

**Руководящий технический материал**

**Принципы  
построения  
мультисервисных  
местных сетей  
электросвязи**

**Версия 2.0**

**2005 год**

©

## Содержание

Список сокращений .....	3
Русскоязычные аббревиатуры .....	3
Англоязычные аббревиатуры .....	4
Введение .....	6
1. Термины и определения .....	8
2. Системные и технологические принципы модернизации местных сетей электросвязи .....	13
3. Принципы модернизации местных транспортных (первичных) сетей .....	19
3.1. Общие положения .....	19
3.2. Транспортные сети в городах .....	21
3.3. Транспортные сети в сельской местности .....	23
3.4. Общие тенденции развития местных транспортных сетей .....	25
4. Принципы модернизации местных коммутируемых (вторичных) сетей .....	26
4.1. Общие положения .....	26
4.2. Городские телефонные сети .....	28
4.3. Сельские телефонные сети .....	33
4.4. Интернет (аспекты доступа) .....	36
5. Построение мультисервисных сетей .....	38
5.1. Принципы использования коммутаторов Softswitch .....	38
5.2. Системы сигнализации в NGN .....	39
5.3. Рекомендации по переходу к NGN .....	41
Заключение .....	44
Список использованных источников .....	45

## Список сокращений

### Русскоязычные аббревиатуры

**АЛ** – абонентская линия  
**АМТС** – автоматическая междугородная телефонная станция  
**АТС (СО)** – автоматическая телефонная станция  
**БД (DB)** – база данных  
**ВСК** – выделенный сигнальный канал  
**ГТС** – городская телефонная сеть  
**ЕСЭ** – единая сеть электросвязи  
**ИС (IN)** – Интеллектуальная сеть  
**К** – конвертер сигнализации  
**КК** – коммутация каналов  
**КП** – коммутация пакетов  
**МАК** – мультисервисный абонентский концентратор  
**МК** – магистральный коммутатор  
**МКД** – мультисервисный коммутатор доступа  
**МРК** – межрегиональная компания  
**МСЭ (ITU)** – международный союз электросвязи  
**МТА** – мобильный телефонный аппарат  
**ОВ (FO)** – оптическое волокно  
**ОКС** – общий канал сигнализации  
**ОС (LE)** – оконечная станция  
**ОЦК** – основной цифровой канал  
**ПК (PC)** – персональный компьютер  
**РАТС** – районная АТС  
**РД** – Руководящий документ  
**РК (DP)** – распределительная коробка  
**РРЛ** – радиорелейная линия  
**РТМ** – руководящий технический материал  
**СЛ** – соединительная линия  
**СТС** – сельская телефонная сеть  
**СУ** – сетевой узел  
**ТА** – телефонный аппарат  
**ТК** – транзитный коммутатор  
**ТВ** – телевизионный терминал  
**ТФОП (PSTN)** – телефонная сеть общего пользования  
**УАТС (PABX)** – учрежденческая автоматическая телефонная станция  
**УС** – узловая станция  
**ЦС** – центральная станция  
**ЦСИО (ISDN)** – цифровая сеть интегрального обслуживания  
**Ш** – шлюз

## Англоязычные аббревиатуры

**ADSL** – асимметричная цифровая АЛ  
**API** – интерфейс прикладного программирования  
**ATM** – асинхронный режим доставки информации  
**DCME** – оборудование вторичного уплотнения цифровых каналов  
**DSS1** – система сигнализации для доступа ЦСИО на первичной скорости  
**DSLAM** – мультиплексор цифровых абонентских линий  
**DWDM** – компактное спектральное уплотнение  
**E1** – цифровой тракт с пропускной способностью 2 Мбит/с  
**E3** – цифровой тракт с пропускной способностью 34 Мбит/с  
**EDSS** – система сигнализации DSS для Европы (спецификации ETSI)  
**ETSI** – Европейский институт телекоммуникационных стандартов  
**FTTP** – доведение ОВ до помещения пользователя  
**FTTR** – доведение ОВ до выносного модуля  
**FTTx** – доведение ОВ до какой-либо точки в сети доступа  
**HFC** – гибридная среда "волокно и коаксиал"  
**IAD** – интегрированные устройства абонентского доступа  
**IETF** – инженерная группа по проблемам Internet  
**INAP** – прикладной протокол Интеллектуальной сети  
**IP** – Internet протокол  
**IPDV** – вариация задержки IP пакетов  
**IREP** – доля искаженных IP пакетов  
**IPLR** – доля потерянных IP пакетов  
**IPTD** – задержка переноса IP пакетов  
**ISP** – Провайдер услуг Internet  
**ISUP** – подсистема пользователя ЦСИО  
**ITG** – шлюз Интернет телефонии  
**IWF** – функции межсетевое взаимодействия  
**GSM** – глобальная система мобильной связи (стандарт ETSI)  
**LAN** – локальная сеть  
**Megaco** – Media Gateway Control (протокол управления шлюзом и название группы в IETF, которая его разработала)  
**MGC** – контроллер медиашлюза  
**MGCP** – протокол управления медиашлюзом  
**MPLS** – многопротокольная коммутация по меткам  
**NGN** – сеть связи следующего поколения  
**PDH** – плезиохронная цифровая иерархия  
**PLC** – связь по линиям электропитания  
**QoS** – качество обслуживания  
**RTP** – транспортный протокол реального времени  
**SCP** – узел управления услугами  
**SDH** – синхронная цифровая иерархия  
**SIP** – протокол инициирования сеансов связи  
**SNMP** – простой протокол управления сетью  
**STM** – синхронный режим доставки информации  
**TDM** – временное разделение каналов  
**TCP/IP** – протокол управления передачей – Internet протокол

**WLL** – беспроводная абонентская линия

**xDSL** – цифровая АЛ, использующая технологию "x"

## Введение

Современному этапу развития системы электросвязи присущи две важные особенности. Во-первых, формируется платежеспособный спрос на новые инфокоммуникационные услуги у абонентов, приносящих Оператору основные доходы. Во-вторых, новые технологии передачи, коммутации и обработки информации позволяют эффективно модернизировать сети электросвязи, существенно повысив конкурентоспособность Оператора. Это достигается за счет постепенного перехода к мультисервисным сетям, которые поддерживают широкий спектр инфокоммуникационных услуг.

Процесс модернизации затрагивает все иерархические уровни единой сети электросвязи (ЕСЭ) – от доступа до международного. Наиболее сложные изменения происходят на уровне местных (городских и сельских) сетей. Именно этому аспекту модернизации ЕСЭ посвящен данный руководящий технический материал (РТМ). Основная цель РТМ – сформулировать такие принципы модернизации местных сетей электросвязи, реализация которых обеспечит эффективное развитие инфокоммуникационной системы в целом. Особенность новых технологий заключается в том, что их нерациональное использование может не только не привести к положительному эффекту, но в некоторых случаях даже отрицательно повлиять на бизнес-процессы Оператора.

Построение перспективной системы электросвязи должно осуществляться с учетом рекомендаций Международного Союза Электросвязи (МСЭ), а также документов – стандартов, норм и технических отчетов ETSI – Европейского института телекоммуникационных стандартов. Кроме того, целесообразно использовать опыт развитых и развивающихся стран, накопленный в процессе модернизации национальных сетей электросвязи.

РТМ состоит из пяти основных разделов. В первом разделе вводятся термины и определения, характерные для сетей связи следующего поколения, более известных по англоязычной аббревиатуре NGN. Отсутствие устоявшейся системы понятий стимулирует разработку некоторых положений, которые еще не нашли отражение в отечественной технической литературе.

Во втором разделе РТМ изложены основные системные и технологические принципы модернизации местных сетей электросвязи. Представлены те базовые варианты перехода к NGN, которые могут быть использованы Операторами связи России с учетом специфических особенностей эксплуатируемых ныне технических средств.

В третьем разделе сформулированы принципы модернизации местных транспортных (первичных) сетей. Раздел состоит из четырех параграфов. В первом параграфе изложены общие положения, касающиеся дальнейшего развития транспортных сетей. Во втором и третьем параграфах эти базовые положения детализируются для городов и сельской местности. В четвертом параграфе сформулированы общие выводы, касающиеся модернизации местных транспортных сетей.

В четвертом разделе предложены принципы модернизации местных коммутируемых (вторичных) сетей. Основное внимание уделяется сетям телефонной связи и Интернет. Раздел также состоит из пяти параграфов. В первом параграфе сформулированы основные положения, которые справедливы для всех видов коммутируемых сетей. Во втором и третьем параграфах эти

базовые положения детализируются для городов и сельской местности. В четвертом параграфе рассматриваются основные варианты по организации доступа в Интернет. В пятом параграфе сформулированы выводы, касающиеся модернизации местных коммутируемых сетей.

В пятом разделе рассматриваются три основных вопроса постепенного перехода к мультисервисным сетям. В первом параграфе разработаны базовые положения по использованию коммутаторов Softswitch. Системы сигнализации, которые целесообразно использовать в NGN, рассмотрены во втором параграфе. Предлагаемые решения позволяют минимизировать набор используемых систем сигнализации, что необходимо для экономичного построения NGN и ее эффективного развития. Рекомендации по переходу к NGN – предмет третьего параграфа.

В разделе "Заключение" сформулированы основные результаты работы и перечислены вопросы, требующие дальнейшего изучения. В конце РТМ приведен список использованных источников.

## 1. Термины и определения

**Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)** – асимметричная цифровая абонентская линия. Цифровые сигналы, формируемые в стационарном и абонентском устройствах асимметричной цифровой абонентской линии для передачи в прямом и обратном направлениях и затем передаваемые по этой линии, имеют различные скорости.

**Asynchronous Transfer Mode (ATM)** – асинхронный режим переноса. Стандартизованная технология коммутации конвертов (cell) фиксированной длины на основе соединений, установленных для передачи высокоскоростной информации.

**Basic Digital Circuit** – основной цифровой канал (ОЦК). Типовой цифровой канал, обеспечивающий передачу сигналов со скоростью 64 кбит/с.

**Basic Reference Model** – базовая эталонная модель. Модель, описывающая общие принципы взаимосвязи открытых систем и являющаяся основой для разработки стандартов OSI.

**Bridge** – мост. Устройство, соединяющее две или несколько физических сетей, в которых используются разные протоколы, и передающее пакеты из одной сети в другую.

**Broadband (wideband)** – широкополосная. Услуга или сеть, для которой требуются каналы, обеспечивающие скорости обмена информацией выше 2048 кбит/с.

Примечание: некоторые Операторы применяют определение "широкополосный" для услуг или сетей, использующих скорости обмена выше 128 кбит/с.

**Call Management** – управление вызовом. Способность пользователя указывать сети, как следует обращаться с входящими вызовами в соответствии с определенными параметрами, такими как источник вызова, время суток и характер вызова.

**Call Rerouting** – перенаправление вызова. Услуга, которая дает возможность перенаправить вызов к другому получателю, заранее выбранному вызываемым абонентом, оповестив об этом вызывающий терминал с помощью служебных сигналов.

**Cell** – конверт. Кадр фиксированного размера с заголовком длиной 5 (байтов) октетов и полем данных в 48 (байтов) октетов

**Circuit Switching** – коммутация каналов. Совокупность операций на станциях и узлах, обеспечивающая последовательное соединение каналов по требованию на время, необходимое для передачи определенного объема сообщений между пользователями.

**Client** – клиент. Пользователь, которому предоставляются услуги электросвязи в пунктах общего пользования.

**Client/Server Layer** – уровень клиент/сервер. Взаимоотношение между любыми двумя соседними сетевыми уровнями.

**Connection Type** – тип соединения. Описание набора соединений, состоящее из заданных значений одного или нескольких атрибутов соединения.

**Connectionless Service** – услуга без соединения. Услуга, обеспечивающая перенос информации между обслуживаемыми абонентами без использования процедур установления соединения из конца в конец.



**Content** – **содержимое (содержание сообщения)**. Часть сообщения, которая не обрабатывается и не может быть изменена системой передачи сообщений.

**Datagram** – **дейтаграмма**. Пакет в сети передачи данных, передаваемый через сеть независимо от других пакетов без установления логического соединения и квитирования.

**Data Network** – **сеть передачи данных**. Цифровая сеть, обеспечивающая транспортировку данных.

**Digital Connection** – **цифровое соединение**. Последовательное объединение цифровых каналов, коммутационных и других функциональных блоков, образованное для передачи цифровых сигналов между пунктами сети электросвязи.

**Digital Exchange** – **цифровая коммутационная станция**. Станция, которая коммутирует цифровые сигналы посредством цифровой коммутации.

**Digital Link** – **цифровая соединительная линия**. Совокупность средств цифровой передачи сигналов с определенной скоростью между двумя цифровыми кроссами или эквивалентными им устройствами (термин всегда относится к сочетанию прямого и обратного направлений передачи, если нет специального указания о другом толковании).

**Digital Network** – **цифровая сеть**. Совокупность цифровых узлов и цифровых соединительных линий, используемая для создания цифровых соединений между двумя или несколькими пунктами с целью организации связи между ними.

**Electronic Mail (e-mail)** – **электронная почта**. Любая служба связи, позволяющая передавать и принимать сообщения и присоединенные к ним файлы электронным способом.

**Electronic Messaging** – **электронный обмен данными**. Электронный обмен данными между адресуемыми узлами.

**Electronic Voice Mail** – **электронная речевая почта**. Система, записывающая телефонные сообщения пользователя, которые впоследствии могут быть прослушаны получателем.

**Ethernet** – стандарт организации локальных сетей с использованием полосы не менее 10 Мбит/с и множественного доступа с опросом канала и обнаружением конфликтов.

**Fast Ethernet** – спецификация локальной сети на 100 Мбит/с (100 Base-T) по оптическим или металлическим кабелям.

**Information** – **информация**. Сведения о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах независимо от формы их представления.

**Information Availability** – **доступность информации**. Состояние информации и ее носителей, при котором обеспечивается беспрепятственное и своевременное получение пользователями предназначенной для них информации.

**Interface** – **интерфейс, стык**. Граница раздела между двумя подсистемами или двумя устройствами, на которой применяются протоколы доступа.

**Internet Address** – 32 битовый адрес в сети Интернет.

**Internet Protocol (IP)** – **протокол Интернет**. Протокол (пятого) сетевого уровня из набора протоколов Интернет. Описывает программную маршрутизацию пакетов и адресацию устройств.

**Internetworking** – **межсетевое взаимодействие**. 1) Объединение отдельных локальных сетей в единую сеть. 2) Метод связывания

концентраторов, при котором все пакеты из одного концентратора передаются другому.

**Mail Gateway – почтовый шлюз.** Компьютер, объединяющий две или более систем электронной почты и передающий сообщения между ними.

**Mailbox – почтовый ящик.** Область памяти, в которой накапливаются сообщения электронной почты, адресованные конкретному пользователю. Хранилище электронных сообщений.

**Maintenance – техническое обслуживание.** Совокупность технических и административных действий, обеспечивающих поддержание или восстановление объекта в состоянии, в котором он может выполнять требуемую функцию.

**Multimedia – мультимедиа.** Технология и программы, объединяющие текст, данные, изображения, звук и видеоизображения.

**Multipoint – многоточечная.** Определение атрибута "конфигурация связи", означающее, что в этой связи участвуют более двух сетевых окончаний.

**Network – сеть (электросвязи).** Совокупность станций, узлов и соединительных трактов, обеспечивающая организацию соединений между портами сетевых элементов.

**Network Address – сетевой адрес.** Стандартный атрибут адреса отправитель/получатель.

**Network Layer (NL) – сетевой уровень.** Третий уровень 7-уровневой модели ВОС, отвечающий за маршрутизацию, переключение и доступ к подсетям через всю среду ВОС.

**Network Management (NM) – сетевое управление, управление сетью.** Управление конфигурацией, предотвращение сбоев, управление безопасностью, управление производительностью, управление счетами пользователей.

**Network Node Interface (NNI) – межсетевой интерфейс.** Интерфейс для взаимосвязи с другим сетевым узлом.

**Next Generation Network (NGN) – сеть связи следующего поколения.** Концепция сети, которая основана на разумной интеграции услуг электросвязи. Предполагается, что NGN в качестве технических средств будет использовать аппаратно-программные средства, ориентированные на стек протоколов TCP/IP.

**Open System – открытая система.** Сетевая или компьютерная система, составные части которой удовлетворяют формальным или промышленным стандартам, обеспечивают совместную работу устройств разных производителей и могут быть дополнены устройствами расширения функциональных возможностей.

**Open System Interconnection (OSI) – взаимосвязь открытых систем (ВОС).** Набор протоколов, созданных для обеспечения международного стандарта связи разнородных компьютеров и сетей. Разбивает функции сетей на семь уровней (физический, канальный, сетевой, транспортный, сеансовый, представления и прикладной), для каждого уровня имеется один или несколько протоколов, обеспечивающих взаимодействие широкого класса устройств.

**Open System Interconnection Model – модель взаимосвязи открытых систем.** Модель, описывающая общие принципы взаимосвязи открытых систем и используемая в качестве основы для разработки стандартов МОС (ISO).

**Packet – пакет.** Блок данных, имеющий строго определенную структуру, включающую заголовок и поле данных. Сообщение может быть разбито на несколько пакетов.

**Packet Assembler / Disassembler (PAD) – сборщик / разборщик пакетов.** Функциональный блок, обеспечивающий доступ к сети, выполняющей операции коммутации пакетов, но в принципе не приспособленной для работы в режиме коммутации пакетов.

**Packet Switching – коммутация пакетов.** Метод передачи сообщений, при котором сообщения разбиваются на пакеты определенного формата и в таком виде передаются по сети. Пакет содержит идентификатор и адреса отправителя и получателя. Каждый пакет может передаваться по своему маршруту. Пакеты поступают в пункт назначения в произвольном порядке и собираются в исходное сообщение в соответствии с содержащимися внутри них номерами.

**Physical Layer – физический уровень.** Первый уровень (из семи) во взаимосвязи ВОС, представляющий механические, электрические, функциональные и процедурные средства для установления, поддержания и разъединения логических соединений между логическими объектами второго (канального) уровня.

**Point to Point Connection – двухточечное соединение.** Соединение, устанавливаемое только между двумя пунктами.

**Primitive – примитив.** Абстрактное, независимое от реализации взаимодействие между пользователем услуги и ее поставщиком.

**Protocol – протокол.** Набор правил и форматов по управлению обменом информацией между двумя равнозначными объектами в целях передачи информации.

**Real-Time Transport Protocol (RTP) – транспортный протокол реального времени.** Новый транспортный протокол, который гарантирует доставку данных одному или более адресатам с задержкой в заданных пределах, то есть данные могут быть воспроизведены в реальном времени.

**Router – маршрутизатор.** Система третьего (сетевого) уровня ВОС, обеспечивающая выбор одного из нескольких путей передачи информации.

**Routing – маршрутизация.** Выбор последовательности трактов передачи и сетевых узлов, по которой информация передается от источника к приемнику.

**Routing Control – управление маршрутизацией.** Процесс определения маршрута, по которому вызов или пакет может достигнуть адресата.

**Service Provider (SP) – Поставщик услуги.** Абстрактное представление совокупности логических объектов уровня, поставляющих сервис уровня. **ISP – Поставщик услуг Интернет.**

**Server – сервер.** Совокупность программного обеспечения, позволяющего компьютеру предоставлять услуги другому компьютеру, и сам компьютер, на котором выполняется программа-сервер.

**Signalling – сигнализация.** Обмен служебной информацией, относящейся к установлению, освобождению и другим действиям по управлению соединениями, а также к управлению сетью электросвязи при автоматическом способе установления соединений.

**Softswitch – программный (гибкий) коммутатор.** Устройство, которое осуществляет функции управления вызовами в IP сети. Softswitch состоит из аппаратно-программных средств, поддерживающих набор протоколов, которые ориентированы на выполнение необходимых функций обслуживания трафика в IP сети.

**Subscriber – абонент.** Физическое или юридическое лицо, имеющее договорные отношения с оператором связи на получение услуг определенного вида связи.

**Switching – коммутация.** Процесс взаимного соединения функциональных блоков, каналов передачи или каналов связи на то время, какое требуется для транспортировки сигналов.

**Synchronization – синхронизация.** Процесс подстройки соответствующих значащих моментов цифровых сигналов для установления и поддержания требуемых временных соотношений.

**Telecommunication Management Network (TMN) – сеть управления электросвязью.** Специальная сеть, обеспечивающая средства для передачи и обработки информации, относящейся к функциям управления сетью связи.

**Telecommunication Operator – Оператор связи.** Физическое или юридическое лицо, имеющее право на предоставление услуг электросвязи или почтовой связи.

**Transaction – транзакция.** Обработка запроса.

**Transmission Control Protocol (TCP) – протокол управления передачей.** Сетевой протокол транспортного уровня, гарантирующий доставку передаваемых пакетов данных в нужной последовательности.

**Virtual Channel – виртуальный канал.** Понятие, используемое для описания однонаправленной передачи конвертов ATM, имеющих общее уникальное значение идентификатора.

**Virtual Channel Connection (VCC) – соединение виртуальных каналов.** Последовательное соединение звеньев виртуального канала, осуществляемое между двумя точками, в которых обеспечивается доступ к уровню адаптации.

**Virtual Channel Link – звено виртуального канала.** Средство однонаправленной передачи конвертов ATM между точкой, в которой определяется значения идентификаторов виртуального канала, и точкой, где эти значения изменяются или удаляются.

**Virtual Local Area Network (VLAN) – виртуальная локальная сеть.** Сеть, в которой соединение и доступ осуществляется без знания структуры сети или местонахождения конкретного ресурса.

**Voice Over Internet Protocol (VOIP) – речь поверх IP.** Технология передачи речи в форме пакетов через сеть IP.

## 2. Системные и технологические принципы модернизации местных сетей электросвязи

Для определения системных и технологических принципов модернизации сети электросвязи целесообразно четко определить цель, которую преследует Оператор, осуществляя замену эксплуатируемых технических средств. МСЭ в рекомендациях серии Y предложил модель инфокоммуникационной системы, которая включает четыре основных компонента:

- Оборудование в помещении пользователя, которое может состоять как из одного терминала, так и представлять собой комплекс технических средств, образующих одну и более сетей;
- Сеть доступа, которая обеспечивает подключение оборудования, находящегося в помещении пользователя, к базовой сети;
- Базовая сеть, состоящая из совокупности коммутационных узлов и станций для организации местных, междугородных и международных соединений, а также для выхода к средствам поддержки иных инфокоммуникационных услуг;
- Средства поддержки инфокоммуникационных услуг, состоящие из аппаратно-программных средств и предназначенные для различных задач, которые связаны с получением, обработкой и передачей информации пользователям.

На рисунке 2.1 показана такая модель, адаптированная к требованиям NGN. Концепция NGN предполагает, что перспективные сети будут широко использовать IP (Internet протокол) технологию. Поэтому рассматриваемая модель на уровне базовой сети ориентируется именно на технологию IP с поддержкой всех показателей качества обслуживания – QoS (Quality of Service).

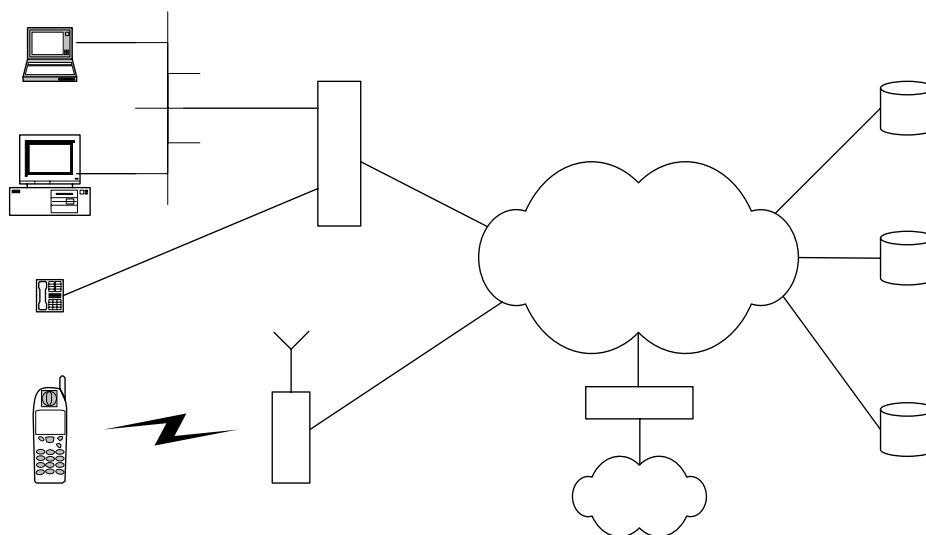


Рис. 2.1. Модель сети электросвязи, основанной на IP технологии

В левой части модели показаны три стационарных и один мобильный терминал. Два персональных компьютера (ПК) объединены в локальную сеть (LAN). Эта сеть, как и телефонный аппарат (ТА), включена в устройство доступа, в качестве которого показан МАК – мультисервисный абонентский концентратор. Мобильный телефонный аппарат (МТА) взаимодействует с базовой станцией (далее аспекты модернизации сетей сотовой связи в деталях рассматриваться не будут).

Оборудование доступа (в предложенной модели – МАК) представляет собой аппаратно-программные средства, которые должны обеспечивать преобразование всех видов информации (включая и сообщения в системе сигнализации) в ту форму, которая будет использована в базовой сети. В данном случае – в IP пакеты. Базовая сеть, в которой вся информация передается в форме IP пакетов, позволяет решить важную задачу. Преобразование информации осуществляется только на входе и выходе базовой сети. Если один из терминалов, участвующих в обслуживании вызова, использует IP технологию, то необходимо только одно преобразование. Если оба взаимодействующих терминала основаны на IP технологии, преобразование информации отсутствует. Минимизация числа преобразований информации в форму IP пакетов и обратно существенно улучшает качество обслуживания трафика.

В качестве средств поддержки услуг на рисунке 2.1 показаны базы данных (БД). Современные средства поддержки услуг также используют IP технологию. Это способствует поддержке нормируемых показателей QoS.

В нижней части рисунка 2.1 показано взаимодействие пакетной IP сети с телефонной сетью общего пользования (ТФОП), использующей технологию "коммутация каналов". Функции межсетевое взаимодействия реализуются в одноименном блоке IWF, который может размещаться либо в IP сети, либо в ТФОП.

Идеология NGN определяет самый общий принцип технологических изменений, который можно выразить формулой "ХоIP". Эта запись означает, что любая информация (речь, видео и прочие) должна быть преобразована в IP пакеты. С точки зрения транспортировки IP пакетов проблема представляется более сложной. Этот вопрос рассматривается в третьем разделе.

С системной точки зрения переход к IP технологии имеет ряд весьма специфических особенностей. Их можно сформулировать в виде следующих трех тезисов:

- Основным стимулирующим фактором перехода к NGN можно считать требования пользователей, что предопределяет изменения в терминальном оборудовании, а также в сетях доступа;
- К дополнительным факторам перехода к NGN, существенным для Оператора, можно отнести необходимость замены некоторых видов эксплуатируемого оборудования по причинам его морального и/или физического старения, а также поддержку конкурентоспособности на рынке новых видов обслуживания;
- Модернизацию сети в большинстве случаев необходимо начинать с построения базовой IP сети (Core Network), поддерживающей все показатели QoS, определенные для пакетных технологий.

Операторы в развитых странах начали переход к NGN именно с "ядра сети", то есть с уровня международной и междугородной связи. Для поддержки показателей QoS чаще всего используется связка двух технологий IP и MPLS

(многопротокольная коммутация по меткам). Некоторые Операторы уже создали сети АТМ (асинхронный режим доставки информации), которые также обеспечивают гарантированное качество обслуживания.

Параллельно началась замена УАТС (учрежденческих автоматических телефонных станций) на новое поколение систем производственной связи. В результате стали устанавливаться IP-УАТС, которые способны обеспечивать мультисервисное обслуживание в пределах сети, расположенной в помещении пользователя.

Такие решения могут привести к росту задержки IP пакетов при передаче по сети. Ситуации, способствующие росту задержки IP пакетов, показаны на рисунке 2.2. Рассматриваемая модель позволяет проанализировать различные варианты связи между терминалами в пределах местной сети.

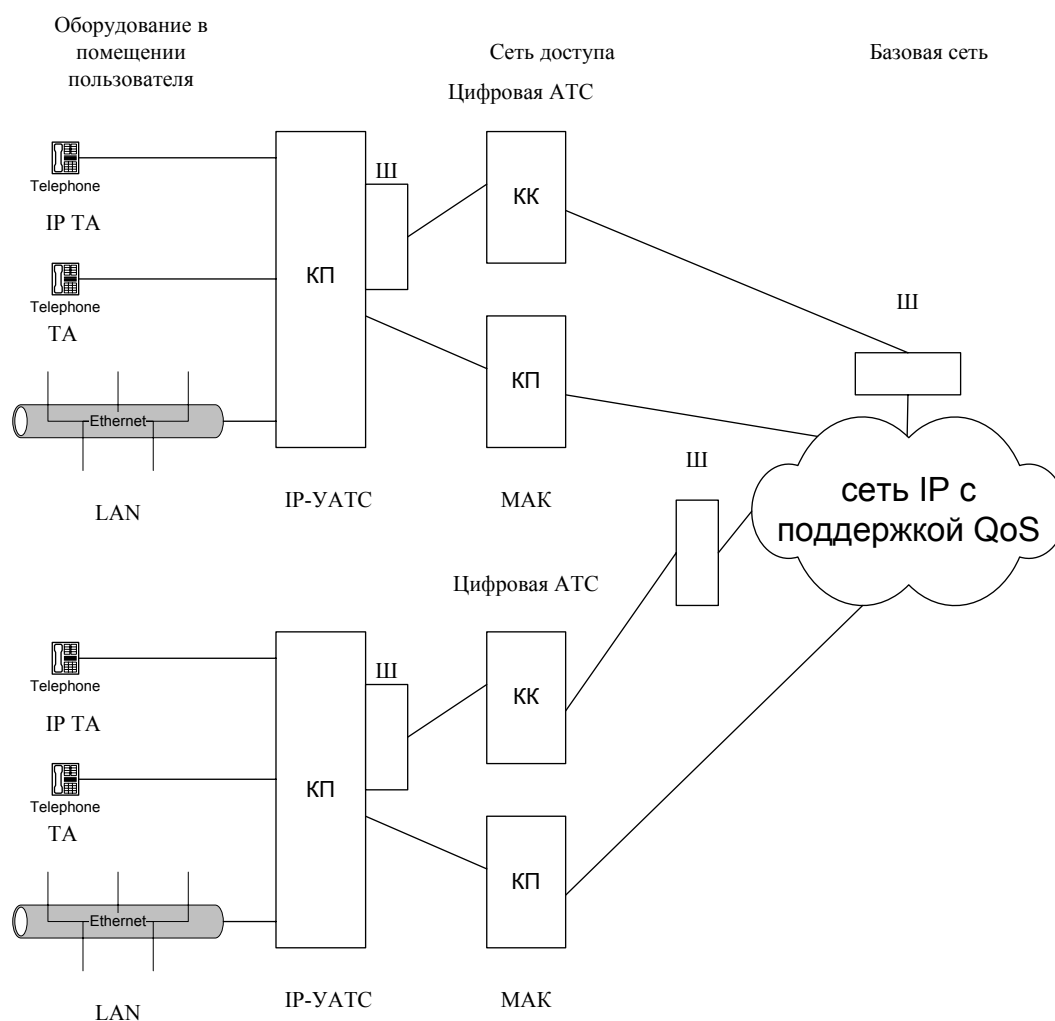


Рис. 2.2. Основные варианты включения IP-УАТС в базовую сеть

Для соединений, устанавливаемых между двумя телефонными аппаратами двух IP-УАТС, число переходов с одной технологии на другую – коммутации каналов (КК) и коммутации пакетов (КП) – зависит от принципов реализации сети доступа. Идеальным соединением (с точки зрения показателей QoS) будет тракт между двумя IP телефонами, проходящий через два МАК (в общем случае – между двумя устройствами доступа, которые используют технологию

коммутации пакетов). В этом случае будут обеспечиваться самые высокие характеристики качества обслуживания, так как преобразование пакетов в аналоговый речевой сигнал будет осуществляться только в терминалах пользователей.

Самый неблагоприятный случай (с точки зрения показателей QoS) – это соединение двух обычных телефонных аппаратов при условии, что в обеих сетях доступа установлены цифровые автоматические телефонные станции (АТС), использующие технологию коммутации каналов. В этом случае тракт между двумя терминалами будет включать четыре шлюза (Ш), в которых осуществляется смена технологий коммутации.

Понятно, что численность шлюзов в других видах соединений ( $N_G$ ) будет подчиняться такому неравенству:  $0 < N_G < 4$ . Следует подчеркнуть, что при установлении междугородных и международных соединений базовую сеть пока нельзя рассматривать как однородную среду, использующую только IP технологию. Поэтому величина  $N_G$  может возрастать в два и более раза.

Мультисервисная сеть обслуживает все виды трафика. Предъявлять одинаковые требования к показателям QoS для всех видов трафика не представляется разумным по техническим и экономическим соображениям. Поэтому в рекомендации МСЭ Y.1541 выделено шесть классов, различающихся величинами показателей QoS. В таблице 2.1 приведены значения показателей QoS для всех шести классов. Эти значения определяются для таких показателей: IPTD – задержка переноса IP пакетов, IPDV – вариация задержки IP пакетов, IPLR – доля потерянных IP пакетов, IREP – доля искаженных IP пакетов. Символ "U" (первая буква в слове "unspecified") указывает на то, что показатель для данного класса обслуживания не нормируется.

Таблица 2.1

Класс QoS	IPTD <sup>1)</sup>	IPDV <sup>2)</sup>	IPLR	IREP
0	100 мс.	50 мс. <sup>3)</sup>	$10^{-3}$ . <sup>4)</sup>	$10^{-4}$ . <sup>5)</sup>
1	400 мс.	50 мс. <sup>3)</sup>	$10^{-3}$ . <sup>4)</sup>	
2	100 мс.	U	$10^{-3}$ .	
3	400 мс.	U	$10^{-3}$ .	
4	1 с.	U	$10^{-3}$ .	
5	U	U	U	U

<sup>1)</sup> При большом времени распространения сигналов могут возникать сложности для классов "0" и "2" с соблюдением норм на среднее значение времени задержки IP пакетов. Величины IPTD определены для максимальной длины информационного поля пакета 1500 байтов.

<sup>2)</sup> Величина IPDV определяется разницей между верхней границей, в качестве которой рекомендуется 99,9% квантиль, и нижней границей задержки, измеренной в течение интервала оценки. В качестве длительности этого интервала предлагается выбирать одну минуту. Все эти соображения МСЭ считает предварительными и требующими дополнительного изучения.

<sup>3)</sup> Эта величина зависит от емкости тракта обмена пакетами. Приемлемая величина вариации достигается для трактов с пропускной способностью 2048 кбит/с и более, а также при длине информационного поля пакетов менее 1500 байтов.

<sup>4)</sup> Требования для классов "0" и "1" отчасти основано на исследованиях, показывающих, что высококачественные голосовые приложения (и соответствующие кодеки) весьма эффективны при значениях IPLR менее  $10^{-3}$ .

<sup>5)</sup> Эта величина гарантирует, что потери пакетов будут компенсированы вышестоящими уровнями и допустимы при использовании связи технологий IP/ATM.



Класс обслуживания "0" предназначен для обмена информацией в реальном времени (в частности, для речи с использованием IP технологии). Он предусматривает создание отдельной очереди с приоритетной обработкой пакетов. Для класса обслуживания "0" характерны ограничения на принципы маршрутизации (максимальное число транзитов) и допустимое расстояние между взаимодействующими терминалами (время распространения сигналов). Интерактивность (вероятность использования диалогового режима) для класса "0" определяется как "высокая" – high. Класс обслуживания "0" может использоваться, например, для телефонной связи высокого качества. Естественно, что тарифы за подобные услуги будут максимальными.

Класс обслуживания "1" также предназначен для обмена информацией в реальном времени, но с менее жесткими требованиями. Поэтому накладываются менее существенные ограничения на принципы маршрутизации и время распространения сигналов, чем для класса "0". Также предусматривается создание отдельной очереди с приоритетной обработкой пакетов. Телефонная связь хорошего качества может обеспечиваться для класса обслуживания "1".

Класс обслуживания "2" ориентирован на обмен данными с высокой степенью интерактивности. Как и классу "0", присвоен уровень высокой интерактивности. К этому классу относится, в частности, сигнальная информация. Для класса обслуживания "2" характерны такие же ограничения на принципы маршрутизации и время распространения сигналов, как для класса "0". Для пакетов этого класса формируется своя очередь на обработку, которая осуществляется со вторым приоритетом. Это означает, что пакеты классов "0" и "1" имеют преимущество на обработку.

Классу обслуживания "3", предназначенному для обмена с менее высоким уровнем интерактивности, присущи те же ограничения на принципы маршрутизации и время распространения сигналов, что и классу "1". Обслуживание пакетов этого класса должно осуществляться со вторым приоритетом. Этот класс считается приемлемым для интерактивного обмена данными.

Класс обслуживания "4" предназначен для обмена различной информацией с низкой вероятностью потери (короткие транзакции, потоковое видео и прочие). Допускаются длинные очереди пакетов на обработку, которая осуществляется со вторым приоритетом. Никакие ограничения на маршрутизацию и время доставки сообщений не накладываются.

Класс обслуживания "5" ориентирован на те IP приложения, которые не требуют высоких показателей QoS. Соответствующие пакеты формируют отдельную очередь; обслуживание осуществляется с самым низким приоритетом (в данном случае он имеет третий номер). Никакие ограничения на маршрутизацию и время доставки сообщений не накладываются. Типичным примером услуг, поддерживаемых с классом обслуживания "5", можно считать "электронную почту".

При смене технологий передачи в IP сети необходимо устанавливать буфер, который сглаживает джиттер (вариацию) задержки пакетов. Обычно этот буфер задерживает пакеты на 10 – 20 мс. Следовательно, при четырех переходах с одной технологии на другую ( $N_G = 4$ ) норма на среднюю задержку IPTD (первая строчка в таблице 2.1) сокращается со 100 мс до 20 – 60 мс.

Это означает, что системные принципы модернизации сетей электросвязи играют важную роль с точки зрения эффективного применения IP технологий.

Очевидно, что применение в базовой сети дополнительных устройств для повышения пропускной способности транспортных ресурсов (в частности, оборудование DCME – вторичного уплотнения цифровых трактов) еще более снижает качество обслуживания речи и иной информации, чувствительной к задержке. Широкое распространение такого рода устройств в международных и междугородных сетях актуализирует проблемы нормирования показателей QoS для технологии коммутации пакетов.

Другой важный аспект рассматриваемой проблемы – взаимодействие с сетями мобильной связи. Широко распространенный в России стандарт GSM предусматривает низкоскоростное кодирование. Это приводит к росту задержки при обмене информацией и к некоторому ухудшению качества передачи речи.

Очевидно, что нормирование показателей качества функционирования IP сетей целесообразно осуществлять с учетом интересов всех Операторов. В любом случае каждый Оператор должен разработать свои предложения в части модернизации своей инфокоммуникационной сети.

### 3. Принципы модернизации местных транспортных (первичных) сетей

#### 3.1. Общие положения

Транспортная сеть на любом уровне иерархии может быть представлена совокупностью звеньев (двухсторонних трактов обмена информацией), которые соединяют между собой сетевые узлы (СУ). Структура местных транспортных сетей различается по уровням иерархии. Между СУ, в которых размещаются узлы и станции ТФОП, используются кольцевая, полносвязная, древовидная структуры и их комбинации. В эксплуатируемых сетях доступа реализованы древовидная и звездообразная структуры. Кольцевая топология – основная структура транспортной сети при использовании оборудования синхронной цифровой иерархии (SDH).

Основные принципы SDH разработаны для повышения эффективности пропускания трафика речи. При этом не учитывалось начинающее изменение бизнес-процессов Оператора, связанное с так называемым набором трех видов обслуживания – Triple Play Service (речь, данные и видео). Очевидно, что, по крайней мере, на уровне транспортной сети Оператору выгоднее создавать и эксплуатировать одну систему. Для общей транспортной сети, ориентированной на поддержку всех видов обслуживания (Triple Play Service), технология SDH не считается оптимальной.

На рисунке 3.1 показана упрощенная модель звена, которая позволяет проанализировать основные технологические аспекты построения и развития транспортной сети. Предлагаемая модель учитывает намечаемый переход к IP технологии.

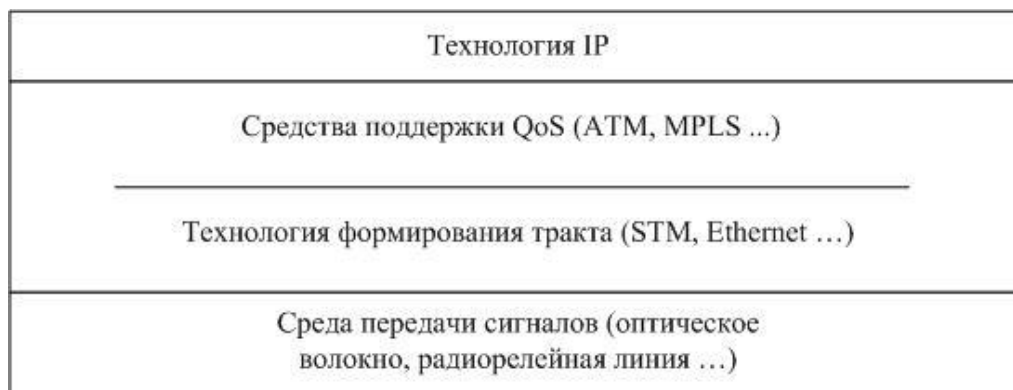


Рис. 3.1. Упрощенная модель звена в транспортной сети

Нижний уровень модели – среда передачи сигналов. Для услуг типа Triple Play Service этот уровень (исключая, в некоторых случаях, сети доступа) должен быть реализован на кабелях с оптическими волокнами (ОВ) или на цифровых радиорелейных линиях (РРЛ). Обещания некоторых разработчиков сохранить в эпоху NGN старые транспортные ресурсы (аналоговые тракты, воздушные цепи и прочее) представляются неудачными маркетинговыми акциями, лишенными технического обоснования. В некоторых ситуациях в качестве среды передачи

сигналов могут быть использованы двухсторонние каналы спутниковой связи. Для сетей доступа приемлемым решением можно считать комбинированные среды: ОВ и двухпроводная физическая цепь (технологии FTТх и xDSL), а также ОВ и коаксиал (HFC). В сельской местности одним из основных видов доступа становится беспроводный. Он реализуется за счет технологий WLL.

На втором уровне целесообразно выделить два слоя. На нижнем слое выполняются функции формирования цифрового тракта, в качестве которого могут понадобиться тракты STM, Ethernet или основанные на иных стандартах. Верхний слой отвечает за поддержку заданных качественных показателей (QoS). Для телефонной связи при использовании тракта STM (в качестве транспортных ресурсов) и технологии коммутации каналов (в ТФОП) функции этого слоя будут нулевыми, то есть они не нужны. В мультисервисной сети поддержка показателей QoS осуществляется за счет технологий ATM, MPLS и им подобных.

Третий уровень модели – IP технология, используемая для обмена всеми видами информации в форме пакетов. На этом уровне реализуются услуги предоставления требуемой пропускной способности, а также обеспечивается надежность связи.

В большинстве российских городов уже построены транспортные сети (за исключением уровня доступа) на основе оборудования SDH. В некоторых случаях кабель с ОВ задействован полностью. Это означает, что у Оператора нет так называемых "темных волокон" для формирования тех транспортных ресурсов, которые не связаны с трактами STM. На рисунке 3.2 показан тот подход, которым может воспользоваться Оператор для образования новых транспортных средств без создания STM трактов.

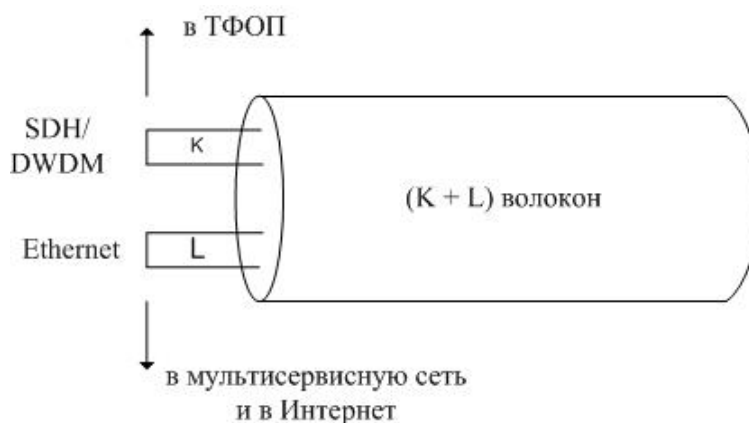


Рис. 3.2. Образование новых транспортных ресурсов

Из общего числа ОВ, равного  $K + L$ , выделяются два множества волокон. Первое множество, состоящее из  $K$  волокон, уплотняется, как и ранее, оборудованием SDH. Для создания необходимого числа STM трактов может использоваться оборудование компактного спектрального уплотнения DWDM. Второе множество, состоящее из  $L$  волокон, используется для создания Ethernet трактов. Эта технология – одно из оптимальных транспортных средств для Интернет и мультисервисной сети в целом.

Предлагаемый подход иллюстрирует эволюционную стратегию создания NGN, предложенную НТЦ "Протей" в РТМ "Модернизация сетей доступа". Эта концепция представляется основной для Операторов ТФОП. В принципе, для

некоторых Операторов может оказаться привлекательным одномоментный переход на новую технологию. В этом случае оборудование SDH либо более не используется, либо эксплуатируется далее совместно с коммутаторами ATM. Это означает, что мультисервисная сеть будет основана на принципе "ATM over SDH". Возможны также и другие решения. В частности, новое поколение оборудования SDH содержит порт Ethernet, что позволяет использовать подход "Ethernet over SDH". Он считается привлекательным благодаря возможностям SDH по эффективному управлению транспортной сетью.

### 3.2. Транспортные сети в городах

Большинство городских транспортных сетей в России представляют собой совокупность трех компонентов:

- кольца SDH, объединяющие цифровые коммутационные станции;
- фрагменты PDH, созданные ранее для соединения аналоговых и цифровых АТС;
- аналоговые линии передачи, которые используются только для связи аналоговых АТС.

На уровне сети доступа основным способом подключения терминалов пока остается двухпроводная абонентская линия (АЛ). Следует подчеркнуть, что модернизация сети доступа представляет собой самую сложную задачу с точки зрения экономических показателей соответствующего проекта.

Выбор структуры городской транспортной сети и технологий, которые будут оптимальны для конкретного проекта, – сложная задача. Ее решение не входит в перечень вопросов, рассматриваемых в данном РТМ. Тем не менее, можно представить финальную фазу модернизации городской транспортной сети. На рисунке 3.3 показана ее рекомендуемая структура на участке связи коммутационных станций между собой.

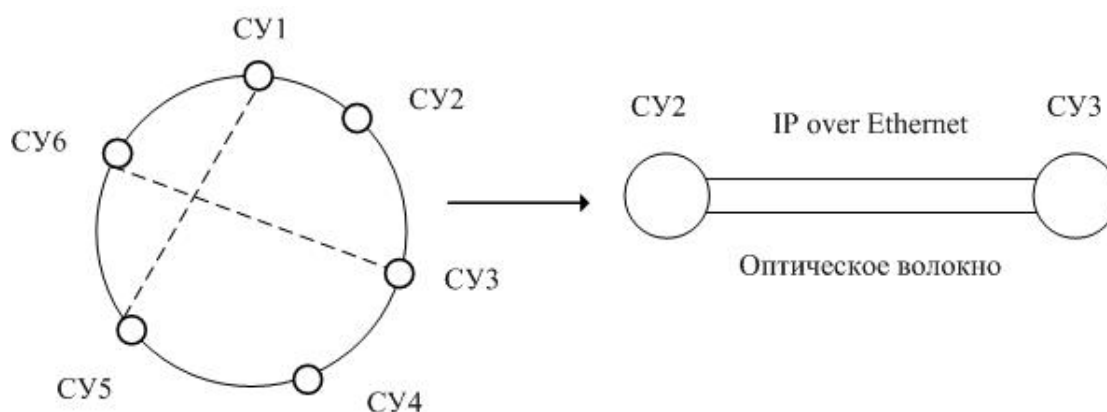


Рис. 3.3. Модель городской транспортной сети. Межстанционный участок

В левой части модели показана кольцевая структура, в которой проведены две хорды – пунктирные линии между CY1 и CY5, а также CY3 и CY6. Хорды позволяют существенно повысить надежность транспортной сети и пропускную способность отдельных линий передачи. В правой части модели представлен фрагмент транспортной сети – линия передачи между CY2 и CY3 с указанием

используемых технологий. Для выбранного примера используются технология "IP over Ethernet", а средой передачи служит ОВ. На рисунке 3.4 изображена модель сети доступа. Предполагается, что в границах пристанционного участка созданы четыре кольца – структура типа "ромашка".

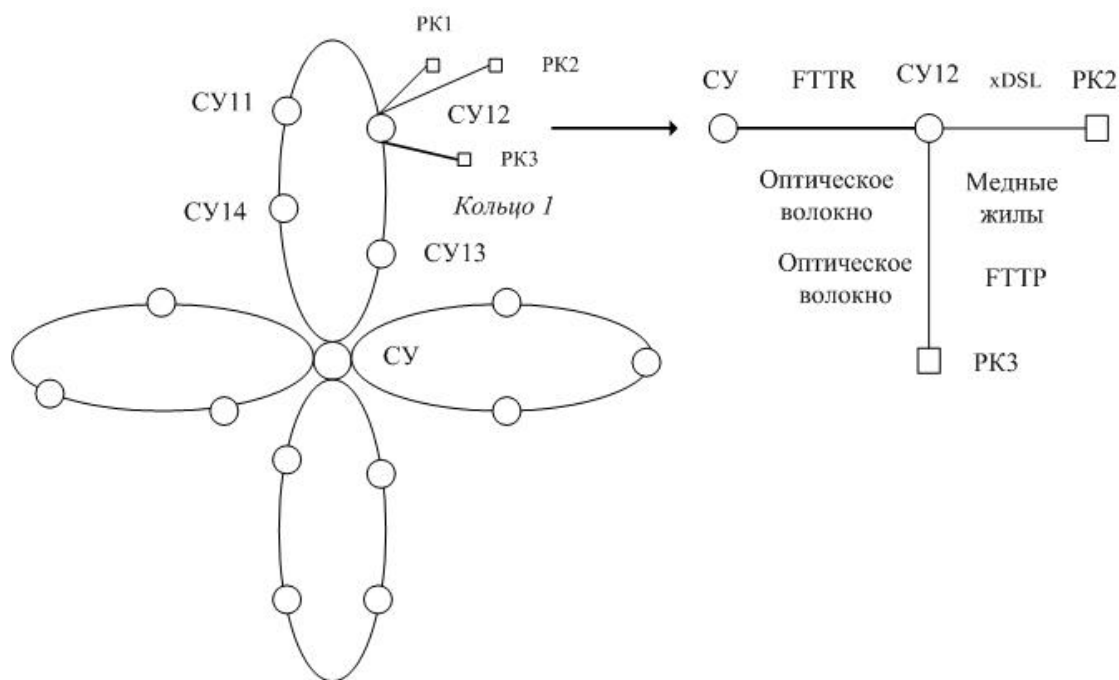


Рис. 3.4. Модель городской транспортной сети. Участок доступа

Для анализа модели достаточно подробно рассмотреть одно кольцо. Для первого кольца показано включение четырех СУ, которые используются для включения различных выносных модулей – УАТС, концентраторов и других. Для СУ12 указаны три направления, для организации которых используются кабели с медными жилами. Эти кабели прокладываются по бесшкафной системе и заканчиваются в распределительных коробках (ПК).

В правой части модели показан тракт обмена информацией между СУ и двумя ПК. Он состоит из двух участков. На первом участке в качестве среды распространения сигналов всегда используется ОВ. Такая концепция применения кабеля с ОВ известна по аббревиатуре FTTR (доведение ОВ до выносного модуля). До ПК2 проложен кабель с медными жилами. Если медные жилы используются для обмена данными посредством оборудования xDSL, то на схеме обычно указывается название одноименной технологии. Для ПК3 показан вариант доведения кабеля с ОВ. Такая концепция применения кабеля с ОВ известна в технической литературе по аббревиатуре FTTP (доведение ОВ до помещения пользователя).

Решения, принимаемые в процессе планирования городской транспортной сети, можно разделить на две группы. Первая группа включает решения, которые инвариантны к возможным изменениям принципов Операторской деятельности. К таким решениям относятся все мероприятия, касающиеся замены существующих линейных сооружений на кабели с ОВ. Во вторую группу следует включить те решения, которые критичны как к изменению принципов Операторской деятельности, так и к технологическим новинкам, периодически появляющимся на рынке телекоммуникационного оборудования.

### 3.3. Транспортные сети в сельской местности

Одна из особенностей сельских транспортных сетей – наличие устаревших линий передачи (среда распространения сигналов, которая не подходит для NGN) и систем передачи (аналоговых или цифровых, но нестандартных с точки зрения рекомендаций МСЭ). Для модернизации всей системы сельской связи необходимо провести существенную реконструкцию транспортных сетей. Эта реконструкция касается и среды распространения сигналов и систем передачи. На рисунке 3.5 показана модель современной сельской транспортной сети, в которой используются практически все возможные технологии. Эта модель иллюстрирует принципы построения межстанционной связи.

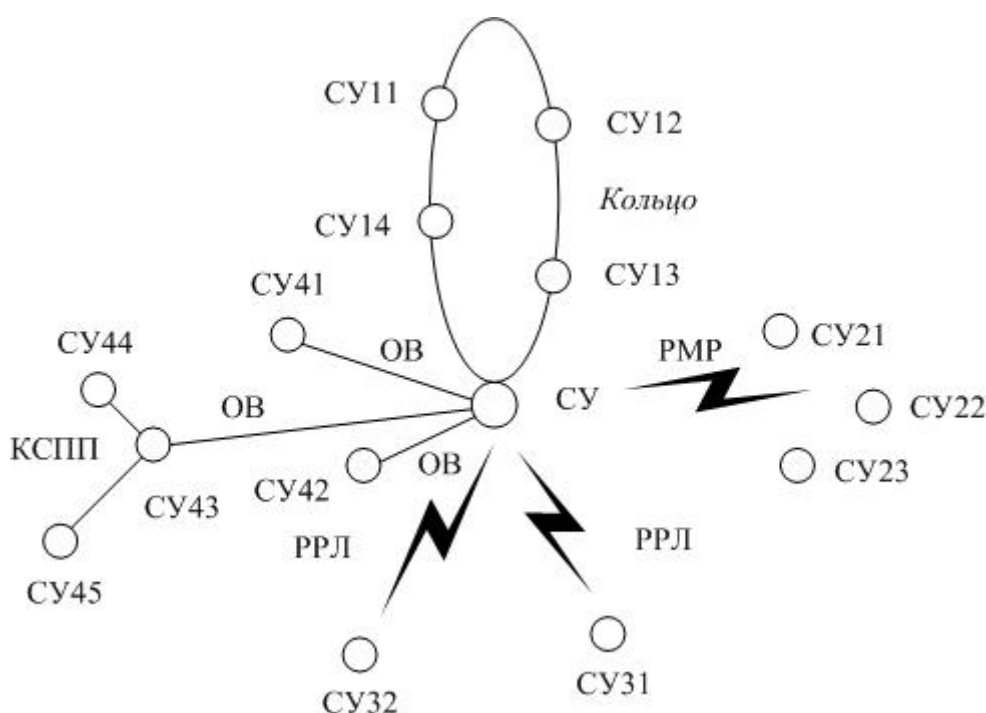


Рис. 3.5. Модель сельской транспортной сети. Межстанционный участок

Оборудование СУ расположено в одном помещении с центральной станцией (ЦС). В направлении "Север" расположены четыре СУ, нумерация которых начинается с цифры "1". Эти СУ объединены в кольцо, реализованное за счет прокладки кабеля с ОВ. Все четыре СУ предназначены для создания транспортных ресурсов между ЦС и оконечными станциями (ОС). Данный вариант построения сельской транспортной сети следует считать оптимальным, если использование кабельных линий возможно и экономически оправдано.

В направлении "Восток" лежат три СУ. Их связь с СУ, который расположен в одном здании с ЦС, осуществляется за счет использования системы беспроводной связи, известной по аббревиатуре РМР ("точка – множество точек"), присвоенной системам множественного доступа. Такой способ организации транспортных ресурсов становится все более популярным, так как направлен на замену кабельных линий, что в ряде случаев становится самым эффективным вариантом модернизации системы сельской связи.

В направлении "Юг" находятся два СУ. Транспортные ресурсы в этом направлении организованы с помощью двух РРЛ. Такое решение используется в сельских транспортных сетях, когда прокладка кабеля невозможна или же нецелесообразна по экономическим соображениям. Отличие от предыдущего решения состоит в том, что РРЛ становятся экономически выгодными, если для СУ31 и СУ32 необходимы существенные транспортные ресурсы.

В направлении "Запад" транспортные ресурсы организованы на базе комбинированных проводных средств. До СУ41, СУ42 и СУ43 проложен кабель с ОВ. До СУ44 и СУ45 используется кабель типа КСПП. Это означает, что структура транспортной сети представляет древовидную топологию, то есть имеет низкую надежность, но для своей реализации требует минимальной длины кабельных линий.

В принципе, в сельской транспортной сети могут использоваться и тракты спутниковой связи. Однако включение этих каналов осуществляется не в тот СУ, где размещается ЦС, а в узел на более высоком уровне иерархии.

Рассмотренная модель свидетельствует, что технологии, которые могут применяться в сельских транспортных сетях, образуют более широкий ряд, нежели используемые в городах. На рисунке 3.6 приведен пример тех основных технологий, которые будут использоваться в сельских транспортных сетях.

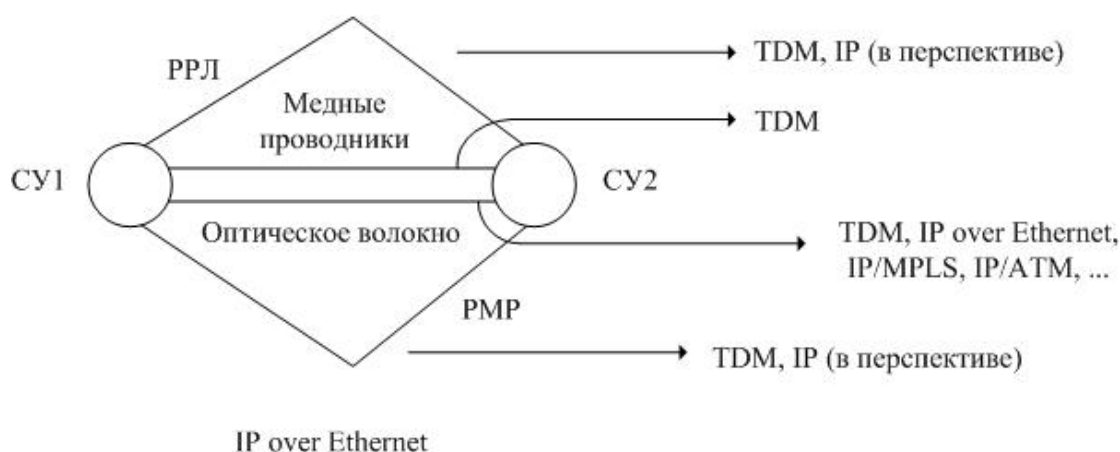


Рис. 3.6. Перспективные технологии для сельских транспортных сетей

РРЛ и системы типа РМР в настоящее время используют технологию TDM – временное разделение каналов. В перспективе оба этих беспроводных типа оборудования транспортной сети смогут поддерживать IP технологию. Речь идет о широкополосных вариантах обеих систем. Кабели с ОВ, естественно, способны поддерживать любые виды технологий, которые необходимы Операторам и их клиентам. Кабели с медными проводниками, рассчитанные на ограниченную полосу пропускания, скорее всего, будут и далее использоваться только для технологии TDM.

Это означает, что с точки зрения технологий перспективными вариантами модернизации сельских транспортных сетей следует считать кабели с ОВ и широкополосные беспроводные технологии.

На уровне доступа в сельской местности также возможны различные решения. Помимо вариантов, показанных в правой части рисунка 3.4, будут применяться узкополосные и широкополосные беспроводные средства доступа. Кроме того, ожидается расширение рынка технологии PLC – связь по линиям



электропитания. В отдаленных пунктах будут применяться средства доступа на базе систем спутниковой связи. Сектор развития МСЭ в результате проведения серьезных исследований пришел к выводу, что перспективным решением для отдаленных пунктов следует считать технологию беспроводного (wireless) IP доступа.

### **3.4. Общие тенденции развития местных транспортных сетей**

Принципы развития местных транспортных сетей определяются тремя группами факторов – организационных, экономических и технических. Среди первой группы факторов основное значение имеет решение Оператора о своей перспективной деятельности. Оператор может остаться основным участником рынка, связанного с обслуживанием трафика речи, предоставив возможность другим компаниям конкурировать в области услуг обмена данными и видео. В принципе, такое решение может быть оправданным, так по данным за 2004 год доля доходов, получаемых российскими Операторами за счет обслуживания трафика речи, составляет не менее 90%. Прогнозы, которые говорят об ожидаемом росте доходов за счет обслуживания трафика другой природы, могут оказаться слишком оптимистическими.

Экономические факторы, существенные для решения Оператора стать участником рынка Triple Play Service (речь, данные и видео), специфичны для городских и сельских транспортных сетей. Доходы Оператора в городах обычно позволяют проводить качественную модернизацию транспортной сети, хотя региональные различия весьма заметны. Кроме того, удельные затраты на городские транспортные сети будут меньше, чем в сельской местности по ряду причин, из которых самая существенная – длины линий передачи. Положение в сельской местности усугубляется и меньшими доходами, которые получает Оператор.

К экономическим факторам следует также отнести проблему "защиты инвестиций". Дело в том, что в последние годы продолжалась реконструкция местных транспортных сетей в соответствии с концепцией, разработанной для технологии "коммутиация каналов". Новые системные решения всегда должны учитывать реализованные проекты, чтобы недавно установленное оборудование продолжало эксплуатироваться.

Технические факторы определяются конкретными характеристиками той местности, где расположена рассматриваемая сеть, уровнем платежеспособного спроса на новые виды инфокоммуникационных услуг, состоянием и свойствами (потенциальные возможности) основных технических средств, находящихся в коммерческой эксплуатации.

Анализ всех групп факторов представляет собой сложную задачу, решение которой осуществляется в процессе проектирования инфокоммуникационной системы. Выделение процесса проектирования транспортной сети в отдельную (самостоятельную) задачу чревато потерей каких-либо требований со стороны коммутируемых сетей.

## 4. Принципы модернизации местных коммутируемых (вторичных) сетей

### 4.1. Общие положения

Строго говоря, в настоящее время Оператор эксплуатирует несколько коммутируемых сетей. Среди них доминирует сеть телефонной связи, которая отличается значительной клиентской базой и максимальными доходами (порядка 90% всей выручки для Операторов, входящих в межрегиональные компании – МРК). Для других видов коммутируемых сетей характерны такие особенности:

- сеть телеграфной связи постепенно отмирает, а ее трафик плавно трансформируется в факсимильные сообщения, данные, e-mail и прочие виды информации;
- сети обмена данными занимают свою нишу на рынке услуг, среди которых основная роль отводится доступу в Интернет;
- сети подачи программ звукового вещания постепенно разделяется на два класса – традиционного распределения и интерактивного обмена (типа Sound on Demand);
- сети подачи программ телевидения также постепенно разделяется на два класса – традиционного распределения и интерактивного обмена (типа Video on Demand).

Сети распределения программ вещания (телевизионного и звукового) могут использовать ресурсы транспортной сети за счет выделения трактов E1 (в том числе дробных), E3 или STM-1. За исключением сетей распределения программ вещания остальные виды трафика, который является интерактивным (но не всегда симметричным), могут быть обслужены IP сетью с поддержкой QoS. Таким образом, модернизацию коммутируемой сети может рассматривать как задачу оптимального объединения всех видов интерактивного трафика.

Движущими силами этого процесса, в общем случае, можно считать тенденции развития сетей дальней (международной и междугородной) связи и оборудования в помещении пользователя. На рисунке 4.1 показаны примеры проявления этих тенденций.

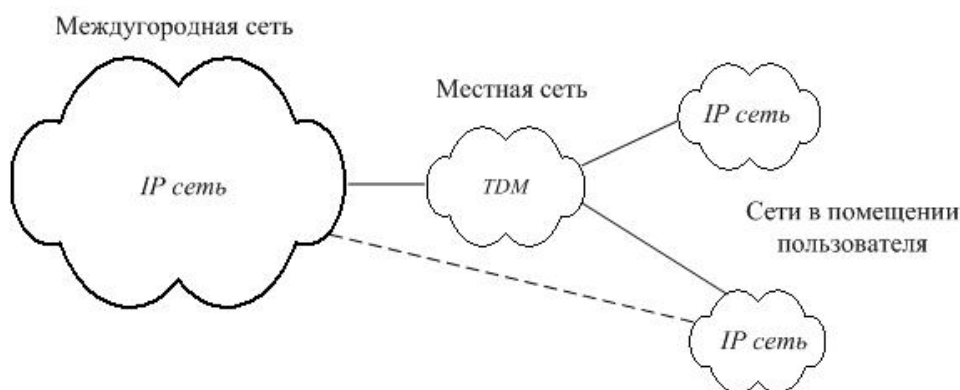


Рис. 4.1. Движущие силы, стимулирующие создание IP сети

Основные затраты Оператора при построении и эксплуатации сетей международной и междугородной связи приходятся на транспортные ресурсы. Это стимулировало переход на IP технологию, позволяющую эффективнее использовать транспортные ресурсы именно для обслуживания трафика дальней связи. В результате началось формирование так называемого ядра IP сети. Оно показано в левой части рисунка 4.1.

В правой части этого же рисунка изображены две IP сети, созданные в помещении пользователей. Такие сети организуются за счет установки IP-УАТС или шлюза, в который включается обычная УАТС и локальная сеть (LAN). Для потенциальных пользователей IP технология, в отличие от Оператора дальней связи, привлекательна по иным причинам: она позволяет эффективно вводить услуги типа Triple Play Service, сократить затраты на поддержку системы производственной связи, снизить расходы на международные и междугородные соединения.

Пунктирной линией показана возможность прямой связи между IP сетями, находящимися на различных уровнях иерархии. Такое решение следует считать исключением, продиктованным невозможностью или нецелесообразностью прохождения трафика через местную сеть, использующую технологию TDM. Обычно трафик проходит местную сеть. Это вызывает ряд проблем, из которых следует выделить два весьма важных момента:

- эксплуатируемые местные сети в принципе не могут обслуживать мультимедийный трафик;
- переход с одной технологии на другую (IP – TDM – IP) приводит к снижению качества обслуживания и надежности связи.

Неспособность существующих сетей к обслуживанию мультимедийного трафика приводит к следующему виду преобразования трафика – рисунок 4.2. В данном примере рассматривается вариант поддержки услуг Triple Play Service в местных сетях.

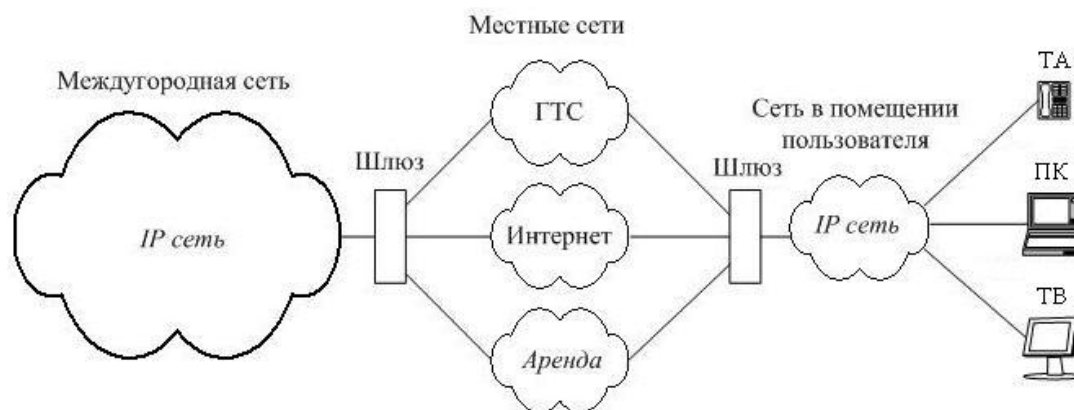


Рис. 4.2. Движущие силы, стимулирующие создание IP сети

В правой части рисунка показаны три типа терминалов, включаемых в IP сеть. С помощью ТА абоненты пользуются телефонной и факсимильной связью. ПК служит для обмена данными и выхода в Интернет. Телевизионный терминал (ТВ) служит для организации видеоконференции. На выходе IP сети, которая расположена в помещении пользователя, установлен шлюз, выполняющий функции взаимодействия с местными сетями.

Для обслуживания трафика вида Triple Play Service необходимы три типа местных сетей:

- городская телефонная сеть (ГТС);
- Интернет (сеть обмена данными);
- арендованные широкополосные каналы, необходимые для передачи видеосигналов (если это невозможно реализовать через Интернет).

После того, как все виды трафика (Triple Play Service) будут обслужены в местных сетях, для организации междугородного соединения они снова будут преобразованы в IP пакеты. Очевидно, что такое решение будет существенно тормозить развитие инфокоммуникационной системы в целом. Поэтому для местных телефонных сетей становится очень актуальной задача перехода на IP технологию. Очевидно, что замена всех станций с коммутацией каналов на центры обработки IP пакетов не представляется возможной по ряду причин экономического и технического характера. Это означает, что должны быть разработаны сценарии постепенного перехода к NGN, которые позволяют обслуживать IP трафик на уровне местной сети без перехода к технологии TDM.

## 4.2. Городские телефонные сети

До анализа возможных сценариев модернизации ГТС необходимо (как предложено в параграфе 3.4) разработать оптимальное решение – структуру к моменту завершения процесса построения NGN. На рисунке 4.3 показана модель ГТС, которую предстоит модернизировать. Она представляет собой сеть с семизначной нумерацией, в которой используются узлы исходящего (УИС) и входящего (УВС) сообщений. В каждом из двух узловых районов показаны по три районные АТС (РАТС).

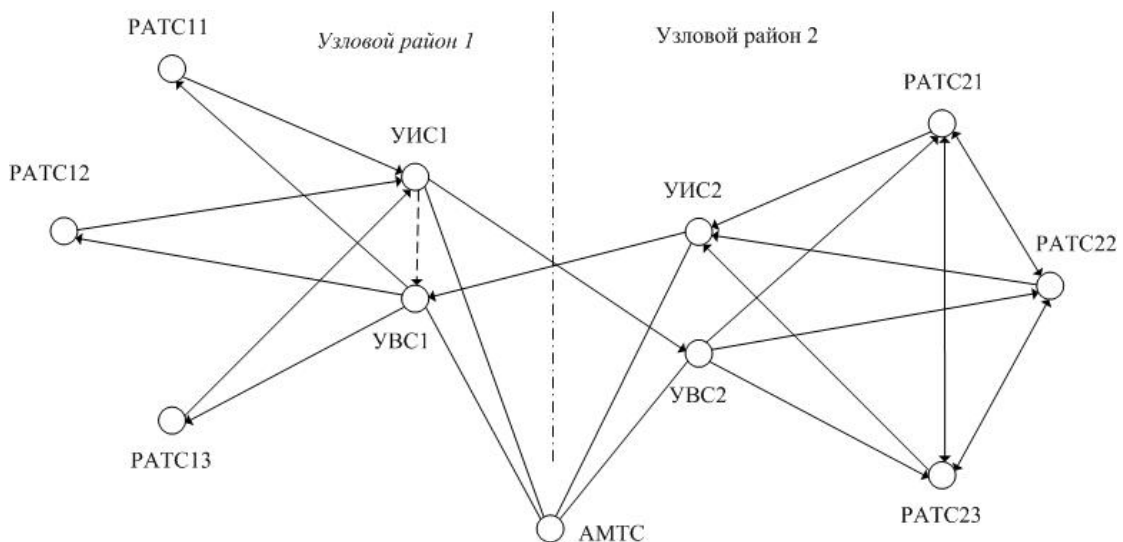


Рис. 4.3. Модель модернизируемой ГТС с узлами

Все РАТС первого узлового района связаны между собой через свои УИС и УВС. Пучок соединительных линий (СЛ) между этими узлами показан пунктирной линией. Все РАТС второго узлового района связаны между собой по принципу "каждая с каждой". Поэтому пучок СЛ между УИС2 и УВС не нужен.

Предполагается, что связь РАТС с автоматической междугородной телефонной станцией (АМТС) осуществляется через УИС и УВС. Такая структура ГТС характерна для больших городов, но рассматриваемая модель универсальна, то есть годится для исследования процессов модернизации всех типов сетей.

На рисунке 4.4 показана модель сети, которая далее рассматривается в качестве оптимального решения. Далее предполагается, что сеть NGN будет отличаться не только технологиями передачи и коммутации, но и структурой.

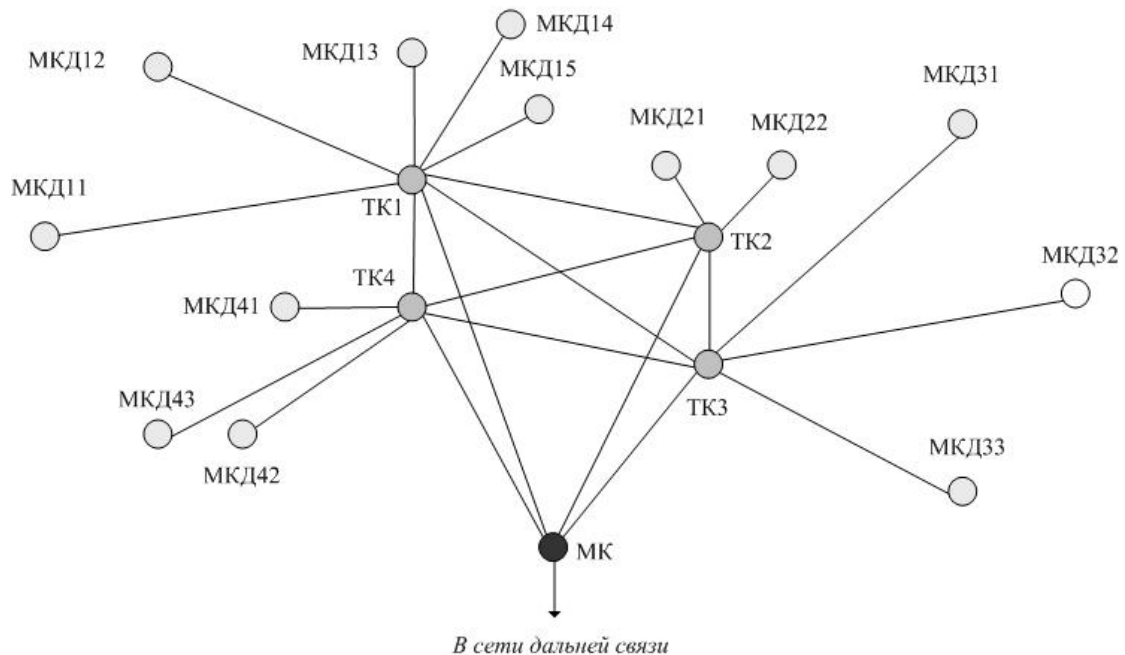


Рис. 4.4. Оптимальная структура NGN для модернизируемой сети

Оптимальная структура сети NGN будет (для выбранной модели) состоять из четырех транзитных коммутаторов (ТК), связанных по принципу "каждый с каждым". ТК можно рассматривать как аналог транзитной станции (узлы исходящего и входящего сообщения) в ТФОП.

В каждый ТК включаются мультисервисные коммутаторы доступа (МКД), который, оперируя терминологией ТФОП, представляет собой оконечную (опорную) станцию местной телефонной сети. На рисунке показана звездообразная топология связи МКД и ТК, но на уровне транспортной сети (третий раздел настоящего РТМ) организуются два независимых (в смысле надежности) пути передачи информации между этими узлами коммутации пакетов. Все ТК связаны с магистральным коммутатором (МК), который обеспечивает выход в сети дальней связи для междугородных и международных соединений, то есть является аналогом АМТС.

В результате, создается трехуровневая сеть. В принципе, может быть более выгодным переход к двухуровневой сети. Выбор оптимального числа иерархических уровней относится к задачам конкретного проектирования. Определение оптимального решения – самостоятельная задача, выходящая за рамки данного РТМ. Она может быть решена различными способами. Не исключен метод перебора всех практически допустимых вариантов, так как их число существенно меньше теоретически возможных комбинаций.

Существенно сложнее выбрать рациональный сценарий модернизации существующей ГТС (рисунок 4.3), который приведен к оптимальной структуре NGN (рисунок 4.4). Для выбора этого сценария целесообразно воспользоваться алгоритмом, который был представлен на рисунке 3.7 – третий раздел данного РТМ.

На рисунке 4.5 показан первый этап реализации программы модернизации существующей ГТС. Предполагается, что уже функционирует МК, который обеспечивает обслуживание IP трафика на уровне сетей дальней связи. Для подключения IP-УАТС, появляющихся в помещениях пользователей, должно быть установлено несколько МКД. Между IP-УАТС и МКД организуются связи за счет ресурсов транспортной сети. Предполагается, что на первом этапе модернизации ГТС оборудование ТК еще не используется.

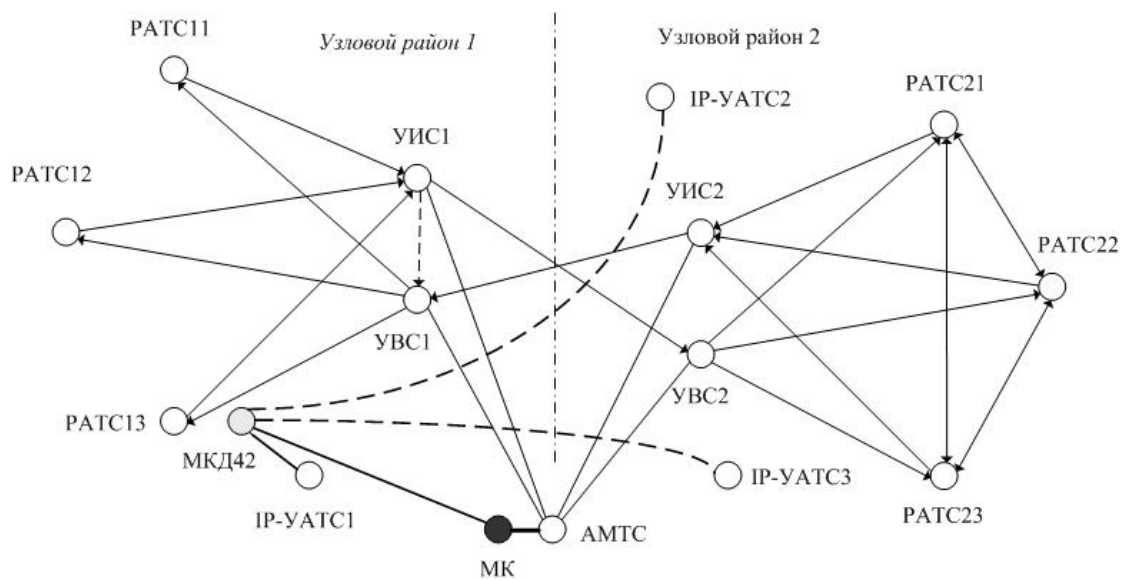


Рис. 4.5. Первый этап модернизации ГТС с узлами

Три вновь введенные IP-УАТС разбросаны по территории местной сети. Пока для их подключения к IP сети используется всего один МКД с номером 42. В зоне его обслуживания расположена только IP-УАТС1. Две другие IP-УАТС соединены с МКД42 за счет использования специально выделенных IP ресурсов транспортной сети. Этот факт отмечен на рисунке 4.5 пунктирными линиями. При вводе других МКД те IP-УАТС, которые входят в зону их обслуживания, будут переключаться. Это означает, что IP-УАТС2 и IP-УАТС3 включены в МКД42 временно.

Из-за отсутствия ТК оборудование МКД42 включается непосредственно в МК, который обеспечивает две важные функции. Во-первых, МК играет роль транзитной станции для передачи IP пакетов, при необходимости, через сети дальней связи. Во-вторых, МК служит шлюзом для связи с ГТС. Такая возможность может быть дополнена устройствами прямой связи МКД42 со всеми УИС и УВС. Правда, в этом случае число необходимых шлюзов будет существенно больше. Выбор оптимального способа взаимодействия сетей, которые используют две различные технологии распределения информации, может быть сделан после обычных технико-экономических расчетов.

Второй этап модернизации ГТС подразумевает расширение численности установленных IP-УАТС и развитие сети по принципу "расширяющегося ядра".

Этот принцип означает, что ядро IP сети, которое первоначально формируется на международном и междугородном уровнях, расширяет свои границы за счет транзитных узлов ГТС. Это означает, что необходимо начать замену УИС и УВС.

Идеальное решение – замена всех УИС и УВС на МК. Такой подход, напоминающий процедуру перехода с шестизначного на семизначный план нумерации (по крайней мере, с организационной точки зрения), упрощает процесс модернизации сети. Правда, он требует концентрации финансовых средств, необходимых для закупки и монтажа оборудования МК. Если же растянуть процесс замены УИС и УВС на некоторый период времени, то для работы ГТС потребуется большее число шлюзов за счет их установки на участках между МК и УИС/УВС. В любом случае структура ГТС на втором этапе ее модернизации будет идентичной. Она представлена на рисунке 4.6. МК в этой сети полностью заменяет АМТС. Происходит также переключение одной из IP-УАТС в ближайший МКД. МКД42 переключается в ТК4; его прямая связь с МК может остаться как резервное направление обмена IP пакетами.

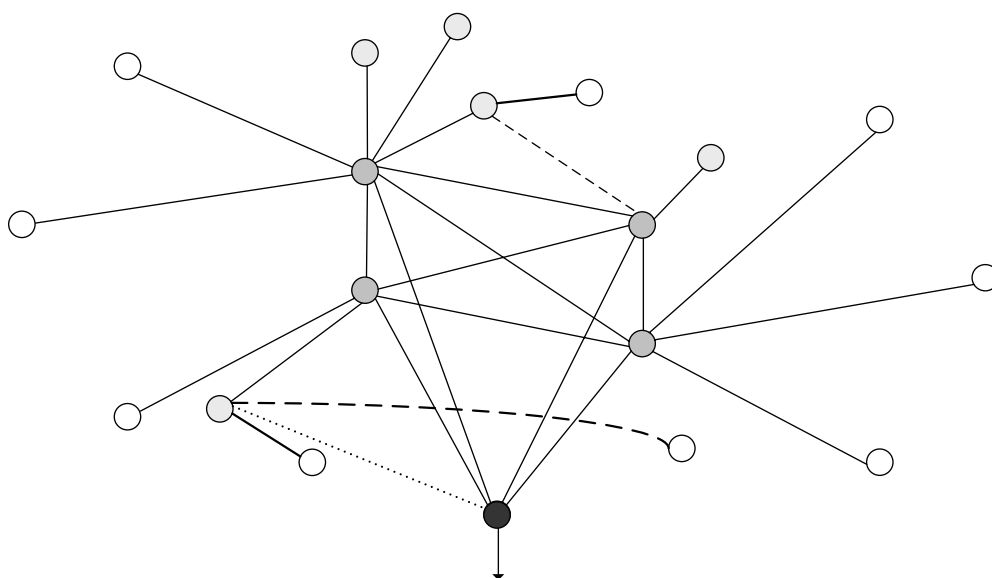


Рис. 4.6. Второй этап модернизации ГТС с узлами

Оставшиеся в эксплуатации РАТС выполняют своего рода функции узлов доступа к IP сети. Эти станции концентрируют телефонную нагрузку для более эффективной работы IP сети. На рисунке 4.6 показано введение ряда новых МКД, позволяющих подключить к IP сети тех пользователей, которым нужны новые виды инфокоммуникационных услуг.

Следующий этап модернизации ГТС заключается в постепенной замене всех РАТС. Этот процесс не нуждается в концентрации финансовых ресурсов. Наличие некоторого числа МКД позволяет подключать все IP-УАТС и иные современные средства, размещаемые в помещении пользователей, к IP сети. В результате ГТС будет трансформироваться в сеть, показанную на рисунке 4.4. Эта модель иллюстрирует оптимальную структуру мультисервисной сети, соответствующую идеологии NGN.

Возможны и иные сценарии модернизации ГТС, которые могут оказаться более эффективными для той ситуации, когда оборудование некоторых РАТС требует скорейшей замены. Например, если все станции второго узлового района были построены на базе декадно-шагового оборудования, то их следует демонтировать одновременно с заменой УИС и УВС (второй этап модернизации ГТС, рисунок 4.6). На площадках РАТС21, РАТС22 и РАТС23 целесообразно установить МКД.

Для районированной ГТС без узлов принципы перехода к NGN будут иными. Необходимость в установке оборудования ТК отсутствует. В левой части рисунка 4.7 показана структура районированной ГТС, которая состоит из шести РАТС. Все коммутационные станции связаны между собой по принципу "каждая с каждой". В правой части этого же рисунка приведена оптимальная структура NGN, которая образована тремя МКД. Для построения сети доступа в каждый МКД включено несколько МАК.

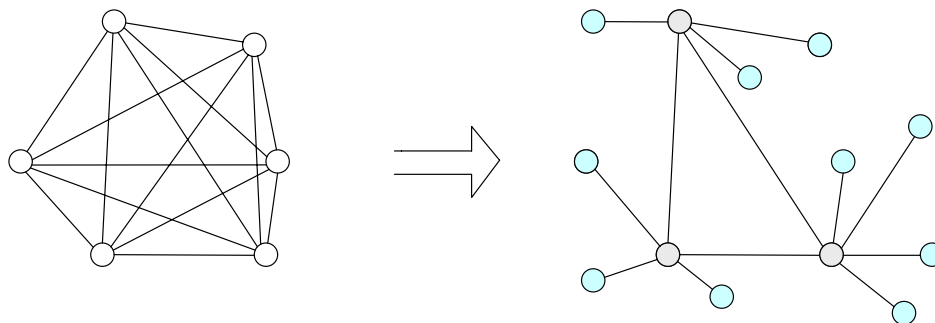


Рис. 4.7. Модель ГТС без узлов и результат модернизации

Множество всех возможных вариантов перехода к оптимальной структуре NGN для рассматриваемой модели невелико. В принципе, можно использовать метод перебора всех допустимых решений. Оператор обычно может определить разумный порядок замены РАТС.

Допустим, что в рассматриваемой ГТС в первую очередь целесообразно заменить РАТС4. На этом месте планируется установка МКД2, в который будут включены четыре концентратора. Последовательность подключения МАК22, МАК23 и МАК24 может быть любой. Интересен вопрос о времени замены РАТС3, абонентов которой (всех либо некоторую часть) будет обслуживать МАК21. Возможны два варианта:

- РАТС3 и РАТС4 заменяются одновременно, что минимизирует объем шлюзового оборудования, устанавливаемого в ГТС;
- Сначала заменяется только РАТС4, что подразумевает установку шлюза между МКД2 и РАТС3.

Выбор оптимального решения осуществляется за счет технико-экономического анализа двух возможных вариантов первого этапа модернизации районированной ГТС без узлов. На рисунке 4.8 показан первый из вышеперечисленных вариантов. На четырех направлениях (от МКД2 к РАТС1, РАТС2, РАТС5 и РАТС6) надо установить шлюзы, обеспечивающие взаимодействие технологий коммутации.



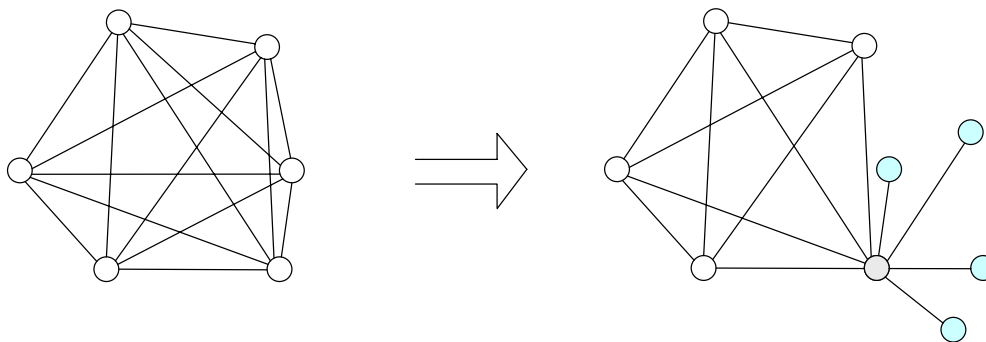
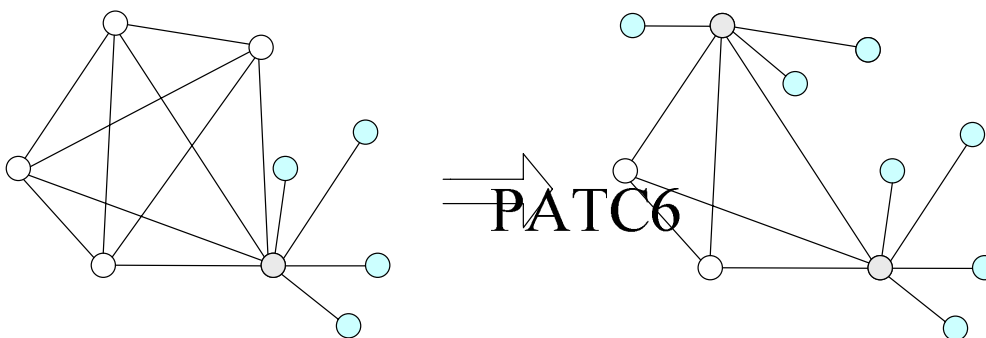


Рис. 4.8. Первый этап модернизации ГТС без узлов

**РАТС1**

Дальнейшая модернизация ГТС подразумевает замену остальных РАТС. На рисунке 4.9, правый фрагмент, показана структура ГТС после замены РАТС1 и РАТС2.



**РАТС6**

Рис. 4.9. Второй этап модернизации ГТС без узлов

Последний этап модернизации ГТС без узлов – замена РАТС5 и РАТС6. В результате формируется структура сети, показанная в правой части рисунка 4.7. Она была выбранная в качестве оптимального решения, минимизирующего затраты Оператора.

Сценарии модернизации ГТС могут также различаться темпами замены эксплуатируемого коммутационного оборудования, численностью МКД и ТК в IP сети и другими особенностями. Для анализа этих сценариев целесообразно разработать пакет программ. Кроме того, необходимо провести паспортизацию используемых технических средств, представив результаты работы в виде файлов, которые будут использоваться при анализе сценариев модернизации ГТС.

### 4.3. Сельские телефонные сети

Сельская телефонная сеть (СТС) в большинстве российских регионов имеет ряд особенностей, существенных с точки зрения ее перевода на IP технологию. С географической точки зрения территорию, обслуживаемую СТС, целесообразно разделить на два уровня – сельская местность (Rural area) и

отдаленные пункты (Remote). Такая классификация была предложена МСЭ; она используется в ряде стран, для которых проблемы сельской связи весьма актуальны (Австралия, Канада, США и другие).

На рисунке 4.10 приведена типичная структура СТС. В районном центре расположена ЦС. Она является транзитной станцией для всех сельских АТС, обеспечивая им связь между собой и выход к АМТС. Одновременно ЦС входит в состав ГТС районного центра. В сельской местности (Rural area) расположены ОС, которые включаются непосредственно в ЦС или в узловые станции (УС). В состав ГТС райцентра входят РАТС1 и УАТС1. В УС1 включены три ОС, а в УС2 – две. Три ОС включены непосредственно в ЦС.

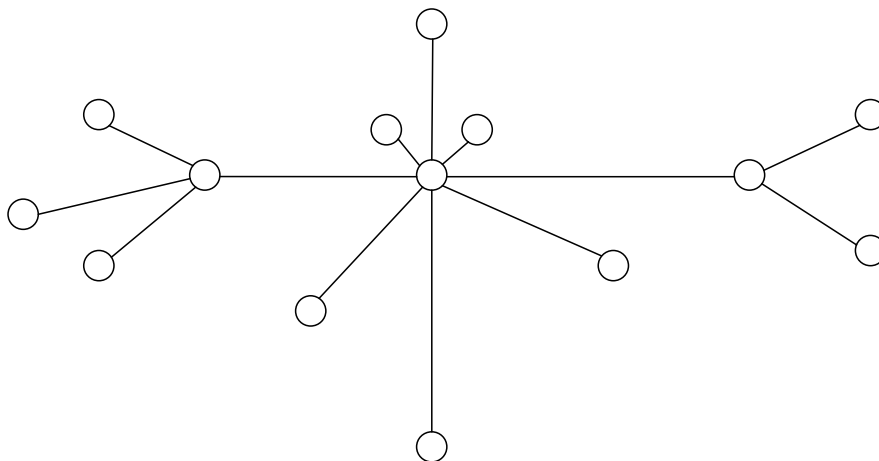


Рис. 4.10. Модель модернизируемой СТС

По аналогии с принципами модернизации ГТС необходимо определить оптимальное решение для рассматриваемой модели СТС. Кроме того, такое же решение должно быть найдено для ГТС районного центра. На рисунке 4.11 показана модель СТС, которая далее рассматривается в качестве оптимального решения. Как и для ГТС, предполагается, что сеть NGN будет отличаться не только технологиями передачи и коммутации, но и структурой.

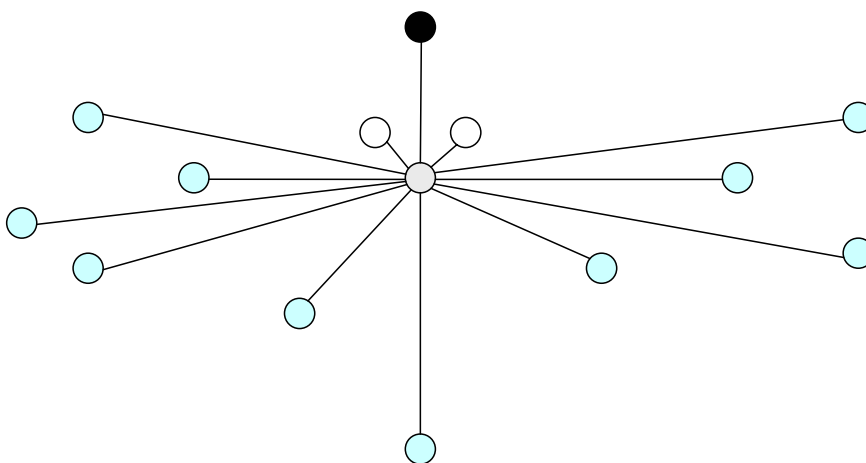


Рис. 4.11. Оптимальная структура NGN для модернизируемой сети

Все ОС будут заменены на МАК, которые непосредственно включаются в МКД. Он устанавливается вместо ЦС. Для организации связи в районном центре используется МКД, выполняющим также функции МАК. На рисунке 4.11 эта возможность отмечена записью МАК0 в скобках после аббревиатуры МКД. Для организации внутризонавой связи, междугородной и международной связи МКД включается в МК или ТК, что определяется принципом организации дальней связи, принятой в субъекте Федерации. В составе ГТС районного центра появляются две новые IP-УАТС. Аналоговые РАТС1 и УАТС1 демонтируются.

Реализация оптимального решения осуществляется поэтапно. Структура СТС, формирующаяся на первом этапе модернизации сети, показана на рисунке 4.12. В начале процесса модернизации СТС заменяется ЦС на МКД, а также аналоговые станции ГТС районного центра. Кроме того, устанавливаются четыре МАК. Они заменяют четыре ОС (номера МАК и заменяемых ОС совпадают). Использование МАК означает, что организуется вынос ЦС. Такое включение целесообразно для большинства групп пользователей.

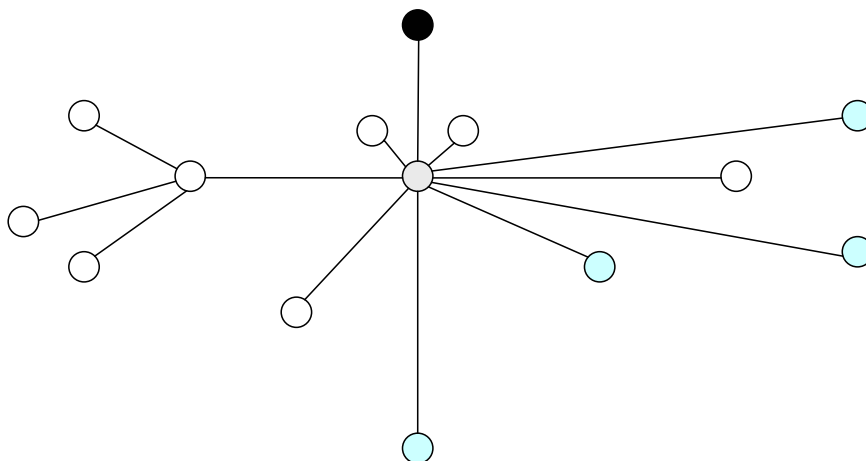


Рис. 4.12. Первый этап модернизации СТС

Бывшие ОС7 и ОС8 демонтируются. Вместо них устанавливаются МАК7 и МАК8, включаемые в МКД. Оба МАК не имеют прямой связи с УС2. Две другие ОС – пятая и шестая – также заменяются на МАК. На этом этапе модернизации СТС остаются в эксплуатации обе УС и четыре ОС. Очередность замены аналоговых УС и ОС определяется двумя основными факторами: техническое состояние оборудования и уровень спроса на услуги, которые стимулируют переход к IP технологии.

На рисунке 4.13 показана структура СТС после завершения второго этапа ее модернизации. УС1 заменяется на МАК9. Демонтируются также и все ОС, включенные ранее в УС1. В результате в эксплуатации остаются только две аналоговые станции – УС2 и ОС4.

Заключительный этап модернизации СТС приводит к структуре сети, которая была показана на рисунке 4.11. Все ОС и УС демонтированы. На их площадках размещены МАК.

Для большинства отдаленных пунктов МСЭ рекомендует применять технические средства, основанные на беспроводной IP технологии (Wireless IP). В данном случае речь идет об оборудовании беспроводного доступа типа WLL,

в котором вместо классических способов выделения каналов применяется IP технология. Практической реализацией подобного решения может считаться установка МАК, включаемого по беспроводному IP тракту в МКД.

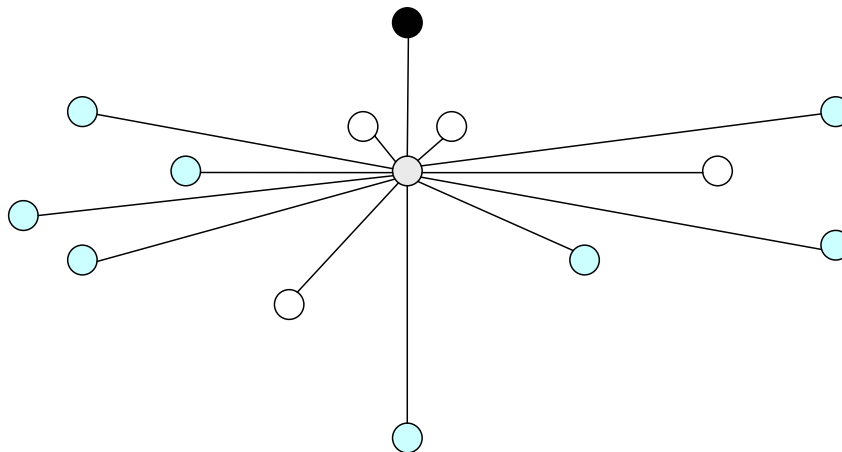


Рис. 4.13. Второй этап модернизации СТС

#### 4.4. Интернет (аспекты доступа)

В аналоговых ГТС и СТС доступ в Интернет возможен с компьютеров, включенных через модем. Через коммутируемую сеть необходимо установить соединения с модемным пулом Провайдера услуг Интернет (ISP). Естественно, что скорость обмена данными будет ограничена несколькими десятками кбит/с.

Для индивидуальных пользователей сети Интернет, которым необходим высокоскоростной доступ, может быть использовано оборудование ADSL – асимметричная цифровая АЛ. В этом случае в кроссе коммутационной станции или концентратора устанавливается мультиплексор линий ADSL – DSLAM. Он обеспечивает высокоскоростной доступ в Интернет. Аналогично в процессе модернизации ГТС и СТС решаются и ряд других проблем, связанных с поддержкой новых инфокоммуникационных услуг.

Для корпоративных пользователей сети Интернет практический интерес представляет доступ к ресурсам Интернет через локальную сеть Ethernet. Среди таких корпоративных пользователей следует выделить ту группу клиентов Оператора, которая упомянута в Федеральной Программе "Электронная Россия". Один из важнейших аспектов программы "Электронная Россия" – подключение каждой школы к сети Интернет. Решение такой задачи для городских условий не связано с какими-либо сложными проблемами. В сельской местности, как правило, складывается иная ситуация.

На рисунке 4.14 показан типичный вариант подключения школьных ПК к сети Интернет. Предполагается, что все компьютеры объединены в локальную сеть Ethernet. Другие варианты объединения компьютеров в настоящее время не используются.

МАК1

МАК9

МАК2

МАК3

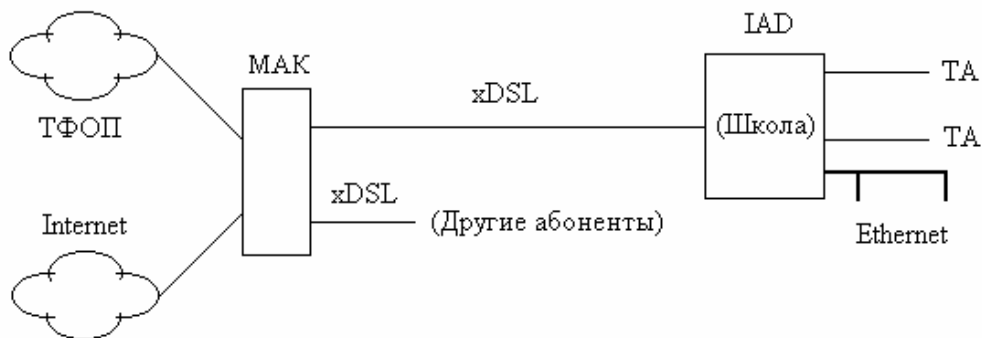


Рис. 4.14. Организация доступа в Интернет в сельских школах

Для организации связи в школе идеально подходят интегрированные устройства абонентского доступа IAD. Обычно в IAD подключаются 8 ТА и одна локальная сеть Ethernet. На рисунке 4.14 показана связь IAD с МАК по цифровой линии типа xDSL. Символ "x" означает, что может использоваться любой стандарт для передачи цифровых сигналов по многопарным кабелям. Оборудование МАК разделяет трафик речи и данных, направляя его в ТФОП или Интернет.

## 5. Построение мультисервисных сетей

### 5.1. Принципы использования коммутаторов Softswitch

Коммутатор Softswitch – один из основных элементов NGN. В настоящее время в отечественной технической литературе еще нет ни общепринятого перевода термина "Softswitch" (можно найти такие варианты: программный, гибкий, интеллектуальный коммутатор и иные определения), ни точного перечня функций, которые выполняют соответствующие аппаратно-программные средства.

В этом РТМ используется словосочетание "коммутатор Softswitch", которое чаще всего встречается в технической литературе на русском языке. Некоторая неясность в перечне тех функций, которые выполняет коммутатор Softswitch, объясняется тем, что концепция NGN еще только формируется. В процессе развития телефонии также существовали различные мнения о делении функций между коммутационными станциями и другими видами оборудования (узлами спецслужб, центрами технической эксплуатации, центрами расчета с абонентами и другими). Более того, в процессе цифровизации ТФОП функции аналого-цифрового преобразования перешли из систем передачи в абонентские комплекты коммутационных станций.

Различие в принципах построения сетей с коммутацией каналов и пакетов – как и одноименных технологий – не позволяет провести простую аналогию между коммутатором Softswitch и оборудованием распределения информации, которое используется в ТФОП. Это объясняется тем, что в коммутаторах Softswitch часто используется комплекс функций, которые в ТФОП распределены между коммутационными станциями, узлами Интеллектуальной сети (ИС), средствами обработки сигнальной информации (включая соответствующие конверторы), устройствами управления сетью электросвязи, а также другими элементами инфокоммуникационной системы.

Правда, коммутаторы Softswitch иногда сравнивают с оборудованием ТФОП класса V или IV, но такое соответствие справедливо, в основном, с точки зрения того уровня иерархии, которое он занимает в сети. Общность Softswitch с современными коммутационными станциями ТФОП заключается также в разделении функций предоставления услуг (транспорт, коммутация) и формирования услуг (обработка вызовов по заданным правилам). С функциональной точки зрения коммутатор Softswitch можно рассматривать как аппаратно-программные средства для управления вызовами в тех телекоммуникационных сетях, которые используют технологии IP и/или ATM.

В идеале Softswitch должен поддерживать все известные протоколы IP телефонии – MGCP, H.248 (MEGACO), SIP, H.323 – и осуществлять их конвертацию. Кроме того, Softswitch, в ряде случаев, должен поддерживать семейство протоколов SIGTRAN, используемых для сигнализации в сетях IP телефонии. Также могут поддерживаться различные виды систем сигнализации, используемые в ТФОП. Для этого приходится устанавливать специальные шлюзы сигнализации.

Многие Операторы уже используют аппаратно-программные средства, входящие также в состав классического коммутатора Softswitch. Для таких

Операторов большое практическое значение имеет распределенное (или модульное) оборудование Softswitch, которое позволяет экономично создавать и развивать IP сеть, приобретая только отсутствующие аппаратно-программные средства. Такой подход, в частности, был использован НТЦ "Протей" при разработке МКД, который может рассматриваться как распределенный Softswitch – рисунок 5.1.

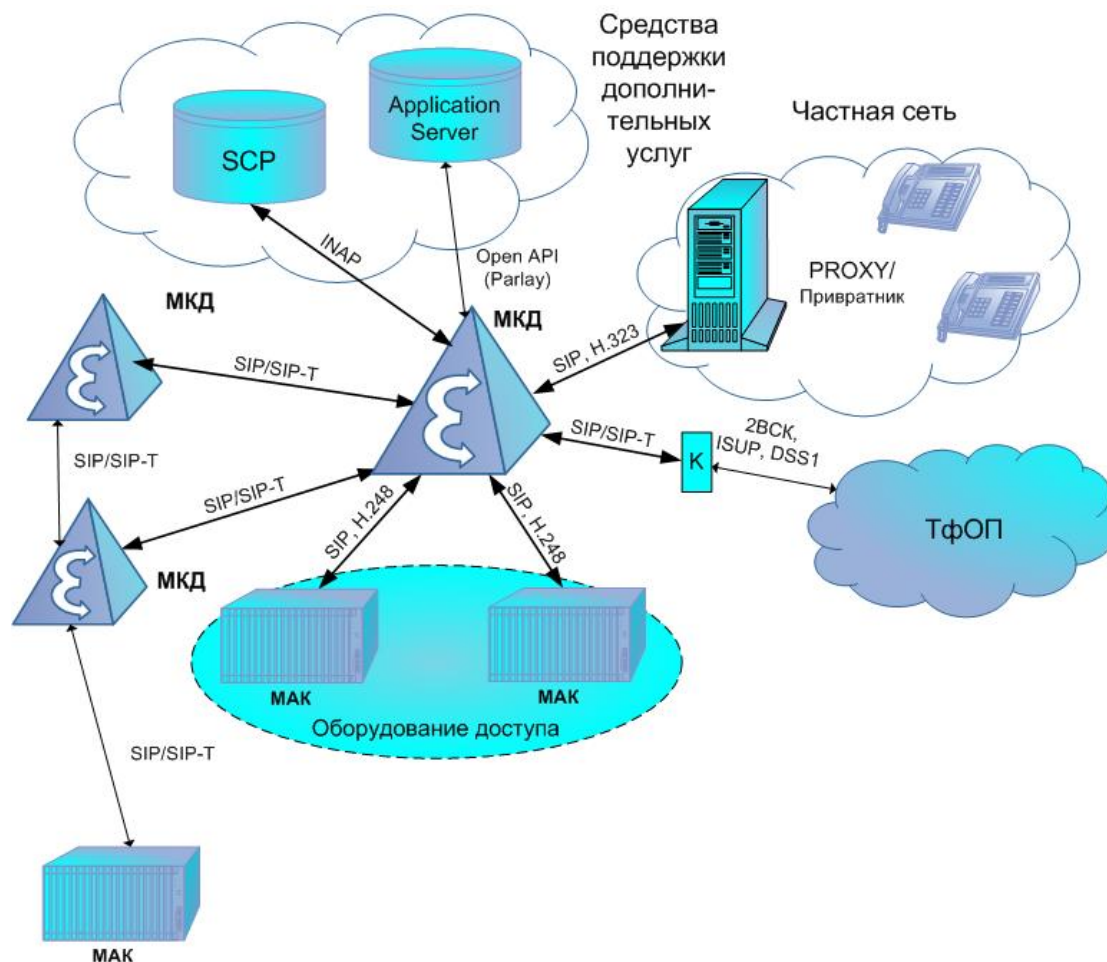


Рис. 5.1. Пример использования коммутатора Softswitch

В левой нижней рисунка 5.1 показан фрагмент пакетной сети, в которой МКД обеспечивают подключение МАК. Используемые системы сигнализации рассматриваются в следующем параграфе. МКД через конвертер сигнализации (К) взаимодействует с ТФОП. Он также может обеспечивать подключение любой частной сети (через PROXY / Привратник, использующей пакетные технологии). Кроме того, МКД способен поддерживать дополнительные услуги, предоставляемые как Интеллектуальной сетью, так и серверами приложений (Application Server).

## 5.2. Системы сигнализации в NGN

Появление каждого следующего поколения оборудования коммутации сопровождается разработкой новых систем сигнализации. Например, создание станций с программным управлением породило системы сигнализации МСЭ

№6, МСЭ №7, E-DSS и ряд других, не нашедших широкого применения. Все новые виды коммутационного оборудования должны взаимодействовать с эксплуатируемыми станциями, которые обычно используют несколько систем сигнализации. По этой причине усложнение взаимодействия коммутационных станций (то есть, рост затрат Оператора), которые относятся к разным поколениям оборудования, определяется численностью применяемых систем сигнализации. В настоящее время для пакетных сетей предложено множество систем сигнализации. Часть этих систем сигнализации имеет несущественные различия. Поэтому реализация в оборудовании всех возможных видов систем сигнализации не представляется целесообразной.

Если в сети NGN, которая основана на качественно новом поколении систем коммутации, будет минимизирован перечень используемых систем сигнализации, то решаются две важные задачи:

- упрощается взаимодействие NGN с эксплуатируемыми сетями связи (в частности, с ТФОП);
- уменьшаются затраты Оператора на создание NGN за счет того, что упрощаются процессы взаимодействия отдельных элементов сети.

На рисунке 5.2 показан фрагмент доступа сети NGN, который построен на оборудовании МАК и МКД, использующих технологию "коммутация пакетов". МАК выполняет функции транспортного шлюза (Media Gateway), а МКД – Softswitch. Взаимодействие МАК с МКД осуществляется по протоколу SIP или H.248.

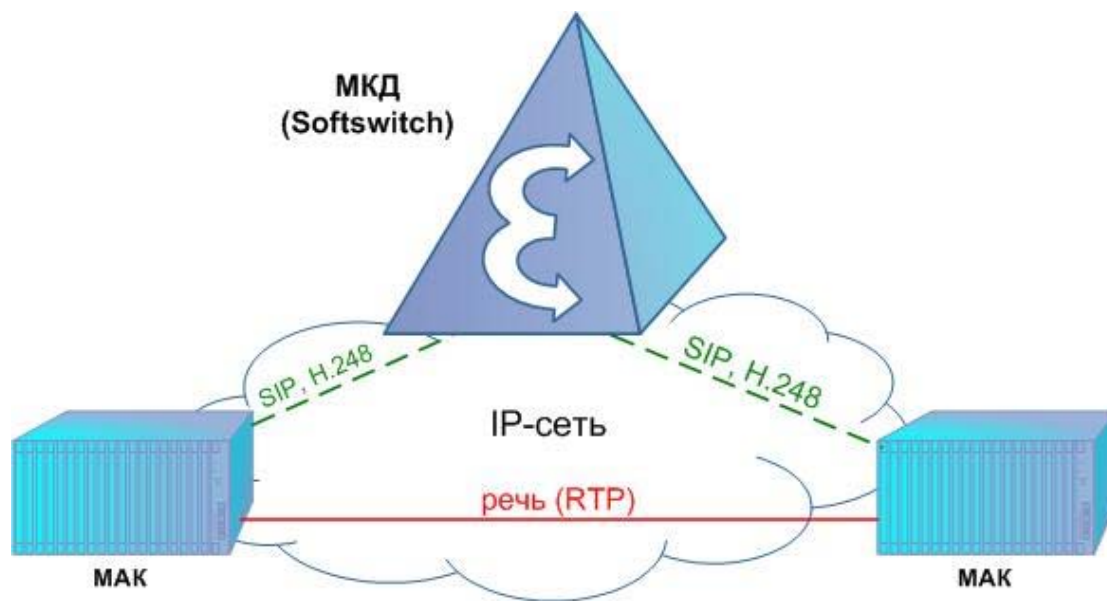


Рис. 5.2. Взаимодействие МКД и МАК в мультисервисной сети

Под управлением Softswitch, который входит в состав МКД, между двумя МАК осуществляется сессия обмена речевыми пакетами. В данном случае обмен пакетами осуществляется по транспортному протоколу реального времени (RTP). Тракт обмена информацией между МАК следует рассматривать как логическую связь концентраторов. Реальный (физический) путь передачи информации может проходить через несколько составных трактов транспортной сети. Процесс обмена речевыми пакетами обычно называют RTP-сессией.



Рекомендации по использованию протокола SIP или H.248 для взаимодействия МАК и МКД обоснованы результатами анализа всех возможных решений. Один из существенных аспектов эффективного использования нового оборудования – минимизация затрат на сопряжение с остающимися в эксплуатации средствами передачи и коммутации. В разделе 5.3 показано, что эта задача может быть решена за счет выбора оптимального сценария перехода к NGN. Такой сценарий может быть реализован только в тех аппаратно-программных средствах, в которых была заложена возможность эффективного перехода к NGN, включая поддержку функций распределенного коммутатора Softswitch.

МКД (коммутатор Softswitch) способен взаимодействовать также со следующими видами оборудования:

- с другими МКД своей сети по протоколам SIP/SIP-T;
- с конвертером сигнализации по протоколам SIP/SIP-T (конвертер в сторону ТФОП способен выдавать сообщения в той форме, которая предусмотрена системами сигнализации 2ВСК, ISUP и DSS1);
- с Proxy-Server или Привратником частной сети (ведомственной или другого Оператора) по протоколам SIP или H.323;
- с аппаратно-программными средствами Интеллектуальной сети (SCP) по протоколу INAP;
- с серверами приложений (Application Server), предоставляющими различные дополнительные услуги, по открытым интерфейсам API (в частности, Parlay).

Следует отметить, что по мере совершенствования концепции NGN могут появиться новые решения, касающиеся сигнализации.

### 5.3. Рекомендации по переходу к NGN

Идеальная стратегия перехода к NGN может быть представлена такой последовательностью действий Оператора:

- сначала международная и междугородная телефонные сети переводится на технологию "коммутация пакетов";
- затем все коммутационные станции местных сетей заменяются коммутаторами пакетов;
- после этого технология "коммутация пакетов" используется в сетях доступа;
- в самую последнюю очередь технология "коммутация пакетов" применяется в оборудовании пользователей.

На практике такая стратегия не представляется практически значимой по ряду объективных причин, среди которых следует выделить два обстоятельства. Во-первых, существенная потребность в пакетных технологиях формируется именно пользователями (характерный пример – переход к IP УАТС). Это означает, что потенциальные абоненты не будут ждать завершения процессов модернизации междугородной и местных сетей. Во-вторых, необходимость замены эксплуатируемого коммутационного оборудования более актуальна для местных сетей, включая участок доступа. Кстати, большинство АМТС были установлены недавно, для чего использовалось цифровое коммутационное

оборудование. Это означает, что необходимость защиты инвестиций, сделанных Оператором, стимулирует использование оборудования NGN в местных сетях.

В таких случаях возможен ряд переходов с технологии "коммутация каналов" на технологию "коммутация пакетов" в пределах одного соединения. На рисунке 5.3 показан пример соединения, в котором используется четыре перехода с одной технологии на другую. Соответствующие точки отмечены квадратиками, расположенными между сетями.



Рис. 5.3. Пример соединения с четырьмя изменениями технологий

Предполагается, что в обеих сетях доступа, а также в междугородной сети используется IP технология. Обе местные сети (ГТС и СТС) построены на базе цифровых АТС. Следует отметить, что рассматриваемая модель представляет не самый "худший" случай из всех возможных в национальной ТФОП. Очевидно, что качество передачи речи в такой сети будет не высоким. Такой вывод можно сделать на основе простых оценок задержки речевых сигналов, которая будет происходить в каждом фрагменте сети связи, использующем технологию "коммутация пакетов".

Разумным выходом из подобных ситуаций могут стать такие виды коммутационного оборудования, которые способны эффективно работать вне зависимости от вида технологии. Характерным примером такого оборудования можно считать МАК, который способен использовать технологию "коммутация каналов" с включением в опорную АТС по стыку V5.2 или же технологию "коммутация пакетов", взаимодействуя с соответствующим коммутатором по протоколу SIP. На рисунке 5.4 показан пример эффективного перехода к NGN за счет использования оборудования МАК, МКД и совокупности шлюзов (ITG).

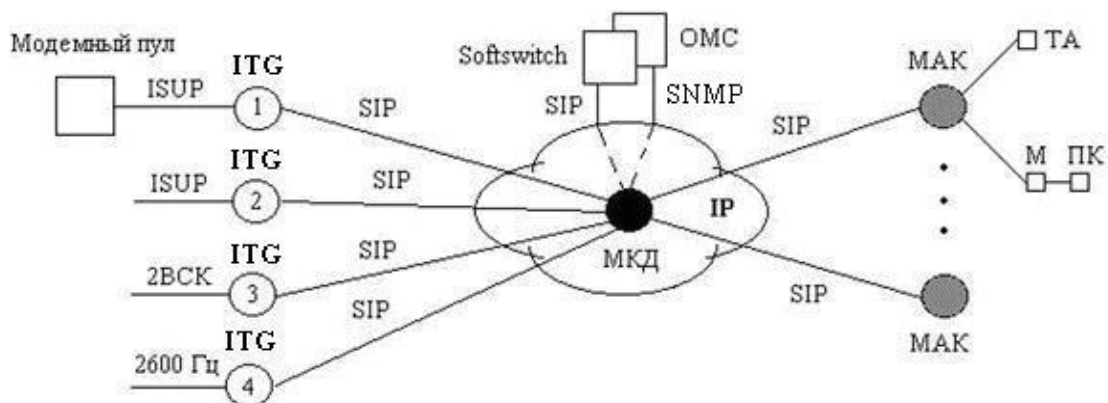


Рис. 5.4. Пример перехода к NGN на базе МАК, МКД и шлюзов

Для взаимодействия оборудования МАК и МКД применяется стандартный протокол SIP. Оборудование технического обслуживания (ОМС) для сбора аварийных сигналов, контроля состояния аппаратно-программных средств и ведения статистики использует SNMP – простой протокол управления сетью. Для других задач технической эксплуатации обычно используют те процедуры

(в том числе и протоколы), которые оптимальны для конкретного вида оборудования.

Естественно, дальнейшее развитие фрагмента рассматриваемой местной сети должно осуществляться так, что бы в ближайшее время сформировалась однородная IP среда (облако на рисунке 5.4), составляющая основу NGN. Поэтому для связи МКД с эксплуатируемыми коммутационными станциями целесообразно установить шлюзы (ITG). Эти шлюзы обеспечивают функции взаимодействия с любыми (по типу оборудования и по уровню иерархии) станциями ТФОП за счет поддержки сигнализации по 2ВСК, ISUP и на частоте 2600 Гц (для связи с АМТС по аналоговым каналам внутризоновой сети).

Очень эффективное использование шлюзов обеспечивается тем, что они состоят из тех же аппаратно-программных средств, которые применяются для построения МАК и МКД – рисунок 5.5. Для последующей замены старых коммутационных станций на МАК в оборудование шлюза необходимо только добавить некоторые платы и соответствующее программное обеспечение.

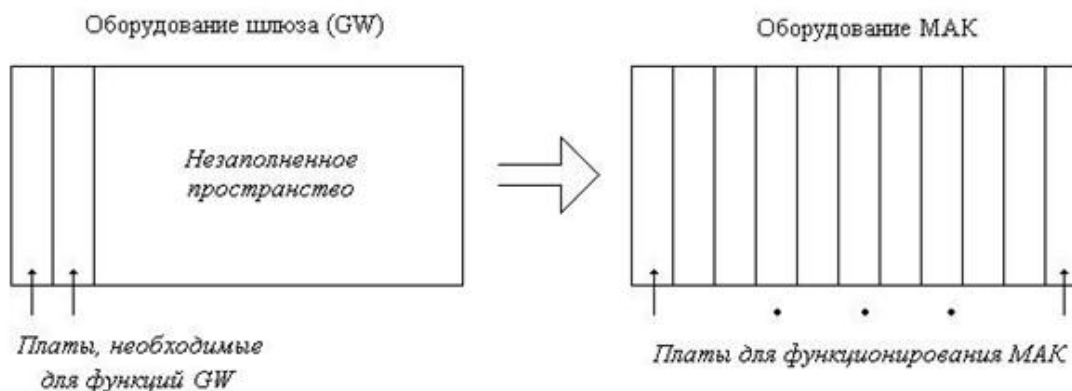


Рис.5.5. Принципы преобразования шлюза в МАК

Такое решение означает, что шлюзы – в отличие от большинства используемых ныне конверторов – при модернизации сети не выкидываются, а преобразуются в МАК. Это означает, что Оператор не вкладывает финансовые средства в оборудование, которое придется демонтировать до истечения срока его службы. Данный подход обеспечивает снижение расходов Оператора на модернизацию своей телефонной сети.

## Заключение

В РТМ "Принципы построения мультисервисных местных сетей электросвязи" изложены основные направления практической реализации концепции NGN. Мультисервисные сети – за исключением ее строительства новым Оператором – будут формироваться на базе эксплуатируемых ныне аппаратно-программных средств и линейных сооружений. Эволюционный процесс перехода к NGN, по мнению большинства зарубежных специалистов, займет более десяти лет. Очевидно, что в России он растянется на несколько десятилетий по экономическим и иным причинам.

В РТМ сформулированы принципы модернизации местных (городских и сельских) сетей электросвязи, реализация которых обеспечит эффективное развитие инфокоммуникационной системы в целом. Эти принципы основаны на рекомендациях МСЭ, стандартах ETSI, материалах IETF и результатах ряда Операторов, которые уже начали переход к NGN.

Для формирования мультисервисной сети устанавливаются новые виды коммутационного оборудования. В РТМ представлены основные варианты использования такого оборудования – коммутаторы Softswitch, оборудование доступа и шлюзы различного назначения.

Важный аспект перехода к NGN – применение аппаратно-программных средств, эффективно используемых с технологиями коммутации каналов и пакетов. Характерным примером таких средств может служить МАК – мультисервисный абонентский концентратор, разработанный в НТЦ "Протей". Его установку можно осуществлять в сети доступа, работающей по технологии "коммутация каналов". По мере формирования среды NGN – в помещении пользователей и/или на уровне местной сети – МАК может быстро перейти на технологию "коммутация пакетов".

Для NGN предложены различные протоколы сигнализации. Реализация полного перечня всех возможных систем сигнализации приведет к усложнению и удорожанию коммутационного и терминального оборудования. В результате, конкурентоспособные преимущества мультисервисной сети могут заметно снизиться. Поэтому в РТМ предложено минимизировать набор протоколов, используемых в мультисервисных сетях. В частности, на участке МАК – МКД (сеть доступа) представляется целесообразным ограничиться протоколами SIP и H.248, что позволяет экономично перейти от существующих принципов построения инфокоммуникационной системы к NGN.

Формирование концепции NGN, содержащей идеологию мультисервисной сети, продолжается. Будут появляться новые решения в виде стандартов или международных норм. Кроме того, практическое значение будет иметь опыт Операторов по созданию фрагментов NGN. Текст РТМ будет периодически уточняться, и дополняться по мере появления новой информации, существенной для Операторов и Производителей инфокоммуникационного оборудования.

## Список использованных источников

### *Официальные документы*

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. Руководящий документ отрасли "Порядок применения технологии асинхронного режима переноса на Взаимоувязанной сети связи России". – РД 45.123-99, 2001.
6. РД 45.120-200. Руководящий документ отрасли. Нормы технологического проектирования. Городские и сельские телефонные сети. ЦНТИ, «ИНФОРМСВЯЗЬ», М. 2000 г.
7. Руководящий документ по ОГСТфС (общегосударственной системе автоматизированной телефонной связи). – М.: Прейскурантиздат, 1988.
8. Основные положения системы сельской телефонной связи. – М.: Радио и Связь, 1986.

### *Монографии*

1. Engineering and Operations in the Bell System / Prepared by Member of the Technical Staff and the Technical Publication Department AT&T Bell Laboratories; R.F. Rey, Technical Editor. - AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, N.J., 1983.
2. ITU-D. New Technologies for Rural Applications. – Final Report of ITU-D Focus Group 7, 2000.
3. Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Перле. Интеллектуальные сети. – М.: Радио и связь, 2000.

4. Б.С. Гольдштейн, А.В. Пинчук, А.Л. Суховицкий. IP телефония. – М.: Радио и связь, 2001.
5. Б.С. Гольдштейн. Протоколы сети доступа. Том 2. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 2002.
6. Городская телефонная связь: Справочник/ Б.З. Берлин, А.С. Брискер, Л.С. Васильева и др.; Под ред. А.С. Брискера и К.П. Мельникова. – М.: Радио и связи, 1987.
7. Жданов И.М., Кучерявый А.Е. Построение городских телефонных сетей. – М.: Связь, 1972.
8. Б.С. Лившиц, Я.В. Фидлин, А.Д. Харкевич. Теория телефонных и телеграфных сообщений. – М.: Связь, 1971.
9. Потенциальные возможности // под ред. Л.Д. Реймана, Л.Е. Варакина. – М.: МАС, 2001.
10. Сельская телефонная связь: Справочник/ Ю.А. Алексеев, В.А. Бирюков, А.С. Брискер и др.; Под ред. К.П. Мельникова и Ю.А. Парфенова. – М.: Радио и связи, 1987.
11. Н.А. Соколов. Эволюция местных телефонных сетей. – Издательство ТОО "Типография "Книга", Пермь, 1994.
12. Н.А. Соколов. Сети абонентского доступа. Принципы построения. – Пермь, "Энтер-профи", 1999.
13. Н.А. Соколов. Телекоммуникационные сети. – М: Альварес Паблишинг, 2003 – 2004.

### ***Статьи и доклады***

1. C. Coltro, J. van Bogaert. Global Alcatel metropolitan solutions. – Alcatel Telecommunications Review, 1<sup>st</sup> Quarter 2002.
2. P. Merrima. Broadband entertainment over DSL: the business imperative. – Alcatel Telecommunications Review, 2<sup>nd</sup> Quarter 2002.
3. A.R. Modarressi, S. Mohan. Control and Management in Next-Generation Networks: Challenges and Opportunities. – IEEE Communications Magazine, October 2000.
4. P. Morris. Telecommunications and 3Rs: Competition and Enterprise in Regional, Rural and Remote Australia. – Telecommunication Journal of Australia, Vol. 49, No 2, 1999.
5. S.D. Personick. The Evolving Role of Telecommunications Switching. – IEEE Communications Magazine, January 1993.
6. J.G. Turnbull. Introducing home area network. – BT Technology Journal, Vol. 20, №2, April 2002.
7. White Paper "Broadband Multi-Service networks: The advance to IP networks of the future". – Ericsson, October 2001.
8. Л. Бараш. Архитектура мультисервисных сетей. – Компьютерное обозрение, № 14, 10 – 16 апреля 2002.
9. А.Г. Барсков. Softswitch – мягкая посадка в сети нового поколения. – Сети и системы связи, № 9(73), 2001.
10. А.Г. Барсков. "Софтсвич" – это по-нашему. – Сети и системы связи, №2, 2003.

11. А.Б. Гольдштейн. Устройства управления мультисервисными сетями: Softswitch. – Вестник связи, №4, 2002.
12. Гольдштейн Б.С., Орлов О.П., Ошев А.Т., Соколов Н.А. Цифровизация ГТС и построение мультисервисной сети// Вестник связи. –2003, №4.
13. Гольдштейн Б.С., Орлов О.П., Ошев А.Т., Соколов Н.А. Модернизация сетей доступа в эпоху NGN// Вестник связи. – 2003, №6.
14. Б.С. Гольдштейн, О.П. Орлов, А.Т. Ошев, Н.А. Соколов. Эволюция услуг в сетях следующего поколения. – Вестник связи, №7, 2003.
15. Я. Городецкий, А. Осоченко. Softswitch: технология или маркетинговая уловка. – Сетевой журнал, №3, 2003.
16. И.В. Марченко. Мультисервисные сети: мифы и реальность. – Вестник связи, №9, 2002.
17. Н.А. Соколов. Применение цифровых коммутационных станций на СТС. – Электросвязь, 1993, № 6 .
18. Цифровизация телефонных сетей Калужской области. – ТелеВестник, № 4, 1995.
19. В.И. Шельгов. Siemens представляет NGN-решения. – Сети и системы связи, №3, 2003.
20. М.А. Шнепс-Шнеппе. NGN и IP-телефония. – Connect, №1, 2003.
21. Й.К. Юн, М. Улема. Системы беспроводного абонентского радиодоступа на основе широкополосной технологии CDMA. – Мобильные системы, №6, 2002.
22. В.И. Лохтин. Пути решения проблемы конвергенции сетей электросвязи ОАО "Связьинвест". – Международная конференция "Развитие услуг связи на основе телекоммуникационных технологий нового поколения (NGN-2003), 26-28 августа 2003 г., Санкт-Петербург.
23. А.В. Шалагинов, К.Н. Анкилов. Эволюция ТФОП Китая: от наращивания емкости к повышению эффективности. – Информ Курьер Связь, №12, 2003.
24. А.В. Пинчук, Н.А. Соколов. Мультисервисные концентраторы в сетях сельской связи. – Вестник связи, 2003, №12.
25. С. Орлов. Новая телефония. – Журнал сетевых решений / LAN, декабрь 2003.
26. Н.А. Соколов, А.И. Витченко. Оценка экономической эффективности мультисервисных абонентских концентраторов. – Вестник связи, 2004, №10.
27. И. Бакланов. NGSDH: успех неизбежен. – Connect! Мир связи, 2004, №11.
28. А.В. Пинчук, Н.А. Соколов. Мультисервисные абонентские концентраторы для функциональных возможностей "Triple-Play Services". – Вестник связи, 2005, №6.

### ***Сайты Internet***

1. <http://www.alcatel.ru>.
2. <http://www.bt.com>.
3. <http://www.etsi.org>.

4. <http://www.lucent.ru>
5. <http://mir.lucent.ru>.
6. <http://www.itu.int>.
7. <http://www.netcom.ru>.
8. <http://www.nwg.ru>.
9. <http://www.protei.ru>.
10. <http://www.sotovik.ru>.
11. <http://www.niits.ru>.
12. <http://www.uralsvyazinform.ru>.
13. <http://www.xdsl.ru>.
14. <http://www.electrosviaz.com>.