки полученной статистики. Однако необходимо разработать научно обоснованные базовые принципы проведения измерений показателей качества обслуживания и их анализа с учетом особенностей NGN.

В последние годы некоторые группы абонентов заключают с операторами связи соглашения об уровне обслуживания. Они более известны по аббревиатуре SLA – service level agreement. При заключении такого соглашения абоненты оплачивают услуги по более высоким тарифам, а операторы гарантируют соблюдение повышенного качества обслуживания. Очевидно, что контрольно-измерительные средства должны обладать возможностью контролировать уровень качества обслуживания, который оговаривается соглашениями SLA.

Заключение

Контроль показателей качества обслуживания следует рассматривать как процесс, представляющий практический, а в некоторых случаях и теоретический интерес для всех участников инфокоммуникационного рынка. В течение нескольких десятилетий ССОП будет использовать канальную и пакетную технологии для передачи и распределения информации. Комбинация двух технологий усложняет средства измерений, которые предназначены для контроля показателей качества обслуживания трафика. В следующих публикациях будут изложены принципы измерения качественных показателей, которые установлены для сети связи общего пользования, а также интерпретации полученных оценок. Одну из работ авторы собираются посвятить математическим методам анализа полученных статистических оценок. Такой анализ включает упомянутые ранее задачи по оценке элементов множества $\{Z_1^{III}, Z_2^{III}, \dots, Z_c^{III}\}$.

Литература

1. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. - М.: Наука, 1978.
2. ITU-T. Recommendation E.800 «Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability».
3. Арцишевский В.В., Гольдштейн Б.С, Зайдман Р.А., Маршак МАО методике проведения испытаний на качество функционирования АТС // Телекоммуникационные технологии. - 1996. - № 2.
4. Арцишевский В.В., Гольдштейн Б.С, Маршак М.А. Тестирование качества функционирования сети связи общего пользования // Метрология и измерительная техника в связи. - 2001. - № 3.
5. Арцишевский В.В., Гольдштейн Б.С, Маршак М.А., Федосов М.Ю. Контроль учета объема передаваемой информации и длительности сеанса на мультисервисных сетях // Метрология и измерительная техника в связи. - 2005. - № 5.
6. Приказ Министерства информационных технологий и связи РФ № 113 от 27.09.2007 г. «Требования к организационно-техническому обеспечению функционирования сети связи общего пользования».
7. ITU-T. Recommendation Y.1541 «Network Performance Objectives for IP-Based Services».
8. ITU-T. Recommendation E.721 «Network grade of service parameters and target values for circuit-switched services in the evolving ISDN».
9. Соколов Н.А. Пути преобразования телефонных сетей в NGN-сети // Connect! Мир связи. - 2007. - № 5.