

Тестирование сетей NGN: коммутаторы, шлюзы, трафики

И.И. Власов, технический директор ООО "Вилком Холдинг"

Опубликовано в "Технологии и Средства Связи" №1, 2006

Современное состояние телекоммуникационных сетей можно определить термином "движение к совершенству". Вряд ли можно предугадать, как они будут выглядеть в будущем, сколько поколений сетей и технологий предстоит еще пройти. Но уже сегодня видны первые наработки: мощные сети передачи и коммутации пакетов, высокоскоростные линии доступа, оптические телекоммуникационные технологии и т.д., которые и определяют следующее поколение телекоммуникационных сетей -- Next Generation Networks (NGN).

Что же такое NGN?

Устоявшегося, энциклопедического понятия NGN до сих пор нет, и многие специалисты определяют это понятие по-своему. Если суммировать все определения, то получится следующее: NGN -- это гетерогенная мультисервисная сеть, основанная на пакетной коммутации и обеспечивающая предоставление неограниченного спектра телекоммуникационных услуг. Такая сеть должна поддерживать передачу разнородного трафика с различными требованиями к качеству обслуживания и обеспечивать соответствующие запросы оператора и абонентов. На первый взгляд, мы бесконечно далеко ушли в этом определении от традиционных сетей, настолько далеко, что здесь не осталось места привычной нам телефонии. Однако это не так. Ключевое слово в данном случае -- услуга, или сервис. Это всеобъемлющее понятие включает в себя различные виды трафика, в том числе и голос, точнее голосовую составляющую услуги Triple play.

Структура NGN

Наиболее распространенная модель, описывающая NGN, включает в себя четыре уровня: транспорт, доступ, управление и услуги (рис. 1).



Рис. 1. Модель NGN

От технологий, используемых на этом уровне, во многом зависит качество работы всей сети следующего поколения и количество предоставляемых сервисов. В роли транспорта могут быть использованы ATM, MPLS, Ethernet и другие сети.

Сети IP, основанные на Ethernet-коммутаторах и маршрутизаторах, это наиболее дешевое решение, а потому достаточно часто встречающееся в небольших сегментах NGN. Такие сети просты в проектировании и эксплуатации, легко наращиваются и модернизируются, однако они имеют ряд недостатков, ограничивающих их применение в виде транспортной среды для NGN. Основной из них -- недостаточная адаптированность к пропуску разнородного трафика, особенно потоковых данных, используемых наиболее востребованными приложениями (VoIP, Video IP). При использовании IP-сетей очень сложно обеспечить требуемое качество работы таких приложений. Единственный выход -- это увеличение пропускной способности магистралей, что не всегда приводит к положительному результату.

Технология ATM более адаптирована к применению в NGN, прежде всего благодаря наличию встроенных механизмов обеспечения заданного качества сервиса (QoS), возможности адаптации к разнородному трафику данных, гибкого перераспределения полосы пропускания между различными сервисами. Эта достаточно дорогая технология применяется прежде всего в больших сетях, что обусловлено ее надежностью и гибкостью. В качестве транспортной среды передачи технология ATM часто использует SDH. Такое сочетание позволяет добиться высочайшей надежности и управляемости транспортной сети.

В свою очередь развитие технологии Ethernet привело к появлению нового транспорта -- PoS (Pocket over SDH/SONET), или New Gen SDH (NG SDH) /как ни странно, но именно Pocket. PoS и NG SDH - это одно и то же /. По сути, это симбиоз двух хорошо знакомых технологий -- Ethernet и SDH/SONET. Такая технология имеет все преимущества системы передачи SDH, характеризующейся высочайшей надежностью и управляемостью, и сети IP, позволяющей предоставлять все необходимые услуги передачи пакетного трафика, включая такие приложения, как VPN, VoIP и др. Другое направление развития IP-сетей -- это использование оптических кабелей в качестве среды передачи непосредственно. Наращивание скоростей передачи до 1 или 10 Гбит/с подразумевает использование оптических технологий и создание так называемого Optical Ethernet. О разработке такого относительно дешевого оборудования уже заявили многие компании-производители. Однако даже с учетом огромной полосы пропускания этих каналов такая IP-сеть методологически несет в себе все недостатки "младших" Ethernet.

Дальнейшее совершенствование IP-сетей привело к созданию MPLS. Технология MPLS изначально задумывалась как средство снижения нагрузки на маршрутизаторы и адаптации IP-сетей к разнородному трафику данных. Она давала пути сопряжения сетей IP и ATM и закономерно стала одной из основных технологий транспортного уровня NGN. Это произошло прежде всего благодаря реализованным на ее основе приложениям управления трафиком, таким как: TE (Traffic Engineering), виртуальные частные сети (VPN), быстрое восстановление соединений -- FRR (Fast ReRoute), обеспечение качества обслуживания (QoS). Сегодня большинство производителей оборудования NGN так или иначе декларируют поддержку технологии MPLS.

Уровень доступа

Пожалуй, с уровнем доступа чаще всего сталкиваются клиенты сети. Под термином "доступ" тут предполагается очень широкое понятие от цифровых абонентских линий до пограничных шлюзов и конвертеров сигнализации. Доступ в общем случае -- это все то оборудование, которое связывает сеть NGN с традиционными TDM-сетями и даже небольшими локальными сетями передачи данных. Естественно, здесь нельзя забывать и абонентов сети. Можно выделить несколько способов включения их в сеть следующего поколения. Наиболее интересный -- это непосредственное подключение пользователей к пакетной сети через IP-терминалы или IP-телефоны. Такое подключение наиболее "удобно" с точки зрения построения NGN, предоставления мультимедийного трафика, управления ресурсами сети. Однако в силу многих технологических трудностей, связанных с невозможностью доставить к абоненту сеть Ethernet или MPLS в чистом виде, операторы не могут оказать такой услуги. IP-телефонами чаще всего пользуются корпоративные абоненты, постоянно работающие в интегрированной в локальной NGN-сети, остальные включаются через широкополосную сеть доступа. Природа такого подключения может быть разной -- DSL-системы, использующие медные кабельные пары (наиболее часто встречающийся тип), системы цифрового кабельного телевидения, активно развивающиеся сейчас беспроводные системы (Wi-Fi и WiMAX), оптические технологии доступа, например PON. Объединяет их всех одно -- в качестве конечного интерфейса абоненту они предоставляют IP-подключение, тем дают возможность использовать интеллектуальный терминал с доступом к большому количеству дополнительных сервисов. Гораздо сложнее ситуация с подключением абонентов TDM-сетей. Единственный возможный вариант для них -- это опосредованное включение в NGN через шлюзы стандартной телефонии. Естественно абоненты "старой" сети не могут получить всего перечня услуг, доступного IP-абонентам, но даже здесь NGN приносит свои положительные моменты, так как некоторые услуги цифровой сети нового поколения доступны всем абонентам.

Уровень управления

Все это многообразие устройств, транслирующих и коммутирующих трафик данных, преобразующих информацию, заложенную в пакеты, в стандартную телефонную сигнализацию и соединения, сопрягающих цифровые сети различной природы, терминирующих на себе различные виды трафика, управляется из одного мощного ядра. Это третий уровень NGN -- управляющий. Данный уровень часто связывают с таким понятием, как SoftSwitch. Тем не менее еще не до конца ясно, что же такое SoftSwitch. Этот термин появился благодаря компании Lucent Technologies, выпустившей продукт LSS (Lucent SoftSwitch). Однако сейчас это даже не название класса продуктов, а целое технологическое направление. Казалось бы, именно появление SoftSwitch стало ключевым этапом в процессе конвергенции сетей связи, заставляющим индустрию перейти на новые технологические рельсы. Но даже разработчики, несмотря на наличие готовых концепций NGN, по-прежнему не способны четко определить функциональность устройств, объединяемых понятием SoftSwitch, унифицировать различные его составляющие. Ясно одно: основная функция третьего уровня NGN -- управление соединением абонента А с абонентом Б. Занимается этим специализированный сервер, или "сервер соединений" -- по терминологии SoftSwitch. Большая мощность и производительность подобных серверов -- важное условие бесперебойной работы сети.

Кроме того, при проектировании SoftSwitch следует учитывать специфические факторы IP-сетей -- это необходимость обеспечения параметров качества обслуживания (QoS) сети VoIP, разделение маршрутов потоков голоса и данных, управление маршрутизацией при наличии довольно пестрого спектра устройств: маршрутизаторов, конвертеров сигнализации, пограничных контроллеров, шлюзов, прокси-серверов, абонентских терминалов, мультиплексоров и контроллеров широкополосного абонентского доступа различной природы. Добавьте сюда необходимость обеспечения параметров надежности, соответствующих системам операторского класса. Достаточно сложная и нетривиальная задача. На рис. 2 приведена обобщенная структура SoftSwitch, уже встречающаяся в литературе, но достаточно хорошо представляющая все составные части сети следующего поколения, основанной на пакетной передаче.

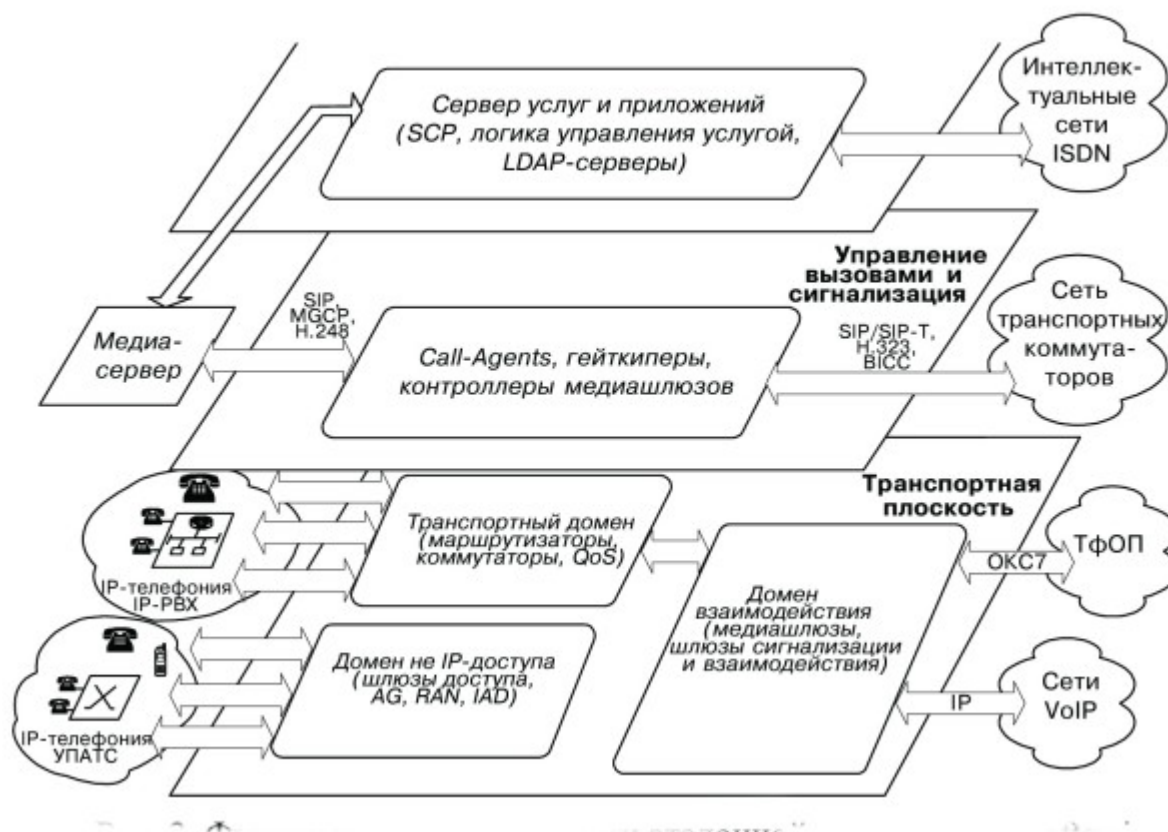


Рис. 2. Структура SoftSwitch

Последним уровнем NGN принято считать уровень приложений. Его задача -- это обеспечение всего спектра услуг, доступного на сетях следующего поколения. В большинстве случаев для реализации уровня приложений выделяются отдельные серверы и базы данных.

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ NGN

Выше представлено достаточно упрощенное видение структуры NGN, однако такой подход позволяет выделить основные узлы, на которые следует обращать внимание при строительстве и организации эксплуатации сетей следующего поколения. Все тестовые решения для них можно распределить в строгом соответствии с четырехуровневой моделью.

Тестирование транспортных потоков

Первый этап при анализе NGN -- тестирование транспортных потоков. Здесь всегда следует учитывать те технологические решения, которые использованы при проектировании и строительстве сети. Если транспортная сеть использует SDH или NG SDH, то есть TDM-структуры с наложением трафика ATM или Ethernet. Анализ параметров IP должны предшествовать стандартные тесты синхронной сети, широко описанные в литературе. К ним добавляются дополнительные процедуры тестирования сцепленных сигнальных контейнеров, а также параметров внешних интерфейсов наложенной сети пакетной передачи.

После тестирования качества физического уровня транспорта NGN следует анализ производительности наложенной пакетной сети. Здесь определяются такие факторы передачи IP-трафика, как статистика потерь, возвратов и повторов пакетов (packet loss), задержек пакетов (delay), джиттер пакетов (Packet jitter, RFC & Instantaneous jitter), доступность удаленных элементов сети. При тестировании магистралей VoIP к этому добавляются и специфические параметры голосовых пакетных сетей, определяющие качество передачи речи, описание которых последует чуть ниже. При анализе магистральной сети мы оцениваем производительность транспортной системы, оказывающей огромное влияние на качество работы NGN в целом.

Тестирование оборудования и линий доступа

Второй узловой точкой сети следующего поколения, во многом определяющей ее качество, является оборудование и линии доступа. Первое, на что здесь следует обратить внимание, -- это среда передачи цифровых сигналов. Параметры медных пар, оптического волокна или радиотракта должны соответствовать определенным международным и национальным стандартам и нормам, которые, впрочем, как и их тестовые процедуры, достаточно подробно описаны в различной литературе. После определения параметров среды передачи можно приступить к анализу качества работы самих систем доступа. Технологии тестирования здесь определяются конкретными системами (ADSL или SHDSL, WiMAX, PON, HFC). Однако все эти тесты объединяет то, что последним этапом, также как и при тестировании транспорта, должен проводиться анализ параметров качества наложенной IP-сети и голосового пакетного трафика.

Тестирование пограничных устройств

При строительстве и эксплуатации NGN очень важным также представляется корректность работы пограничных устройств, таких как медиашлюзы или Board-контроллеры. Основная их обязанность -- это преобразование TDM-трафика в пакетный и конвертация протоколов сигнализации. Подобные устройства должны "понимать" большинство специфических протоколов и сценариев как сети передачи данных и VoIP (SCTP, TALI, SCCP, RTP, RTCP, MGCP, H.323, SIP и другие), так и стандартной телефонии (ISUP, MTP, EDSS, V5, GSM). Кроме того, важной составляющей подобных устройств являются кодеки, преобразующие речь в пакеты. Данное преобразование должно полностью соответствовать определенным стандартам и качественным параметрам.

При анализе сети VoIP, которая является важной составляющей NGN, необходимо учитывать прежде всего параметры качества передачи пакетов. Такие параметры уже упоминались выше, и соответствующие им тестовые процедуры достаточно доступны. Гораздо больше проблем создает обеспечение качества передачи речи через пакетные сети. Для ее анализа разработаны несколько методик, как работающих в режиме реального времени, так и требующих постпроцессорной обработки. Все они имеют основную задачу в определении интегральной оценки качества -- MOS-рейтинга (Mean Opinion Score). Для примера можно привести алгоритм PESQ (Perceptual Evaluation of Speech Quality) -- относительный анализ качества речи, основанный на сравнении эталонного речевого сигнала с принимаемым после прохождения сетевого узла или сегмента. Эта методика используется в режиме off-line и особенно хорошо применима при анализе и паспортизации граничных узлов сети. Для работы в режиме реального времени удобнее использовать методику определения R-фактора, основанную на E-модели. Значение R-фактора определяется как сумма параметров деградации различных элементов сети, участвующих в анализе. К таким параметрам относят задержки, потери пакетов, джиттер, эхо, отношение сигнал/шум и другие факторы. Диапазон изменения R-фактора -- от 0 до 100. Значения R ниже 50 считаются недопустимым ухудшением качества сети VoIP. Например, TDM-решения для телефонии имеют R-фактор около 94.

Анализ уровней управления и услуг

При анализе уровней управления и услуг применяются те же методы, что и при тестировании линий доступа или транспортных систем, но с несколько иной целью. Основная задача здесь -- анализ возможности предоставления той или иной услуги. Примером может служить проверка возможности установления соединения с помощью эмуляции IP-терминала. Подключение тестового оборудования осуществляется к стандартным интерфейсам транспортной сети или сети доступа, присутствующим в NGN. Для тестирования качества работы серверов соединений и услуг тестеры должны иметь функции анализа и генерации трафика, эмуляции IP- и VoIP-соединений, моделирования оконечных абонентских устройств (например, STB), а в некоторых случаях и эмуляции дополнительных услуг, таких как Video on Demand, Triple Play и др.

Типы измерительного оборудования

Все перечисленные выше параметры и сценарии измерений и определяют тот спектр тестового оборудования, который необходим в сетях NGN. Если коротко резюмировать, то получится следующее. Для строительства, паспортизации и эксплуатации NGN требуются:

- анализаторы транспортных потоков с возможностью тестирования наложенной пакетной сети и анализа современных мощных цифровых потоков (DWDM, NG SDH, MPLS, 1/10Gigabit Ethernet и др.);
- тестеры или анализаторы систем доступа с возможностью эмуляции потоков и моделирования запросов дополнительных услуг для полноценного анализа качества предоставляемого абоненту сервиса;
- анализаторы пакетных сетей с функциями тестирования и эмуляции VoIP для верификации протоколов передачи данных и управления информацией, анализа работы серверов приложений, определения качества сеансов связи VoIP;
- анализаторы-имитаторы протоколов сетей стандартной телефонии (TDM) и VoIP для тестирования правильности функционирования пограничных устройств, медиашлюзов и конвертеров сигнализации;
- приборы для тестирования среды распространения сигналов. Здесь может быть любое необходимое тестовое оборудование для анализа оптики, медных пар, радиоспектра, кабельной разводки, то есть той среды, которая является основой для построения высокотехнологичных сетей.

Рынок измерительного оборудования для NGN

Сегодня на рынке представлено большое количество приборов, отвечающих перечисленным выше требованиям и работающих в определенных сегментах NGN. Приведем некоторые из них, дав краткие характеристики и определив направления их использования. Основные материалы об этом оборудовании почерпнуты из публичных источников, рекламных материалов и инструкций по эксплуатации приборов.

Решения в сегменте транспортных сетей

Большой выбор тестовых решений представлен в сегменте транспортных сетей. Это оборудование производят такие мощные зарубежные корпорации, как Acterna, Agilent, EXFO, Anritsu и другие.

Специально для сетей NGN разработаны сетевые тестеры ONT-506 и ONT-512 (Acterna) (рис. 3). Тестеры имеют модульную структуру и могут быть сконфигурированы под различные задачи и технологии. Среди их интерфейсов: SDH (STM-1 -- STM-64), DWDM, 1/10/40G Ethernet и другие. Приборы решают задачи тестирования и паспортизации потоков NG SDH и Ethernet. Схожие функции имеет анализатор MP1590B (Anritsu).



Рис. 3. Сетевой тестер ONT-512 (Acterna)

Многофункциональный сетевой тестер N2X (Agilent) решает еще больший круг задач, касаемых пакетной передачи данных в транспортных сетях. Среди его приложений -- тестирование NG SDH, Ethernet до 40G, MPLS. Прибор позволяет оценивать параметры QoS пакетных сетей, тестировать Multicast Services. Однако тестер N2X не позволяет тестировать системы DWDM.

В этом сегменте представлены и более бюджетные решения. Во-первых, это несколько видов универсальных тестовых платформ, сочетающих измерения цифровых сетей SDH, SONET, Ethernet с возможностями тестирования оптических кабелей. Среди таких платформ следует упомянуть MTS-8000 (JDSU) (рис. 4) и FTB-400 (EXFO).



Рис. 4. Платформа MTS-8000 (JDSU)

Обоим приборам доступны большое количество функций анализа оптики, включая характеристики оптического волокна для разворачивания высокоскоростных систем передачи данных, но MTS-8000 имеет чуть больше функций анализа транспорта NGN, что объясняется большим набором интерфейсов. Во-вторых, разработаны и поставляются портативные анализаторы сетей Ethernet, такие как FST-2802 (Acterna). При малых габаритах и достаточно лояльной цене прибор предоставляет широкие функциональные возможности, среди которых анализ и генерация IP-трафика, анализ VPN, VoIP и другие.

Тестовое оборудование в сегменте доступа

Пожалуй, наибольший выбор тестового оборудования представлен в сегменте доступа. Только перечисление тестеров xDSL может занять достаточно много времени, поэтому ограничимся небольшим количеством примеров. Универсальный тестер доступа HST-3000 (Acterna) (рис. 6) позволяет тестировать все виды DSL-систем (включая самые последние разработки).



Рис. 5. Универсальный тестер доступа HST-3000 (Acterna)

Кроме того, он имеет функции анализа Ethernet, эмуляции IP-телефона с возможностью анализа качества VoIP (вычисление R-фактора), опции тестирования IP Video и эмуляции STB, то есть полной верификации услуг Triple Play. Универсальная платформа SunSet MTT (Sunrise) также предназначена для тестирования сетей доступа и может поставляться с блоками эмуляции и анализа различных DSL-систем и сетей IP. Кроме того, прибор может быть оборудован даже модулями OTDR (правда, не слишком большого динамического диапазона), а также опциями тестирования протоколов телекоммуникационных сетей доступа (ISDN, Q.SIG, V.5).

Специализированные анализаторы пакетных сетей

Среди специализированных анализаторов пакетных сетей следует выделить два устройства, имеющие схожие функции, -- это Performer Analyzer (RADCOM) и DA-3400/3600 (Acterna). Эти анализаторы проводят полнофункциональное тестирование всех действующих протоколов сетей передачи данных, встроенных экспертных систем, позволяющих значительно сократить время анализа собранной информации. Приборы оборудованы возможностями генерации трафика и анализа сетей VoIP, включая расчет MOS-факторов.

Анализаторы телекоммуникационной сигнализации

Для тестирования пограничных устройств NGN сегодня применимы многие достаточно хорошо известные анализаторы телекоммуникационной сигнализации. Среди основных можно выделить: 8630 (BitGate), SNT-7531 (Экран), AnyTestE1 (LinkBit) и некоторые другие. Все эти анализаторы кроме стандартного набора телекоммуникационных протоколов (SS7, ISDN, V5, GSM, GPRS и др.) имеют опции анализа сетей VoIP, что позволяет использовать их для тестирования медиапотоков. Прибор AnyTestE1, кроме того, имеет встроенные программные функции определения PESQ для анализа качества передачи голосового трафика в IP-сетях.

Заключение

Итак, сегодня существует достаточно богатый выбор оборудования тестирования различных приложений NGN. Более того, подчас новые приборы или новые возможности существующих приборов появляются чуть ли не раньше внедрения тех технологий и оборудования, для которых они рассчитаны. Так было с ADSL2+ и NG SDH. Поэтому, подводя итог вышесказанному, можно смело надеяться, что технологии измерений будут идти в своем развитии рука об руку с телекоммуникационными технологиями, и всегда будет существовать широкий выбор анализаторов, отвечающих последним стандартам и сетевым решениям.