

Системные аспекты построения и развития сетей электросвязи специального назначения

Соколов Н.А.

Главный научный сотрудник ЛО ЦНИИС, д.т.н.

Аннотация – Полноценные системные исследования путей модернизации телекоммуникационных сетей не ведутся в России, как минимум, два десятилетия. Операторы связи и Поставщики услуг копируют решения, принятые в других странах, не имея возможности адекватно оценить их положительные и отрицательные стороны, а также приемлемость с учетом специфических особенностей страны и требований различных групп пользователей. В этой статье обсуждаются некоторые системные аспекты модернизации телекоммуникационных сетей. Основное внимание акцентируется на создании сети специального назначения и на выборе технологии коммутации.

Ключевые слова – телекоммуникационная сеть, пакетные технологии, сеть специального назначения, информационная безопасность, качество обслуживания.

I. ВВЕДЕНИЕ

В седьмом номере журнала "International Journal of Open Information Technologies" за 2014 год была опубликована статья профессора М.А. Шнепс-Шнеппе, посвященная вопросам построения и развития телекоммуникационных систем для экстренных и военных нужд [1]. В этой статье обсуждается широкий круг задач, которые интересны специалистам, занимающимся проблемами эволюции сетей электросвязи различного назначения. На фоне многочисленных дифирамбов пакетным технологиям упомянутая публикация выглядит – на первый взгляд (!) – записками консерватора, если не учитывать два обстоятельства. Во-первых, автор – признанный ученый в отрасли "Связь". Он не раз высказывал мнения, отличные от взглядов большой группы авторитетных специалистов, и оказывался, в конечном счете, прав. Во-вторых, ряд положений, изложенных в [1], полностью или частично сов-

падает с моими соображениями, которые приведены ниже. Именно эти причины стимулировали появление данной статьи.

II. SWOT-АНАЛИЗ КОНЦЕПЦИИ NGN

Считается, что современной парадигмой развития национальной телекоммуникационной системы стала концепция NGN – сети связи следующего поколения. Для ее обсуждения уместно использовать SWOT-анализ [2]. Название предлагаемого инструмента исследования составлено из первых букв четырех рассматриваемых свойств изучаемого объекта: Strengths – сильные стороны, Weaknesses – слабые стороны, Opportunities – возможности, Threats – угрозы. Результаты SWOT-анализа концепции NGN удачно сформулированы в [3], где изложены аспекты работы современной телекоммуникационной системы в чрезвычайных ситуациях. Ниже приведены формулировки, предложенные в [3], но без акцентов на функционирование NGN в условиях чрезвычайных ситуаций:

Сильные стороны концепции NGN отражают два важных положения. Во-первых, NGN позволяет осуществлять обмен информацией во всех основных формах (речь, данные, видео), что позволяет надеяться на снижение капитальных затрат, необходимых для модернизации сети связи общего пользования (ССОП). Во-вторых, NGN поддерживает широкий спектр услуг, часть которых может оказаться очень полезной и экономически привлекательной.

Слабые стороны концепции NGN связаны с потенциальным снижением качества обслуживания и проблемами уязвимости, присущими сложным системам с открытой распределенной архитектурой и с использованием стека протоколов TCP/IP.

Возможности, которые свойственны концепции NGN, логично рассматривать с двух точек зрения. Во-первых, для NGN предусмотрена эффективная система управления ресурсами и обслуживаемым трафиком. Однако включить это положение в перечень "возможности" допустимо только при

условии, что соответствующие аппаратно-программные средства реализованы в процессе построения NGN в полном объеме. Во-вторых, создание NGN позволяет успешно использовать современные методы интеллектуального анализа данных, что становится важным инструментом для решения ряда сложных задач, возникающих у пользователей телекоммуникационной системы.

Угрозы, которые имманентны концепции NGN, обусловлены ее "*слабыми сторонами*". В первую очередь, необходимо указать на потенциальное снижение надежности и живучести, а также на проблемы информационной безопасности.

Перечисленные выше результаты SWOT-анализа следует дополнить положениями, касающимися особенностей применения пакетных технологий в сетях специального назначения (ССН). Ее характерным примером служит интегрированная сеть связи для нужд обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка, о создании которой сообщила газета "Коммерсант" 28 августа 2013 года со ссылкой на хорошо информированный источник.

Для сети подобного рода заданы требования, ряд которых качественно и количественно отличается от норм, характерных для ССОП. Даже не прибегая к конкретным значениям нормируемых атрибутов, можно констатировать, что уровни надежности, живучести и информационной безопасности, которые реально достижимы в ССОП, модернизируемой на базе концепции NGN, не будут приемлемы для ССН.

Проблемы, уже известные и способные возникнуть с весьма высокой вероятностью, можно решить разными способами, которые уместно разделить на две основные группы. К первой группе следует отнести все решения, которые направлены на доработку концепции NGN с учетом требований, принятых для ССН. Подобная *адаптация* концепции NGN позволит снизить потенциальные риски, но полученные решения могут оказаться, в значительной мере, паллиативными. Вторая группа фактически базируется только на

одном решении с незначительными модификациями. Это решение заключается в разработке такой концепции построения и дальнейшей эволюции ССН, которая изначально ориентирована на выполнение всех известных требований и эффективную реакцию на ожидаемые вызовы.

III. АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ ССОП

В этом разделе статьи ССН рассматривается как своего рода "черный ящик" [4], детали реализации которого, как правило, не столь существенны. Практически ССН, охватывающую все или значительную часть субъектов Федерации, нельзя построить без использования ресурсов ССОП. Принципы применения ресурсов ССОП могут быть различными. Их выбор зависит от концепции построения ССН. Связь между терминалами (Т), обслуживаемыми ССН, осуществляется при помощи технических средств, которые входят в состав ССОП. По этой причине между ССН и ССОП используются специализированные аппаратно-программные средства, выполняющие необходимые функции взаимодействия (ФВ). На первом рисунке показаны соответствующие аппаратно-программные средства, в которых реализованы ФВ первого и второго вида. Вид используемых ФВ определяется принципами построения ССОП и ССН, а также принятыми методами технической эксплуатации обеих сетей.

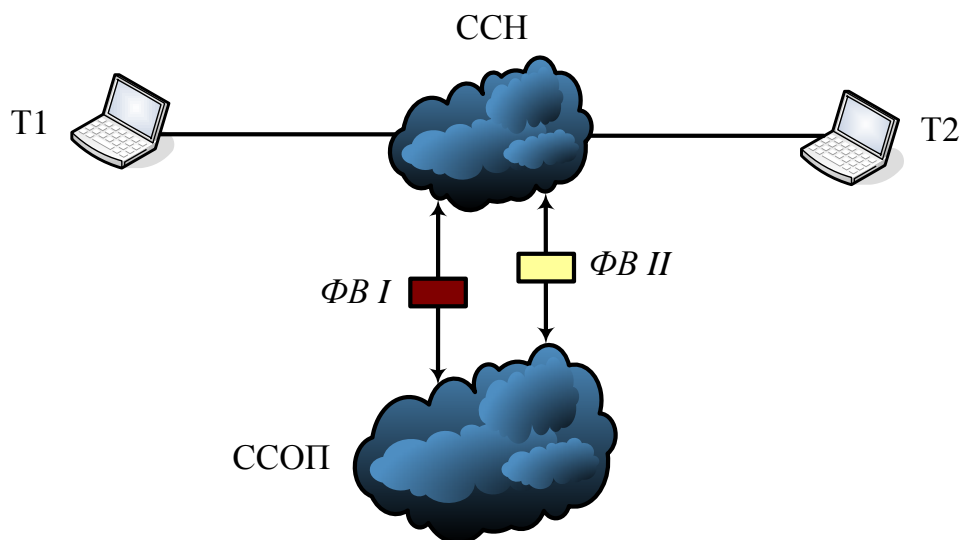


Рис. 1 – Связь между терминалами в сети специального назначения

Предположим, что ФВ под номером "I" необходимы при максимальном использовании ресурсов ССОП (в частности, систем передачи, коммутации и обработки информации). В этом случае риски различного рода, присущие концепции NGN, в той или иной степени будут свойственны ССН. Их уровень R_I следует оценивать как максимальный. Будем считать, что ФВ под номером " II" задействованы при минимальном использовании ресурсов ССОП (например, только за счет аренды так называемых "темных волокон" в уже проложенных кабелях). Тогда уровень риска R_{II} становится минимальным. Очевидно, что могут анализироваться и другие сценарии использования ресурсов ССОП для построения ССН. Для k -го сценария уровень риска R_k будет отвечать очевидному условию: $R_{II} \leq R_k \leq R_I$.

Использование ресурсов ССОП для ССН должно осуществляться с учетом характера современных процессов конвергенции, интеграции и консолидации [5]. Важнейшим критерием выбора системно-сетевых решений должен оставаться минимум потенциальных рисков. По всей видимости, на первом этапе формирования ССН из-за наличия в составе ССОП значительной доли импортного оборудования передачи, коммутации и обработки информации минимизировать риск до приемлемого уровня не удастся. В дальнейшем переход на отечественные телекоммуникационные и информационные системы, а также ограничение ФВ видом под номером "II" позволит добиться минимального риска при обслуживании трафика абонентов ССН.

Одним из основных источников рисков для ССН (как и для сетей иного рода) остаются средства коммутации. По этой причине следующий раздел статьи посвящен выбору технологии коммутации для построения и дальнейшего развития ССН.

IV. ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ КОММУТАЦИИ ДЛЯ ССН

Классическая цифровая телефонная сеть [6] может рассматриваться как частный случай системы распределения информации, основанной на технологии коммутации пакетов. При такой трактовке цифровой телефонной сети

основные особенности коммутационных станций заключаются в трех следующих положениях:

- длина всех пакетов, на которые делится информационный поток, всегда равна 8 битам;
- заголовок для всех пакетов, которыми осуществляется обмен в течение сеанса связи, передается один раз при помощи сети общих каналов сигнализации (ОКС);
- ресурсы, выделенные для сеанса связи (как правило, дуплексный симметричный тракт обмена информацией со скоростью, равной 64 кбит/с), остаются неизменными вплоть до получения сигнала о завершении поддержки услуги.

Отказ от использования сети ОКС диктует необходимость введения дополнительной информации в заголовок каждого пакета. В этом смысле технология пакетной коммутации – шаг назад в отношении минимизации доли служебных сообщений, передаваемых через сеть связи. Конечно, коммутация пакетов обладает рядом преимуществ. В частности, из-за пауз в процессе обмена информацией использование технологии каналов приводит к росту объема необходимых транспортных ресурсов [7], что, в свою очередь, повышает их стоимость. С другой стороны, феномен, называемый "смертью расстояний" [8], свидетельствует о постоянном – и весьма существенном! – снижении затрат на транспортные ресурсы. По этой причине экономическая выгода от применения пакетных технологий может оказаться эфемерной.

Возможно, с учетом подобных обстоятельств в [9] было сформулировано примечательное утверждение: следующее поколение систем распределения информации будет более похоже на оборудование с коммутацией каналов. Определенным шагом к сближению разных способов распределения информации стало применение оборудования MPLS – многопротокольной коммутации по меткам.

Разработку технологии коммутации, эффективной на длительную перспективу, следует рассматривать как важную научно-техническую задачу.

Для ее решения необходимо провести серьезную исследовательскую работу, в результате которой должно быть составлено научно обоснованное техническое задание на создание нового поколения аппаратно-программных средств. Данная задача должна рассматриваться и с точки зрения ресурса времени: можно ли отложить создание ССН до завершения исследований и разработки нового поколения систем коммутации? Ответ на этот вопрос лежит вне системных и технических аспектов построения ССН, но складывается такое ощущение, что возможность и целесообразность перехода к новому поколению систем коммутации логичнее рассматривать как одну из задач на перспективу.

IV. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПОСТРОЕНИЯ ССН

Детальные принципы создания и развития ССН не могут быть предметом обсуждения на страницах "открытых" журналов. Иная ситуация складывается с концептуальными положениями построения ССН. Именно такие аспекты реализации ССН обсуждаются в этом разделе статьи. Обычно в концепции построения и эволюции любой крупной сети электросвязи изложены решения по формально идентичным положениям:

- назначение (основные функциональные задачи);
- структура (на всех уровнях иерархии);
- рекомендуемый комплекс технических средств (что подразумевает выбор технологий передачи, коммутации и обработки информации);
- перечень поддерживаемых услуг;
- показатели качества обслуживания трафика;
- принципы сигнализации, синхронизации, тарификации и технической эксплуатации;
- основные направления эволюции на длительную перспективу.

Из семи перечисленных положений представляется логичным прокомментировать первые три. Они в значительной мере определяют основные принципы реализации ССН.

Определение назначения ССН, на первый взгляд, представляется простой задачей. Если согласован перечень всех ведомств, в интересах которых создается ССН, примерный состав абонентов и их ключевые требования, то обработка доступной информации позволит сформулировать назначение новой сети. Для корректных выводов о назначении ССН необходимо пройти между Сциллой и Харибдой, которые могут быть представлены двумя крайними точками зрения:

- выбрать идеологию создания "ненасытного потребителя", заложив в принципы построения ССН чрезмерные ресурсы, примером чего может служить высокоскоростной доступ на уровне порядка 1 Гбит/с для каждого интерфейса пользователь-сеть;
- ограничить пропускную способность транспортных ресурсов и производительность узлов коммутации теми величинами, которые типичны для текущих требований.

Решение подобной задачи – предмет самостоятельного исследования. В качестве одного из полезных постулатов для обсуждения возможных сценариев создания и развития ССН следует назвать высказывание Махатмы Ганди: "Цивилизация в подлинном смысле слова состоит не в умножении потребностей, а в свободном и хорошо продуманном ограничении своих желаний".

Выбор структуры ССН следует осуществлять с учетом жестких требований к показателям ее надежности и живучести. Между каждой парой узлов коммутации необходимо создавать не менее двух независимых (не содержащих общих элементов) путей обмена информацией. Такой подход обычно не порождает серьезных проблем на уровне транзитного фрагмента ССН. Иная ситуация складывается с сетью доступа, которая, как правило, строится на основе древовидной топологии.

При выборе структуры ССН необходимо учитывать тот факт, что для некоторой группы абонентов должны быть обеспечены функции мобильности используемых терминалов. Не исключено, что весьма эффективным средством поддержки подобной функциональной возможности станет специализированная система спутниковой связи.

Задачи выбора структуры ССН тесно связаны с проблемами управления ее ресурсами при перегрузках и отказах разной природы. Иными словами, при поиске рациональной структуры ССН на всех уровнях ее иерархии следует отбрасывать те решения, которые не обеспечивают применения эффективных процедур управления ресурсами передачи, коммутации и обработки информации, востребованных в случае возникновения нештатных ситуаций.

Рекомендуемый комплекс технических средств определяет ту совокупность аппаратно-программных средств и линейных сооружений, на базе которых создается и развивается ССН. Очевидно, что для построения ССН должны использоваться исключительно отечественные технические средства. Эта аксиома из-за отставания отечественного комплекса предприятий электросвязи (науки, промышленности, проектных институтов и эксплуатации) порождает ряд противоречий, часть которых обсуждается в [1]. До проведения необходимых исследований было бы рискованно предложить какие-либо практические рекомендации по выбору технических средств, на которых следует формировать и развивать ССН. Ситуация усугубляется тем, что сведения о зарубежных аналогах ССН весьма скудны и, возможно, умышленно искажаются.

Интересная информация прозвучала пару лет назад на отраслевой научно-технической конференции в Санкт-Петербурге. Один из участников дискуссии, посвященной выбору путей перехода к NGN, упомянул о решении, которое было принято правительством Южной Кореи. Он незадолго до Санкт-Петербургской конференций принимал участие в международном форуме, состоявшемся в Сеуле. С трибуны форума было озвучено следующее

решение: "Национальная ССОП будет развиваться на основе идеологии NGN, но для нужд государственного управления сохраняется сеть, построенная на технологии коммутации каналов". Не исключено, что схожий подход может быть использован на начальном этапе построения ССН в Российской Федерации при условии, что некоторые фрагменты рассматриваемой сети были реализованы ранее.

В этом случае наиболее вероятный путь формирования ССН может быть представлен при помощи модели, показанной на втором рисунке. Модели сети для первого и второго этапов развития ССН изображены соответственно в левой и в правой частях иллюстрации. Штрихпунктирная линия отделяет – возможно! – существующий компонент ССН, построенный на технологии коммутации каналов. Предполагается, что для этого компонента ССН используется сеть ОКС.

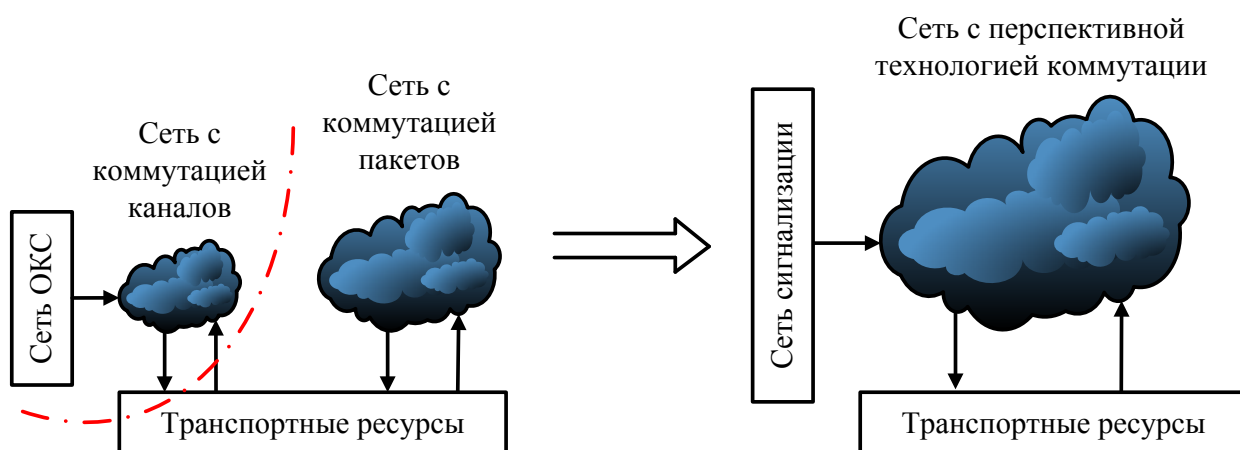


Рис. 2 – Два основных этапа развития ССН

На первом этапе развития ССН создается сеть с коммутацией пакетов, поддерживающая услуги по обмену данными и видеоинформацией. Кроме того, она способна предоставить услуги IP-телефонии. Объем транспортных ресурсов, необходимых для построения сети с коммутацией пакетов, будет весьма существенным. Он на порядок или более превысит объем транспортных ресурсов, предназначенных для сети с коммутацией каналов. По всей видимости, сеть с коммутацией пакетов следует строить как Экстранет [10],

обеспечивая все установленные для ССН требования по информационной безопасности.

На втором этапе развития ССН будет реализована сеть с перспективной технологией коммутации, если таковая будет разработана в результате проведения соответствующих исследований. Не исключено, что будет предложено и новое решение в части систем сигнализации. По этой причине в вертикально расположенный прямоугольник вставлена надпись "Сеть сигнализации" без какой-либо конкретизации используемых протоколов.

Предложенная модель иллюстрирует только один из наиболее вероятных подходов к построению ССН. Опыт построения телефонной сети общего пользования, которая создавалась и модернизировалась по результатам серьезных исследований, показал важность проведения полноценных научных дискуссий по системным вопросам. Началом подобной дискуссии можно считать выше упомянутую статью М.А. Шнепс-Шнеппе [1]. К сожалению, отраслевые журналы по столь важным вопросам часто публикуют статьи, которые – по крылатому выражению из пьесы "Ревизор" – отличает "легкость в мыслях необыкновенная".

V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

История практического воплощения тех концепций качественной модернизации систем электросвязи, которые были предложены Международным союзом электросвязи (www.itu.int) и другими авторитетными институтами, свидетельствует о следующем: между любой идеей и результатом ее реализации всегда существует заметная разница. Очевидно, что такая же судьба ждет и концепцию NGN. По этой причине создание ССН на базе имеющихся концептуальных положений NGN представляется рискованным решением.

Необходимо провести серьезные исследования, позволяющие научно обосновать основные принципы построения и долгосрочной эволюции ССН. В силу объективных и субъективных причин значительная часть отраслевых

научно-исследовательских центров уже не располагает коллективами, способными на высоком научно-техническом уровне выполнить необходимые исследования. Тем не менее, формирование временного коллектива высококвалифицированных специалистов, работающих в разных городах России, пока еще представляется посильной задачей.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Шнепс-Шнеппе М.А. Телекоммуникации для экстренных и военных нужд: параллели. – International Journal of Open Information Technologies, vol. 2, no. 7, 2014.
- [2] Дженстер П., Хасси Д. Анализ сильных и слабых сторон компании. Определение стратегических возможностей. – М.: Вильямс, 2003.
- [3] Леваков А.К. Особенности функционирования сети следующего поколения в чрезвычайных ситуациях. – М.: ИРИАС, 2012.
- [4] Эшби У.Р. Введение в кибернетику. – М.: Либроком, 2009.
- [5] Соколов Н.А. Процессы конвергенции, интеграции и консолидации в современной телекоммуникационной системе. – Connect! Мир связи, 2007, №10.
- [6] Беллами Дж. Цифровая телефония. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1986.
- [7] Соколов Н.А. Задачи планирования сетей электросвязи. – СПб.: Техника связи, 2012.
- [8] Cairncross F. The Death of Distance. – Harvard Business School Publishing, 1997.
- [9] Modarressi A., Mohan S. Control and Management in Next-Generation Networks: Challenges and Opportunities. – IEEE Communications Magazine, October 2000.
- [10] Wilkinson P. Construction Collaboration Technologies: An Extranet Evolution. – Kindle Edition, 2005.

System aspects of creation and development of Telecommunication networks for special purposes

Sokolov N.A.

Abstract – At least two decades, complete research modernization scenarios related to telecommunication networks are not held in Russia. For this reason, Telecom Operators and Service Providers copied solutions adopted in other countries. Therefore, it is difficult to estimate strengths and weaknesses of such solutions taking into consideration the specific characteristics of the country and demands of different customers. This article discusses some aspects of the modernization of telecommunication networks. The main attention is focused on the creation of special purpose network and on the selection of switching technology.

Keywords – telecommunication network, packet technology, special purpose network, information security, quality of service.