

ПРОГНОЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕТЯХ СВЯЗИ РОССИИ В ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА

ВВЕДЕНИЕ

Телекоммуникационные технологии на сегодня являются одним из наиболее интенсивно развивающихся видов научной, исследовательской и конструкторской деятельности. В течение последних 15–20 лет телекоммуникации прошли несколько качественных этапов, отличающихся друг от друга в широком технологическом спектре: от концептуальных подходов к построению сети до используемых физических принципов передачи и обработки сигналов. Так, например, в телефонных сетях фиксированной связи изменения происходили от сети связи на основе аналоговых систем коммутации и систем передачи к сетям на основе цифровых технологий, строящимся в рамках концепции цифровых сетей с интеграцией служб (ЦСИС), и далее к сетям, использующим пакетные технологии концепции сетей связи следующего поколения (NGN). С другой стороны, не всякая новая технология, по всем своим показателям превосходящая предшествующую, «приживается» на сетях связи вообще и сетях связи Российской Федерации в частности.

Здесь показательными являются примеры технологии ATM и концепции В-ISDN, которые в середине 90-х годов позиционировались на мировом уровне как наиболее перспективные для построения широкополосных сетей связи, но к началу XXI века оказались невостребованными ввиду появления новой технологической базы концепции сетей связи следующего поколения.

В существующих условиях операторам сетей связи важно правильно определить технологический базис, в рамках которого должно осуществляться развитие его сети. При этом важным является не только «угадать» собственно с технологией, но и определить сроки начала и окончания ее использования с тем, чтобы обеспечить максимальную отдачу от сделанных инвестиций и создать необходимый экономический и технический задел для перехода к следующему технологическому этапу. В качестве примера можно привести технологию вы-

сокоскоростного доступа ADSL, первые коммерческие решения на основе которой стали появляться на сетях в середине 90-х годов прошлого века, но их реальное массовое внедрение на сетях Российской Федерации стало возможным только несколько лет назад. Причины такой «задержки» лежат в нескольких плоскостях. Это и отсутствие платежеспособного спроса на ресурсоемкие услуги связи (широкополосный доступ в Интернет, IP-телевидение, видео по запросу и т.д.), и определяемое низким спросом отсутствие инвестиций в создание соответствующей инфраструктуры ядра сети, и достаточная высокая стоимость собственно решений на основе ADSL. По мере роста уровня жизни в Российской Федерации и снижения стоимости технологических решений внедрение ADSL стало стремительно развиваться, достигая уровня роста до 500% в год. С другой стороны, уже сегодня понятно, что для предоставления широкого спектра востребованных услуг технологических возможностей ADSL в ближайшем будущем окажется недостаточно, что формирует предпосылки для перехода к новым технологическим решениям. В этом случае с позиции оператора важно не только определить, какое технологическое решение использовать, но и когда и в каком объеме сделать соответствующие инвестиции.

ФГУП ЛОНИИС, являясь одним из ведущих научно-исследовательских институтов в области телекоммуникаций, в течение ряда лет занимается прогнозированием развития сетей связи. В настоящей статье приводятся результаты прогнозирования эффективности внедрения технологических решений на сетях связи Российской Федерации на перспективу до 2020 года, базирующиеся на различных источниках: экспертных оценках специалистов, изучении международного опыта, анализе существующего состояния сетей, анализе и прогнозах уровня экономического развития Российской Федерации.

Прогноз использования телекоммуникационных технологий представлен по следующим направлениям:

1. Развитие сетевых структур.

2. Использование технологий терминального оборудования.
3. Использование технологий доступа.
4. Использование технологий магистральной сети.
5. Развитие услуг и технологий предоставления услуг.
6. Использование технологий сетевого управления и сетевой безопасности.

1. РАЗВИТИЕ СЕТЕВЫХ СТРУКТУР

Основным направлением структурного развития окажется переход к сети связи, позволяющей в рамках единой сетевой инфраструктуры обеспечить предоставление всех услуг, оказываемых в настоящее время за счет раздельного функционирования различных сетей связи (ТФОП, СПД, ССПС, КТВ), а также новых услуг связи.

Основными особенностями такой сети связи окажутся:

- единый способ передачи, обработки и коммутации информации, основанный на пакетных принципах;
- адаптивность сети к внедрению новых услуг любого типа: передачи информации с различными параметрами скорости и качества обслуживания, предоставления информации, управления и конфигурирования, осуществляемых без значительных изменений существующей сетевой структуры;
- использование протоколов, позволяющих обеспечить выделение любого затребованного пользователем ресурса в пределах сетевых возможностей;
- многокомпонентность (мультимедийность) передаваемой информации, позволяющая в рамках одного сеанса связи передавать любые комбинации информационных составляющих (голос, видео, графика, данные и др.) с обеспечением их синхронизации и качества обслуживания;
- мобильность пользователя, позволяющая любому пользователю получать доступ к сети в любой сетевой точке в рамках возможностей, определяемых договором на подключение.

Основным способом развития сетей на перспективу до 2015 года окажется внедрение концепции сетей связи следующего поколения (NGN) с реализацией на более поздних этапах, в 2011–2015 годах, элементов подсистемы мультимедийной связи (IMS). В дальнейшей перспективе подход может претерпеть изменения, связанные с необходимостью обеспечения совместности и преемственности с уже реализованными сетевыми принципами.

Существующие на сегодня сети ТФОП и ССПС, базирующиеся на использовании сетевых концепций ЦСИС и GSM соответственно, начиная с 2007 года будут мигрировать в направлении к NGN. Такая миграция будет осуществлена путем создания сетевых фрагментов на базе пакетных технологий, ориентированных как на организацию подключения конечных пользователей, так и на создание транзитного участка. Существующие

сетевые фрагменты на базе технологий сетей с коммутацией каналов будут взаимодействовать с вновь создаваемым сетевым фрагментом с использованием существующих систем сигнализации и передачи. В последующем развитие сети будет осуществляться в рамках сетевого фрагмента на основе пакетных технологий путем реализации в нем новой абонентской базы, перевода абонентской базы выводимых из эксплуатации АТС и реализации в этом сетевом фрагменте инфраструктуры предоставления современных услуг связи, доступных как абонентам, подключаемым к фрагменту пакетной сети, так и к сети с коммутацией каналов. Различия между сетями ТФОП, ССПС, СПД и КТВ будут стираться по мере создания сетевых структур, ориентированных на распространение всех видов информации с использованием общих принципов передачи, маршрутизации, коммутации и управления. Подобная сетевая структура обеспечит не только возможность предоставления услуг каждой из существующих на сегодня сетей, но и позволит предоставлять услуги на основе конвергенции, то есть возникающие при совместном и связанном предоставлении услуг двух и более сетей связи. В качестве примера можно выделить услуги мультимедиа, коммуникаций поверх телевизионных программ (SMS через TV, e-mail через TV), передачи вызова между сетями подвижной и фиксированной связи (FMC) и другие.

Оператор, создавший такие структуры, получит техническую возможность предоставления услуг каждой из сетей, а следовательно, окажется в выигрышном положении по сравнению с конкурентами.

Массового использования решений на основе NGN можно ожидать к 2009–2010 годам, а практически полный переход к таким сетям будет осуществлен к 2015 году. Прогнозируется, что сегодняшние инвестиции в развитие сетевых структур на основе решений NGN являются своевременными и целесообразными, при этом внедряемые решения должны обеспечивать возможность дальнейшего развития в направлении поддержки IMS.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ТЕРМИНАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Терминальное оборудование на сегодня является наиболее массовым и «продвинутым» телекоммуникационным оборудованием, широкое внедрение новых типов которого сдерживается общим уровнем развития сети связи. По мере появления и развития сетей связи, реализуемых в рамках концепции NGN, потребность в массовом появлении соответствующего терминального оборудования будет увеличиваться. Следует отметить, что, несмотря на то, что создаваемые сети обеспечивают подключение всех существующих сегодня типов терминального оборудования – аналоговых ТА, терминалов ISDN, терминалов сетей подвижной связи стандартов GSM и CDMA, терминалов СПД, – полное использование возможностей таких сетей может быть достигнуто только при использовании специализированного мультимедийного терминального оборудования.



Такое терминальное оборудование будет использовать протоколы, базирующиеся на IP, и прежде всего протокол SIP. При этом само терминальное оборудование будет мигрировать от аппаратной реализации к программному продукту, который может быть инсталлирован на различные аппаратные платформы: персональный компьютер, бытовую технику, автомобильный компьютер, промышленное оборудование и обеспечить их подключение к сети связи.

В качестве основных решений в части терминального оборудования на перспективу до 2015 года можно выделить:

- использование унифицированных терминалов с одновременной поддержкой различных стандартов беспроводной связи (WiFi, WiMAX, 3G/UMTS/HSDPA, GSM/EDGE/GPRS, CDMA/EV-DO и т.п.), позволяющих в зависимости от местоположения пользователя получать доступ к одним и тем же услугам через различные сети, построенные по разным технологиям. Подобные терминалы начнут использоваться на сетях России в 2008–2009 годах и получат развитие к 2010–2012 годам;
- использование мультимедийных терминалов, реализованных на базе персонального компьютера и/или телевизионных приставок, позволяющих обеспечивать передачу различного вида информации. Появление подобных терминалов тесно связано с развитием инфраструктуры широкополосного доступа. В настоящее время мультимедийные терминалы уже используются на сетях России, а их массового использования следует ожидать к 2010–2012 годам;
- специализированные терминалы в рамках концепции «электронный дом», позволяющие объединить в одну сеть различные бытовые приборы, получат свое распространение по мере реализации этой концепции к 2012–2015 годам;
- в более отдаленной перспективе ожидается появление терминального оборудования, реализующего концепцию «сенсорных сетей», предполагающую всепроникающее внедрение компьютерных технологий в общественную жизнь. В настоящее время исследования в направлении сенсорных сетей находятся в начальной стадии, и их реального применения следует ожидать не ранее 2020 года.

В целом терминальное оборудование будет мигрировать в направлении поддержки пакетных технологий, и к 2015 году следует ожидать практически полного отказа от терминалов, использующихся в настоящее время в сетях ТФОП и ССПС.

3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДОСТУПА

Основными направлениями технологий доступа окажутся переход на единый вид доставки информации (на базе протокола IP) и увеличение ресурса пропускной способности, доступного оконечному пользователю. В части проводных систем доступа в ближайшей перспективе следует ожидать продолжения широкого внедрения

xDSL технологий, и прежде всего асимметричных ADSL и VDSL систем, позволяющих использовать существующую инфраструктуру кабельных сооружений. Начавшееся в 2005 году массовое применение xDSL продолжится до 2010–2012 годов и в крупных городах достигнет уровня 25–30% от общего количества проводных подключений. В последующем использование технологии пойдет на убыль и будет заменено более перспективными решениями на основе оптических технологий.

Начиная с 2010 года следует ожидать широкого развития проводных решений на основе пассивных оптических систем (PON), внедрение которых в настоящее время сдерживается недостаточной стандартизацией соответствующих технологий, требуемыми высокими инвестициями в создание новой инфраструктуры сети доступа и недостаточным развитием ресурсоемкого информационного контента, который может быть предоставлен пользователю. Применение решений на основе PON позволит обеспечить полезный ресурс до 40 Мбит/с. на пользователя и станет основным технологическим базисом для предоставления таких услуг, как кабельное телевидение высокой четкости, телеобучение, телемедицина, видеонаблюдение, видео по запросу в реальном режиме времени, мультимедиа и высокоскоростные виртуальные частные сети. Внедрение решений PON на первом этапе будет осуществляться по схемам FTTB и FTTC (с проводкой оптического кабеля до здания или до распределительной коробки, откуда доступ будет организовываться с использованием технологий ADSL2+ и VDSL). В дальнейшем, по мере роста абонентской базы, увеличения потребностей в ресурсоемких услугах и снижения стоимости оборудования, станет массово использоваться схема прокладки оптического кабеля до помещения пользователя (FTTH).

В части беспроводных технологий следует ожидать широкого развития решений на основе WiFi, обеспечивающего организацию высокоскоростных сетей на небольших (до 100 м) расстояниях, и решений, подобных WiMax, для поддержки участков доступа достаточно большой (до 50 км) протяженности. Широкое внедрение этих или подобных технологий на сетях связи ожидается к 2010 году.

С точки зрения доступного ресурса следует ожидать использования технологий, которые при массовом использовании (в рамках всей страны) смогут обеспечить:

- к 2010 году – до 2 Мбит/с. на пользователя;
- к 2015 году – до 40 Мбит/с. на пользователя;
- к 2020 году – до 100 Мбит/с. на пользователя.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАГИСТРАЛЬНОЙ СЕТИ

Технологии магистральных сетей можно разделить на технологии коммутации и технологии передачи информации.

Коммутационные технологии будут развиваться в рамках концепции NGN, предполагающей создание распределенной коммутационной структуры на основе па-



кетных решений. Внедрение решений NGN в настоящий момент началось на сетях связи России и будет продолжаться минимум до 2015 года, когда большая часть сети окажется пакетной. Принципы построения коммутационной пакетной сети будут соответствовать определенным на сегодняшний день схемам. Основной задачей станет обеспечение совместимости между различными доменами на уровне предоставления расширенных списков услуг и совместимости медиапоток в рамках единой транспортной сети. Внедрение оборудования коммутационных технологий на основе коммутации каналов в ближайшем будущем будет минимизировано, а к 2010 году практически прекратится.

Технологии передачи информации будут развиваться в направлении использования оптических систем передачи, ориентированных на поддержку транспорта IP. Существующие SDH системы передачи будут модернизироваться для обеспечения эффективной передачи пакетной информации (технологии NGN – SDH). Вновь создаваемые магистральные линии связи будут строиться с использованием систем передачи, базирующихся на 10 Гбит/с. – 100 Гбит/с. Ethernet. Подобное развитие будет осуществляться до 2015 года, после чего по мере увеличения предоставляемого пользователю ресурса возникнет потребность в кардинальном увеличении емкости магистральных направлений ядра сети. В результате развития получат технологии на основе спектрального уплотнения и оптической коммутации.

С точки зрения технологий обеспечения транспорта развитие до 2015 года получат решения на основе IP/MPLS технологий. Существующие решения на основе ATM технологий сохраняют свое использование, но будут выведены из ядра сети на уровни агрегации или доступа. Развитие после 2015 года в части обеспечения транспорта прогнозировать затруднительно. Если не будет разработана какая-либо новая технология, имеющая существенное преимущество перед IP, то развитие продолжится в рамках существующих в настоящее время решений в направлении масштабирования на более мощные системы передачи. С другой стороны, учитывая существующие вопросы в области обеспечения и управления качеством передачи, которые сегодня решаются в основном за счет увеличения мощности систем передачи и статической маршрутизации с резервированием ресурсов, можно ожидать появления новых технологий в период 2015–2020 годов.

5. РАЗВИТИЕ УСЛУГ И ТЕХНОЛОГИЙ УСЛУГ

До последнего времени предоставление услуг телефонной связи являлось основным направлением деятельности операторов сетей ТФОП и ССПС. При этом уровень телефонной плотности в сетях связи практически достиг насыщения к 2005–2006 годам, и дальнейшее развитие этого сектора за счет увеличения числа пользователей затруднено. Действительно, несмотря на то, что телефонная плотность в России еще не достигла уровня насыщения, экспертно оцениваемого в 40–50% для ТФОП, дальнейшее увеличение телефонной плот-

ности связано с проникновением сетей в труднодоступные и малонаселенные районы, а также с предоставлением услуг группам населения с низкими доходами. Подобное развитие носит скорее социальный характер, так как требуемые инвестиции несопоставимы с потенциальными доходами в указанных секторах рынка. Таким образом, задача дальнейшего развития сети связана не столько с увеличением телефонной плотности, сколько с расширением перечня услуг, предоставляемых пользователям сети. В настоящее время на сетях начинается развитие инфраструктуры широкополосного доступа и магистральных транспортных сетей на основе IP, которая является обязательным базисом для предоставления ресурсоемких услуг связи, таких как IP-телевидение, видео по запросу, мультимедийные конференции, игры, телеобучение, телемедицина и другие. Другим аспектом развития услуг связи окажется увеличение их «интеллектуальности», что связано с реализацией следующих принципов: модульность построения, обеспечение взаимодействия между услугами, независимость или адаптивность к сетевым технологиям и возможность терминального оборудования, мобильность, интеллектуальность, интуитивность и «дружественность» пользовательского интерфейса, персонализированность.

Очевидно, что ориентация на подобные услуги связи потребует проработки спецификаций услуг, разработки и обеспечения принципов сетевого построения и качества обслуживания при предоставлении таких услуг.

Способы предоставления услуг связи при реализации концепции NGN также претерпят существенные изменения. В предыдущих сетевых концепциях логика предоставления услуг, как правило, концентрировалась в узлах связи (базовые услуги телефонии, дополнительные виды обслуживания) или в специализированных сетевых элементах (предоставление услуг в рамках технологий интеллектуальных сетей связи). В сети на основе пакетных технологий логика услуги будет реализовываться в рамках сетевого элемента (сервер приложений) или группы сетевых элементов, которые могут подключаться в любой точке сети и взаимодействовать друг с другом с использованием открытых протоколов. При этом управление предоставлением услуги может передаваться между различными серверами приложений. Реализация новых услуг будет осуществляться за счет внедрения новых или модернизации уже существующих серверов приложений и при необходимости модернизации программного клиента на терминальном оборудовании пользователя. Изменится и организационная схема предоставления услуг. Если в существующих сетях услуги предоставлялись в основном со стороны основного оператора связи, то в сетях на основе NGN поставщиком услуг может оказаться любое физическое или юридическое лицо, обладающее соответствующей лицензией и заключившее договор о подключении с оператором связи. Таким образом, при предоставлении ряда услуг оператор окажется в роли технического и/или организационного посредника между потребителями и поставщиками услуг. Подобные схемы потребуют значительных изменений



в существующих схемах организационно-технического и хозяйственного взаимодействия в цепочке «потребитель услуг – оператор – поставщик услуг» и массово начнут применяться в период 2012–2015 годов.

Следует отметить, что доля доходов от предоставления собственно услуги телефонии в общем доходе оператора связи будет снижаться и в перспективе может составить не более 10% от общего уровня доходов. Возможно, что отдельные операторы связи вообще откажутся от платы за услуги телефонной связи (в том числе и междугородной) при условии абонирования пользователем пакета широкополосных услуг.

В период до 2010–2012 годов следует ожидать ориентации рынка на услуги широкополосного доступа в Интернет. По мере развития мультисервисных сетей с обеспечением ресурса одного пользователя свыше 10 Мбит/с. развитие получают услуги по передаче широкополосной информации в реальном режиме времени (IP-телевидение, в том числе и телевидение высокой четкости HDTV, видео по запросу, телеобучение, телемедицина и т.д.). Прогнозировать начало периода массового предоставления таких услуг можно на 2012–2015 годы. Массовое развитие услуг, предоставляемых с мощной «интеллектуальной» поддержкой со стороны сети и требующих организации взаимодействия между одноранговым оборудованием различных производителей, можно прогнозировать на 2015–2020 годы. При этом предоставление услуг с развитым «интеллектом» в рамках решений одного производителя начнется уже в ближайшем будущем. На период 2017–2020 годов можно также прогнозировать начало внедрения услуг на основе сенсорных сетей.

6. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЕТЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Вопрос эффективного сетевого управления стоит перед операторами связи уже давно (с момента появления первых цифровых коммутаторов), но для производителей сетевого оборудования его решение является достаточно сложной проблемой. Связано это с отсутствием хорошо проработанной нормативно-технической базы для реализации централизованной системы сетевого управления. Поэтому на сегодняшний день реализуются только локальные системы управления или системы управления группой оборудования одного производителя.

С появлением сетей, строящихся в рамках концепции NGN, актуальность систем сетевого управления будет только возрастать, так как оборудование для данных сетей строится как комплекс разнотипных модулей (как физических, так и программных) от разных производителей. Соответственно, вопрос организации единого управления разнородными составляющими встает уже на общесетевом уровне.

Системы сетевого управления в ближайшее время (2008–2012 годы) будут строиться на моделях объектного программирования, то есть любое оборудование в сети и все его составляющие с точки зрения управле-

ния будут представлять собой иерархию объектов с открытыми стандартными программными интерфейсами, через которые будет получаться информация о функциональности объекта и организовываться доступ к его интерфейсам управления. В этот период, скорее всего, системы управления будут строиться на базе технологий, используемых web-сервисами (например, связка SOAP – XML). Связка SNMP – MIB не получит своего дальнейшего развития из-за ограниченной функциональности, а OLE и CORBA – из-за своей сложности.

В дальнейшем большее внимание будет уделяться интеллектуальности системы управления, то есть способности системы фильтровать информацию и представлять наиболее актуальную ее часть на основе предсказания текущих действий и потребностей управляющего персонала, а также способности самостоятельно принимать решения по управлению на основе анализа и предсказания состояния сети и трафика.

Аналогично биллинговым системам и интеллектуальным платформам разработка подобных систем постепенно отойдет от производителей сетевого оборудования к софтверным фирмам.

7. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЕТЕВОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В пакетных сетях, реализующихся в рамках концепции NGN, вопрос сетевой безопасности приобретает особую актуальность, так как в единой транспортной сети передается разнотипный трафик, как служебный (управления), так и пользовательский. Соответственно, возникает много различных точек пересечения данных потоков и открытых (доступных) точек воздействия (портов) в оборудование.

Так как в ближайшее десятилетие также динамично будут развиваться технологии беспроводной связи, то из-за открытости среды передачи вопросы безопасности приобретают еще большую актуальность.

Обеспечение сетевой безопасности включает в себя несколько следующих аспектов:

- защита сети и сетевого оборудования от несанкционированного воздействия, приводящего к нарушению нормального функционирования, и несанкционированного использования сетевых ресурсов;
- защита информации, передаваемой в сети, от несанкционированного доступа (модификации, контроля, просмотра и т.п.).

Защита сети будет решаться традиционными способами путем правильного проектирования сетей и увеличения степени контроля за трафиком с точки зрения его допустимости. В первую очередь будет уделено внимание разработке алгоритмов интеллектуального автоматического определения санкционирования действий (трафика, доступа, вмешательства или воздействия). Также на сетевом уровне будет внедряться система управления политиками безопасности, которая будет регулировать права доступа к сетевым ресурсам и системе управления.



Защита информации в первую очередь будет развиваться за счет прогресса в области физической защиты информации (использование законов физики на уровне среды передачи), алгоритмов шифрования и авторизации (цифровая подпись, цифровые водяные знаки и т.п.) информации. Учитывая, что в ближайшее десятилетие все шире будут использоваться оптоволоконные линии связи, то для защиты информации в первую очередь будут использоваться

наработки в области квантовых и фотонных технологий. В дальнейшем (к 2020 году) сама коммутация и обработка информации будет базироваться на данных физических технологиях (квантовые и фотонные процессоры).

Для защиты беспроводных коммуникаций в первую очередь будут развиваться методы шифрования, а также технологии широкоспектральных и шумоподобных сигналов.

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ЛЕНИНГРАДСКИЙ ОТРАСЛЕВОЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СВЯЗИ (ФГУП ЛОНИИС)

В.В. Макаров,
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ФГУП ЛОНИИС
А.Л. Цуприков