

Министерство информационных технологий и связи
Российской Федерации

ГИПРОСВЯЗЬ-СЕВЕРО-ЗАПАД

Основные положения по модернизации телефонной сети общего пользования с целью создания NGN

Заместитель директора ЛОНИИС


Б.С. Гольдштейн

"___" апреля 2006 г.

Генеральный директор
Гипросвязь-Северо-Запад


В.Е. Никифоров

"___" апреля 2006 г.

Версия 1.0

2006 год

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ NGN.....	5
2. ФОРМИРОВАНИЕ NGN ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ РАЙОНИРОВАННОЙ ГТС	7
3. ФОРМИРОВАНИЕ NGN ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ГТС С УЗЛАМИ ВХОДЯЩЕГО СООБЩЕНИЯ	13
4. ФОРМИРОВАНИЕ NGN ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ГТС С УЗЛАМИ ИСХОДЯЩЕГО И ВХОДЯЩЕГО СООБЩЕНИЯ.....	18
5. ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ NGN В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ.....	24
6. ПРАГМАТИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ ПЕРЕХОДА К NGN	28
7. ВОПРОСЫ, ТРЕБУЮЩИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ	34
ЛИТЕРАТУРА	35

Предисловие

"Основные положения по модернизации телефонной сети общего пользования для формирования NGN" разработаны институтами ЛОНИИС и ГИПРОСВЯЗЬ-СЕВЕРО-ЗАПАД. Назначение "Основных положений" – разработка совокупности принципов модернизации системы телефонной связи, реализация которых приведет к созданию сети следующего поколения – NGN (Next Generation Network).

"Основные положения" разработаны с учетом принципов эволюции всех сетей и систем электросвязи. Источниками разработки стали принципы построения и развития сетей электросвязи, изложенные:

- в руководящих документах Министерства информационных технологий и связи Российской Федерации [1, 2, 3, 4, 5];
- в нормах технологического проектирования НТП 112-2000 "Городские и сельские телефонные сети" [6];
- в рекомендациях МСЭ – Международного Союза Электросвязи [7];
- в материалах ETSI – Европейского института телекоммуникационных стандартов [8];
- в документах научно-технических центров, занимающихся вопросами создания оборудования NGN и его применения в телекоммуникационных сетях [9, 10].

В "Основных положениях" используются следующие аббревиатуры (объяснения новых терминов приведено в тексте настоящего документа):

АМК – абонентский мультисервисный концентратор

АМТС – автоматическая междугородная телефонная станция

АТС – автоматическая телефонная станция

ГТС – городская телефонная сеть

ЗСЛ – заказно-соединительная линия

КД – коммутатор доступа

МК – магистральный коммутатор

МС – местная станция

МСЭ – Международный Союз Электросвязи

ОКС – общий канал сигнализации

ОПС – опорная станция

ОПТС – опорно-транзитная станция

ОС – оконечная станция

РАТС – районная АТС

СЛ – соединительная линия

СЛМ – соединительная линия для междугородной связи

СТС – сельская телефонная сеть

ТК – транзитный коммутатор

ТС – транзитная станция

ТФОП – телефонная сеть общего пользования

УАТС – учрежденческая АТС

УВС – узел входящего сообщения

УВСМ – узел входящего сообщения для междугородной связи

УИВС – узел исходящего и входящего сообщения
УИС – узел исходящего сообщения
УС – узловая станция
УСП – узел сельско-пригородной связи
ЦС – центральная станция
ЦСИО – цифровая сеть интегрального обслуживания

E1 – стандартный цифровой тракт с пропускной способностью 2048 кбит/с
ETSI – European Telecommunications Standards Institute (Европейский Институт Телекоммуникационных Стандартов)

IP – Internet protocol (протокол Интернет)
IPDV – IP packet delay variation (вариация задержки IP пакетов)
IPLR – IP packet loss ratio (доля потерянных IP пакетов)
IPTD – IP packet transfer delay (задержка переноса IP пакетов)
IREP – IP packet error delay (доля искаженных IP пакетов)
MG – media gateway (транспортный шлюз)
MGC¹ – media gateway controller (контроллер транспортного шлюза)
NGN – next generation network (сеть следующего поколения)
NPV – net present value (чистая текущая стоимость)
QoS – quality of service (качество обслуживания)
RPR – resilient packet ring (устойчивое пакетное кольцо)
RTP – real-time transport protocol (протокол реального времени)
SDH – synchronous digital hierarchy (синхронная цифровая иерархия)
SG – signalling gateway (шлюз сигнализации)
SP – signaling point (пункт сигнализации)
VoIP – Voice over IP (IP-телефония)

¹ В технической литературе чаще используется термин Softswitch – название MGC, разработанного Lucent Technologies.

1. Общие принципы построения NGN

Сети следующего поколения (NGN – next generation network) представляют собой результат эволюции всей системы электросвязи. Тем не менее, основой реализации идеи NGN служит телефонная сеть, единственная из всех существующих сетей, которая:

- обеспечивает диалоговые услуги самой большой группе абонентов;
- приносит Оператору основные доходы.

Для сети NGN характерны существенные особенности, выделяющие ее в новый класс телекоммуникационных систем. Обычно выделяют пять таких особенностей NGN:

- использование пакетных технологий передачи и коммутации для обмена всеми видами информации;
- применение систем коммутации с распределенной архитектурой, которые отличаются от функционально ориентированных телефонных станций;
- отделение функций, которые касаются поддержки услуг, от коммутации и передачи;
- обеспечение возможности широкополосного доступа и мультисервисного обслуживания трафика вида "triple-play services" (речь, данные и видео);
- реализация функций эксплуатационного управления (в том числе и тех, что делегированы пользователям) за счет Web технологий.

Передача информации в форме пакетов через NGN основана на протоколах IP (Internet Protocol). Но идеология построения NGN существенно отличается от принципов, по которым создана сеть Интернет. В первую очередь, следует выделить поддержку в сети NGN заранее заданных показателей качества обслуживания (QoS – quality of service). Эти показатели стали определяться для обеспечения качественной телефонной связи через IP сеть – услуг VoIP (Voice over IP), более известных как IP-телефония.

На рисунке 1.1 показана архитектура, предложенная компанией Lucent Technologies для объяснения концепции NGN. Эта архитектура отличается от аналогичных моделей, используемых в сетях телефонной связи и обмена данными.

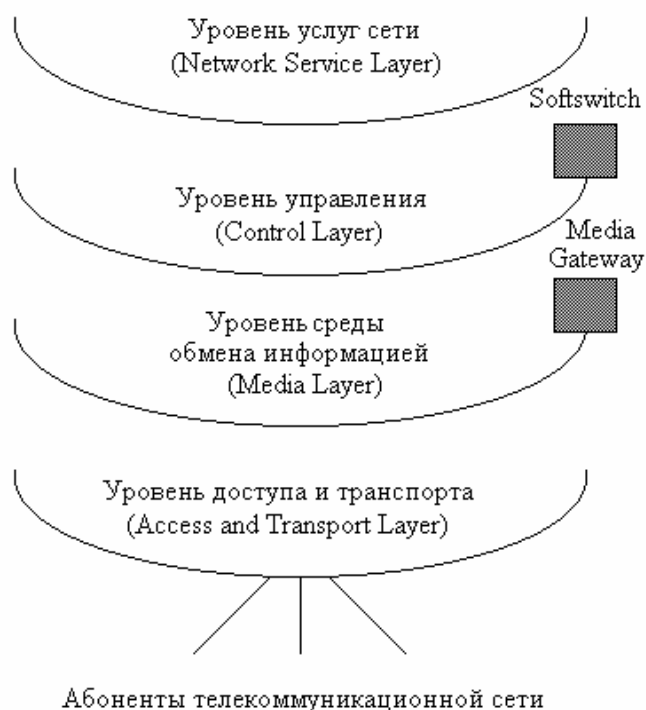


Рис 1.1. Архитектура NGN, предложенная компанией Lucent Technologies

Уровень услуг выделяется в самостоятельный элемент архитектуры сети. Он занимает верхнюю плоскость в рассматриваемой модели. В какой-то мере, выделение самостоятельного уровня услуг подобно решению, которое предложено в концепции интеллектуальной сети.

Уровень управления располагается на второй плоскости. В модели NGN этот уровень включает совокупность функций по управлению всеми процессами в телекоммуникационной системе, а также начисление платы за услуги связи и техническую эксплуатацию. Для реализации функций, которые выполняет этот уровень, Производители телекоммуникационного оборудования разработали аппаратно-программные средства, именуемые Softswitch.

Уровень среды обмена информацией находится на третьей плоскости. Функции, выполняемые этим уровнем, включают процедуры установления соединений между пользователями сети и межсетевое взаимодействие. Типичным примером оборудования, которое реализует эти функции в сети NGN, служат аппаратно-программные средства Media Gateway (транспортного шлюза).

Уровень доступа и транспорта располагается на четвертой плоскости. Основные функции этого уровня – перенос информации между конечными пользователями сети NGN. В качестве средств доступа в концепции сети NGN рассматриваются практически все используемые в настоящее время варианты, основанные на различных технологиях.

Документы международных организаций направлены на стандартизацию различных аспектов построения NGN. Ни один документ не связан с вопросами реализации сети NGN как результата эволюции телекоммуникационной системы. Подобные вопросы МСЭ и ETSI относят к компетенции Администрации связи каждой стран. В документе под названием "Основных положений по модернизации телефонной сети общего пользования для формирования NGN" изложены принципы модернизации телекоммуникационной системы, цель которых – формирование NGN.

2. Формирование NGN при модернизации районированной ГТС

Значительная часть российских городских телефонных сетей (ГТС) построена по принципу связи коммутационных станций "каждая с каждой". Ранее подобный способ организации межстанционных связей использовался в городах при емкости ГТС до восьмидесяти тысяч номеров. При использовании цифровых коммутационных станций способ их связи "каждая с каждой" становится экономически целесообразным для ГТС емкостью в несколько раз больше. Сети такой емкости созданы во многих российских городах, которые не являются центрами субъекта Федерации. Их пример приведен в левой части рис. 1, где показана структура ГТС, состоящей из шести районных автоматических телефонных станций (РАТС). Если эти РАТС цифровые, то их обычно называют опорными станциями (ОПС). Предполагается, что на четвертой станции в ГТС расположен узел сельско-пригородной связи (УСП).

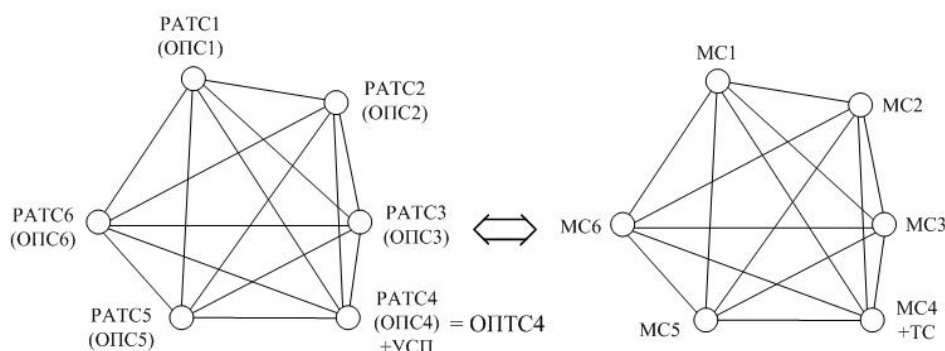


Рис. 2.1. Структура ГТС без узлов

В правой части рис. 1 показана та же схема ГТС, но название коммутационных станций изменено. Вводится общий термин "местная станция" – МС, что сделано по двум причинам. В-первых, аббревиатура МС приемлема для цифровых и аналоговых станций (городских и сельских). Во-вторых, предлагаемый термин позволяет унифицировать систему понятий с англоязычной технической литературой, где используются названия "local exchange" или "central office" для всех местных станций, аналоговых и цифровых.

Множество всех возможных структур NGN для рассматриваемой модели невелико. Поэтому целесообразно использовать метод перебора всех допустимых решений, чтобы выбрать оптимальную структуру NGN. Принципы выбора оптимальной структуры NGN – отдельная задача, требующая дополнительного рассмотрения. Структура NGN считается оптимальной, если при выбранном критерии и заранее заданных ограничениях определены основные атрибуты сети. Их характерными примерами можно считать:

- численность коммутаторов (включая также шлюзы) различного назначения;
- места расположения всех этих коммутаторов и их пропускную способность;
- схему связи коммутаторов между собой и со своими выносными модулями.

Допустим, что оптимальная структура NGN выбрана. Она показана на рис. 2.2. NGN начинает формироваться с уровня сетей международной и междугородной связи. Поэтому предполагается, что вместо автоматической междугородной телефонной станции (АМТС) будет установлен магистральный коммутатор (МК). Он обеспечивает транзит IP пакетов, содержащих информацию любого вида (речь, данные, видео и их комбинация), в сетях междугородной и международной связи.

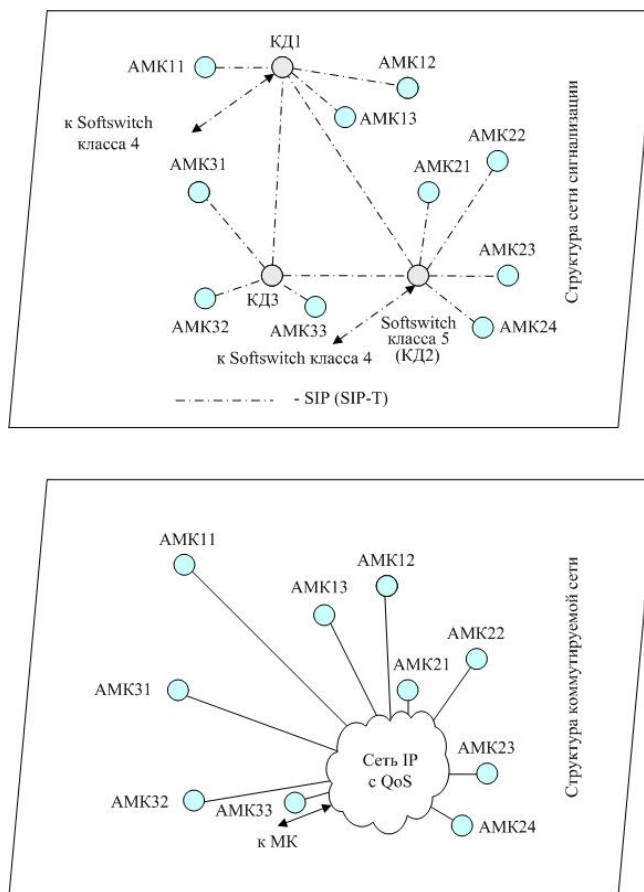


Рис. 2.2. Оптимальная структура NGN

Этот рисунок (как и большинство следующих) состоит из двух плоскостей. Верхняя плоскость иллюстрирует основные изменения, касающиеся сети сигнализации. В нижней плоскости показана структура сети, по которой передается информация пользователей (для NGN – IP пакеты).

Предполагается, что все терминалы потенциальных пользователей будут включены в абонентские мультисервисные концентраторы (АМК). В сети NGN, кроме АМК и оборудования IP сети, необходим еще один элемент – коммутатор доступа (КД). Он представляет собой Softswitch класса 5. Пятый класс соответствует коммутационному оборудованию, которое функционирует на уровне местных станций.

Основой сети сигнализации в NGN становится коммутатор Softswitch. Его функции в рассматриваемом примере выполняют три КД, что обеспечивает высокую надежность телекоммуникационной системы города. КД должен поддерживать все протоколы сигнализации, необходимые в NGN и для взаимодействия с эксплуатируемыми МС. Эти МС могут использовать ОКС№7 или систему сигнализации, которая была ранее принята для электромеханических коммутационных станций. Для сигнализации на участках АМК – КД, между КД, а также между КД и Softswitch класса 4 (который обычно устанавливается на МК) предполагается использование протоколов SIP или SIP-T, но возможны и другие решения, если они соответствуют международным стандартам.

Создание NGN, структура которой показана на рис. 2.2, может быть выполнено различными способами. С практической точки зрения следует выделить три сценария формирования NGN:

- каждая МС после принятия решения о ее замене оборудованием NGN одновременно выводится из эксплуатации;

- все МС остаются в коммерческой эксплуатации, а рядом с ними устанавливается оборудование NGN, в которое переключаются те абоненты, которым необходимо обслуживание вида "Triple-play services";
- комбинированное решение, основанное на сочетании первого и второго сценариев.

На рис. 2.3 показан начальный этап модернизации ГТС без узлов для сценария, который основан на одномоментной замене каждой МС. В границах IP сети изображен транспортный шлюз MG (Media Gateway), который обеспечивает взаимодействие АМК со всеми МС, которые используют технологию "коммутиция каналов". Для анализа функций КД необходимо обратиться к верхней плоскости рис. 2.3. Шесть МС, вне зависимости от типа используемого оборудования коммутации, можно рассматривать как пункты сигнализации – SP (signaling point). Такая трактовка была предложена МСЭ при разработке спецификаций для обмена информацией по общему каналу сигнализации (ОКС). Номера SP и МС совпадают. Для ТС выделен нулевой пункт сигнализации.

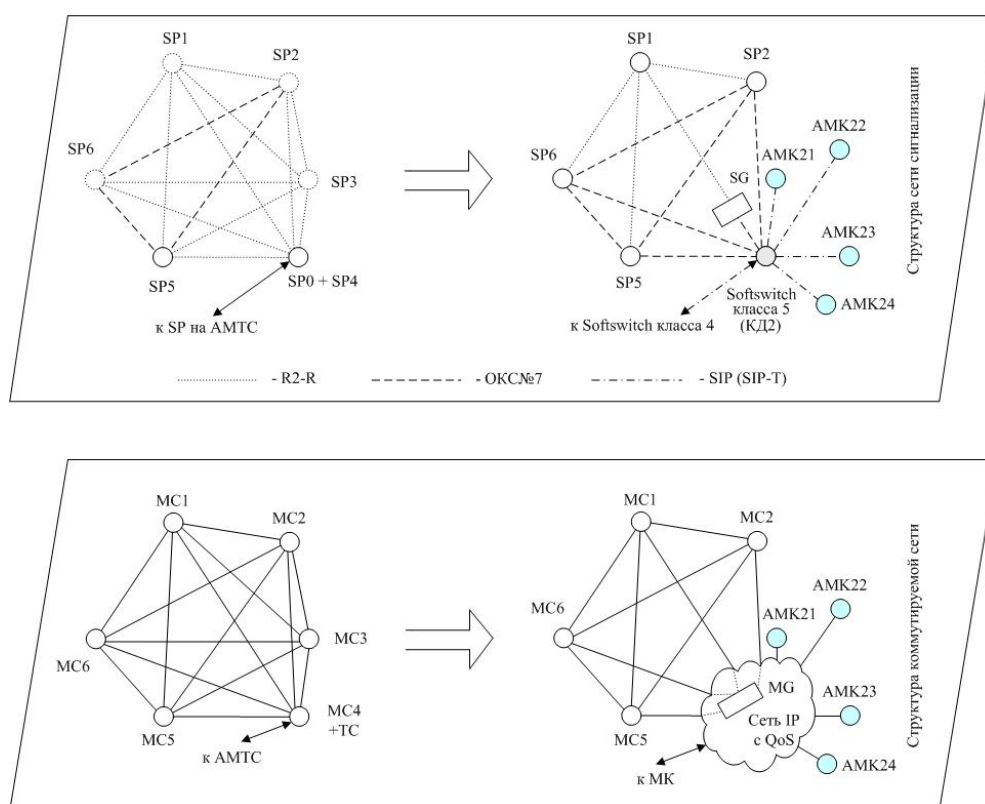


Рис. 2.3. Первый этап модернизации ГТС без узлов

В городе начинает формироваться сеть IP, поддерживающая показатели QoS, которые заранее определены для NGN. Перечень таких показателей устанавливает Администрация связи. Основанием для нормирования этих показателей может служить, например, рекомендация МСЭ Y.1541. На начальном этапе создания NGN в сети IP может использоваться всего один коммутатор. В рассматриваемом примере четыре концентратора АМК обеспечивают обслуживание всех абонентов, которые ранее были включены в МС3 и МС4.

Следует подчеркнуть, что для взаимодействия с аналоговыми МС необходим шлюз сигнализации SG (Signalling Gateway). Дело в том, что коммутаторы Softswitch не поддерживают процессы обмена сигналами управления и взаимодействия, которые используются в отечественных аналоговых коммутационных станциях. Предполагается, что в только МС1 построена на аналоговом коммутационном оборудовании. Система

сигнализации, которая принята для российских аналоговых МС, названа здесь R2-R. Такое обозначение расшифровывается как российская версия системы сигнализации R2, принятой МСЭ.

В результате установки нового оборудования создается база для формирования NGN. В правой части нижней плоскости рис. 2.3 показан только один маршрут между каждым АМК и сетью IP. Этот маршрут иллюстрирует логическую связь АМК с сетью IP. Для надежной связи обычно используются кольцевые топологии, обеспечивающие включение каждого АМК в сеть IP по двум независимым путям – рис. 2.4. Кольцо может быть образовано новым поколением оборудования SDH, ориентированного на требования NGN, или с помощью оборудования, в котором реализована технология RPR.

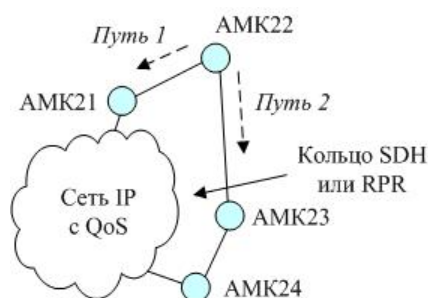


Рис. 2.4. Два пути обмена информацией между АМК22 и IP сетью

На рис. 2.5 показан один из возможных вариантов дальнейшего построения NGN. Он рассматривается как второй этап модернизации ГТС и основан на замене двух коммутационных станций: МС1 и МС2. Одновременная замена двух МС – один из возможных вариантов развития городской инфокоммуникационной системы в соответствии с выбранным сценарием. Решения такого рода интересны с точки зрения минимизации затрат на сеть доступа. Отправной точкой для выбора рационального решения служит вариант, предусмотренный программой модернизации ГТС.

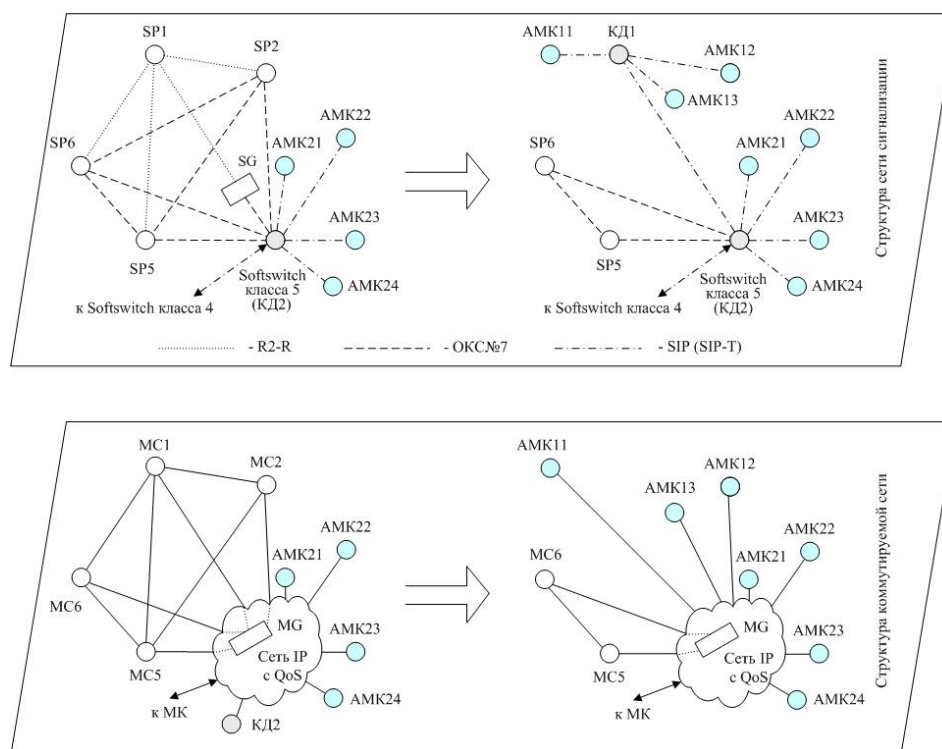


Рис. 2.5. Второй этап модернизации ГТС без узлов

Установка КД1 подразумевает реконструкцию сети доступа, в которой появляются еще три АМК. Между абонентами семи эксплуатируемых АМК все виды информации передаются в виде IP пакетов. Управляют всеми соединениями два КД. Переход к технологии "коммутация каналов" необходим только для соединений, которые устанавливаются с терминалами, включенными в МС5 или МС6.

Радикальные изменения свойственны сети сигнализации. Только для МС5 и МС6 используются системы сигнализации, реализованные для телефонной связи. Все остальные элементы городской сети (АМК и КД) взаимодействуют между собой по единой системе сигнализации, принятой для NGN.

Структура сети становится все более похожей на структуру NGN, формирование которой завершается на третьем – заключительном – этапе. Этот этап (рис. 2.6) приводит к созданию сети со структурой, которая была выбрана заранее в качестве оптимального решения. Она была показана на рис. 2.2.

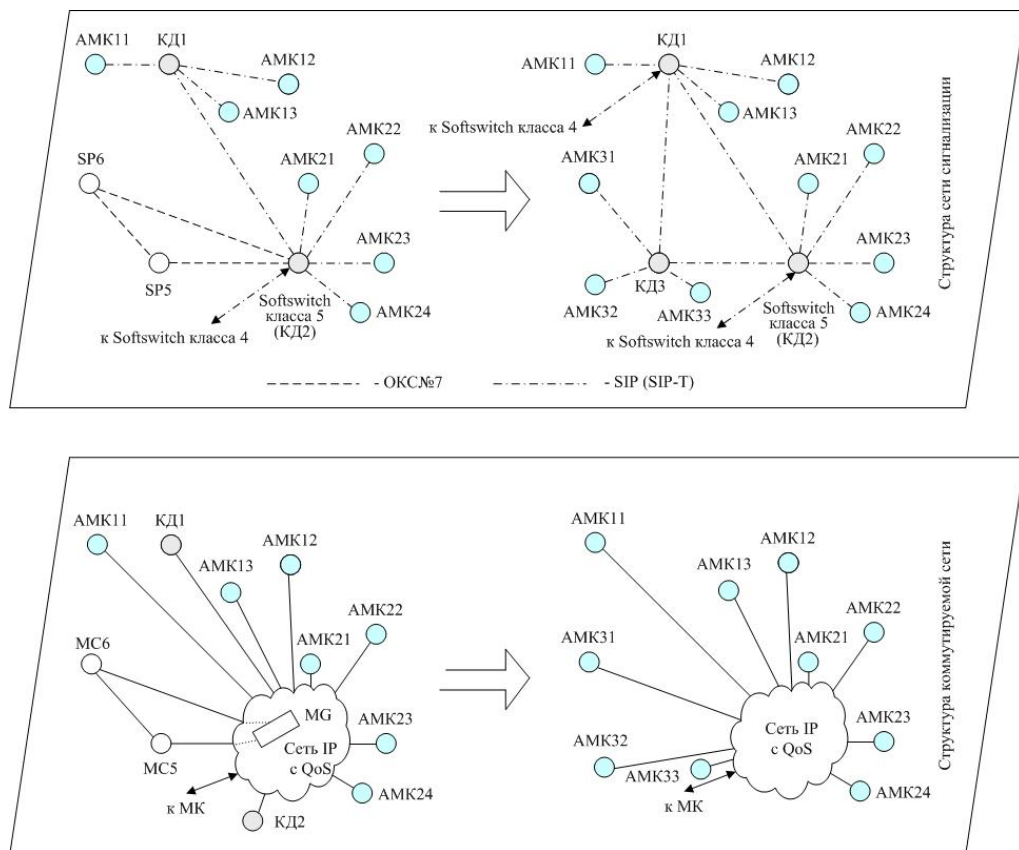


Рис. 2.6. Третий этап модернизации ГТС без узлов

Варианты модернизации ГТС в русле рассматриваемого сценария могут различаться темпами замены эксплуатируемого оборудования коммутации, численностью КД и АМК в IP сети, а также другими атрибутами. Они не влияют на методику поэтапного создания NGN. Она универсальна. Необходимо упомянуть еще одну проблему – выбор тех технологий, которые необходимы для поддержки показателей QoS. Эта задача требует дополнительного исследования. Следует отметить, что затраты Оператора на создание сети IP с поддержкой QoS существенно меньше тех инвестиций, которые потребуются для замены всех МС и реализации современной сети доступа.

Второй сценарий может быть представлен с помощью модели, которая показана на рис. 2.7. Он также включает две плоскости, позволяющие рассматривать отдельно аспекты коммутации и сигнализации. Результат реализации этого сценария можно

рассматривать как создание "наложенной" сети, пользователям которой доступны все виды обслуживания, входящие в набор "Triple-play services".

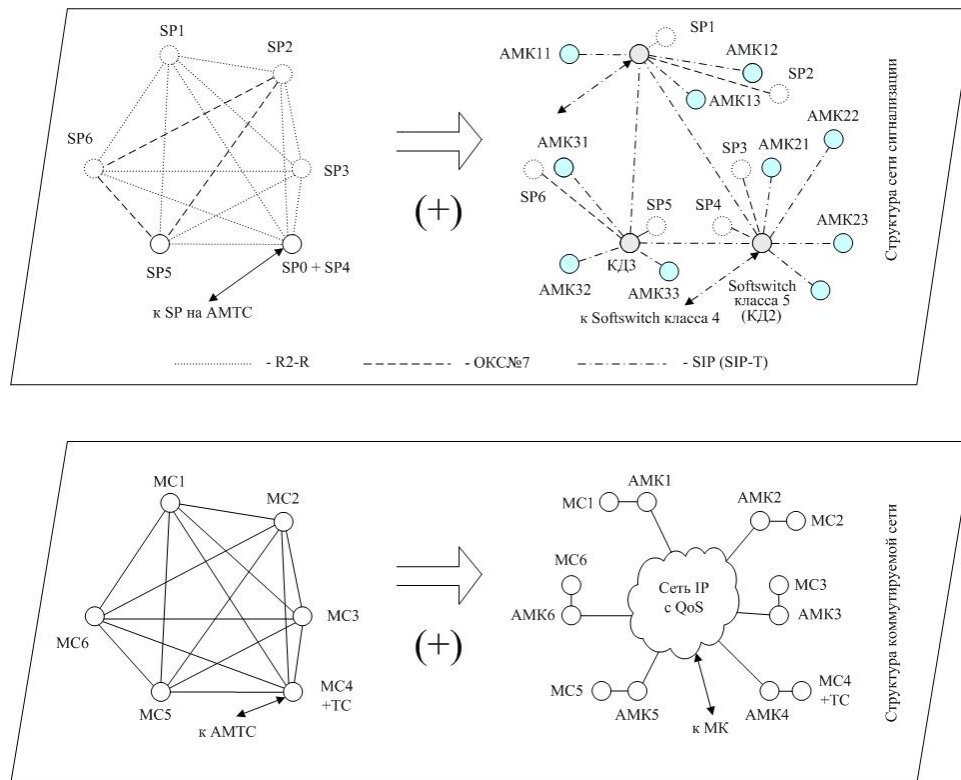


Рис. 2.7. Второй сценарий модернизации ГТС без узлов

Существенное отличие от первого сценария создания NGN состоит в том, что параллельно формируется "вторая" сеть. Этот факт отмечен знаками "+", которые поставлены ниже стрелок, разделяющих этапы развития ГТС, в обеих плоскостях рассматриваемой модели. Очевидно, что сеть сигнализации должна быть создана сразу и почти в полном объеме. Между каждой МС и тем АМК, который установлен рядом с ней, должны быть организованы тракты Е1. Фактически каждый АМК становится выносным модулем одной из МС, которая обеспечивает ему выход в ГТС.

3. Формирование NGN при модернизации ГТС с узлами входящего сообщения

Многие российские ГТС построены как сети с узлами входящего сообщения (УВС). Ранее считалось, что такой принцип связи МС эффективен для ГТС, емкость которых не превышает 800 тысяч номеров. Для ГТС такой емкости использовался шестизначный план нумерации. Модель сети, использующей УВС, показана в левой части рис. 3.1. Каждый УВС образует узловой район. Предложенная модель состоит из двух узловых районов. В каждом районе установлены три РАТС (ОПС для цифрового оборудования коммутации). Обычно каждая РАТС связана с АМТС пучками заказно-соединительных линий (ЗСЛ). На рис. 3.1 пучки ЗСЛ показаны только для РАТС13 и РАТС23. Входящие соединения от АМТС устанавливаются по СЛМ – соединительным линиям для междугородной связи. Пучки СЛМ включаются в узлы входящего сообщения для междугородной связи (УВСМ). Далее считается, что первый узловой район построен за счет установки цифрового коммутационного оборудования. УВС2 и все РАТС второго узлового района относятся к поколению аналоговых систем распределения информации. Тогда функции УВСМ для аналоговых РАТС второго узлового района может выполнять УВС2. Цифровые РАТС (ОПС) первого узлового района связаны с АМТС прямыми пучками СЛМ. На рис. 3.1 пучок СЛМ показан только для РАТС12 (ОПС12).

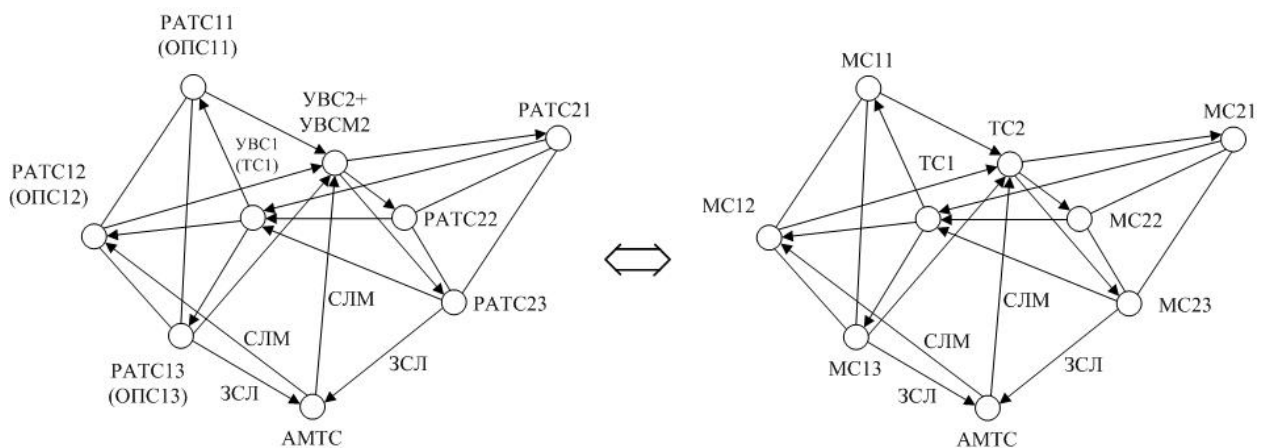


Рис. 3.1. Модель ГТС с узлами входящего сообщения

В правой части рис. 3.1 показана та же модель, но в ней используется введенная ранее аббревиатура "МС". Аналогично, УВС именуется транзитными станциями (ТС) вне зависимости от типа оборудования коммутации (аналоговое или цифровое).

Сети с УВС, как правило, создаются в городах, являющихся центрами субъектов Федерации. Принципы построения телефонной сети общего пользования (ТФОП) предусматривают установку АМТС в центре каждого субъекта Федерации.

На первом этапе модернизации телефонной сети АМТС заменяется оборудованием МК или используется вместе с ним. Трафик речи, данных и видео в форме IP пакетов передается через МК, а АМТС обслуживает телефонную нагрузку в режиме коммутации каналов. Сеть IP, поддерживающая нормированные показатели QoS, при внутризоновой, междугородной или международной связи, передает пакеты через МК.

Сценарий, подразумевающий установку АМК рядом с каждой МС, практически не отличается от рассмотренного в предыдущем разделе. В правой нижней части рис. 2.7 была показана модель формируемой сети, которая остается неизменной для ГТС с УВС. Поэтому далее в этом разделе рассматривается только первый сценарий перехода к NGN.

На первом этапе характер модернизации сети с УВС будет определяться числом заменяемых МС. Целесообразно выделить варианты модернизации ГТС рассматриваемой

структуры, которые радикально отличаются друг от друга. Вариант I подразумевает одновременную замену всех МС одного узлового района. Очевидно, что такое решение требует существенных разовых инвестиций, но обеспечивает эффективный путь перехода к NGN. Для варианта II замена одной МС узлового района рассматривается как отдельный этап модернизации ГТС. Начальные затраты Оператора в этом случае будут минимальны, но процесс формирования NGN будет сложнее. По всей видимости, варианты I и II будут заметно различаться по суммарным затратам, необходимым для построения NGN. С этой точки зрения вариант I выглядит предпочтительнее.

На рис. 3.2 показан вариант I для первого этапа модернизации сети с УВС. Нижняя плоскость иллюстрирует структуру городской сети, предназначенную для обмена информацией между пользовательскими терминалами. Изменения в системе сигнализации показаны в верхней плоскости рис. 3.2. Поскольку коммутационное оборудование первого узлового района относится к современным системам распределения информации, замене подлежат УВС2 и обслуживаемые им аналоговые МС. Вместо трех аналоговых МС устанавливаются шесть концентраторов АМК. Эта величина выбрана условно.

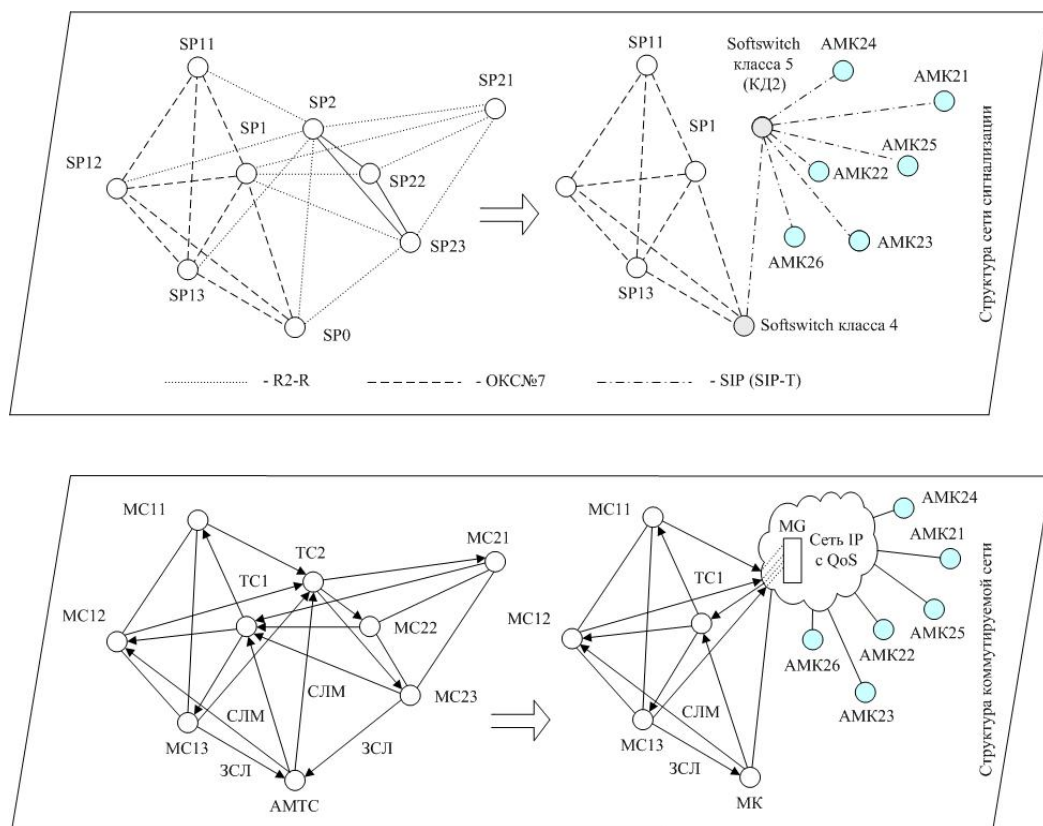


Рис. 3.2. Первый этап модернизации ГТС с УВС. Вариант I

Между IP сетью и УВС1 должна быть создана линия передачи, обеспечивающая обслуживание входящего трафика ко всем МС первого узлового района. Никаких других изменений в составе той части ГТС, которая использует технологию "коммутация пакетов", не требуется. Обслуживание абонентов второго узлового района осуществляется шестью концентраторами, управляемыми КД.

Для обеспечения функций взаимодействия между АМК и КД используется протокол SIP (SIP-T). Этот же протокол применяется для связи КД и Softswitch класса 4, который устанавливается вместе с МК. Обмен сигналами управления и взаимодействия между сетью IP и коммутационным оборудованием первого узлового района может осуществляться через Softswitch класса 4. Именно такая структура сети сигнализации показана в верхней части рис. 3.2. Если ресурсы используемого Softswitch класса 4 не

обеспечивают такую возможность, то необходимо устанавливать звенья сигнализации между SP1 и IP сетью.

Вариант II, представленный на рис. 3.3, подразумевает замену только одной МС. Предполагается, что демонтируется МС23. Абоненты, которых обслуживала эта станция, переключаются в два концентратора – АМК21 и АМК22.

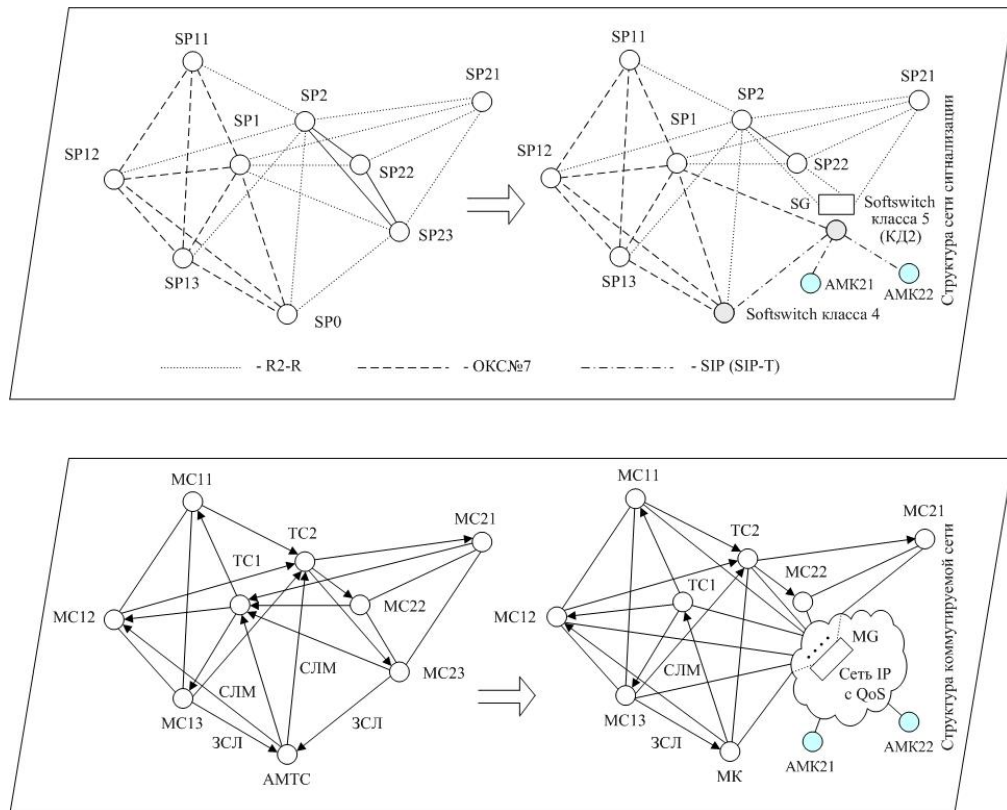


Рис. 3.3. Первый этап модернизации ГТС с УВС. Вариант II

Необходима установка КД2, выполняющего функции Softswitch класса 5 и шлюза сигнализации GS, надобность в котором – при реализации варианта I – отсутствует. Шлюз MG должен иметь высокую пропускную способность, так как он обслуживает значительный трафик. Кроме того, данный шлюз, если проанализировать реальные характеристики всех эксплуатируемых ГТС с УВС, должен обеспечивать подключение большого числа пучков СЛ.

Второй этап для варианта II заключается в замене еще одной МС. Независимо от номера демонтируемой МС необходимо определить судьбу TC2. Она может остаться для функций транзита, которые необходимы последней аналоговой МС, эксплуатируемой в составе ГТС. Альтернативное решение заключается в демонтаже TC2, что потребует переключения межстанционных связей последней аналоговой МС. Выбор решения для конкретной ситуации не представляет собой сложную задачу. В данном случае предполагается, что для остающейся в коммерческой эксплуатации МС22 сохранена TC2.

Демонтируемое оборудование МС23 может использоваться для расширения двух других аналоговых станций и узла, если это необходимо, или для их ремонта. Процесс замены МС21 и МС22 может растянуться на неопределенное время. Поэтому часть демонтируемого оборудования может оказаться востребованной.

На рис. 3.4 показана структура сети, которая образуется после замены МС21 двумя концентраторами (АМК23 и АМК24). Оба концентратора включаются в сеть IP, что позволяет им поддерживать процессы обмена информацией любого рода в форме пакетов. Функции управления этими концентраторами возложены на КД – Softswitch класса 5. КД

был установлен на первом этапе модернизации сети с УВС. Поэтому в плоскости, выделенной для сети сигнализации, не происходят столь же существенные изменения, которые характерны для нижнего фрагмента рассматриваемой модели. Следующий этап – замена MC22. В результате сформируется сеть, топология которой будет очень похожа на структуру, показанную на рис. 3.2. Различия могут заключаться в количестве и местах расположения концентраторов АМК. Возможно, что не совпадут и места размещения КД2.

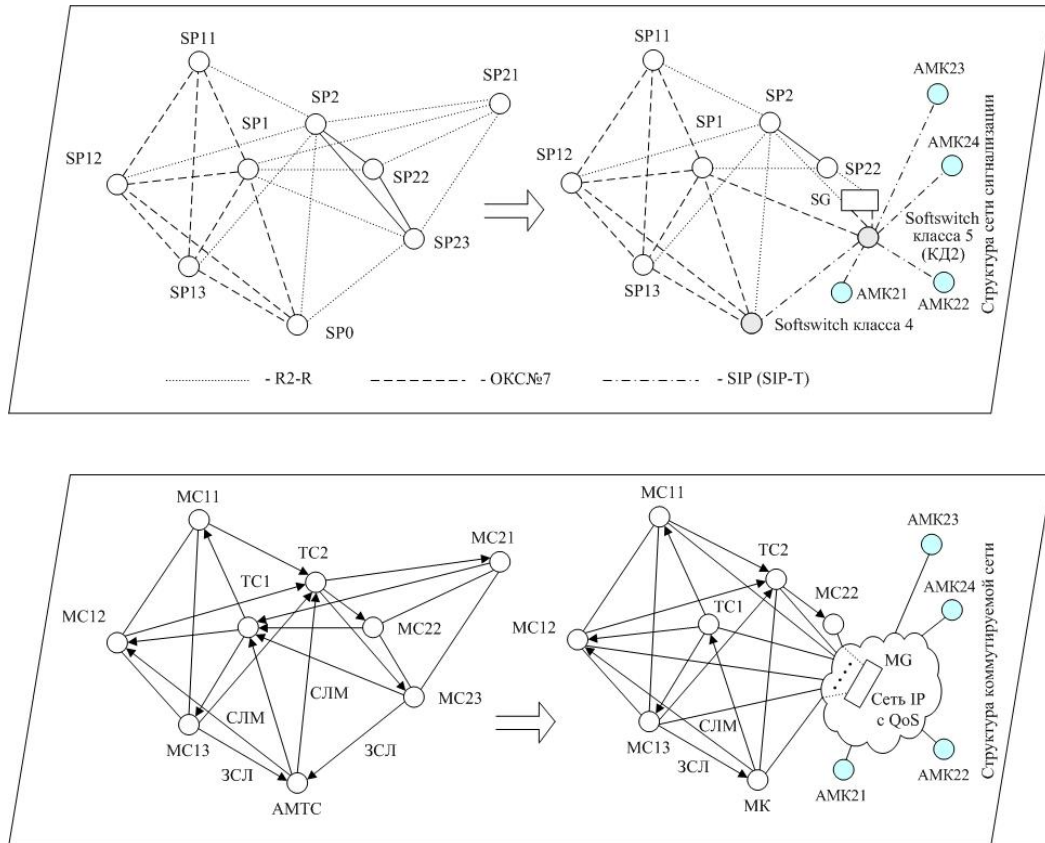


Рис. 3.4. Второй этап модернизации ГТС с УВС. Вариант II

Не исключено, что процесс демонтажа аналоговых МС еще не закончится, а уже возникнет необходимость замены цифровых коммутационных станций. И в этом случае подход к формированию NGN остается неизменным.

Вернемся к рис. 3.2, который фиксирует состояние процесса построения NGN, практически идентичное для вариантов I и II. Далее будут заменяться цифровые МС первого узлового района. Эта операция может быть одномоментной – вариант I. Другие решения подразумевают постепенную замену цифровых МС. Если на каждом этапе модернизации ГТС будет заменяться только одна цифровая МС, то процесс становится похожим на вариант II. Его анализ был приведен выше, а структуры сетей показаны на рис. 3.3 и 3.4. Поэтому далее рассматривается вариант I, когда все три цифровые коммутационные станции заменяются одновременно, а УВС1 ликвидируется.

Структура NGN, образуемая после замены всех тех МС, которые использовали технологию "коммутация каналов", представлена на рис 3.5. Численность АМК и КД выбрана произвольно – по аналогии с рисунками из предыдущего раздела, в котором рассматривалась ГТС без узлов.

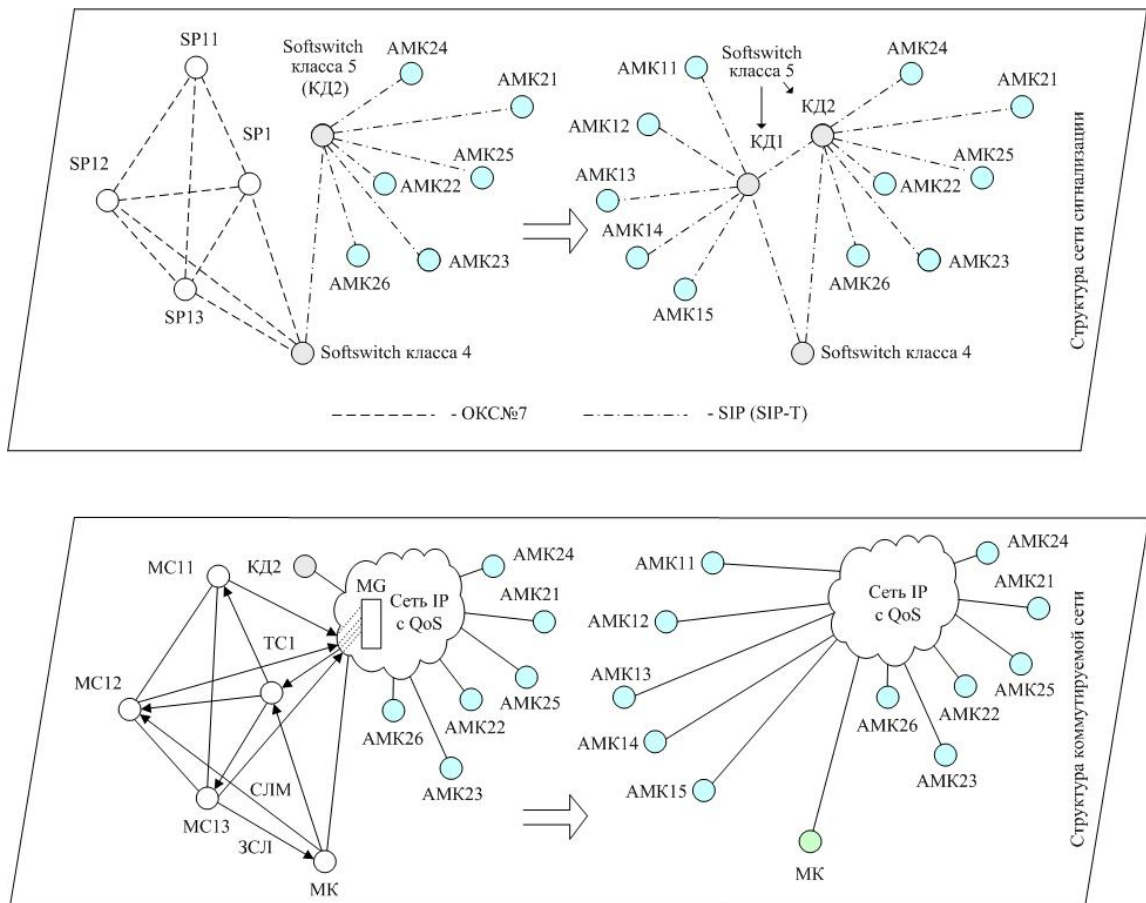


Рис. 3.5. Заключительный этап модернизации ГТС с УВС. Варианты I и II

Все одиннадцать концентраторов связаны с сетью IP двумя независимыми трактами (как показано на рис. 2.4). Такая возможность обеспечивается применением кольцевых топологий при построении транспортной сети. Связь всех коммутаторов Softswitch обоих классов (пятого и четвертого) по принципу "каждый с каждым" гарантирует надежность сети сигнализации.

Правые нижние фрагменты рис. 2.6 и 3.5 очень похожи. Это означает, что идеология NGN позволяет унифицировать структуру ГТС вне зависимости от ее емкости. Следует отметить, что и аппаратно-программным средствам, которые предназначены для построения NGN, также свойственна высокая степень унификации.

4. Формирование NGN при модернизации ГТС с узлами исходящего и входящего сообщения

Телефонные сети в крупнейших российских городах помимо УВС используют и узлы исходящего сообщения (УИС). В некоторых случаях устанавливаются узлы исходящего и входящего сообщения (УИВС). Во всех российских ГТС с УИС и УВС или с УИВС местный номер абонента состоит из семи знаков. В тот период времени, когда основным коммутационным оборудованием были электромеханические АТС, переход к сетям с УИС и УВС становился неизбежным при емкости ГТС свыше 800 тысяч номеров. На самом деле переход к сетям с УИС и УВС осуществлялся при меньшей емкости ГТС.

Модель сети, построенной с УИС и УВС, показана в верхней части рис. 4.1. Она состоит из двух узловых районов. В каждом таком районе изображены три РАТС (ОПС). В первом узловом районе все три РАТС связаны между собой через свои узлы. Все РАТС во втором узловом районе связаны между собой по принципу "каждая с каждой". Предполагается, что пучки ЗСЛ организованы между АМТС и всеми РАТС. На рис. 4.1 они показаны только для РАТС13 (ОПС13) и РАТС23. Пучки СЛМ для первого узлового района связывают все РАТС и АМТС напрямую. Во втором узловом районе функции УВСМ и УВС совмещены.

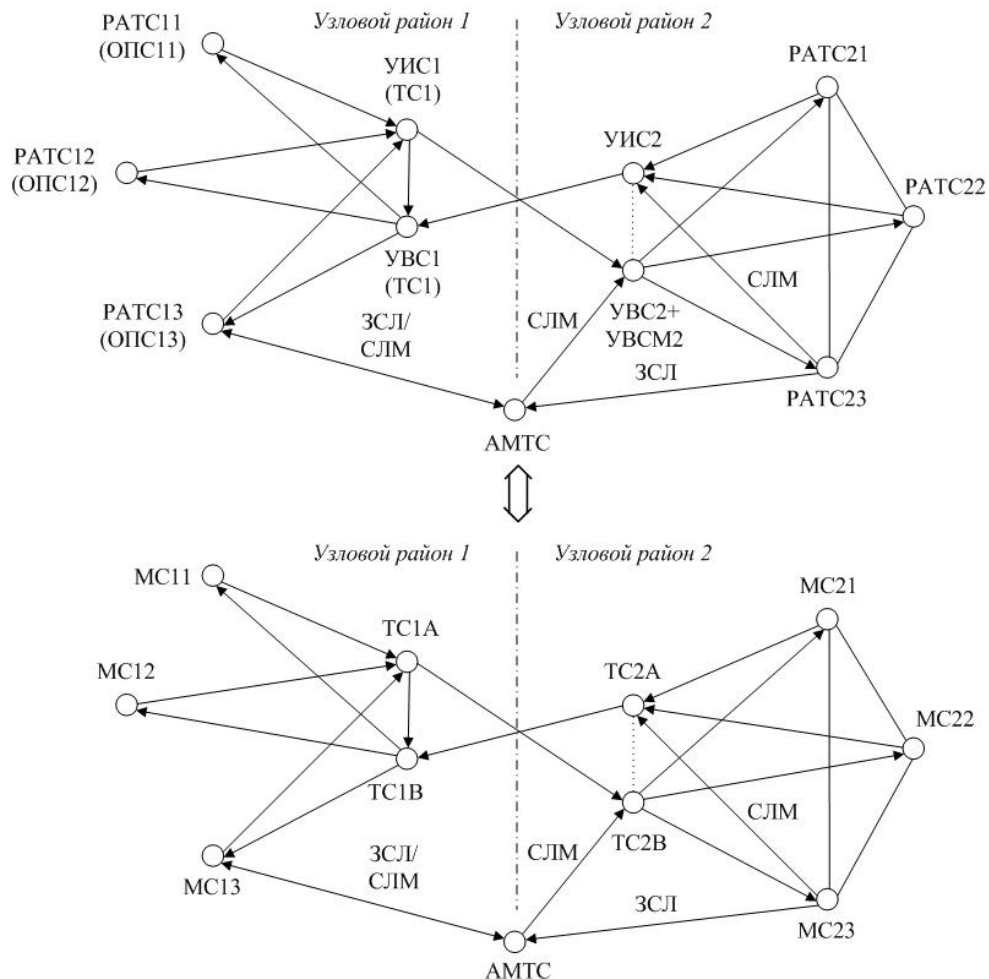


Рис. 4.1. Модель ГТС с узлами исходящего и входящего сообщения

В нижней части рис. 4.1 показана та же модель, но в ней используются введенные ранее аббревиатуры "МС" и "ТС". Все типы узлов (УИС, УВС и УВСМ) считаются транзитными станциями вне зависимости от типа оборудования коммутации (аналоговое

или цифровое). Для различения функций узлов (при необходимости) можно использовать индексы "А" и "В". Пунктирной линией показана возможность связи между ТС2А и ТС2В для организации обходного пути между МС второго узлового района.

Формирование сети сигнализации при модернизации ГТС с УИС и УВС происходит по тем же принципам, которые были рассмотрены в предыдущих разделах. Поэтому далее плоскость "структура сети сигнализации" в состав иллюстраций не включается. Это позволяет уделить основное внимание методологическому подходу к модернизации ГТС мегаполисов. Вводится ряд предположений о формировании IP сети, поддерживающей показатели QoS.

Информация об основных характеристиках эксплуатируемой системы электросвязи и прогностические оценки спроса на современные виды услуг позволяют определить оптимальную структуру NGN сети на момент завершения процесса модернизации ГТС по первому сценарию. Пример такой структуры представлен на рис. 4.2.

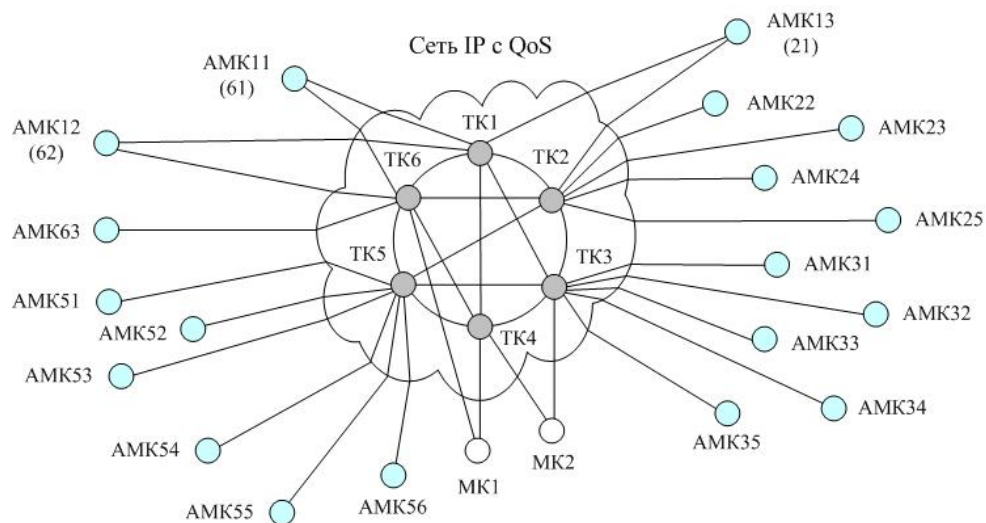


Рис. 4.2. Модель оптимальной структуры NGN для крупного города

Количество AMK и транзитных коммутаторов (TK) в IP сети выбрано произвольно. Каждый концентратор включается в опорный коммутатор двумя трактами, проходящими по независимым (в смысле надежности) путям. Принципы такого решения были показаны на рис. 2.4. Для некоторых AMK может оказаться необходимым включение в два (и даже более) опорных коммутатора. На рис. 4.2 подобная возможность иллюстрируется для AMK11, AMK12 и AMK13. Для этих трех концентраторов в скобках указаны их "вторые" номера. Первая цифра данного номера указывает на тот ТК, в который AMK включен для повышения надежности связи.

Сеть IP – в используемой модели – состоит из шести ТК. Задача ТК заключается в надежной передаче IP пакетов в соответствии с заранее выбранным маршрутом. На рис. 4.2 показана структура связи ТК между собой, близкая к полностью связному графу. В качестве другого примера можно назвать выбор структуры связи между ТК и МК. Для крупных городов будут устанавливаться два или более МК. Их связь с шестью ТК иллюстрирует очевидное требование: к каждому МК должны подходить тракты не менее чем из двух узлов IP сети. При этом каждый тракт между МК и ТК должен быть организован по двум независимым трассам. Пример такого решения – кольцевая структура, которая была приведена на рис. 2.4.

Задача проектировщика заключается в поиске рациональных путей к переходу от ГТС с узлами к сети NGN, оптимальная структура которой известна. На рис. 4.3 приведена структура сети NGN, формируемой на первом этапе модернизации ГТС с УИС и УВС. Предполагается, что уже введен один МК и началось формирование IP сети. В

обоих узловых районах заменяется по одной МС. На рис 4.3 показано также включение трех IP-УАТС. В некоторых случаях процесс формирования NGN целесообразно начинать с замены УИС и УВС. Подобный сценарий эволюции ГТС (ему присвоен номер "2") будет рассмотрен позднее.

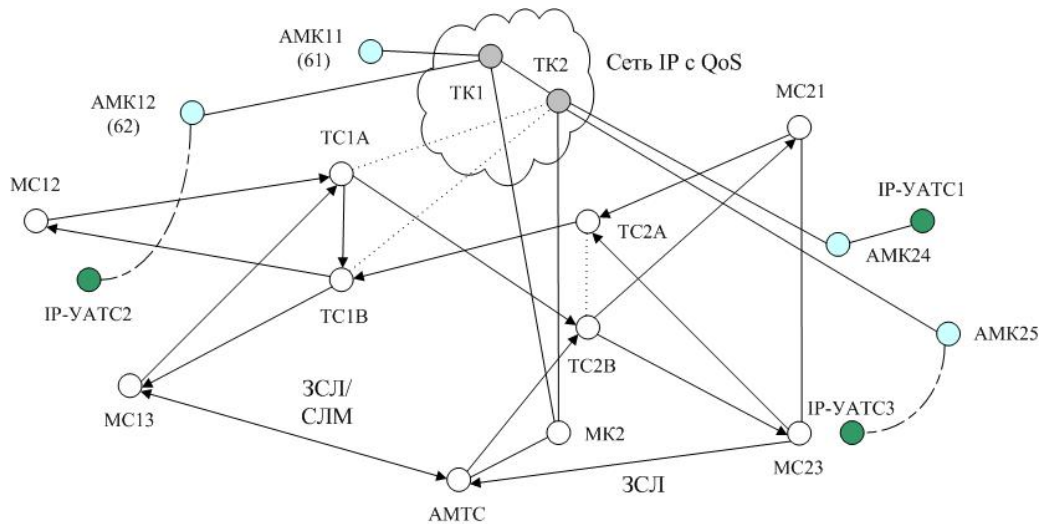


Рис. 4.3. Первый этап модернизации сети с УИС и УВС. Сценарий 1

Абонентские терминалы, обслуживаемые ранее МС12 и МС21, переключаются в четыре концентратора. Для подключения этих концентраторов необходимы два ТК. Их установкой начинается процесс формирования IP сети с поддержкой показателей QoS. Оба транзитных коммутатора связаны с МК2, который, в свою очередь, обеспечивает транзит трафика в форме IP пакетов в ГТС и в сети дальней связи через АМТС, которая осуществляет переход на технологию "коммутация каналов". Магистральный коммутатор решает и "обратную" задачу. Он преобразует информацию, поступающую из АМТС по трактам Е1, в IP пакеты для их последующей маршрутизации до соответствующего АМК.

Изменение технологии коммутации может осуществляться не только на участке АМТС – МК2. Пунктирными линиями показаны связи ТК2 с ТК1А и ТК1В. Это означает, что для транзита местного трафика могут использоваться другие тракты. Выбор способа взаимодействия коммутационного оборудования с разными технологиями коммутации может быть сделан после сравнения затрат, которые необходимы для каждого возможного решения данной задачи.

Первая IP-УАТС находится в зоне обслуживания АМК24. Задача проектировщика – выбрать трассу для связи этих двух элементов сети абонентского доступа и рассчитать пропускную способность тракта, обеспечивающего обмен IP пакетами. Сложнее обстоит дело с двумя другими IP-УАТС. Они расположены вне зон обслуживания всех четырех АМК. Понятно, что включение IP-УАТС в МС нельзя считать разумным решением, так как ухудшаются показатели качества телефонной связи и возникает ряд сложных проблем с поддержкой многих современных услуг.

Целесообразно воспользоваться возможностью полупостоянной коммутации в так называемых кросс-коннекторах транспортной сети. Полупостоянные тракты на участках IP-УАТС2 – АМК12 и IP-УАТС3 – АМК25 изображены на рис. 4.3 пунктирными линиями. По мере появления АМК вблизи этих IP-УАТС от полупостоянных соединений целесообразно отказаться. При этом IP-УАТС переключается в ближайший к ней АМК.

На втором этапе модернизации ГТС с узлами двух типов происходит расширение IP сети и одновременное сокращение численности коммутационных станций, использующих технологию "коммутация каналов". На рис. 4.4, который иллюстрирует этот процесс,

показан демонтаж МС12 и МС21, а также установка нескольких концентраторов. В один из них переключается IP-УАТС2.

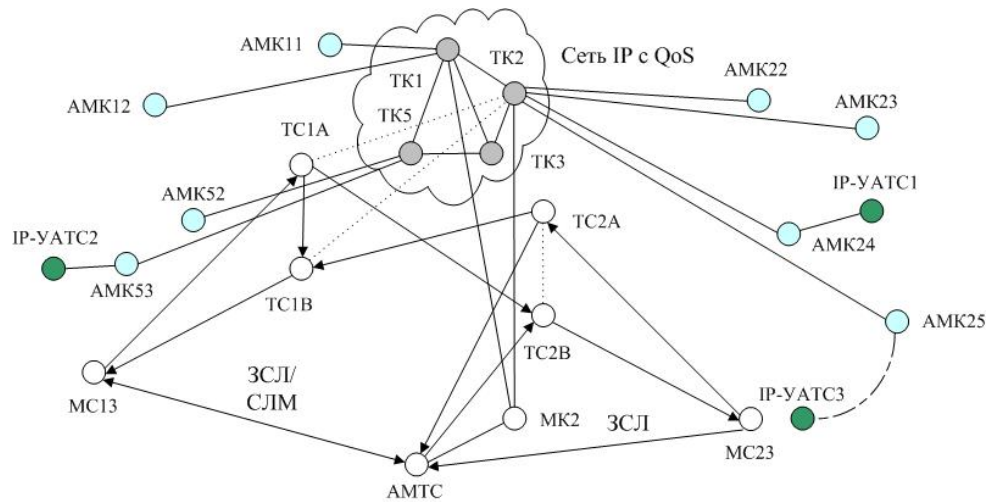


Рис. 4.4. Второй этап модернизации сети с УИС и УВС. Сценарий 1

В каждом узловом районе остаются ТС, обслуживающие одну МС. На третьем этапе, который будем считать завершающим, выполняются следующие операции:

- заменяются все ТС, а также МС13 и МС23, то есть технология "коммутация каналов" в сети Оператора городской инфокоммуникационной системы более не используется;
- АМТС заменяется магистральным коммутатором (ему на рис. 4.2 присвоен первый номер);
- окончательно формируется сеть IP, в которой устанавливаются еще два ТК и организуются предусмотренные ранее транспортные ресурсы;
- вводятся все предусмотренные в процессе планирования сети концентраторы, в один из которых переключается IP-УАТС3.

На рис. 4.5 воспроизведена структура сформированной NGN. Она повторяет топологию, выбранную в качестве оптимальной – рис 4.2. Различие иллюстраций состоит в том, что ранее не были показаны три IP-УАТС, которые подключаются к различным концентраторам.

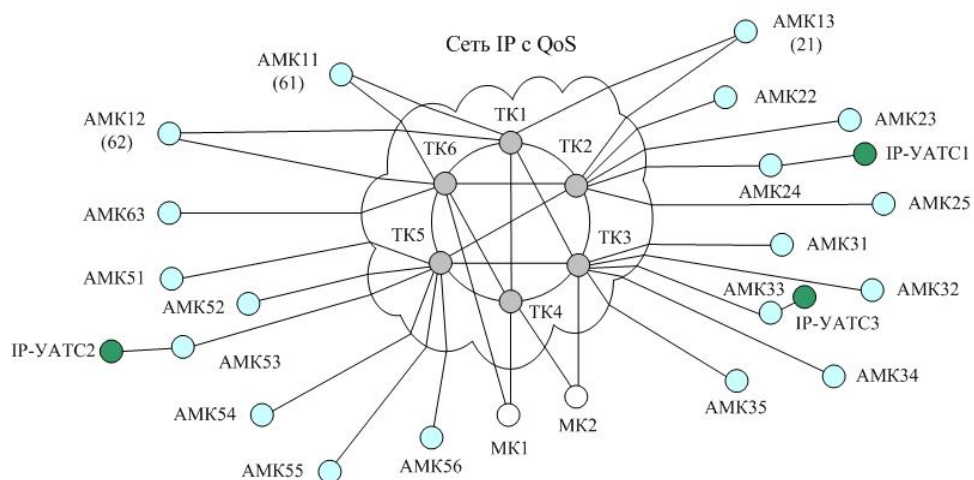


Рис. 4.5. Структура NGN, создаваемая в результате модернизации ГТС с УИС и УВС по сценарию 1

Второй сценарий модернизации ГТС с узлами основан на превентивной замене всех ТС. Основные принципы такого пути формирования NGN иллюстрирует рис. 4.6. Показан радикальный способ перехода к NGN – одновременная замена всех ТС, что подразумевает и установку МК вместо АМТС. Некоторые детали, идентичные для обоих вариантов, на рис. 4.6 не показаны.

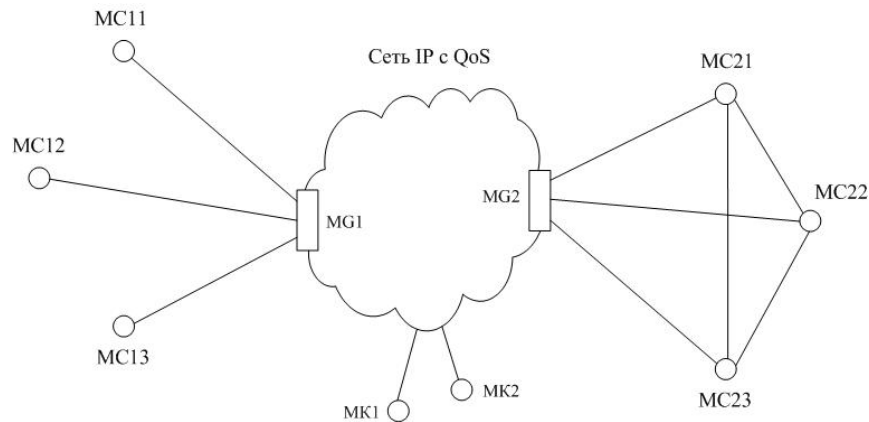


Рис. 4.6. Первый этап модернизации сети с УИС и УВС. Сценарий 2

На первый взгляд второй сценарий выглядит предпочтительнее. К сожалению, подобные решения не всегда можно подкрепить экономическим обоснованием. Следует упомянуть три причины, существенно повышающие затраты Оператора, которые необходимы на первом этапе модернизации ГТС в соответствии со вторым сценарием:

- все шлюзы MG, надобность в которых в перспективе отпадает, должны иметь весьма высокую пропускную способность для обслуживания трафика, создаваемого эксплуатируемыми МС в узловом районе;
- IP сеть с поддержкой показателей QoS должна создаваться сразу из-за демонтажа узлов, использующих технологию "коммутиция каналов";
- трафик, направляемый в сеть дальней связи, представлен в форме IP пакетов, что определяет необходимость установки двух МК одновременно.

Важная положительная особенность второго сценария заключается в возможности замены действующих МС в течение длительного периода и с минимальными затратами. На рис. 4.7 показан второй этап развития ГТС. Предполагается, что заменяются МС11 и МС23.

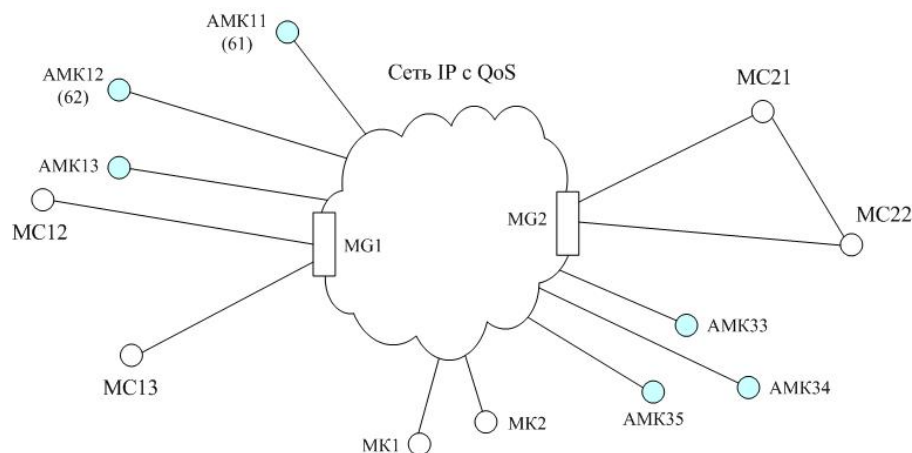


Рис. 4.7. Второй этап модернизации сети с УИС и УВС. Сценарий 2

Постепенная замена всех остающихся МС концентраторами приведет к созданию NGN, структура которой была выбрана в качестве оптимальной. Второй сценарий перехода к NGN позволяет Оператору проводить более гибкую политику по замене эксплуатируемых МС. С другой стороны, для второго сценария построения NGN характерны определенные недостатки, среди которых весьма существенным обстоятельством считается высокий уровень начальных затрат. Они необходимы на создание IP сети, которая поддерживает показатели QoS.

Процессу цифровизации телефонных сетей в российских мегаполисах свойственны некоторые особенности. В первую очередь, следует выделить низкую скорость модернизации ГТС. Это означает, что значительной группе абонентов не доступны некоторые виды услуг. Не исключено, что подобное развитие событий будет наблюдаться при переходе к NGN. Поэтому большой практический интерес связан с третьим сценарием модернизации ГТС.

Третий сценарий перехода к NGN подразумевает установку АМК рядом с каждой МС. В этом отношении он очень похож на аналогичные решения для ГТС другой структуры. Основная идея третьего сценария показана на рис. 4.8. Изображены две МС. В этих станциях некоторых пользователей целесообразно перевести на обслуживание по технологии "коммутация пакетов".

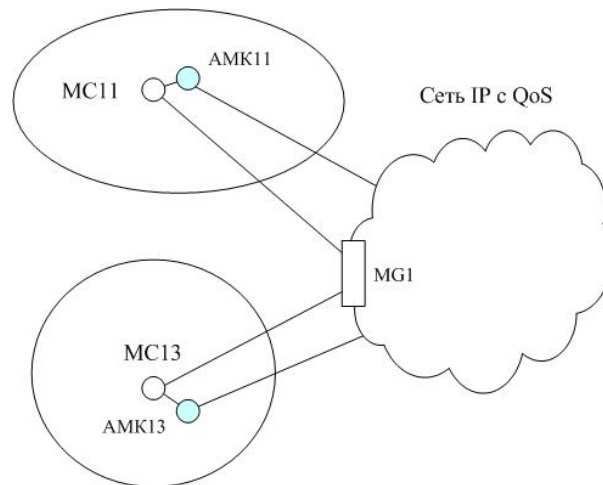


Рис. 4.8. Модернизация сети с УИС и УВС. Сценарий 3

Для каждого из трех сценариев модернизации ГТС большой емкости можно рассмотреть несколько вариантов реализации предлагаемых решений. Выбор оптимального варианта модернизации ГТС будет в значительной мере определяться характеристиками конкретной сети (в основном – состоянием эксплуатируемого коммутационного оборудования) и платежеспособным спросом на новые виды услуг.

5. Особенности построения NGN в сельской местности

Построение системы сельской связи имеет ряд особенностей. Они обусловлены причинами экономического, географического и демографического характера. Основной системы связи является сельская телефонная сеть (СТС).

В административном центре каждого сельского района устанавливается УСП или центральная станция (ЦС). Они служат для подключения узловых (УС) и оконечных (ОС) станций к ТФОП. Общие функции ЦС и УСП – установление соединений между терминалами, включенными в разные УС и ОС, а также обеспечение связи с АМТС, которая расположена в центре субъекта Федерации. Различие УСП и ЦС заключается в том, что коммутационное оборудование ЦС обслуживает и абонентский трафик, а в УСП включаются только пучки СЛ. Похожее различие можно найти между УС и ОС. На самом деле УС представляет собой комбинированную АТС. В ней можно выделить ОС (коммутационное оборудование, обеспечивающее обслуживание абонентского трафика) и транзитную станцию. Эта транзитная станция позволяет подключить "свою" и ряд других ОС к ЦС или УСП сельского административного района.

Типичная модель СТС показана в левой части рис. 5.1. В центре сельского района создается ГТС. Она может состоять всего из одной ЦС, которая обслуживает трафик ГТС и СТС. В крупных районных центрах создаются ГТС, состоящие из нескольких МС. На рис. 5.1 показаны две РАТС, которые обслуживают абонентов ГТС районного центра. Две ОС включены в УСП (ЦС) непосредственно. Такой способ связи называется радиальным. При радиально-узловом способе часть ОС включаются через УС. На рис. 5.1 показаны две УС, каждая из которых обеспечивает обслуживание трех ОС.

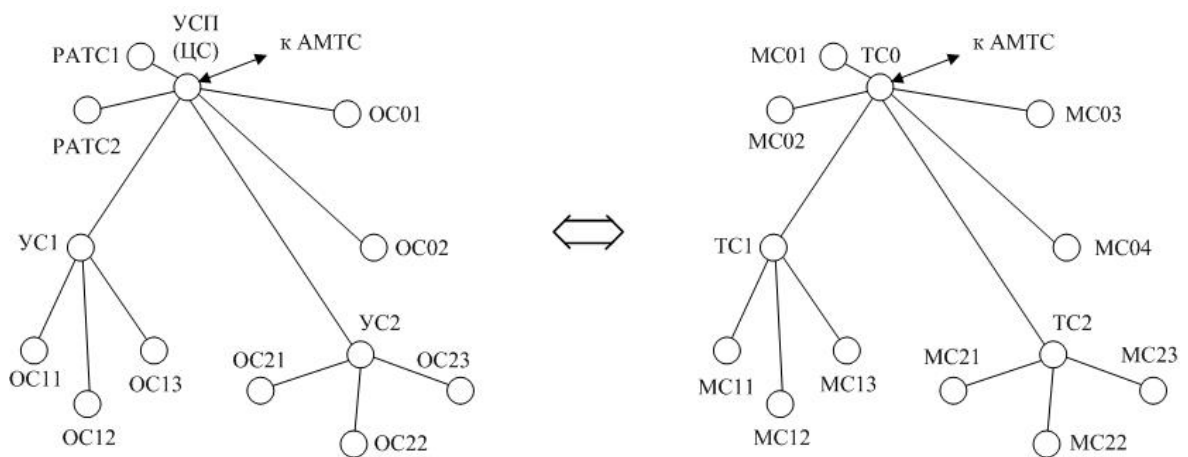


Рис. 5.1. Типичная структура сельской телефонной сети

В правой части рис. 5.1 показана та же структура, но в ней используются термины, общие для ГТС и СТС (как принято в материалах МСЭ и ETSI). Для УСП (ЦС) номер транзитной станции нулевой, а для каждой из двух УС он сохранен неизменным. РАТС и ОС именуется как местные станции. Поэтому их нумерация изменена.

Сценарии модернизации системы сельской телефонной связи можно представить с помощью модели, приведенной в левой верхней части рис. 5.2. Она полностью совпадает с моделью СТС, которая показана в правой части рис. 5.1. Типичная структура российской СТС оставалась неизменной при смене нескольких поколений оборудования передачи и коммутации. Переход к NGN в сельской местности связан с радикальными изменениями структур транспортной и коммутируемых сетей. Важный аспект этих изменений – сближение решений, используемых в городах и в сельской местности.

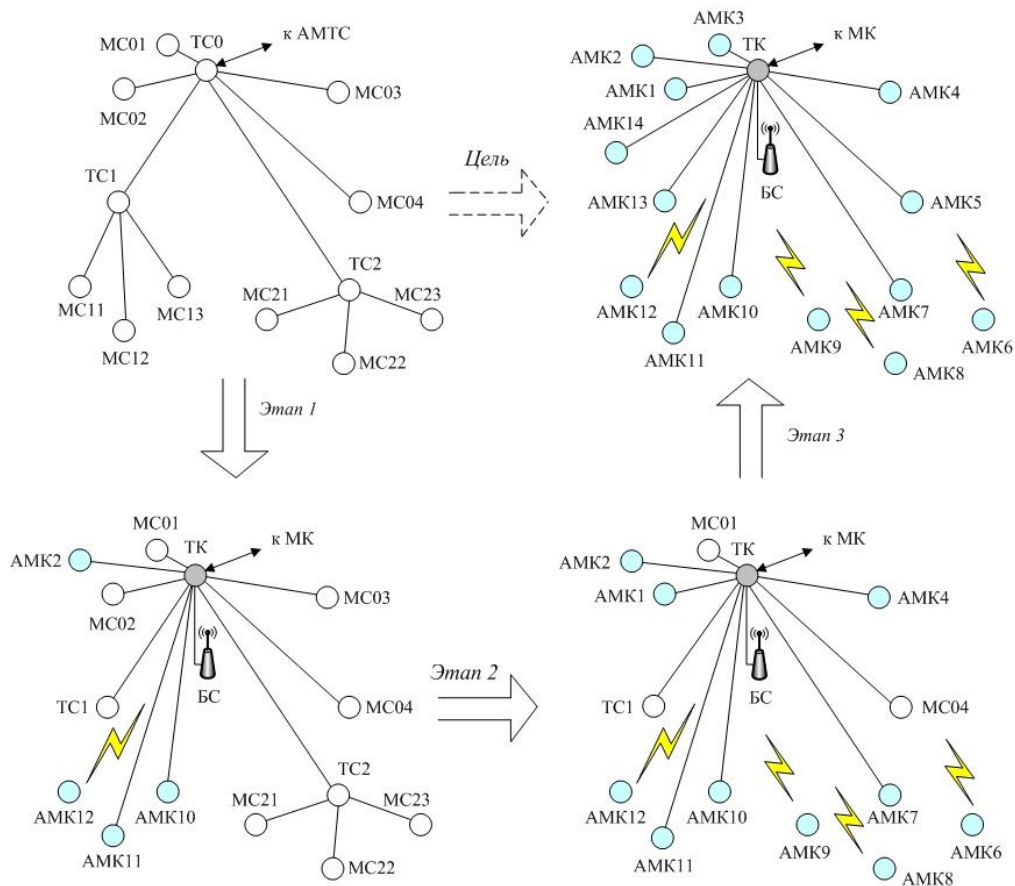


Рис. 5.2. Типичный сценарий модернизации СТС

Справа от рассматриваемой модели показана оптимальная структура NGN, которая должна быть создана в результате модернизации СТС. Введены такие предположения:

- для подключения пользователей, расположенных на территории районного центра, целесообразно установить три концентратора;
- связь четырех концентраторов с транзитным коммутатором районного центра следует реализовать за счет системы беспроводного доступа;
- целесообразно установить концентратор (АМК14) в том населенном пункте, где ранее не было коммутационной станции.

Теперь необходимо найти рациональную программу по достижению известной цели. На рис 5.2 выделено три этапа в решении поставленной задачи – переходу к NGN. Первый этап основан на очевидных первоочередных преобразованиях: появление МК на уровне междугородной сети и замена ТСО транзитным коммутатором. На рис. 5.2 не показана структура сети сигнализации и принципы ее развития. Аспекты сигнализации изложены в комментариях к следующему рисунку.

На первом этапе в ГТС районного центра и в СТС происходят следующие важные изменения:

- для включения группы пользователей вводится АМК2, поддерживающий, как и все одноименные концентраторы, обслуживание класса "Triple-play services";
- устанавливается оборудование беспроводного доступа (на рисунке показана связь базовой станции с транзитным коммутатором), которое на первом этапе предназначено только для подключения АМК12;
- все МС, включенные в ТС1, демонтируются, а вместо них устанавливаются концентраторы (АМК10, АМК11 и АМК12).

После всех преобразований, запланированных на первый этап модернизации СТС, формируется базовая сеть – основа NGN. Следующие этапы эволюции системы сельской телефонной связи направлены на замену ТС и МС, которые основаны на технологии коммутации каналов. Кроме того, вводится концентратор в том населенном пункте, где ранее не было МС. Радикальные изменения происходят с транспортными ресурсами для населенных пунктов, где ранее размещались МС21, МС22 и МС23. Включение трех АМК, заменяющих эти станции, предусмотрено за счет оборудования беспроводного доступа.

Структура сети к моменту завершения второго этапа модернизации СТС показана в правой нижней части рис. 5.2. Из ранее установленного оборудования коммутации в эксплуатации остаются лишь ТС1, МС01 и МС04. Ресурсы беспроводного доступа – после установки АМК6, АМК8 и АМК9 – задействованы полностью. Задача Оператора на третьем (завершающем) этапе формирования NGN состоит в следующем. Необходимо заменить МС01, МС04 и ТС1, а также ввести в эксплуатацию АМК14. После проведения соответствующих работ поставленная цель будет достигнута: Оператор создаст сеть NGN, структура которой показана в правой верхней части на рис. 5.2.

Изменения в системе сигнализации в значительной мере определяются принципами модернизации телефонной сети районного центра. Два основных варианта формирования NGN на территории районного центра показаны на рис. 5.3. Эта иллюстрация, как и несколько предыдущих, состоит из двух плоскостей, позволяющих разделить принципы построения сетей для передачи информации между терминалами пользователей и для сигнализации.

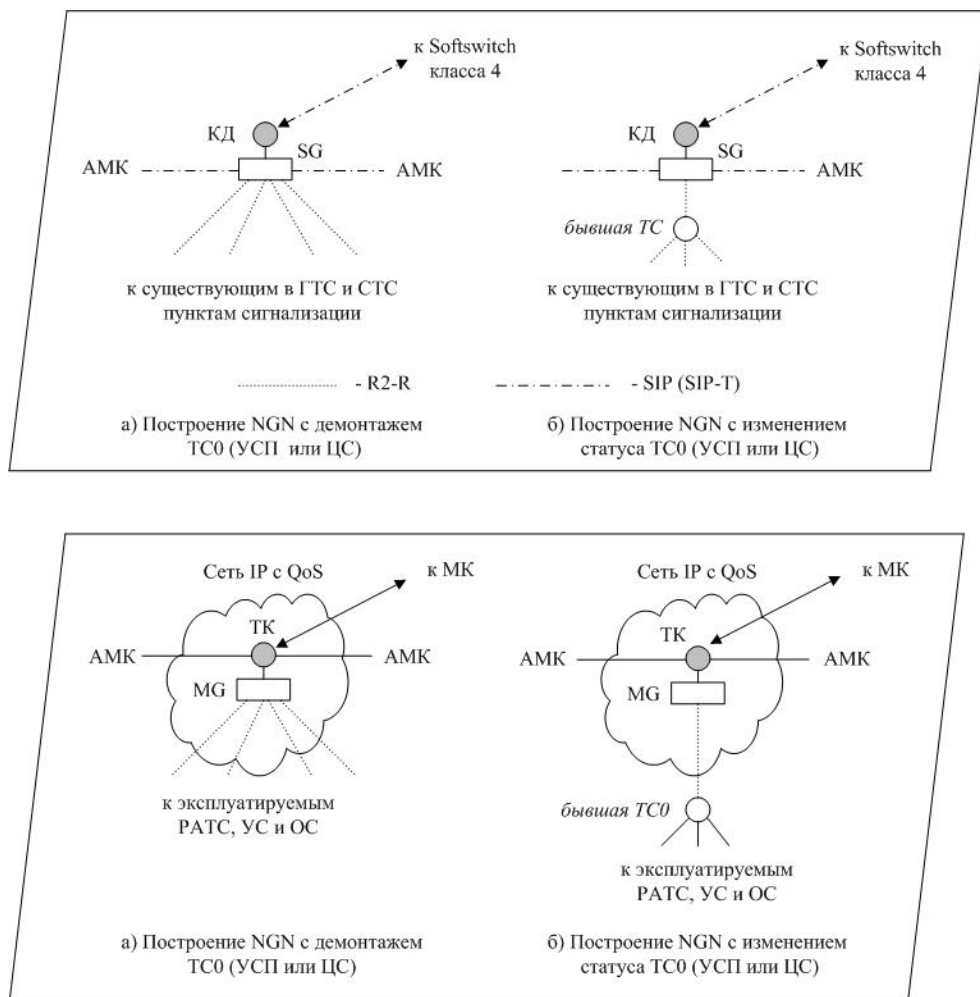


Рис. 5.3. Два варианта модернизации телефонной сети районного центра

Вариант (а) предусматривает демонтаж ТСО, что требует переключения всех коммутационных станций в ТК. Эксплуатируемые МС, которые используют технологию "коммутация каналов", подключаются к ТК через шлюз МГ. Пропускная способность этого шлюза должна рассчитываться исходя из объема трафика, обрабатываемого всеми коммутационными станциями, которые подключены к шлюзу МГ. Соответствующие изменения в сети сигнализации показаны в верхней плоскости рис. 5.3. Очевидно, что производительность шлюза сигнализации SG должна рассчитываться с учетом всех типов сообщений, которыми КД обменивается с пунктами сигнализации, созданными в СТС и в ГТС районного центра.

Вариант (б) основан на изменении статуса ТСО. Новый статус оборудования коммутации этого уровня иерархии ближе всего к шлюзу. ТСО (в нижней плоскости модели) можно рассматривать как шлюз, согласующий две технологии коммутации – каналов и пакетов. Этот шлюз позволяет применять аппаратно-программные средства МГ всего с одним типом интерфейса и с небольшой пропускной способностью. Для верхней плоскости рассматриваемой модели оборудование ТСО целесообразно трактовать как шлюз сигнализации. Он позволяет ограничить номенклатуру интерфейсов, которые должны поддерживаться аппаратно-программными средствами SG. Производительность шлюза SG будет меньше, чем величина, необходимая для реализации варианта (а).

Сельским районам в России и в ряде других стран свойственны заметные различия, касающиеся численности потенциальных пользователей и характера их расположения в границах сети Оператора связи, размеров обслуживаемой территории, уровня спроса на инфокоммуникационные услуги, климатических условий, а также других факторов. Городам не присущи столь существенные различия перечисленных выше атрибутов, весьма важных для инфокоммуникационной системы. Поэтому принципы модернизации развития системы сельской связи (учитывая особенности отдаленных пунктов) требуют тщательной проработки.

6. Прагматическая стратегия перехода к NGN

Соображения, изложенные выше, связаны с формированием NGN в процессе модернизации ТФОП. Возможен иной подход к реализации концепции сети следующего поколения. Он объясняется особенностями российской телекоммуникационной системы, из которых следует выделить два аспекта, существенных с точки зрения перехода к NGN:

- Темпы модернизации ТФОП остаются весьма низкими. За двадцать лет, прошедших с момента установки первой цифровой коммутационной станции, уровень цифровизации ТФОП достиг 60%. Причем в крупных российских городах этот показатель ниже общероссийского. Это означает, что в ТФОП функционирует множество цифровых АТС, замена которых оборудованием NGN экономически нецелесообразна. Соответствующие затраты еще не окупились.
- Спрос на современные инфокоммуникационные услуги для сравнительно малых (по численности) абонентских групп формируется очень быстро. Эти абонентские группы распределены по территории местной телефонной сети. При ожидаемых темпах создания NGN – в случае реализации концепции "наложенная" сеть – часть абонентов, которая генерирует существенный трафик и приносит Оператору значительный доход, с высокой вероятностью уйдет к конкурирующим компаниям.

Если объединить две стратегии (построение "наложенной" и выделенной сетей) под эгидой одного Оператора, то можно сформулировать еще один подход к развитию системы телефонной связи. Он может рассматриваться как прагматическая стратегия перехода к NGN. Эта стратегия позволит эффективно модернизировать ТФОП с учетом перечисленных выше особенностей российской телекоммуникационной системы.

На рисунке 6.1 показан фрагмент ГТС, который состоит из двух АТС. Первая станция является цифровой, а вторая – аналоговой. В зоне обслуживания первой АТС насчитывается K_1 абонентов, для которых интересны услуги, предоставляемые NGN. При этом, L_1 абонентов в таких услугах пока не нуждается. Очевидно, что в ближайшее время $L_1 \gg K_1$. Аналогичная картина будет характерна для второй АТС, то есть $L_2 \gg K_2$.

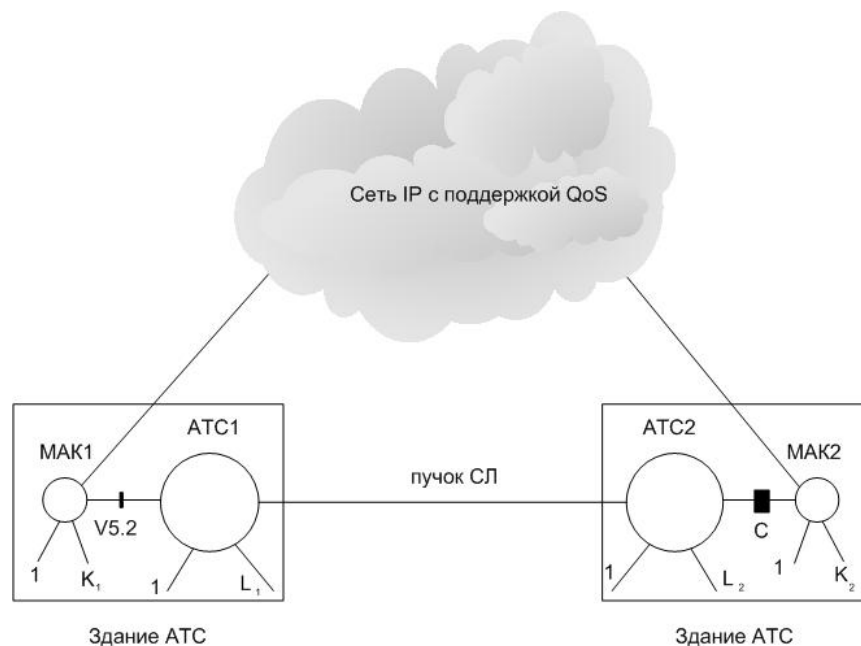


Рис. 6.1. Начальный этап формирования NGN

В зданиях АТС устанавливаются мультисервисные абонентские концентраторы МАК. В первый и во второй МАК включаются K_1 и K_2 портов соответственно. Стык между МАК1 и АТС1 соответствует интерфейсу V5.2. Для сопряжения аналоговой АТС2 и МАК2 необходим конвертор (С). При переключении абонентских линий из АТС в МАК не меняется номер абонента в ТФОП, что важно для многих пользователей, вложивших, например, значительные средства в рекламу своего номера.

Оба МАК включаются в сеть IP, которая поддерживает все показатели качества обслуживания (QoS), специфицированные для NGN. Это означает, что всем абонентам, включенным в МАК, доступны услуги, входящие в набор Triple-play services.

Таким образом, оба МАК функционируют в двух сетях. Во-первых, они становятся концентраторами АТС. Во-вторых, они являются коммутаторами доступа в сети NGN. Для Оператора существенно то, что обе АТС могут использоваться до того времени, пока они удовлетворяют требованиям ТФОП, так как поддержка всех новых видов услуг возлагается на МАК. В ряде случаев, для цифровых АТС отпадает необходимость замены версий программного обеспечения, что позволяет Оператору экономить средства на модернизацию сети.

Эволюция ТФОП заключается в постепенном росте величин K_j (числа абонентов, обслуживаемых аппаратно-программными средствами МАК). Это означает, что величина L_j (число эксплуатируемых портов в АТС) снижается. Процесс будет продолжаться до полного вывода АТС из коммерческой эксплуатации. Завершающая фаза модернизации ГТС показана на рисунке 6.2. В данном примере обмен IP пакетами между двумя МАК осуществляется по транспортному протоколу реального времени (RTP).

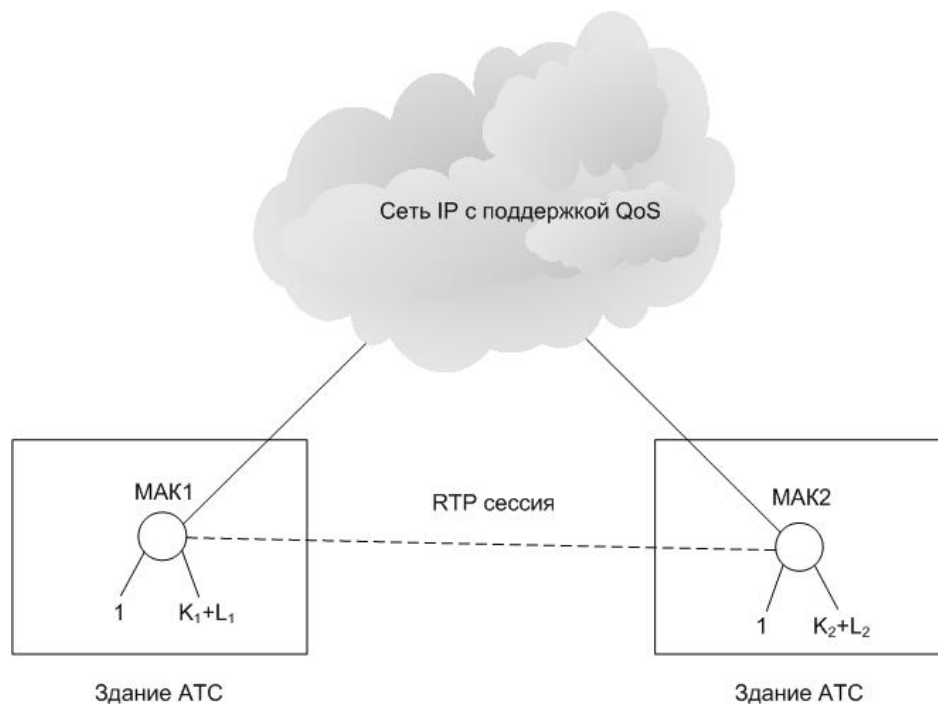


Рис. 6.2. Завершение процесса формирования NGN

Построение выделенной сети NGN осуществляется в соответствии с идеологией "наложенной" сети, но с двумя отличиями:

- выделенная сеть создается практически сразу для всех абонентских групп в границах местной телефонной сети (на площадках всех АТС);
- емкость каждого концентратора МАК на начальном этапе формирования NGN существенно меньше, чем емкость любого коммутатора NGN при

реализации "наложенной" сети (такое же утверждение, как правило, будет справедливым для транспортных ресурсов на участке МАК – сеть IP).

Это означает, что предлагаемая прагматическая стратегия идентична практике перехода к NGN, реализуемой в развитых странах. Ее отличие состоит в том, что учитывается различие спроса на новые инфокоммуникационные услуги и обеспечивается защита тех инвестиций, которые были сделаны (как правило, не так давно) в развитие цифровой ТФОП с коммутацией каналов.

Наряду с очевидными преимуществами предлагаемого подхода к формированию NGN следует выделить ряд недостатков, свойственных прагматической стратегии. Они, как правило, объясняются экономическими соображениями, для анализа которых следует провести качественный анализ кривых чистой текущей стоимости (NPV) для стратегий перехода к NGN, интересных с практической точки зрения. Целесообразно рассмотреть три альтернативных выбора Оператора:

- организация "наложенной" сети;
- построение выделенной сети;
- реализация прагматической стратегии.

Построение выделенной сети рассматривается как отказ Оператора от поддержки услуг NGN. Иными словами Оператор ограничивается основными и дополнительными услугами, обеспечиваемыми ТФОП. Эти услуги обеспечивают самый большой доход региональным Операторам ОАО "Связьинвест".

Модель сети, для которой анализируются различные стратегии развития ТФОП, показана в верхней части рисунка 6.3. Она состоит из пяти АТС, соединенных между собой по принципу "каждая с каждой". Методика анализа всех исследуемых аспектов модернизации ТФОП инвариантна к структуре сети. Предложенная модель позволяет упростить описание процесса эволюции системы телефонной связи. В нижней части этой модели показаны две структуры, которые создаются при построении "наложенной" сети и при выборе прагматической стратегии перехода к NGN. Для выделенной сети структура связи АТС между собой может остаться неизменной, а NGN создает другой Оператор.

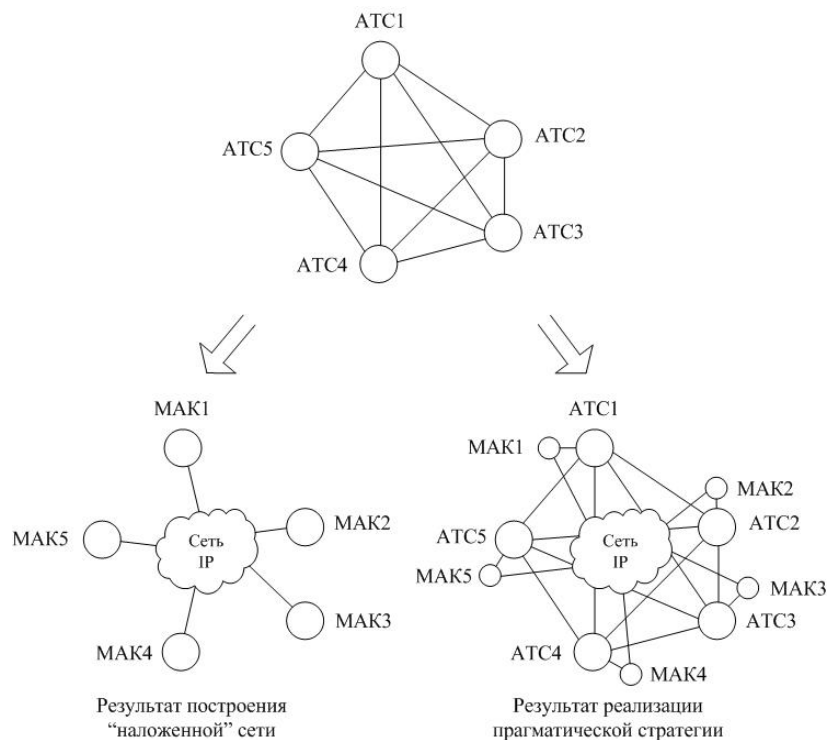


Рис. 6.3. Модель модернизируемой сети

Для построения кривых NPV, которые показаны на рисунке 6.4, введен ряд предположений. Во-первых, замена всех РАТС (если это необходимо в рассматриваемой стратегии) осуществляется в разное время. Во-вторых, при полном завершении процесса реализации прагматической стратегии все АТС остаются в эксплуатации и обслуживают только трафик речи. В-третьих, численность этапов модернизации и моменты времени, когда заменяется оборудование АТС, при построении "наложенной" и выделенной сетей совпадают.

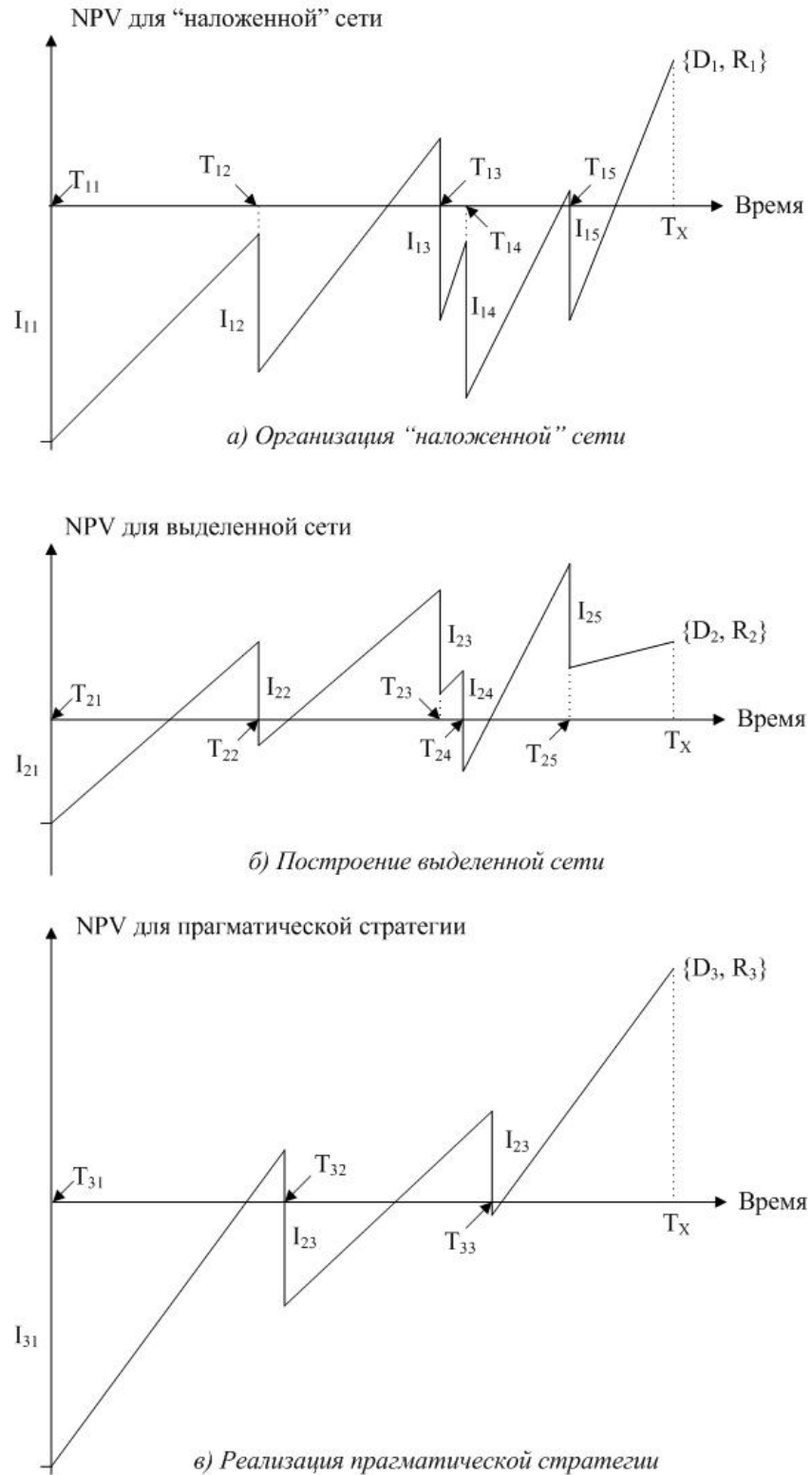


Рис. 6.4. Поведение кривых NPV для трех стратегий развития ТФОП

Для рассматриваемых стратегий развития ТФОП предполагается, что начальное значение NPV равно нулю. Это не накладывает никаких ограничений на сравнительный анализ возможных путей эволюции телекоммуникационной системы. Для каждой i -ой стратегии ($i = 1, 2, 3$) в j -ый момент времени – T_{ij} необходимы затраты, равные I_{ij} . Для всех стратегий на оси "Время" выбрана общая точка T_x . В этой точке оценивается мера эффективности каждой стратегии парой величин: значение NPV – D_i и риск R_i . Между всеми точками на временной оси функция $NPV(t)$ считается линейной.

При выборе Оператором стратегии "наложенная" сеть начальные инвестиции – I_{11} весьма существенны. Должна быть создана база IP сети. Кроме того, устанавливается один МАК вместо демонтируемой АТС. В принципе, абоненты, ранее включенные в демонтируемую АТС, могут обслуживаться за счет установки нескольких МАК, но это обстоятельство не столь существенно для анализа кривой NPV. К моменту времени T_{12} за счет доходов, получаемых от обслуживания абонентов, функция $NPV(t)$ возрастает. Для показанной зависимости она приближается к нулю, но возможны также положительные значения NPV. Далее необходимы инвестиции для замены второй АТС. Этот процесс продолжается вплоть до момента времени T_{15} , когда заменяется последняя АТС, а IP сеть реализуется в полном объеме.

Вторая стратегия подразумевает создание выделенной сети NGN некой новой компанией. Задачи Оператора, который ограничивает свой бизнес предоставлением абонентам основных и дополнительных услуг телефонной связи, известны. Он должен реализовать оптимальную структуру цифровой ГТС и минимизировать эксплуатационные расходы. Начальные инвестиции – I_{21} будут не столь существенными, как при выборе других стратегий развития ТФОП. Это утверждение справедливо и для других моментов времени T_{2j} . Более того, инвестиции в эти моменты времени будут примерно равными. Они необходимы для замены эксплуатируемых АТС новым оборудованием коммутации, которое обеспечивает, например, все услуги цифровой сети интегрального обслуживания (ЦСИО), доступ к платформе Интеллектуальной сети и другие возможности.

Прагматическая стратегия имеет важное конкурентоспособное преимущество: всем потенциальным клиентам могут быть предоставлены услуги NGN за счет переключения их линий доступа в МАК. Такая возможность требует сравнительно высоких начальных инвестиций. Необходимо обеспечить установку МАК (правда, с небольшой начальной емкостью) рядом с каждой действующей АТС, а также построить IP сеть, способную объединить все концентраторы. Последующие два этапа развития телекоммуникационной системы связаны с расширением емкости МАК и, при необходимости, с повышением пропускной способности IP сети.

Очевидно, что $I_{31} > I_{11} > I_{21}$. Можно ожидать, что в точке T_x будет справедливо похожее неравенство для величин NPV: $D_3 > D_1 > D_2$. Численные оценки для величин D_i можно оценить по результатам реализации внедрения оборудования NGN. Сложнее оценить риск, который свойственен каждой стратегии. Вторая стратегия, безусловно, ведет к стагнации, но время экономически выгодной эксплуатации сети, поддерживающей только услуги телефонной связи (точнее – виды обслуживания, для которых достаточны коммутируемые соединения в полосе канала тональной частоты или доступ ЦСИО) составляет не менее десяти лет. По этой причине данной стратегии развития ТФОП свойственен минимальный риск, то есть $R_2 < R_1$ и $R_2 < R_3$. Для оценки соотношения между величинами R_i был использован метод экспертных оценок. Результаты опроса группы специалистов приведены в таблице 6.1, в которой рассчитаны средние значения исследуемых величин – $R_i^{(1)}$ и коэффициенты вариации – C_i . Средние значения риска

определялись в диапазоне от нуля до единицы, что позволяет использовать методы теории вероятностей для всестороннего анализа альтернативных направлений развития ТФОП.

Таблица 6.1. Ожидаемые величины R_1 , R_2 и R_3

Величина R_1		Величина R_2		Величина R_3	
$R_1^{(1)}$	C_1	$R_2^{(1)}$	C_2	$R_3^{(1)}$	C_3
0,81	0,25	0,40	0,59	0,35	0,69

Оценки, приведенные в этой таблице, позволяют сделать ряд полезных выводов. Во-первых, практически все участники опроса считают, что отказ Оператора телефонной сети от поддержки – в перспективе – мультисервисных услуг связан с очень высоким риском. Существенно также и то, что эксперты единодушны. Об этом свидетельствует низкий коэффициент вариации величины R_1 . Во-вторых, стратегии модернизации ТФОП, которая была названа в этой работе прагматической, свойственен минимальный риск (по оценке участников опроса). Уровень риска меньше, чем у стратегии, которая основана на постепенной замене АТС коммутационным оборудованием NGN. В-третьих, расхождение мнений экспертов по численной оценке риска прагматической стратегии модернизации ТФОП весьма существенно. Это определяет необходимость дальнейшего изучения предлагаемых решений и проведение повторного опроса после ознакомления всех его участников с полученными результатами.

Прагматическую стратегию перехода от ТФОП к NGN не следует рассматривать в качестве универсального решения Оператора. Тем не менее, она представляется весьма продуктивной для большинства местных телефонных сетей. По всей видимости, самый существенный эффект ее реализация принесет Операторам, которые добились высокого уровня цифровизации местных телефонных сетей.

Важно отметить одну проблему прагматической стратегии перехода от ТФОП к NGN: что делать с АТС, устаревшей морально или физически? Предположим, что группа абонентов, обслуживаемых МАК, практически не растет. Остальным абонентам вполне достаточны услуги цифровой АТС. Эти проблемы требует отдельного изучения, хотя логичный вывод – замена демонтируемой АТС оборудованием NGN.

7. Вопросы, требующие дополнительного изучения

В настоящее время очевидны следующие вопросы построения NGN, требующие дополнительного изучения:

1. Необходимо разработать принципы построения и методы расчета фрагмента NGN, который в разделах 2 – 4 был изображен в виде "облака" под названием "Сеть IP с поддержкой QoS". Эта задача тесно связана с методикой проектирования сети NGN, в которой обеспечиваются упомянутые показатели качества обслуживания – QoS.

2. Показатели качества обслуживания в сети NGN определяются такими четырьмя величинами:

- IPDV – IP packet delay variation (вариация задержки IP пакетов);
- IPLR – IP packet loss ratio (доля потерянных IP пакетов);
- IPTD – IP packet transfer delay (задержка переноса IP пакетов);
- IREP – IP packet error delay (доля искаженных IP пакетов).

Расчет этих величин – новое направление в теории телетрафика. Это означает, что традиционные принципы проектирования телефонных сетей не применимы для NGN.

3. Выбор оптимального варианта построения ГТС или СТС определяется за счет сравнения капитальных или приведенных затрат для каждого сценария (варианта) при условии, что соблюдены все требования к сети или ее фрагменту (нормы на качество обслуживания и передачи информации, требования коэффициенту готовности, и т.п.). В настоящее время такой подход не приемлем. Необходимо при тех же условиях сравнивать возможные сценарии создания NGN по кривым чистой текущей стоимости, известной по аббревиатуре NPV – net present value. Методика расчета таких кривых применительно к сетям NGN требует разработки.

4. Прогнозы рынка современных видов услуг и реальные статистические данные Операторов свидетельствуют, в ряде случаев, о существенных расхождениях. В отличие от телефонии прогностические оценки трафика очень недостоверны. С другой стороны, именно на знании параметров трафика базируется основная часть работ по расчету сети. Поэтому одна из самых актуальных задач – разработка новых методов прогнозирования для трафика NGN.

5. Задачи выбора мест для оптимального размещения оборудования NGN также требуют дальнейшей проработки. Их решение во многих случаях сводится к перебору тех площадок (зданий РАТС, мест установки шкафов), на которых пока размещается эксплуатируемое оборудование. Тем не менее, даже такое ограниченное множество всех возможных вариантов может быть проанализировано только при рациональном выборе алгоритма перебора альтернатив. Кроме того, этот алгоритм должен быть реализован в виде программы расчета на персональном компьютере.

К этому следует добавить целесообразность разработки средств автоматизации расчета для некоторых этапов проектирования сети NGN.

Очевидно, что в процессе практической реализации изложенных принципов создания NGN возникнут новые вопросы. По мере их появления и наработки решений "Основные положения по модернизации телефонной сети общего пользования для формирования NGN" будут дополняться и уточняться.

Литература

1. Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации на перспективу до 2005 года. Книга 1 "Концептуально-целевые основы развития и общие организационно-технические положения". – М.: Государственная комиссия по электросвязи при Министерстве связи Российской Федерации, 1996.
2. Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации на перспективу до 2005 года. Книга 2 "Основные положения развития первичной сети общего пользования". – М.: Государственная комиссия по электросвязи при Министерстве связи Российской Федерации, 1996.
3. Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации на перспективу до 2005 года. Книга 3 "Основные положения развития телефонной сети общего пользования". – М.: Государственная комиссия по электросвязи при Министерстве связи Российской Федерации, 1996.
4. Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации на перспективу до 2005 года. Справочное приложение 2 "Словарь основных терминов и определений". – М.: Государственная комиссия по электросвязи при Министерстве связи Российской Федерации, 1996.
5. Концептуальные положения по построению мультисервисных сетей на ВСС России, утверждены Министерством связи России в 2001 году.
6. Нормы технологического проектирования НТП 112-2000 "Городские и сельские телефонные сети" – РД 45.120-2000.
7. <http://www.itu.int>.
8. <http://www.etsi.org>.
9. <http://www.protei.ru>.
10. <http://www.niits.ru>.