

## ЕЩЕ ОДИН ВЗГЛЯД НА NGN: МОБИЛЬНАЯ КОНВЕРГЕНЦИЯ

---



*Александр Гольдштейн,  
к.т.н., СПбГУТ,*



*Александр Атуцк,  
ЛОНИИС*

### **Отставание СПС**

Конвергенция! Как много в этом слове... Конвергенция сетей связи, конвергенция традиционных и новых Инфокоммуникационных услуг, конвергенция TDM- и IP-телефонии. А где же сети подвижной связи? Обсуждая конвергенцию и строя сети NGN для фиксированной связи, мы не можем не видеть, что для сетей подвижной связи (СПС) все эти вопросы так же актуальны. Попробуем взглянуть на технологии NGN с точки зрения мобильных сетей. Не рассматривая подробно технологические решения, сосредоточимся на основных принципах.

Началом конвергенции и отправной точкой на пути к NGN считается появление IP-телефонии, этап коммерческого использования которой начался в 1995 г. Однако мобильные сети, включая самые передовые на тот момент сети GSM, не спешили использовать возможности пакетной передачи речи. С технической точки зрения это можно объяснить тем, что оборудование мобильных сетей по сравнению с парком оборудования операторов проводной связи было достаточно современным, и его моральное устаревание было делом нескорым. Кроме того, операторы мобильной связи в то время увеличивали прибыли за счет развития своих сетей, охватывавших все новые и новые регионы, привлекали новых пользователей, наращивали абонентскую базу, довольно мало внимания уделяя услугам. И все это происходило в условиях довольно слабой конкуренции, не требующей постоянной работы с тарифными планами. Время задуматься обо всем этом наступило только сейчас.

### **VoIP и декомпозиция шлюза**

Первые попытки использовать IP-телефонию были предприняты для того, чтобы миновать уровень дальней связи при связи с абонентами, находящимися в роуминге. К тому времени технология была уже достаточно зрелой и приобрела известность. Да и рынок мобильной связи изменился, появление новых игроков заставляло искать решения, привлекательные для абонентов, и VoIP для дальней связи казался идеальным решением.

Самым популярным способом реализации данного приложения было использование только появившейся тогда в рамках проекта ETSI/TIPHON архитектуры распределенного шлюза. Первым примером использования этого принципа в отечественных сетях стал проект компании «Дельта Телеком».

Такое решение было очень удобным для операторов, поскольку предназначалось для связи двух систем с коммутацией каналов, какими как раз и являются телефонные сети стандарта GSM и более ранних стандартов. Принцип декомпозиции шлюза заключается в разделении функций шлюза IP-телефонии, связывающего сети IP с сетями с коммутацией каналов, по трем физическим элементам. Контроллер медиа-шлюза (Media Gateway Controller, MGC) сосредоточил в себе логику управления вызовом и функции обработки сигнальных сообщений ОКС-7; сам ме-диашлюз (Media Gateway) взял на себя все функции по двустороннему преобразованию формата пользовательских данных, передаваемых между сетями с коммутацией каналов и IP-сетями; шлюз сигнализации (Signaling Gateway) отвечал за обеспечение передачи сигнальной информации между узлами сети с коммутацией каналов и MGC, производя замену протоколов транспортных уровней на границе сетей. На более высоком уровне абстракции можно сказать, что функции по управлению вызовом были физически отделены от функций, непосредственно связанных с установлением и поддержанием соединения, т. е. с коммутацией, правда на сей раз «виртуальной».

### **Мобильный Softswitch**

Развитие технологии VoIP продолжалось, в сетях проводной связи принцип декомпозиции развился в новую сетевую концепцию Softswitch (см.: Гольдштейн А. Б., Гольдштейн Б. С. «Softswitch». СПб.: БХВ, 2006). Архитектура Softswitch появилась довольно спонтанно: распределенный шлюз в чистом виде оказался нежизнеспособным, и производители оборудования искали способы доработать функциональность производимого оборудования. Международные стандартизирующие организации не спешили специфицировать новые архитектурные решения, в связи с чем заинтересованные производители оборудования в 1999 г. основали International Softswitch Consortium (ISC), в задачу которого входили исследования новых архитектур и оказание содействия при их внедрении.

Детальное обсуждение Softswitch мы опустим, материалов по этой теме опубликовано более чем достаточно, а для получения полной картины можно порекомендовать обратиться к источнику, указанному выше. Здесь же важно отметить, что идеология Softswitch и соответствующие ей проводные сети NGN, концепцию построения которых развивает консорциум IPCC (IP Communications Consortium), преемник ISC, на сегодняшний день являются общепринятыми для реализации современных мультисервисных сетей.

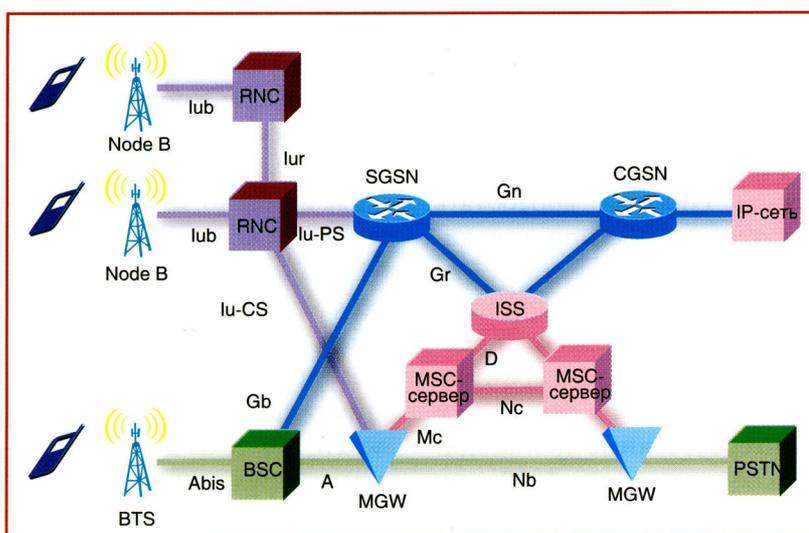
Между тем в мир мобильной связи Softswitch-решения проникали очень медленно и, можно даже сказать, с неохотой, однако достоинства этой архитектуры в конце концов взяли верх. Softswitch нашел свое отражение в стандартах 3GPP, разрабатывающего концепцию перехода от сетей GSM к мобильным сетям 3G.

Как известно, работа по созданию стандартов для сетей 3G ведется в 3GPP поэтапно, набор законченных спецификаций для каждого этапа называется Release, а первое упоминание о Softswitch-архитектуре появилось только в Release 4.

Как известно, мобильные сети 2,5G, к которым относится большинство современных сетей GSM, имеют два домена – домен коммутации каналов (Channel Switch, CS) и домен коммутации пакетов (Packet Switch, PS). К CS-домену относится оборудование, обрабатывающее пользовательский трафик и трафик сигнализации, связанный с предоставлением услуг связи по коммутируемому каналу. Традиционно к CS-домену

относится такое оборудование, как MSC, GMSC и VLR. В свою очередь, PS-домен отвечает за передачу пользовательского трафика в пакетном виде и за обработку связанной с ним сигнализации. Обычно к нему относятся различные узлы GPRS.

Softswitch-архитектура в мобильных сетях стала развитием CS-домена, в котором был специфицирован «распределенный MSC» или Mobile Softswitch. Такой MSC должен был состоять из MSC-сервера (MSC Server) и функции медиашлюза (Circuit Switched – Media Gateway Function, CS-MGW). MSC-сервер содержит в себе функции MSC по управлению вызовом и управлению мобильностью и является мобильным аналогом MGC или Softswitch. MSC-сервер отвечает за управление вызовами в CS-домене. Он принимает пользовательскую сигнализацию и транслирует ее в сеть в виде соответствующей сетевой сигнализации. MSC-сервер также содержит в себе VLR для хранения абонентских данных и данных CAMEL. Если MSC-сервер управляет соединениями с внешними сетями, то он называется Gateway MSC-сервер (GMSC).



Архитектура мобильной сети общего пользования, поддерживающая услуги CS- и PS-доменов

MSC-сервер управляет медиа-шлюзом CS-MGW, находящимся на границе сети ТфОП и мобильной сети или на границе зоны оборудования мобильной сети, использующего технологию коммутации каналов, и опорной пакетной сети оператора. CS-MGW может осуществлять двустороннее преобразование проходящей через него пользовательской сигнализации. Взаимодействие между MSC-сервером и CS-MGW осуществляется по протоколу управления шлюзами H.248.

Таким образом, при сохранении технологии коммутации каналов на участке от мобильного терминала до CS-MGW (что позволяет продолжать предоставлять услуги связи пользователям, имеющим традиционные GSM-терминалы) Release 4 переводит опорную сеть оператора на ATM- и IP-транспорт.

С появлением новых элементов CS-домена в нем определяются новые интерфейсы. Mc является интерфейсом взаимодействия MSC-сервера со шлюзом CS-MGW. Для адаптации базовой версии протокола H.248 к нуждам мобильной связи используется традиционный для протокола H.248 механизм расширения – определение так называемых Packages. Интерфейс Nc используется для обмена сигнальной информацией между несколькими MSC-серверами, вовлеченными в сессию связи. На этом интерфейсе 3GPP предлагает использовать протокол BICC, несмотря на то, что в мире проводной связи фактическим стандартом взаимодействия двух Softswitch стал

только протокол SIP. Интерфейс Nb используется для передачи пользовательских данных между различными CS-MGW в виде RTP/UDP/IP или AAL2. На рисунке изображена архитектура мобильной сети общего пользования, поддерживающая услуги CS- и PS-доменов.

Помимо двух указанных доменов, 3GPP в своих документах специфицировал ряд узлов и подсистем, объединенных обобщающим термином «Специфические элементы мобильных систем». В их число входил регистр групповых вызовов (Group Call Register), объекты, поддерживающие предоставление услуги переносимости номера (Number Portability) и др. В Release 4 в их число впервые вошел шлюз сигнализации, который, как и в проводных Softswitch-решениях, обеспечивал двусторонний сигнальный обмен между сетью ОКС-7 и узлами IP-сети, производя замену транспортных протоколов.

Новая архитектура CS-домена имеет ряд преимуществ перед традиционной, при этом обе архитектуры полностью совместимы. Например, интеллектуальные сети (INAP или CAP) и сети GSM и ТфОП (ISUP) соединяются с MSC-сервером точно так же, как и с традиционным MSC. Преимущества же новой архитектуры в первую очередь связаны с повышением экономичности сети и ее упрощением.

В традиционном CS-доме увеличение емкости узлов MSC (технологический прогресс позволяет это сделать) неизбежно приведет к увеличению расстояния между узлом управления вызовом и узлами сбора трафика. То есть увеличится протяженность кабельных коммуникаций, по которым передается пользовательский трафик.

При использовании распределенной архитектуры локальный трафик (например, вызовы в пределах одного населенного пункта) не будет коммутироваться через центральный MSC-сервер, а будет замыкаться через местные медиашлюзы CS-MGW. Между MSC-сервером и CS-MGW будет передаваться только незначительный сигнальный трафик H.248. Учитывая высокую долю местного трафика, иногда достигающую 70 – 90% от общего объема трафика сетей мобильной связи, внедрение распределенного MSC приводит к существенной экономии транспортных ресурсов. Следует отметить, что это решение особенно актуально сейчас, когда происходит активный рост сотовых сетей в регионах, для которых характерна невысокая плотность населения, значительная удаленность городов друг от друга и неразвитость телекоммуникационной транспортной инфраструктуры.

Если оператор, использующий традиционные MSC, не идет по пути увеличения их емкости, а наращивает их количество, то это приводит к резкому усложнению внутренней опорной сети оператора. Это происходит вследствие действия принципа соединения «каждый с каждым», используемого в TDM-сетях. В то же время добавление новых CS-MGW и даже нового MSC-сервера не окажет сильного влияния на опорную IP-сеть.

Другой способ экономии ресурсов вытекает из природы технологии IP-телефонии, т. е. возможности передачи по опорной сети сжатого голоса и исключения этапа раскодирования на стыке сетей радиодоступа и коммутации. За счет этого требования к размеру полосы пропускания для каждого голосового соединения в опорной сети могут быть значительно снижены.

Ко всем перечисленным преимуществам распределенной архитектуры MSC следует добавить то, что реализовав распределенный MSC, оператор создает значительный задел для будущего развития своей сети, поскольку одним из главных положений концепции сетей 3G является использование A11-IP-инфраструктуры, которую оператору, следовательно, придется рано или поздно создавать. И здесь мы можем перейти к рассмотрению следующего этапа развития архитектуры управления вызовами в мобильных сетях. Как уже было сказано, в документах 3GPP, описывающих архитектуру мобильных сетей, присутствует понятие «специфические элементы мобильных систем». Их описание предваряется следующими словами: «Элементы, представленные в этом параграфе, предназначены для предоставления некоторого набора услуг. Их реализация или их отсутствие в конкретной сети PLMN должно иметь минимальное влияние на все остальные элементы PLMN».

### Концепция IMS

В 3GPP Release 5 в число упомянутых «специфических элементов» вошла подсистема, которая не только оказала огромное влияние на архитектуру сетей PLMN, но и изменила взгляд на построение проводных сетей NGN. Эта подсистема получила название IP Multimedia Subsystem (IMS). Ее изначальное назначение в мобильных сетях – предоставление пользователям PLMN услуг мультимедийной IP-связи. Однако по мере развития подсистемы IMS снижается значение доменов CS и PS, поскольку мультимедийная сессия подразумевает передачу как речевого трафика (домен CS), так и передачу трафика данных (домен PS). Параллельное развитие архитектуры распределенного MSC и подсистемы IMS является направлением эволюции мобильных сетей. В будущем, когда IMS станет основой для предоставления услуг абонентам мобильной сети 3G, распределенный MSC будет служить для обеспечения взаимодействия IMS с сетями GSM с коммутацией каналов и сетями ТфОП.

3GPP определяет IMS как многоуровневую архитектуру, в которой транспорт и услуги по переносу трафика отделены от сигнальной сети и функций управления сессией. В данном случае мы видим практически копию идеологии Softswitch консорциума IPCC. Также по примеру IPCC в IMS специфицированы не узлы сети, а функции, что превращает архитектуру IMS в набор функций, соединенных стандартными интерфейсами. Это дает возможность разработчикам комбинировать несколько функций в одном физическом объекте или, наоборот, реализовывать одну функцию распределенно. Однако в большинстве случаев, опять-таки по аналогии с Softswitch, физическая архитектура IMS ставится в соответствие функциональной, и каждая функция реализуется в отдельном узле.

Некоторые функции сложно отнести к конкретному уровню, но указанный подход обеспечивает минимальную зависимость между уровнями сетевой архитектуры. В IMS-архитектуре можно выделить три уровня:

- User Plane – пользовательский уровень, или уровень передачи данных;
- Control Plane – уровень управления;
- Application Plane – уровень приложений.

За более подробным описанием читатель может обратиться опять же к вышеупомянутому труду (Гольдштейн А. Б., Гольдштейн Б. С. «Softswitch». СПб.: БХВ, 2006), а вот задачи, стоящие перед оператором, решать которые должна IMS, мы рассмотрим подробнее.

Итак, какие же требования предъявляются к новой технологии?

Предоставление разнообразных услуг на базе единой пакетной сети требует гибкой поддержки качества этих услуг, поэтому первое по значимости место поделят между собой новые услуги и обеспечение гарантированного качества обслуживания.

Что касается услуг, то совершенно новый подход к их предоставлению с помощью IMS уже довольно хорошо известен и не раз освещался в публикациях, поэтому напомним лишь сам принцип: концепция IMS позволяет оператору внедрять услуги, созданные сторонними разработчиками или даже самим оператором, а не производителями телекоммуникационного оборудования, и позволяет интегрировать различные услуги друг с другом, а также предоставляет широкие возможности для увеличения количества услуг и их персонализации. Дело в том, что на смену так называемым «вертикальным сервисным платформам», которые успешно справлялись с предоставлением небольшого числа ключевых услуг, приходит горизонтальная архитектура, позволяющая оператору без больших усилий и затрат внедрять новые персонализированные услуги, причем пользователи могут получить доступ к различным услугам в рамках одной сессии связи.

Гарантия QoS – большой вопрос мультисервисных сетей, который долгое время мучает специалистов фиксированной связи и не миновал связь мобильную. В системе IMS при установлении сессии пользовательское оборудование извещает сеть о своих возможностях и требованиях к QoS. При помощи протокола SIP возможно учесть такие параметры, как тип и направление передаваемых данных, скорость передачи данных, размер пакетов, использование RTP, требуемая ширина полосы пропускания. IMS позволяет управлять качеством связи, которое получит конкретный пользователь, и таким образом дифференцировать как пользователей, так и услуги.

Требование поддержки взаимодействия с сетью Интернет очевидно. Благодаря общим протоколам пользователи IMS могут устанавливать мультимедийные сессии с различными службами глобальной сети. Вместе с тем, поскольку переход к сетям следующего поколения будет постепенным и более или менее длительным, то IMS должна иметь возможность взаимодействовать с сетями предыдущих поколений – фиксированными (ТфОП) и мобильными (2G) сетями с коммутацией каналов.

Для доступа к сети и, соответственно, к IMS возможно использование различных технологий, отличных от GPRS, например WLAN, xDSL, HFC (Hybrid Fiber Coax), соединение через кабельный модем. Как и любая IP-сеть, IMS независима от протоколов нижних уровней и технологий доступа, но поскольку 3GPP сконцентрировал свои усилия на эволюции GSM-сетей, то спецификация первой версии IMS (Release 5) содержала некоторые GPRS-ориентированные опции. В позднейших релизах, начиная с шестого, было произведено отделение функций доступа от ядра сети, и началась разработка вариантов разнообразного доступа к IMS, получивших название IP Connectivity Access (любых технологий доступа, осуществляющих транспортировку IP-трафика между пользовательским оборудованием и объектами IMS). Требования, связанные с услугами, оказали сильное влияние на архитектуру IMS. Необходимость быстрого внедрения разнообразных услуг, поскольку именно они должны стать основным источником дохода провайдера, потребовала пересмотра процесса создания услуг. В концепции IMS, чтобы уменьшить время внедрения услуги и обеспечить ее предоставление в визитной сети (когда пользователь находится в роуминге), производится стандартизация не услуг, а возможностей их предоставления (Service Capability). Таким образом, провайдер может

внедрить любую услугу, соответствующую Service Capability, причем она будет поддерживаться при перемещении пользователя в визитные сети, поскольку они обладают аналогичными, стандартизованными характеристиками Service Capability. Такая возможность существует также благодаря тому, что в IMS принято управление услугой из домашней сети, т.е. устройство, имеющее доступ к базе данных пользователей и взаимодействующее напрямую с сервисной платформой, всегда находится в домашней сети.

Требование поддержки роуминга, с которого и началось внедрение IP-технологий в мобильных сетях, давно существует в мобильных сетях 2G и, естественно, было унаследовано IMS. Однако понятие роуминга стало значительно более широким и включающим в себя:

- 1) GPRS-роуминг: визитная сеть предоставляет доступ (RAN) и сервисный узел поддержки GPRS (SGSN), а в домашней находится шлюзовой узел (GGSN) и IMS;
- 2) IMS-роуминг – визитная сеть предоставляет IP-соединение и точку входа (например, Proxy-CSCF), а домашняя сеть обеспечивает всю остальную функциональность;
- 3) CS-роуминг – роуминг между сетью IMS и сетью с коммутацией каналов.

Последним, новым требованием к IMS стала возможность оператора или провайдера услуг гибко тарифицировать мультимедийные сессии. IMS может тарифицировать сессии как наиболее простым способом – в зависимости от объема трафика или длительности сессии, так и использовать сложные схемы, учитывающие пользовательские политики, объемы различных компонент ме-диаданных, предоставляемые услуги и т. п. IMS поддерживает как онлайн-, так и офлайн-тарификацию.

### **Братья по оружию**

В разработке технологий, используемых в IMS, помимо 3GPP/3GPP2 участвует ряд международных стандартизирующих организаций. В то время как 3GPP и 3GPP2 концентрируют свои усилия на создании архитектуры IMS и спецификации нескольких базовых услуг, организация OMA (Open Mobile Alliance) занимается стандартизацией услуг для IMS. В OMA пришли к выводу, что нецелесообразно каждому шлюзу услуг Service Enabler (программный шлюз между ГГ-приложениями и сетевыми узлами) иметь собственные механизмы обеспечения безопасности, качества обслуживания, начисления платы, управления сессией и т. д. Взаимодействие 3GPP/3GPP2 с IETF имеет целью обеспечить соответствие разрабатываемых протоколов требованиям IMS. Принципы взаимодействия IETF с 3GPP и 3GPP2 были зафиксированы в документах RFC 3113 и RFC 3131 соответственно. В результате этого сотрудничества были созданы несколько спецификаций протоколов и расширений протоколов в виде документов RFC или Internet-draft. Наиболее активная работа велась в области использования в IMS протоколов IPv6, DNS, COPS, Diameter и, разумеется, SIP. Особого внимания заслуживает взаимодействие 3GPP с ETSI. Оно осуществляется в рамках проекта TISPAN (Telecommunication and Internet Converged Services and Protocols for Advanced Networking). Задача TISPAN – доработать архитектуру 3GPP IMS для того, чтобы она могла стать основой NGN в фиксированных сетях и способствовать конвергенции фиксированных и мобильных сетей.

## **Fixed-Mobile Convergence**

Для конвергенции фиксированных и мобильных сетей и способствования этому процессу крупными операторами был создан альянс Fixed-Mobile Convergence Alliance (FMCA). Первоначально в него вошли операторы British Telecom (председательствующий в организации на данный момент), Swisscom, NTT Com, Korea Telecom, Rogers Wireless и Brasil Telecom.

Ожидается, что конвергенция фиксированных и мобильных сетей принесет ряд преимуществ всем участникам рынка: пользователям, операторам и провайдерам услуг, а также производителям оборудования.

Как уже упоминалось на страницах журнала, сети 3G могут существовать только тогда, когда 2/3 доходов оператора приходится на дополнительные услуги. Все сегодняшние тенденции развития Инфокоммуникационных технологий направлены как раз на новые услуги, и концепция IMS не стала исключением.

Как и любая новая идеология, IMS сегодня (снова аналогично Softswitch) вызывает больше вопросов, нежели дает ответов. Например, как будут взаимодействовать виртуальные операторы MVNO с IMS? Но, может быть, IMS и есть тот самый необходимый инструмент для объединения фиксированных и мобильных сетей? А может быть, это способ успешно достроить сети 3G? Или IMS станет единой системой управления для NGN? Вспомним простой рецепт Оноре де Бальзака: чтобы дойти до цели, надо идти. Доброго пути нам всем.