

*Технические науки***ПРИНЦИПЫ ВЗАИМОДОПОЛНЯЮЩЕГО  
РАЗВИТИЯ (КОНВЕРГЕНЦИИ) СЕТЕЙ  
ПОДВИЖНОЙ И ФИКСИРОВАННОЙ СВЯЗИ  
БУДУЩЕГО**

Бабин А.И.

*Национальный институт радио и  
инфокоммуникационных технологий (НИРИТ), Москва,  
Россия*

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что основными направлениями целесообразного развития подвижной связи в Российской Федерации на период до 2015 года представляются следующие направления:

- Развертывание систем подвижной связи 3G в сочетании с дальнейшим развитием существующих сетей 2G+;

- Развертывание оборудования подсистем платформы IMS, способных обеспечить оказание пользователям широкого спектра инфокоммуникационных услуг на базе технологии мультимедиа в общих услугах NGN сетей следующего поколения;

- Расширение ресурсов междугородных сетей связи с целью обеспечения взаимодействия опорных сетей 2G+/3G в процессе оказания пользователям телекоммуникационных услуг на базе технологии коммутации пакетов NGN;

- Расширение возможностей систем OSS/BSS в соответствии с основными положениями концепции NGOSS с целью повышения эффективности эксплуатационного управления сетевыми ресурсами и создания базы для управления бизнесом операторов связи в сфере оказания инфокоммуникационных услуг;

- Развитие нормативно-правовой базы как в части регламентации требований к построению систем подвижной связи, ориентируемых на оказание инфокоммуникационных услуг, так и правил оказания таких услуг.

В соответствии со спецификациями, выработанными в рамках европейского института стандартов (ETSI) и в 3GPP на сетевую подсистему GPRS системы GSM ph2+, использование технологии пакетной передачи позволяет предоставить пользователям доступ в Интернет, обеспечивая передачу на скорости от 14 до 115 кбит/с и выше. Система подвижной связи 3G/UMTS в сравнении с системой 2G/GSM ph2+ позволяет дополнительно расширить спектр услуг за счет увеличения скорости передачи данных (до 384 кбит/с при передвижении со скоростью до 120 км/час и до 2048 кбит/с при передвижении со скоростью до 10 км/час). Так, например, только в системах 3G возможна поддержка видеоконференции в реальном времени. Кроме того, в системах 3G используются механизмы для оптимизации нагрузки – управление качеством предоставляемых услуг QoS. В сетях подвижной связи

прекратилось приращение роста доходов (в ряде случаев у операторов фиксированной сети наблюдается тенденция прекращения роста доходов), как следствие, операторы связи заинтересованы в новых источниках дохода. На сегодня эти источники, в значительной мере, связаны с широкополосными услугами. Интенсивное развитие IP телевидения, а также предложения пользователям услуг демонстрации друг другу видеопотоков в реальном времени, обуславливают спрос на средства широкополосного доступа к сетевым ресурсам, а также к потенциальным поставщикам услуг NGN. Наблюдается смещение доходов операторов подвижной связи в сторону оказания услуг передачи данных и услуг с добавочной стоимостью (VAS), в частности, мобильного контента. В России рынок мобильного контента составляет около 500 млн. US\$ (25% общего рынка VAS). Ожидается, что к 2010 году рынок мобильного контента (инфотеймент, игры, общение, медиа-интерактив, мобильный маркетинг, мобильная коммерция, кастомизация) превысит 1 млрд US\$. Тенденция падения выручки GPRS-WAP и плавного роста выручки от услуг GPRS-Internet сохранится в последующих периодах 2012-2015 г.г.. Однако рост выручки от GPRS-Internet не способен компенсировать потерю доходов от GPRS-WAP. На данном этапе развития средств телекоммуникации VAS-направление является частью общей маркетинговой стратегии операторов, одним из способов повышения ARPU. На современном уровне развития инфокоммуникационных технологий генератором услуг связи все более становится пользователь, в то время как поставщик оборудования теряет эту функцию. Повсеместно бизнес в 2012-2015 г.г. на базе пропуска трафика будет вытесняться бизнесом на базе оказания широкого спектра инфокоммуникационных услуг. При этом усилиями поставщиков соответствующего оборудования и приложений будет создана инфокоммуникационная инфраструктура, в которой операторы связи перестанут играть ведущую роль. Наблюдается постепенное изменение бизнес-модели оказания услуг подвижной связи, а именно, переход от традиционной бизнес-модели «оператор-абонент-потребитель» к бизнес-модели оказания инфокоммуникационных услуг в сетях NGN «разработчик (владелец) контента-поставщик-агрегатор-дистрибьютор-оператор сервисов-оператор доступа-пользователь». Услуги сетей подвижной связи 3G (развернуты во многих странах) оказываются десяткам миллионов абонентов, однако эффективность этого бизнеса регулярно отстает от желаемого уровня. Экономические перспективы развертывания сетей 3G в России в 2008-2010 г.г. пока неоднозначны. Наибольший спрос на услуги высокоскоростной подвижной связи ожидается в крупных городах с населением более 1 млн. человек, в первую очередь в Москве и Санкт-Петербурге. Развертывание сетей 3G откроет новые возможности для Location Based Service - LBS,

«тяжелого» контента, мобильного банкинга и маркетинга. По мере развертывания сетей 3G понятие «Дополнительные Услуги Связи VAS» обретет новый смысл (причем, диаметрально противоположный существующему). В сетях 3G услуга передачи речи (радиотелефонной связи) станет дополнительной, тогда как услуга передачи данных приобретет характер основной. В частности, телефонная связь может стать бесплатным приложением к другим сервисам для абонентов сетей подвижной связи 3G/4G. Российским операторам сетей 3G следует учесть мировой опыт эксплуатации подобных сетей совместно с сетями GSM. Оптимальной является стратегия использования единых тарифных планов при обслуживании в сети любого стандарта (GSM или WCDMA). При этом абонент автоматически начнет использовать сеть WCDMA именно для передачи данных (за счет высоких скоростей), а сеть GSM для телефонной связи (за счет большей территории покрытия).

В соответствии с основными положениями концепции NGN сети подвижной и фиксированной связи встраиваются в общую инфраструктуру, удовлетворяющую функциональной архитектуре NGN. При этом существующие сети подвижной и фиксированной связи рассматриваются как сети доступа к услугам NGN, а отличие этих сетей друг от друга будет заключаться только в технологиях абонентского доступа.

На уровне опорных сетей фиксированной и подвижной связи уже активно внедряются конвергентные технологии, в частности, планомерно осуществляется переход на технологию коммутации пакетов на базе протокола IP при оказании любых телекоммуникационных и инфокоммуникационных услуг. На междугородном уровне поставлена и решается задача создания таких мультисервисных магистральных сетей также на базе технологии коммутации пакетов и протокола IP, которые будут способны поддержать все процедуры оказания услуг NGN широкому кругу пользователей по всей территории России.

Одной из основных проблем на пути перехода к сетям следующих поколений является развертывание подсистем IMS, которые способны будут управлять процедурами оказания телекоммуникационных и инфокоммуникационных услуг на базе технологии мультимедиа. Представляется, что успешное решение этой проблемы явится решающим вкладом на пути взаимодополняющего развития сетей подвижной и фиксированной связи.

В настоящее время архитектура IMS рассматривается многими операторами и сервис-провайдерами, а также поставщиками оборудования как возможное решение для построения сетей следующего поколения 2008-2010 г.г. и как основа конвергенции сетей подвижной связи и стационарных сетей на платформе IP к 2015 году.

Вместе с тем следует отметить, что одно из основных положений концепции NGN, а именно, отделение функций управления вызовами и сессиями от

функций транспорта не была своевременно поддержана соответствующим набором стандартов и спецификаций.

Это привело к тому, что основные сетевые элементы, способные реализовать функциональные элементы архитектуры NGN, поставляемые различными производителями, оказались несовместимыми между собой как по интерфейсам, так и по своим функциям. Именно это определило активность международных организаций (в первую очередь ETSI и 3GPP), которые начали разработку новых принципов построения и стандартов сетей подвижной связи 3G, основываясь на уровневой архитектуре NGN.

Изначально IMS была разработана в 3GPP как функциональная архитектура управления услугами в сетях связи следующих поколений. Эта архитектура была разработана с целью обеспечить возможность для операторов связи оказывать пользователям широкий диапазон мультимедийных услуг на базе технологии коммутации пакетов и предоставлять их в реальном времени, отслеживать процедуры оказания услуг как путем традиционного сбора информации о длительности времени оказания услуги, так и сбора информации о профиле оказанной услуги и количестве переданных пакетов.

Подсистема IMS имеет структуру, ориентированную на введение и оказание как основных, так и расширенных услуг связи, в частности: Voice Call Continuity (VCC); передача сообщений на базе технологии мультимедиа; web интеграция (chat text, shared online whiteboards и др.); Push to talk over Cellular (PoC). Операторы связи ожидают, что введение IMS сократит CapEx и OpEx посредством использования конвергентной магистральной IP сети и открытой архитектуры IMS:

- архитектура IMS определяет множество общих компонент (например, для управления вызовом и хранения конфигурации профиля услуг), как следствие, потребуется меньше усилий для создания новых услуг, поскольку платформа IMS может многократно использоваться для этих целей;

- использование стандартных интерфейсов должно увеличить конкуренцию между поставщиками оборудования, что снимет опасность для операторов связи попасть в зависимость от оборудования конкретного поставщика, которое поддерживает только собственные закрытые интерфейсы.

Как следствие, развертывание оборудования платформы IMS должно обеспечить более быстрое и дешевое введение новых услуг связи по сравнению с традиционными монолитными конструкциями телефонных услуг.

Технологии NGN открывают перед операторами связи новые способы эффективной передачи трафика, подключения и обслуживания клиентов (пользователей, поставщиков услуг, поставщиков контента и др.), взаимодействия поставщиков сервиса. Формирование инфокоммуникационной кооперации, обладающей ог-

ромным потенциалом, обуславливает завершение этапа развития телекоммуникаций, при котором оператор связи играет ключевую роль (строит сеть, наполняет услугами и обслуживает пользователей только оператор связи). Процесс конвергенции (сближения) сетевых технологий затрагивает как фиксированные, так и подвижные сети связи, в частности:

- При оказании услуг фиксированной и подвижной связи в перспективе будут использоваться опорные и транзитные сети, построенные на базе единой технологии, базирующейся на протоколе IP.

- В сетях фиксированной связи все шире применяются средства и технологии беспроводного широкополосного доступа (в частности, WiFi, WiMAX), что постепенно превращает их в сети подвижной связи

- Сети подвижной связи модернизируются (согласно концепции NGN) путем перехода на IP технологию в процессе внутри сетевой конвергенции при поддержке услуг и приложений, задействуемых при обслуживании клиентской базы

- Введение многомодовых (например, GSM/UMTS/WiFi) терминалов пользователя, обеспечение бесшовного хэндовера, а также конвергенция приложений, поддерживаемых в фиксированных и подвижных сетях, стирает границы между соответствующими системами связи в процессе межсетевой конвергенции (FMC)

Основные положения концепции NGN находят свое практическое отражение в международных стандартах и спецификациях, которые разрабатываются на оборудование подсистемы IMS, ориентированной на поддержку множества различного рода инфокоммуникационных мультимедийных услуг на базе протокола IPv6. Процесс межсетевой конвергенции в сочетании с развертыванием платформ IMS обуславливает тесное взаимодействие (работу в кооперации) разных сторон, представленных в бизнес-модели оказания инфокоммуникационных мультимедийных услуг. Процесс конвергенции фиксированной и подвижной связи обуславливает разработку и внедрение новых принципов биллинга, предоставляющих пользователю возможности выбора в реальном времени оптимального тарифа в любом месте для любой услуги, что в свою очередь окажет влияние на конкуренцию между поставщиками сервиса. В процессе внедрения технологий NGN в ЕСЭ РФ неизбежно увеличится количество сервисов на базе единой транспортной инфраструктуры, что предоставит возможность пользователям не думать о сетевых особенностях, а сосредоточиться на выборе между сервисами с различными характеристиками качества и соответствующими тарифами.

Основные инновации в сетевых подсистемах подвижной связи на этапе продвижения их в состав сетей NGN связаны с переходом на IP технологию в CS-сегментах опорных сетей, а также с созданием мультисервисных междугородных (транзитных) сетей, способных поддержать взаимодействие опорных сетей (CS- и PS- сегментов) при оказании пользователям ус-

луг NGN. При переводе на IP технологию CS – сегментов опорных сетей возникает ряд проблем, связанных с размещением конвергентного оборудования по территории страны и соответствия разных вариантов размещения существующей нормативной базе. При решении проблем, связанных с взаимодействием конвергентных опорных сетей отдельных операторов связи, возникает ряд задач, относящихся к стратегии и тактике модернизации существующих междугородных сетей.

Считается, что по мере расширения и усложнения рынка подвижной связи растут запросы пользователей на услуги подвижной связи. Ожидается, что разветвленные и комплексные услуги потребуют совершенно иных характеристик трафика и уровней качества услуг сравнительно с трафиком речи или текста систем 3G. Будущие технологии подвижной связи должны предоставлять разветвленные услуги с разнообразными параметрами трафика, обеспечиваемыми независимо от технологии радиointерфейса. В настоящее время установлено, что самым эффективным решением для радиointерфейса, обеспечивающим мобильному пользователю доступ к услугам, сравнимым с услугами, предоставляемыми проводными сетями, является полный переход на технологию IP как универсального метода передачи всех видов трафика и приложений. Только переход на технологию IP всех элементов систем подвижной связи позволяет организовать в будущем их глобальное взаимодействие.

Между тем именно сети радиодоступа в силу физических ограничений радиоканалов являются основным фактором, определяющим возможности обеспечения мобильного радиодоступа к услугам NGN, так как опорные сети не имеют принципиальных ограничений ни на скорости передачи данных, ни на возможности доступа пользователей к любым видам услуг. Более того, уже существующие IP сети в принципе готовы к переводу на них всех видов трафика – пакетного речевого и данных, и решающим условием успешной реализации NGN является выработка решений, определяющих организацию и использование сетей радиодоступа.

На основе опыта перехода от 2G (GSM) к 3G (UMTS) можно ожидать, что будущие системы радиодоступа позволят реализовать существенно более высокие скорости пользовательского трафика, чем имеются в настоящее время. Однако при этом следует иметь в виду, что для быстро движущегося пользователя эти скорости всегда будут меньше скоростей, доступных для неподвижного пользователя. В связи с этим будущие сети радиодоступа должны быть оптимизированы применительно к разным конкретным категориям пользователей (по степени подвижности, скорости передачи, качества услуг QoS и др.).

Вопросы построения сетей мобильного доступа в сетях следующего за 3G поколения систем подвижной связи (NGN) рассматриваются в двух международных

организациях - МСЭ-Р и 3GPP пока на уровне постановки задачи и определения основных требований как к опорным сетям, так и к сетям радиодоступа. Возрастающая конкуренция на рынке услуг подвижной связи еще более обострится при развертывании систем 3G и внедрении в фиксированных сетях ресурсов радиодоступа 4G/5G. Неизбежное расширение бизнес-моделей, связанных с оказанием услуг подвижной связи, обусловит появление относительно свободных ниш для альтернативных участников.

Одной из таких ниш становится ниша виртуальных операторов подвижной связи (MVNO). Операторы подвижных сетей 2G+/3G, имея избыток сетевых ресурсов, могут предоставлять его часть операторам MVNO по схемам аутсорсинга и франчайзинга. Это снимет противоречие между наличием у операторов подвижных сетей избытка сетевых ресурсов и недостаточной заинтересованности в ведении собственного бизнеса и, в частности, в сфере оказания услуг IMS.

Оператор транзитной мультисервисной сети помимо выполнения функций по пропуску трафика, связанного с взаимодействием сетей в составе ЕСЭ РФ, может стать также и оператором MVNO. В этом случае такой оператор связи способен оказывать мультимедийные широкополосные услуги абонентам разнородных сетей на большой территории, используя ресурсы радиодоступа существующих и вновь появляющихся операторов фиксированных и подвижных сетей. В зависимости от оснащенности виртуального оператора сетевыми ресурсами целесообразно различать три уровня проникновения в сферу оказания услуг подвижной связи, а именно:

- управление бизнес-процессом (арендуется часть ресурсов всей сетевой инфраструктуры базового оператора);
- управление бизнес-процессом и управление услугами (арендуется часть ресурсов опорной сети и сети радиодоступа базового оператора);
- управление бизнес-процессом, услугами и опорной сетью (арендуется часть ресурсов сети радиодоступа базового оператора).

Применение технологии MVNO позволяет обеспечить:

- снижение рисков для традиционных операторов связи на пути продвижения в направлении оказания услуг IMS за счет расширения соответствующих бизнес-моделей;
- привлечение на рынок оказания услуг IMS дополнительных участников, что повысит конкуренцию и, как следствие, приведет к снижению тарифов на услуги подвижной связи.

#### **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРОВОДОРОДНОЙ КОРРОЗИИ В ТАМПОНАЖНЫХ ЦЕМЕНТАХ**

Доровских И.В., Живаева В.В.

*Самарский государственный технический университет, Самара, Россия*

Проблеме изучения процессов сероводородной коррозии тампонажного камня уделяется большое внимание, однако, она остается актуальной, так как нет однозначных выводов о механизме и последствиях этого вида коррозии. Во многом это вызвано тем, что агрессивность сероводорода значительно выше других и осложнения, возникающие при сероводородной коррозии, более тяжелые, чем при других видах коррозии.

Сероводород, содержащийся в скважинах, контактирует с тампонажным камнем, как в газообразном, так и в растворенном состоянии. В зависимости от агрегатного состояния сероводорода механизм и скорость коррозионного поражения камня существенным образом меняются.

Сероводород является коррозионно-активным кислым газом, оказывает интенсивное разрушающее действие на тампонажные цементы. Это создает серьезную опасность экологическому равновесию, как на поверхности, так и в недрах в широком смысле этого слова.

Когда тампонажный камень взаимодействует с сероводородом, растворенном в пластовой воде, поражение камня протекает послойно. Сероводород, диффундируя вглубь цементного камня, вступает в химическую реакцию с растворенной гидроокисью кальция. В результате химических реакций поровая жидкость обедняется щелочью, что приводит к нарушению термодинамического равновесия между твердой и жидкой фазами цементного камня. Продукты твердения продолжают растворяться и гидратировать с выделением свободной гидроокиси кальция. Прежде всего, разрушается твердая фаза, представленная кристаллическим гидратом окиси кальция, высокоосновными алюминатами, гидросиликатом и гидроферритом кальция.

Нерастворимая часть цементного камня, химически инертная по отношению к сероводороду, образует буферную зону. Она представлена продуктами разложения гидратных фаз в виде гелей  $\text{SiO}_2$  и  $\text{Al}(\text{OH})_3$  и продуктами коррозии в твердой ( $\text{CaS}$ ,  $\text{FeS}$ ) и жидкой фазе, является более проницаемой, чем исходный камень, т.к. реакционноспособная часть цементного камня в процессе гидролиза и растворения перешла в раствор, а затем в виде хорошо растворимых продуктов коррозии -  $\text{Ca}(\text{HS})$  - в окружающую среду.

Если тампонажный камень контактирует с газообразным сероводородом, то последний способен проникать по открытым порам на значительную глубину в камень. Проникший газ растворяется в гелевых порах, заполненных раствором гидроокиси кальция и диссоциирует.

При  $\text{pH} > 11$  основным продуктом взаимодействия сероводорода с гидроксидом кальция является малорастворимый сульфид кальция. По мере убывания из раствора  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  нарушается равновесие между твер-