

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ КОММУТАЦИИ ДЛЯ СЕТЕЙ СЛЕДУЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ

Н.А. СОКОЛОВ,

ЛОНИИС

The article of N.A.Sokolov, leading fellow of the Leningrad Branch Scientific Research Institute of Communications (LONIS), envisages the key issue of NGN networks implementation concept - рассматривается ключевой вопрос реализации концепции построения NGN-сетей - switching technology selection.

ВВЕДЕНИЕ

Концепция Next Generation Network (NGN) — сеть связи следующего поколения — считается основной идеей развития инфокоммуникационной системы. Эта концепция еще не проработана с той степенью детализации, которая свойственна, например, принципам цифровизации телефонной сети. Один из ключевых вопросов реализации NGN — выбор технологии коммутации. Сложность выбора технологии определяется рядом факторов. Из них следует выделить три весьма существенные проблемы:

- отсутствие международных стандартов и норм;
- неопределенность соотношений трафика различной природы;
- необходимость эволюционного перехода к новой технологии коммутации.

Дискуссии о выборе технологии коммутации для NGN чаще всего сводятся к оценке эффективности использования транспортных ресурсов и качества обслуживания. На самом деле, задача, которую предстоит решить специалистам по сетям и разработчикам перспективного оборудования коммутации, несколько сложнее.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ

ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ КОММУТАЦИИ

Технологии коммутации принято делить на две основные группы. Первая группа включает различные виды коммутации каналов, а вторая — коммутации пакетов. В первой группе чаще всего выделяют аналоговую и цифровую коммутацию. Реже используют другие классификационные признаки. Для коммутации пакетов классификационным признаком обычно служит название технологии (X.25, Frame Relay, ATM, MPLS и т. д.). Кроме того, обычно выделяют два режима коммутации пакетов: дейтаграммный и с предварительным установлением виртуальных каналов.

Современные телефонные сети построены на технологии цифровой коммутации каналов. Тракт, установленный через совокупность цифровых коммутационных станций, можно рассматривать как виртуальный канал, по которому передаются пакеты длиной 8 бит. Конечно, такая трактовка весьма условна, но практически может оказаться полезной. В каждой цифровой коммутационной станции пакет из 8 бит задерживается. Это свойство делает цифровую коммутационную станцию похожей на коммутатор пакетов. Различие состоит в том, что в цифровой коммутационной станции дисперсия задержки пакетов равна нулю. В любом коммутаторе пакетов дисперсия может достигать существенных величин, значительно снижая качество обслуживания.

Итак, развитие технологии коммутации каналов привело к тому, что в ней появились некоторые свойства, близкие к коммутации пакетов. Модернизация метода коммутации каналов продолжается. Появились технологии быстрой коммутации каналов (Fast Circuit Switching) и динамического синхронного режима переноса

(Dynamic Synchronous Transfer Mode). Более того, некоторые специалисты отмечали, что для NGN потребуется разработка нового метода распределения информации, который, по всей видимости, будет более похож на коммутацию каналов [1]. Поэтому безапелляционные высказывания о пакетной коммутации, как о единственном методе распределения информации в NGN, не стоит принимать за аксиому.

Методы коммутации пакетов для информации, критичной ко времени задержки, основаны на установлении виртуальных каналов. Сама природа этого процесса близка к коммутации каналов. Конкурируя между собой, оба метода распределения информации стали заимствовать друг у друга некоторые черты. Подобные явления можно считать одним из примеров конвергенции.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Постановка задачи основана на статье В.О. Шварцмана [2] и на материалах последующей дискуссии на страницах журнала "Электросвязь". Упомянутая публикация дополнена рядом соображений, изложенных ниже.

Выделим пять основных участников инфокоммуникационного рынка: пользователи, операторы сетей электросвязи, поставщики дополнительных услуг, поставщики информационных ресурсов и производители оборудования. Каждый из них (в том числе и вроде бы нейтральный, но испытывающий давление рекламы пользователь) имеет свою правильную точку зрения. Более того, если сеть оператора разделить на несколько компонентов по видам выполняемых задач, то также можно получить ряд различных правильных решений.

В этом разделе статьи рассматривается проблема выбора оптимальной технологии коммутации с позиции оператора. Такое решение обусловлено ролью оператора, который обязан согласовывать требования остальных участников

инфокоммуникационного рынка. Будем считать, что оператор придерживается современного принципа работы, который можно сформулировать в виде такого девиза: "Неполученные доходы — это убытки". На рис. 1 показана упрощенная модель деятельности оператора сети электросвязи.

Пользователь (в телефонной сети — абонент) заинтересован в получении некоего набора Инфокоммуникационных услуг. Большинство из них (за исключением вызова экстренных спецслужб и, возможно, некоторых других видов соединения) он оплачивает оператору сети связи. Поставщики дополнительных услуг и информационных ресурсов также оплачивают услуги оператора сети связи. В данном случае оператор взимает с них плату за доступ на рынок Инфокоммуникационных услуг. Чтобы построить сеть связи, которая обеспечит обслуживание пользователей, а также возможность участия в нем поставщиков дополнительных услуг и информационных ресурсов, оператор приобретает комплекс технических средств у производителей оборудования.

Предлагаемая модель основана на ряде допущений. В частности, в состав участников рынка не включены дилеры, не учтен тот факт, что оператор сам может предоставлять некоторые виды услуг, не раскрыты прочие особенности бизнес-процессов в современной электросвязи. Тем не менее используемая модель вполне приемлема с точки зрения рассматриваемых вопросов.

Это утверждение относится и к нижней части рис. 1. Функции коммутации заключаются в установлении постоянных или временных соединений между терминалами в соответствии с требованиями, которые заданы пользователями. Как правило, оборудование коммутации выполняет также и функции концентрации трафика.

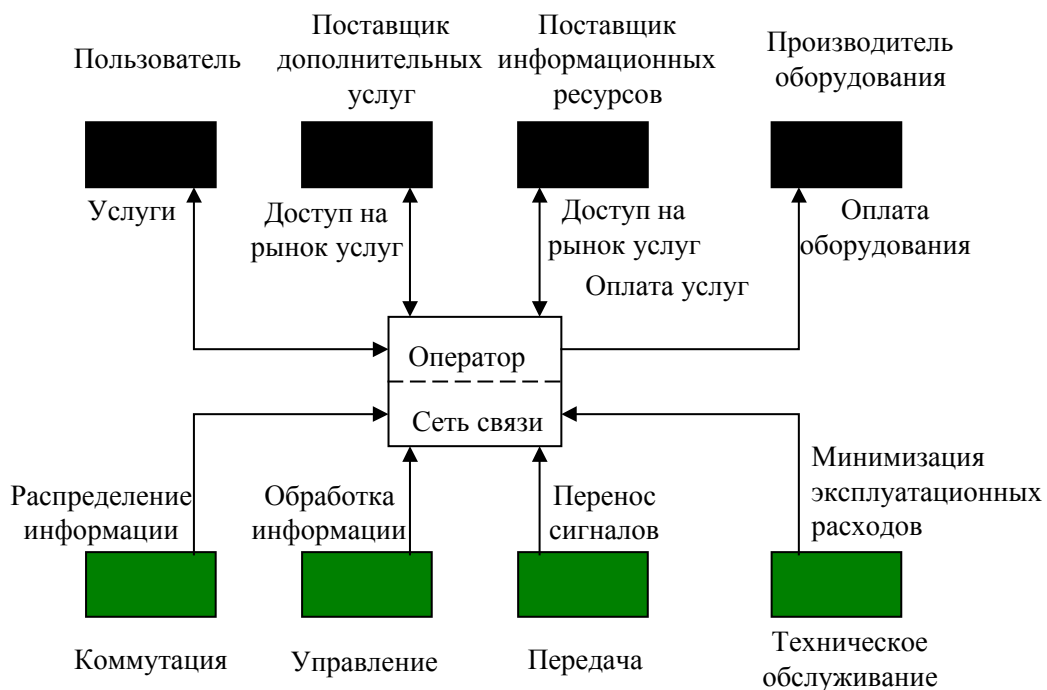


Рис.1. Модель деятельности оператора инфокоммуникационной сети

Блок "Обработка" в данном случае включает функции анализа и преобразования информации для обслуживания вызовов. Типичным и самым простым примером может служить обработка сигнальной информации для выполнения операций, касающихся коммутации. В качестве примера более сложных функций можно назвать преобразование информации вида *text-to-speech*, т. е. текстовых сообщений в речевой сигнал.

Функции передачи связаны с перемещением сигналов между передатчиками и приемниками информации с заранее заданными требованиями качества и надежности. Если функции концентрации трафика выполняются эффективно, то оператор может сэкономить на транспортных ресурсах.

Система технического обслуживания обеспечивает снижение затрат, связанных с эксплуатационными процессами. Следует помнить, что самые существенные ресурсы коммутационного оборудования (значительный объем программного обеспечения) задействованы именно в системе технического обслуживания.

Поставленную задачу можно сформулировать следующим образом: выбрать технологию коммутации так, чтобы она удовлетворяла требованиям как всех участников инфокоммуникационного рынка, так и основных компонентов сети связи. Речь идет о компромиссе, но не всегда решением будет выбор единственной технологии коммутации. Понятно, что в сетях связи неизбежны периоды времени, когда сосуществуют старые и новые технологии.

Хорошо известно, что соотношения затрат на различные компоненты сети связи заметно различаются по уровням иерархии [3, 4]. Например, в сетях международной и междугородной связи самые большие затраты оператора приходятся на организацию транспортных ресурсов (см. блок "Передача" на рис. 1). В городских телефонных сетях самые существенные затраты связаны со станционным оборудованием (см. блок "Коммутация"). Поэтому, говоря об изменении стоимости каких-либо компонентов, необходимо помнить об иерархии сети.

Общая тенденция для сетей всех уровней иерархии — снижение затрат на функции передачи информации. Тарифы на телекоммуникационные услуги все менее зависят от расстояния между источником и приемником информации. Это явление породило гипотезу, названную в [5] "смерть расстояний". Следовательно, блок "Передача" не будет существенно влиять на выбор технологии коммутации. Технически это можно обосновать следующим образом: при передаче речи эффективность технологии VoIP будет примерно такой же, как для технологии "коммутация каналов" при установке в транспортной сети оборудования типа DCME (Digital Circuit Multiplication Equipment) — оборудование уплотнения цифровых каналов.

Подтверждение этих соображений можно найти в [6], где приведена таблица характеристик ряда технологий, используемых для обслуживания трафика речи между Японией и Бразилией. Наиболее интересные оценки воспроизведены в таблице.

Таким образом, для выбора перспективной технологии коммутации существенны затраты, относящиеся к блокам "Обработка" и "Техническое обслуживание". Решению соответствующей задачи должны предшествовать серьезные исследования. Кстати, при переходе от ручной коммутации к автоматической и от аналоговых систем коммутации к цифровым были проведены научно-исследовательские работы, результаты которых позволили всем участникам инфокоммуникационного рынка принимать аргументированные решения. Кроме того, эти исследования сформировали несколько научных школ, признанных в России и в других странах.

Выбор IP-технологии для построения систем коммутации в NGN был принят рядом российских специалистов как аксиома, вряд ли такое положение следует считать нормальным. Если собственные исследования не проводятся, то проверить предлагаемые кем-либо выводы можно с помощью метода экспертных оценок.

Технология обслуживания трафика речи	Максимальное число параллельных соединений	Стоимость одной минуты соединения, долл.
Коммутация каналов	30	0,187
Та же со сжатием речи	180	0,031
Выделенный IP-канал	180	0,031
Интернет	120	0,005

Результаты опроса представляют определенный практический интерес. Вопрос, который следует задавать экспертам, не так просто сформулировать. Поэтому были проведены беседы с разработчиками современных аппаратно-программных средств, чтобы выяснить их мнение. Конечно, объем данных, полученных в результате этих бесед, невелик, но предварительные выводы сделать можно. Если отбросить искусственно созданную эйфорию, касающуюся качественных преимуществ IP-технологии, то возможная экономия затрат при переходе на пакетную коммутацию оценивается в диапазоне 10 — 20 %. Эти оценки совпадают с результатами расчета, приведенными компанией Cisco Systems (со ссылкой на сайт <http://www.equant.com>) в одной из своих презентаций. В упомянутых расчетах учитывались возможное сокращение численности обслуживающего персонала и ряд других аспектов перехода на IP-технологии. Предполагаемая экономия составляет 22 %.

Диапазон величин 10 — 20 % представляется реальным. Он отличается от оценки, данной компанией Siemens: сети NGN обеспечивают снижение затрат, необходимых для создания инфокоммуникационной системы, на 60 % [7]. Правда, не учтена возможная экономия затрат оператора, обусловленная снижением стоимости оборудования, — правый верхний блок на рис. 1. Сравнение стоимости целесообразно проводить для однотипного оборудования, в качестве которого в настоящее время лучше всего выбрать УАТС.

Современные IP-УАТС поддерживают широкий спектр услуг, фактически выполняя функции интегрированной системы производственной связи. Классические цифровые УАТС, поддерживая множество услуг (полезных и совсем ненужных), остаются все же системами телефонной связи. Как сравнивать эти два поколения УАТС? Для одного заказчика актуальна задача замены старой УАТС, а какие-либо изменения в недавно созданной сети Ethernet, подключенной на выгодных условиях в Интернет, он даже не хочет обсуждать. Возможно, что в этом случае установка IP-УАТС окажется экономически невыгодной. Для другого заказчика интересна задача комплексной модернизации системы производственной связи. Тогда установка IP-УАТС будет оптимальным решением всех проблем заказчика.

Общее мнение специалистов, с которыми обсуждались подобные вопросы, сводится к следующему. В среднем для гипотетического заказчика экономический эффект будет практически нулевым. Правда, эта оценка обладает существенной дисперсией, что объясняется двумя факторами. Во-первых, существенны характеристики конкретной сети в помещении пользователя, которую необходимо модернизировать. Во-вторых, значительно расходятся мнения экспертов о динамике снижения цен на IP-УАТС.

Изложенные соображения касаются стоимости инфокоммуникационной системы на базе IP-технологии. Скорее всего, приведенные оценки будут соответствовать реальной ситуации со стоимостными характеристиками оборудования. Это означает, что ощутимой экономии затрат на оборудование операторам ждать не стоит. Зато с доходами ситуация может сложиться иначе.

Обратимся к трем первым блокам, показанным в верхней части рис. 1. Рынок услуг значительно расширяется за счет многих возможностей IP-технологии. В первую очередь следует выделить информационные услуги. Они напрямую связаны с переходом к информационной экономике [8, 9], которая становится катализатором для дальнейшего развития рынка IP-технологий. Интересно, что мнение специалистов, с которыми обсуждался возможный рост доходов оператора, активно использующего IP-технологии (в том числе коммутацию), с оценкой компании Siemens [7] на 20 %. Правда, будет нелишним еще раз отметить, что число экспертов было невелико. Необходимы тщательные исследования спроса и предложения информационных услуг. Результаты подобных исследований будут представлять практический интерес не только для участников инфокоммуникационного рынка. Итак, предварительный вывод — постепенный перевод ТФОП на новый способ коммутации, основанный, скорее всего, на IP-технологии. Слова "скорее всего" использованы в предыдущем предложении не случайно. В этой связи уже упоминалась работа [1], в которой высказана такая гипотеза: следующее поколение систем распределения информации будет более похоже на оборудование с коммутацией каналов. В [2], опираясь, правда, на иные соображения, сформулировано похожее предположение. Допустим, что трактовка цифровой коммутационной станции, предложенная в предыдущем разделе,

справедлива. Тогда различие в технологиях коммутации каналов и пакетов (для способа организации виртуальных каналов) не столь уж существенно.

ОДНО ИЗ ВОЗМОЖНЫХ РЕШЕНИЙ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ

Аналоговое коммутационное оборудование будет эксплуатироваться в составе российской ТФОП не менее десяти следующих лет. Это означает, что в ближайшие годы в России будут использоваться три вида систем распределения информации. Первые два представлены аналоговой и цифровой коммутацией каналов, а третий, по всей видимости, — коммутацией пакетов. Формирование NGN (в сегодняшнем ее понимании) заключается в переходе к единой технологии распределения информации, в качестве которой предлагается коммутация пакетов.

Такой подход напоминает концепцию Ш-ЦСИО (широкополосная цифровая сеть интегрального обслуживания). Ее практическая значимость уже не обсуждается. Правда, именно благодаря концепции Ш-ЦСИО родилась технология ATM (Asynchronous Transfer Mode — асинхронный режим переноса). Разработка рекомендаций по Ш-ЦСИО началась в то время, когда практически каждая коммутируемая (вторичная) сеть создавалась на базе собственной транспортной (первичной) сети. Можно считать, что такой подход отражает принципы построения инфокоммуникационной системы в XX в.

Очевидно, что затраты на построение такой инфокоммуникационной системы и на ее техническую эксплуатацию весьма существенны. Идея Ш-ЦСИО была направлена на радикальное изменение ситуации. Она предполагала фактически одну коммутируемую сеть, которая способна поддерживать все виды Инфокоммуникационных услуг. Такая универсализация, красивая в теоретическом плане, была чревата многими проблемами, лежащими в практической плоскости.

Если представить себе некий "маятник технологий", то можно предположить следующую трансформацию принципов построения инфокоммуникационной системы (рис. 2). В некоторой степени его можно считать одной из моделей модернизации инфокоммуникационной системы в начале XXI в.

Скорее всего, одну транспортную сеть создавать нецелесообразно (хотя бы по соображениям надежности). На рис. 2 показаны две транспортные сети, которые могут взаимодействовать между собой для обеспечения высокой надежности всей инфокоммуникационной системы. Эти сети могут создаваться на базе различных технологий. Например, первая транспортная сеть строится на системах SDH — Synchronous Digital Hierarchy (синхронная цифровая иерархия), а вторая — на оборудовании Ethernet.

За счет ресурсов первой транспортной сети функционируют несколько (в данной модели — K) коммутируемых сетей. Другие L коммутируемых сетей используют

ресурсы второй транспортной сети. Взаимодействие коммутируемых сетей, входящих в разные группы, необходимо для поддержки ряда Инфокоммуникационных услуг. Кроме того, сама возможность взаимодействия повышает надежность инфокоммуникационной системы.

Для модели, показанной в правой нижней части рис. 2, задача выбора технологии коммутации отодвигается на второй план. Телефонная сеть, входящая в первую группу, может продолжительный период времени развиваться на основе технологии коммутации каналов. Очевидно, что Интернет, относящийся к сетям второй группы, будет использовать привычную технологию коммутации пакетов.

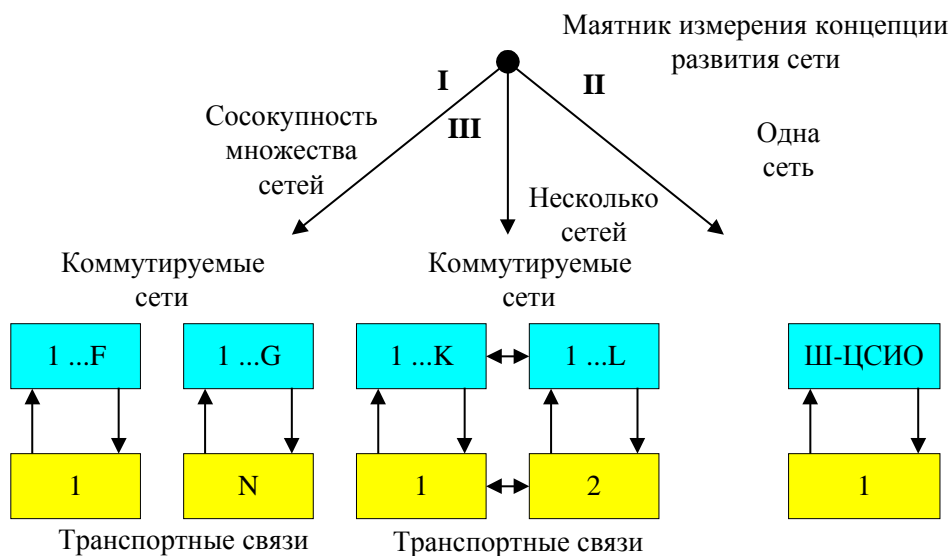


Рис. 2. Модель инфокоммуникационной системы начала XXI века

Любая коммутируемая сеть может постепенно "мигрировать" из одной группы в другую. Характерным примером такого процесса можно считать IP-телефонию. Часть трафика речи — в первую очередь междугородная и международная нагрузка — будет обслуживаться по технологии коммутации пакетов. Оставшаяся часть трафика речи, как и ранее, будет обрабатываться за счет привычных систем коммутации каналов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные соображения — субъективная точка зрения автора. Безусловно, необходимо провести серьезные исследования, цель которых — разработка практических рекомендаций по дальнейшему развитию национальной инфокоммуникационной системы. Одним из предметов этих исследований является выбор способа коммутации для оборудования распределения информации в NGN.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Modarressi A.R., Mohan S.** Control and Management in Next-Generation Networks: Challenges and Opportunities. — IEEE Communications Magazine, October 2000.
2. **Шварцман В.О.** Выбор технологии передачи и коммутации в мульти-сервисных сетях на основе оптических кабелей//Электросвязь. — 2003. — № 8.
3. **Давыдов Г.Б., Рогинский В.Н., Толчан А.Я.** Сети электросвязи. — М.: Связь, 1977.
4. **Соколов Н.А.** Телекоммуникационные сети. — М.: Альварес Пабблишинг, 2003.
5. **Cairncross F.** The Death of Distance. — Harvard Business School Publishing, 1997.
6. **Гольшко А.В.** Неизвестная высота IP-телефонии//Connect Мир связи. - 2003. - № 8.
7. **Шельгов В.И.** Siemens представляет NGN-решения//Сети и системы связи. - 2003. - № 3.
8. **Варакин Л.Е.** Распределение доходов, технологий и услуг. — М.: МАС, 2002.
9. **Москвитин В.Д.** Информационное общество: критерии, пути перехода// Связь в России в XXI веке / под ред. проф. Л.Е. Варакина. — М.: Международная академия связи, 1999.