

*Талантам нужно помогать,
Бездарности пробьются сами.*
(Лев Озеров)

Приложение 5. Сценарии формирования ССП

*Прогресс – это движение по
кругу, но все более быстрое.*
(Л. Левинсон)

П5.1. Методологический подход к построению ССП

Выбор пути для создания ССП определяется множеством факторов. Среди них следует выделить методологический подход, используемый Оператором связи, так как он служит основой для программы модернизации существующей инфокоммуникационной системы. Можно назвать три основных варианта составления подобных программ [1].

Первый вариант – самый простой. Оператор решает текущие задачи. Например, в этом году необходимо заменить старую аналоговую АТС и подключить группу абонентов в новом микрорайоне. Через два года придется заменить еще одну аналоговую АТС, которая морально устареет, и так далее. В результате, к моменту полной модернизации телефонной сети сформируется структура ССП, которая практически повторит созданную ранее топологию.

Второй вариант предусматривает поиск оптимальной структуры сети к моменту полного завершения процесса создания ССП. Далее разрабатывается поэтапная программа построения такой сети. Основная задача Оператора заключается в строгом выполнении программы модернизации сети.

Третий вариант – компромиссное решение. Определяется оптимальная структура ССП, но программа ее модернизации не считается догмой. Периодически принятая программа корректируется с учетом изменяющихся внешних и внутренних факторов. Третий вариант формирования ССП представляется самым разумным. Правда, ему свойственны два основных недостатка. Во-первых, начальные инвестиции Оператора не будут минимальны. Сэкономить на первом этапе модернизации ГТС или СТС можно только при выборе первого варианта развития местной телефонной сети. Во-вторых, для задач планирования сети третий вариант – самый сложный. Тем не менее, его реализация приведет к минимальным суммарным затратам на построение ССП. По этой причине именно третий вариант составления программы построения ССП рассматривается далее как рекомендуемый методологический подход при модернизации ТФОП.

Реализацию структуры ССП, выбранной в качестве оптимальной, можно считать задачей, в которой известны начальные условия и ответ. Надо разработать методику, позволяющую получить известное решение рациональным способом. Эта методика – с учетом принятых ныне принципов построения местных телефонных сетей – должна быть приемлемой для четырех топологий. Каждый из четырех следующих разделов посвящен одной из таких топологий.

*Разумный человек приспосабливается к миру;
неразумный пытается приспособить мир к себе.
Поэтому прогресс всегда зависит от неразумных.*
(Бернард Шоу)

П5.2. Модернизация телефонной сети без узлов

Значительная часть российских ГТС построена по принципу связи коммутационных станций "каждая с каждой". Ранее подобный способ организации межстанционных связей использовался при емкости ГТС до 80 тысяч номеров [2]. При использовании цифровых коммутационных станций рассматриваемая топология ГТС экономически целесообразна и

при большей емкости сети [1, 3]. В настоящее время ГТС без узлов созданы в ряде городов, которые обычно не имеют статус центра субъекта Федерации.

Для ГТС этого вида могут использоваться разные способы перехода к ССП. Тем не менее, следует разработать общий подход, содержащий базовые решения по созданию ССП. Для иллюстрации этих решений выбрана модель ГТС, показанная на рисунке П5.1. Она состоит из шести РАТС. Четвертая РАТС – комбинированная станция. Она выполняет также функции узла сельско-пригородной связи (УСП). Он необходим для связи с АМТС, обычно расположенной в центре субъекта Федерации. Предположим, что РАТС1, РАТС3 и РАТС4 – аналоговые коммутационные станции. Три оставшиеся РАТС относятся к поколению цифровых коммутационных станций.

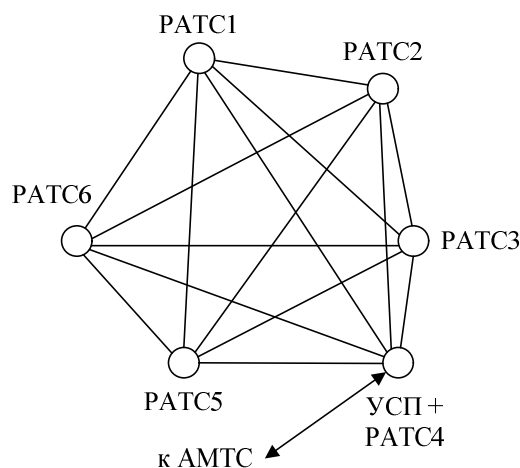


Рисунок П5.1. Модель ГТС без узлов

Множество всех возможных структур ССП для рассматриваемой модели невелико. Поэтому целесообразно использовать метод перебора всех допустимых решений, чтобы выбрать оптимальную структуру ССП. Принципы выбора оптимальной структуры ССП рассматриваются в третьей главе монографии. Структура ССП считается оптимальной, если предлагаемое решение соответствует выбранному критерию (например, минимуму объема инвестиций на реализацию проекта). Предполагается также, что для оптимального решения соблюдаются все заранее установленные ограничения. В результате проведенных исследований определены основные атрибуты сети. Их характерными примерами можно считать:

- численность узлов коммутации (включая шлюзы) различного назначения;
- места расположения этих узлов коммутации и их производительность;
- схему связи узлов коммутации между собой (структуру транспортной сети).

Допустим, что оптимальная структура ССП выбрана. Ее пример будет показан ниже – на рисунке П5.5. Хорошо известно [1, 4], что ССП целесообразно формировать с уровня сетей международной и междугородной связи. Поэтому далее предполагается, что вместо АМТС – до модернизации местной телефонной сети – будет установлен магистральный коммутатор (МК). Он будет обеспечивать транзит IP-пакетов, содержащих информацию любого вида (речь, данные и видео), в сетях междугородной и международной связи. Все названия узлов коммутации в ССП, используемые в монографии, выбраны мною по "своему вкусу". Несомненно, что необходима кропотливая работа по составлению перечня терминов для ССП. В противном случае мы, связисты, будем способствовать процессу перехода с русского языка на *олбанский*.

На рисунке П5.2 показан начальный этап модернизации ГТС. Этот рисунок (как и ряд следующих) состоит из двух плоскостей. Верхняя плоскость иллюстрирует основные изменения, касающиеся сети сигнализации. В нижней плоскости показана структура сети, по которой передается информация пользователей. Для ССП эта информация будет представлена в форме IP-пакетов. Для всех иллюстраций, состоящих из двух плоскостей, в

левой части модели показан результат, который был получен на предыдущем этапе модернизации сети.

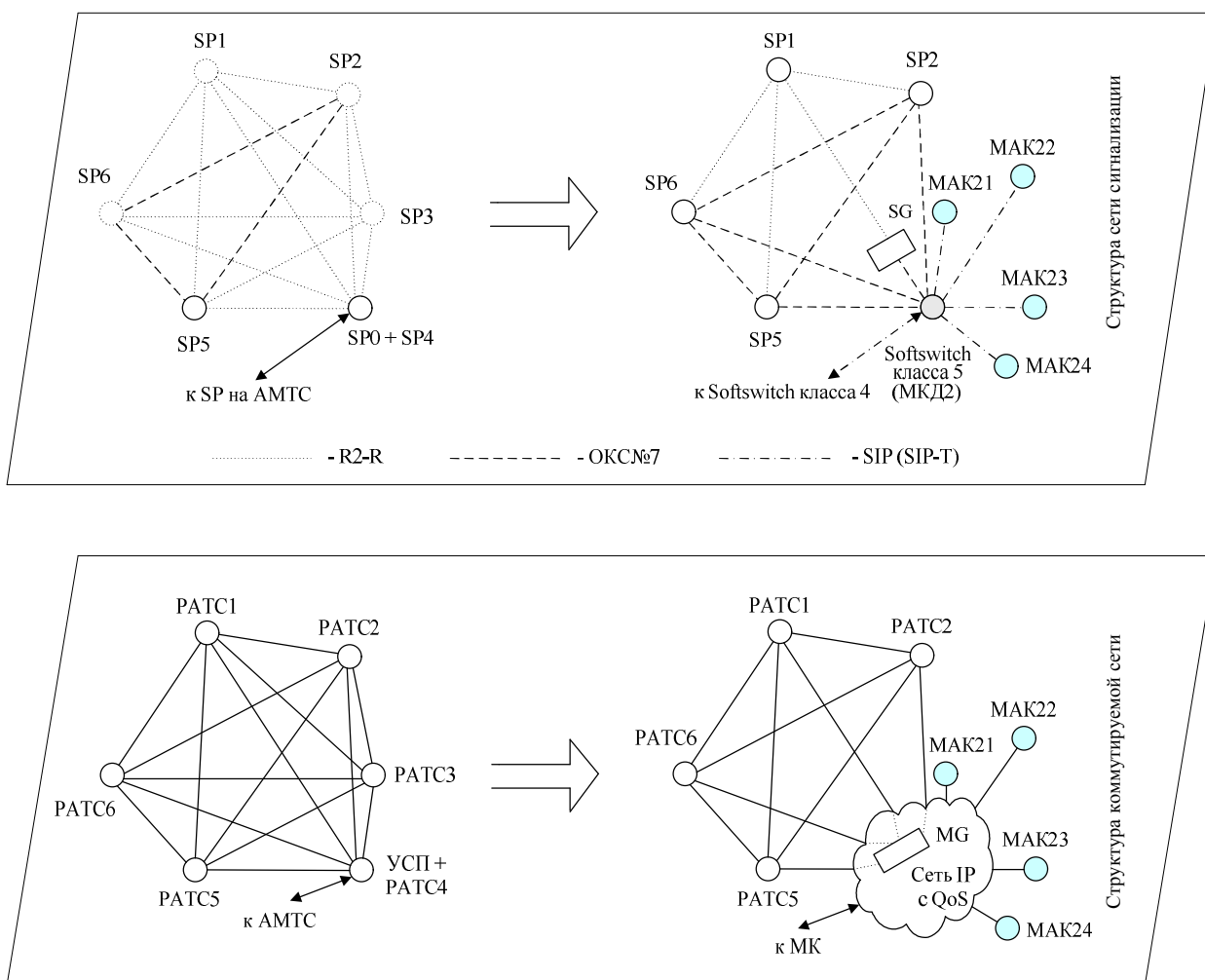


Рисунок П5.2. Первый этап модернизации ГТС без узлов

В городе начинает формироваться сеть IP, поддерживающая показатели качества обслуживания (QoS), которые определены для ССП. Перечень таких показателей должен быть установлен Администрацией связи. Основанием для нормирования показателей QoS должны служить рекомендации МСЭ и стандарты ETSI. На начальном этапе создания ССП в сети IP может использоваться всего один узел коммутации.

В нашем примере четыре концентратора МАК обеспечивают обслуживание всех абонентов, которые ранее были включены в ПАТС3 и ПАТС4. Выбор оптимального числа МАК – самостоятельная задача, для решения которой используются методы, изложенные в третьей главе монографии. В границах IP сети показан также транспортный шлюз MG (Media Gateway), который обеспечивает взаимодействие МАК с ПАТС, использующими технологию "коммутация каналов".

В сети ССП необходим еще один элемент – мультисервисный коммутатор доступа (МКД). Он представляет собой Softswitch класса 5 [5, 6]. Пятый класс соответствует коммутационному оборудованию, которое функционирует на уровне местных сетей. Для анализа функций МКД необходимо обратиться к верхней плоскости второго рисунка, но прежде целесообразно привести краткие комментарии, касающиеся термина "Softswitch".

При разработке концепции ССП был введен термин MGC (Media Gateway Controller) – контроллер транспортного шлюза. Любой из вариантов перевода данного термина позволяет уяснить основные функции MGC. Известная компания Lucent Technologies присвоила своей разработке MGC фирменное название "Softswitch". Все, на первый взгляд

правильные и простые, варианты перевода этого слова не позволяют уяснить функции Softswitch. Тем не менее, именно этот, не самый удачный (по мнению ряда специалистов) термин, прижился в технической литературе.

Шесть РАТС, вне зависимости от типа используемого оборудования коммутации, можно рассматривать как пункты сигнализации – SP (signaling point). Такая трактовка была предложена МСЭ при разработке рекомендаций по системе общеканальной сигнализации. Номера SP и РАТС совпадают. Оборудованию УСП соответствует нулевой пункт сигнализации.

Основой сети сигнализации в ССП становится коммутатор Softswitch [5]. Его функции – к моменту завершения процесса модернизации ГТС – будут выполнять три МКД, что обеспечивает высокую надежность инфокоммуникационной системы. МКД поддерживает все протоколы сигнализации, необходимые и в ССП, и для взаимодействия с остающимися в эксплуатации РАТС. Эти РАТС могут использовать ОКС №7 или же систему сигнализации, принятую для электромеханических коммутационных станций. Для сигнализации на участках МАК – МКД, между МКД, а также между МКД и Softswitch класса 4 (который устанавливается на МК) предполагается использование протоколов SIP или SIP-T [6]. Допустимы также и другие решения, соответствующие международным стандартам.

Следует подчеркнуть, что для взаимодействия с аналоговыми РАТС необходим шлюз сигнализации SG (Signalling Gateway). Дело в том, что коммутаторы Softswitch не поддерживают процессы обмена сигналами управления и взаимодействия, которые используются в отечественных аналоговых коммутационных станциях. В составе ГТС (после завершения первого этапа ее модернизации) остается одна электромеханическая коммутационная станция – РАТС1. Система сигнализации, используемая российскими аналоговыми АТС, названа R2-R. Такое обозначение расшифровывается как российская версия системы сигнализации R2, принятой МСЭ (как, например, ISUP-R для ОКС№7). На сленге связистов известно также шуточное название R1,5.

В результате установки нового оборудования создается база для формирования ССП. В правой части нижней плоскости рассматриваемой модели показан только один маршрут между каждым МАК и сетью IP. Этот маршрут иллюстрирует логическую связь МАК с сетью IP. Для надежной связи обычно используются кольцевые топологии [7], которые обеспечивают включение каждого МАК в сеть IP по двум независимым путям – рисунок П5.3. Кольцо может быть образовано путем установки нового поколения оборудования SDH, ориентированного на требования ССП [8], или за счет применения систем передачи, в которых реализованы пакетные технологии. На рисунке П5.3 в качестве возможного решения изображено пакетное устойчивое кольцо RPR [9].

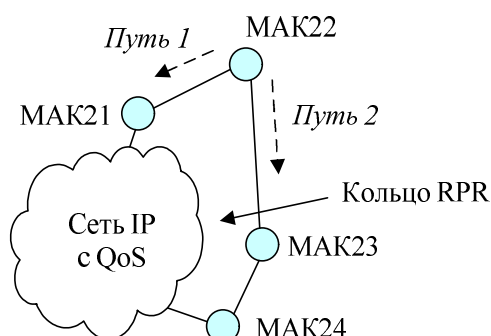


Рисунок П5.3. Два пути обмена информацией между МАК22 и IP сетью

На рисунке П5.4 показан один из возможных вариантов дальнейшего построения ССП. Он рассматривается как второй этап модернизации ГТС и основан на замене двух коммутационных станций: РАТС1 и РАТС2. Одновременная замена двух РАТС – одна из возможностей развития городской инфокоммуникационной системы. Принципы создания

ССП с верхними уровнями иерархии национальной инфокоммуникационной системы. Обеспечивается также высокая надежность связи с другими сетями, если предусмотрены соответствующие функции взаимодействия.

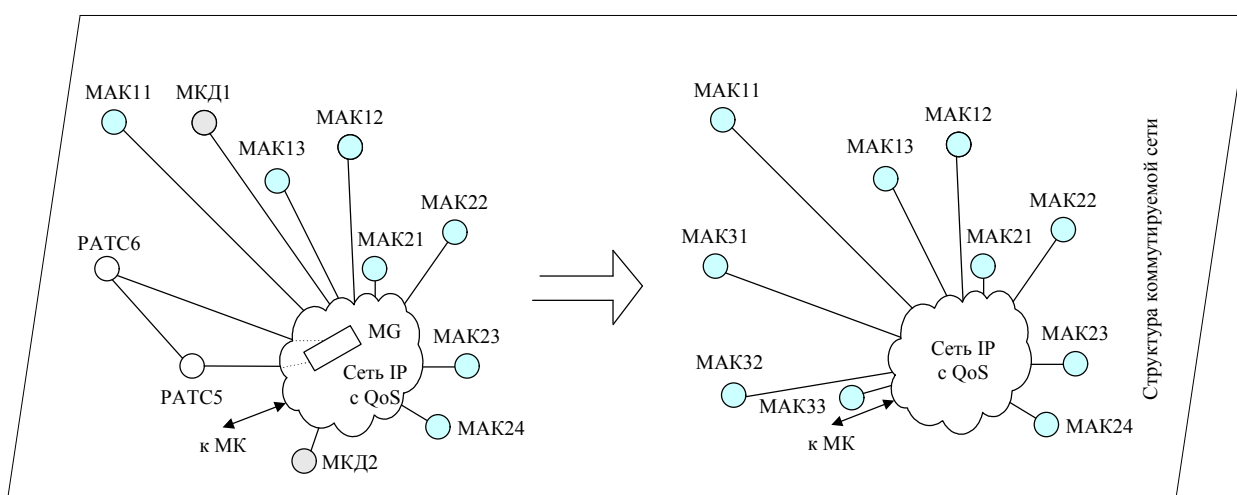
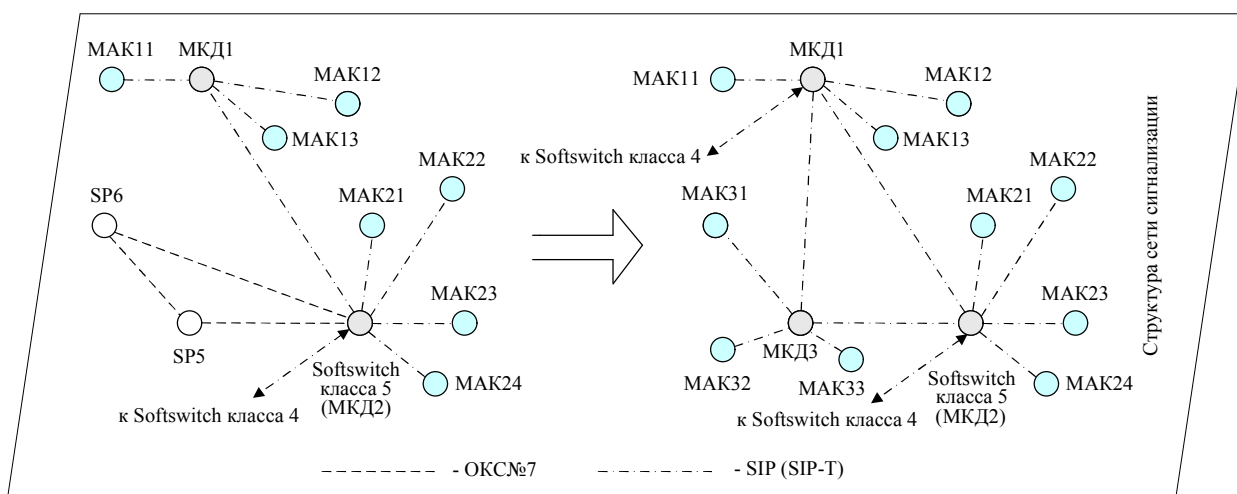


Рисунок П5.5. Третий этап модернизации ГТС без узлов

Варианты модернизации ГТС могут различаться темпами замены эксплуатируемого коммутационного оборудования, численностью МКД и МАК в IP сети, а также другими атрибутами. Это не влияет на принципы поэтапного создания ССП. Они универсальны. Необходимо упомянуть еще одну проблему – выбор тех технологий, которые необходимы для поддержки показателей QoS. Не умаляя актуальность решения задач подобного рода, следует отметить, что соответствующие затраты Оператора будут существенно меньше инвестиций, которые потребуются для замены всех РАТС и реализации современной сети доступа.

*Прогресс – это лучшее,
а не только новое.
(Лопе де Вега)*

П5.3. Модернизация телефонной сети с УВС

Некоторые российские ГТС построены как сети с узлами входящего сообщения (УВС). Ранее считалось, что такой принцип связи РАТС эффективен для сетей, емкость которых не превышает 800 тысяч номеров [2]. Для ГТС такой емкости использовался шестизначный план нумерации. Модель сети, использующей УВС, показана на рисунке

П5.6. Каждый УВС образует узловой район [2]. Рассматриваемая модель состоит из двух узловых районов. В каждом районе установлены три РАТС. Обычно каждая РАТС связана с АМТС пучками заказно-соединительных линий (ЗСЛ). На рисунке П5.6 пучки ЗСЛ показаны только для РАТС13 и РАТС23. Входящие соединения от АМТС к РАТС устанавливаются по СЛМ – соединительным линиям для междугородной связи. Пучки СЛМ включаются в узлы входящего сообщения для междугородной связи (УВСМ). Будем считать, что функции этих узлов выполняют УВС1 и УВС2. Предположим также, что первый узловой район построен на цифровом коммутационном оборудовании. УВС2 и все РАТС второго узлового района относятся к поколению аналоговых систем распределения информации.

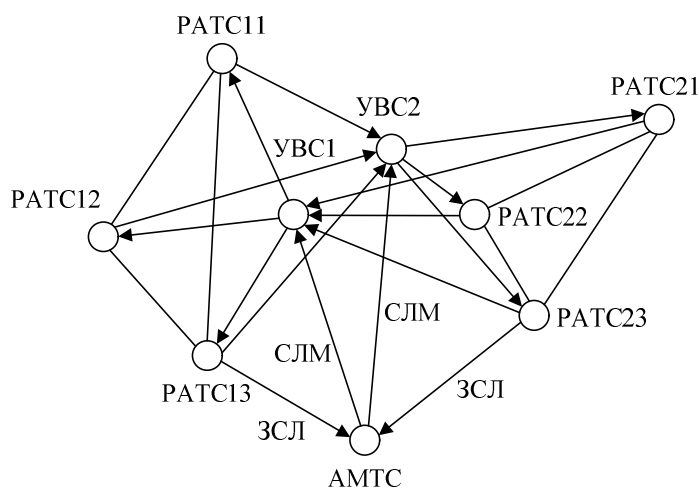


Рисунок П5.6. Модель ГТС с узлами входящего сообщения

Сети с УВС, как правило, создаются в городах, являющихся центрами субъектов Федерации. Принципы построения ТФОП предусматривают установку АМТС в центре каждого субъекта Федерации.

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

На первом этапе характер модернизации сети с УВС будет определяться числом заменяемых РАТС. Целесообразно выделить два варианта модернизации рассматриваемой структуры ГТС, которые заметно отличаются друг от друга. Вариант I подразумевает одновременную замену всех РАТС одного узлового района. Очевидно, что такое решение требует существенных разовых инвестиций, но обеспечивает простейший путь перехода к ССП. Для варианта II замена одной РАТС в узловом районе рассматривается как отдельный этап модернизации ГТС. Начальные затраты Оператора в этом случае будут минимальны, но процесс формирования ССП становится сложнее. По всей видимости, варианты I и II будут заметно различаться по суммарным затратам, необходимым для построения ССП. С этой точки зрения вариант I выглядит предпочтительнее.

На рисунке П5.7 показан вариант I для первого этапа модернизации сети с УВС. Нижняя плоскость иллюстрирует структуру городской сети, предназначенную для обмена информацией между терминалами пользователей. Изменения в системе сигнализации показаны в верхней плоскости рисунка П5.7. Поскольку коммутационное оборудование первого узлового района относится к современным системам распределения информации, замене подлежат УВС2 и обслуживаемые им аналоговые РАТС. Вместо трех аналоговых РАТС устанавливаются шесть концентраторов МАК. Эта величина выбрана условно. Методика определения оптимального числа концентраторов обсуждается в третьей главе

монографии. Аналогично, сеть IP изображена в виде облака без уточнения количества используемых в ней узлов коммутации (маршрутизаторов).

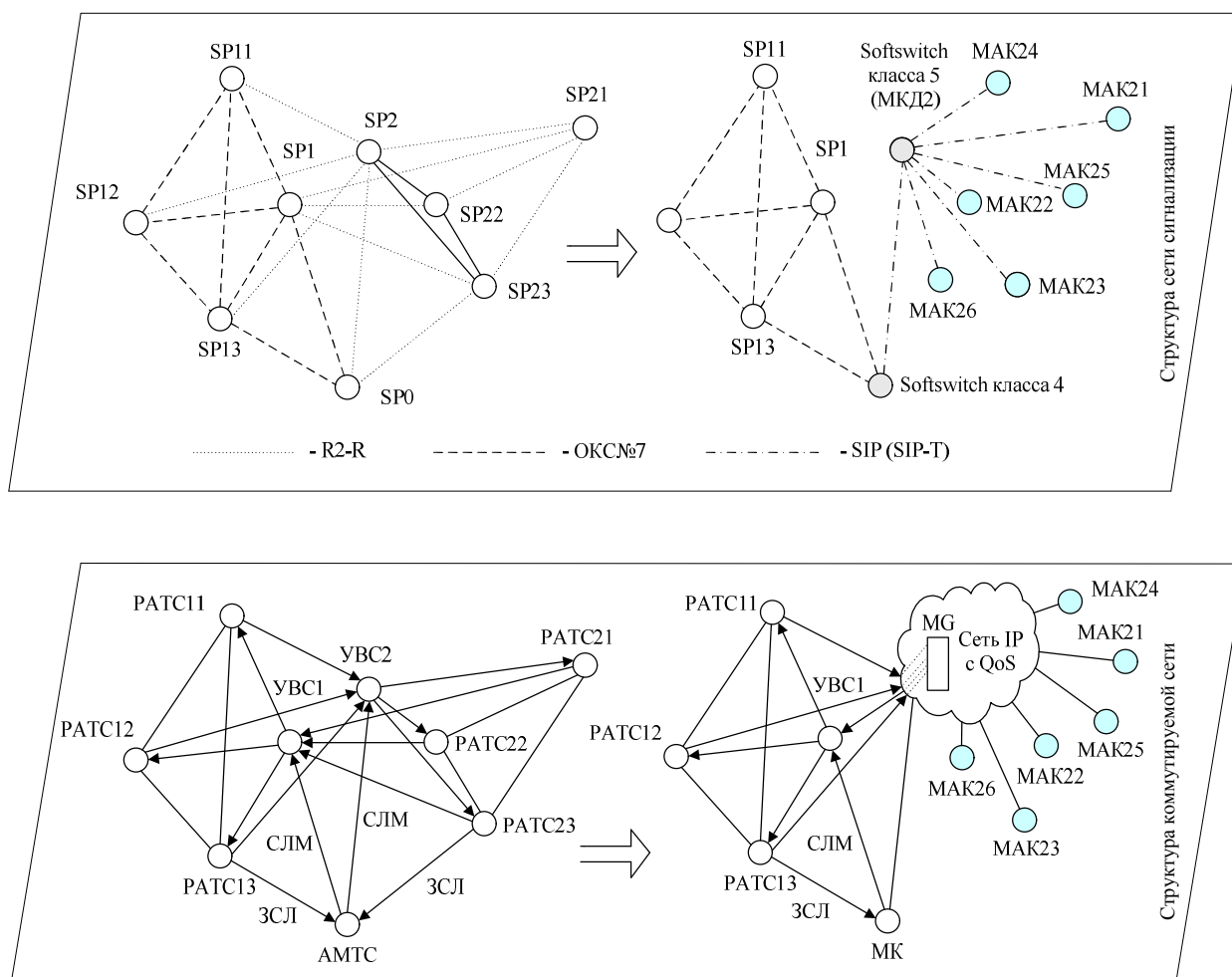


Рисунок П5.7. Первый этап модернизации ГТС с УВС. Вариант I

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

Для обеспечения функций взаимодействия между МАК и МКД используется протокол SIP (SIP-T). Этот же протокол применяется для связи МКД и Softswitch класса 4, который устанавливается вместе с МК. Обмен сигналами управления и взаимодействия между сетью IP и коммутационным оборудованием первого узлового района может осуществляться через Softswitch класса 4. Именно такая структура сети сигнализации показана в верхней части рисунка П5.7. Если ресурсы используемого Softswitch класса 4 не обеспечивают такую возможность, то необходимо устанавливать звенья сигнализации между SP1 и IP сетью.

Вариант II, представленный на рисунке П5.8, подразумевает замену только одной РАТС. Предполагается, что демонтируется РАТС23. Абоненты, которых обслуживала эта станция, переключаются в два концентратора – МАК21 и МАК22. Необходима установка МКД2, выполняющего функции Softswitch класса 5 и шлюза сигнализации GS, надобность в котором – при реализации варианта I – отсутствует. Шлюз MG должен иметь высокую пропускную способность, так как он обслуживает значительный трафик. Кроме того, данный шлюз, если проанализировать реальные характеристики эксплуатируемых ГТС с УВС, должен обеспечивать подключение большого числа пучков СЛ.

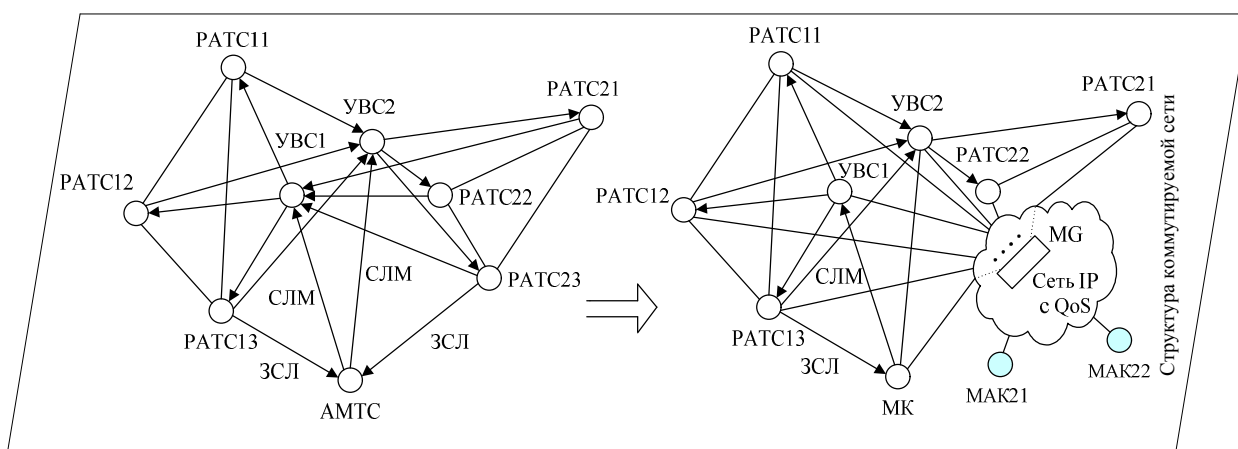
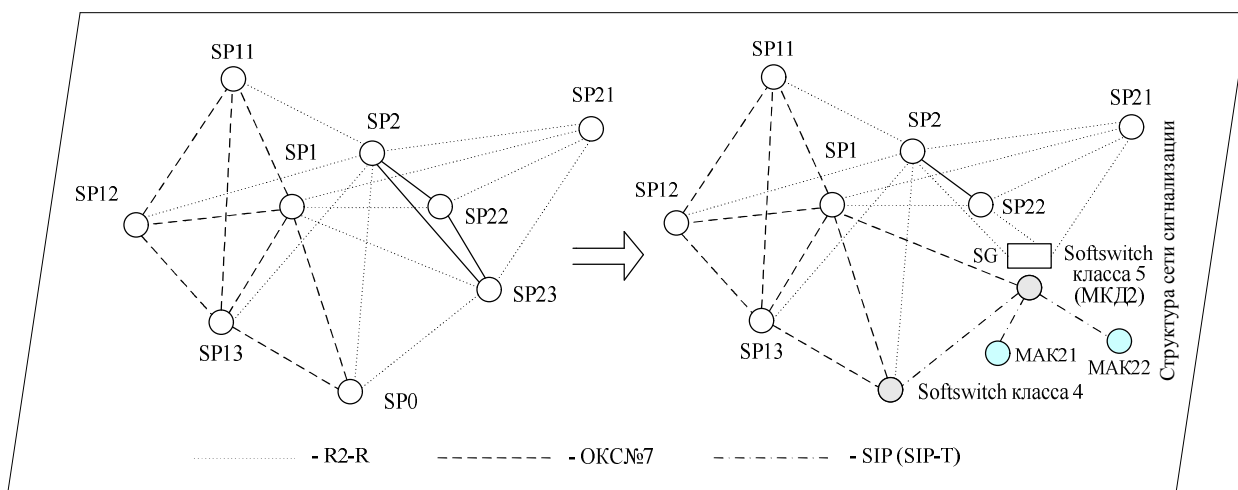


Рисунок П5.8. Первый этап модернизации ГТС с УВС. Вариант II

Второй этап для варианта II заключается в замене еще одной РАТС. Независимо от номера демонтируемой РАТС необходимо определить судьбу УВС2. Он может остаться как транзитный узел для последней электромеханической РАТС, эксплуатируемой в ГТС. Альтернативное решение заключается в демонтаже УВС2, что потребует переключения межстанционных связей последней аналоговой РАТС. Выбор решения для конкретной ситуации не представляет собой сложную задачу. В данном случае предполагается, что УВС2 сохранен для остающейся в эксплуатации РАТС22.

Демонтируемое оборудование РАТС23 может использоваться для расширения двух других аналоговых станций и узла, если это необходимо, или в качестве запасных частей узлов для ремонта эксплуатируемой аппаратуры. Процесс замены РАТС21 и РАТС22 может растянуться на неопределенное время. Поэтому некоторая часть демонтируемого оборудования может оказаться востребованной.

На рисунке П5.9 показана структура сети, образующаяся после замены аналоговой РАТС21 двумя концентраторами – МАК23 и МАК24. Оба концентратора включаются в сеть IP, что позволяет им поддерживать процессы обмена информацией любого рода в форме пакетов. Функции управления этими концентраторами возложены на МКД – Softswitch класса 5. МКД был установлен на первом этапе модернизации сети с УВС. Поэтому в плоскости, выделенной для сети сигнализации, не происходят столь же существенные изменения, которые характерны для нижнего фрагмента рассматриваемой модели.

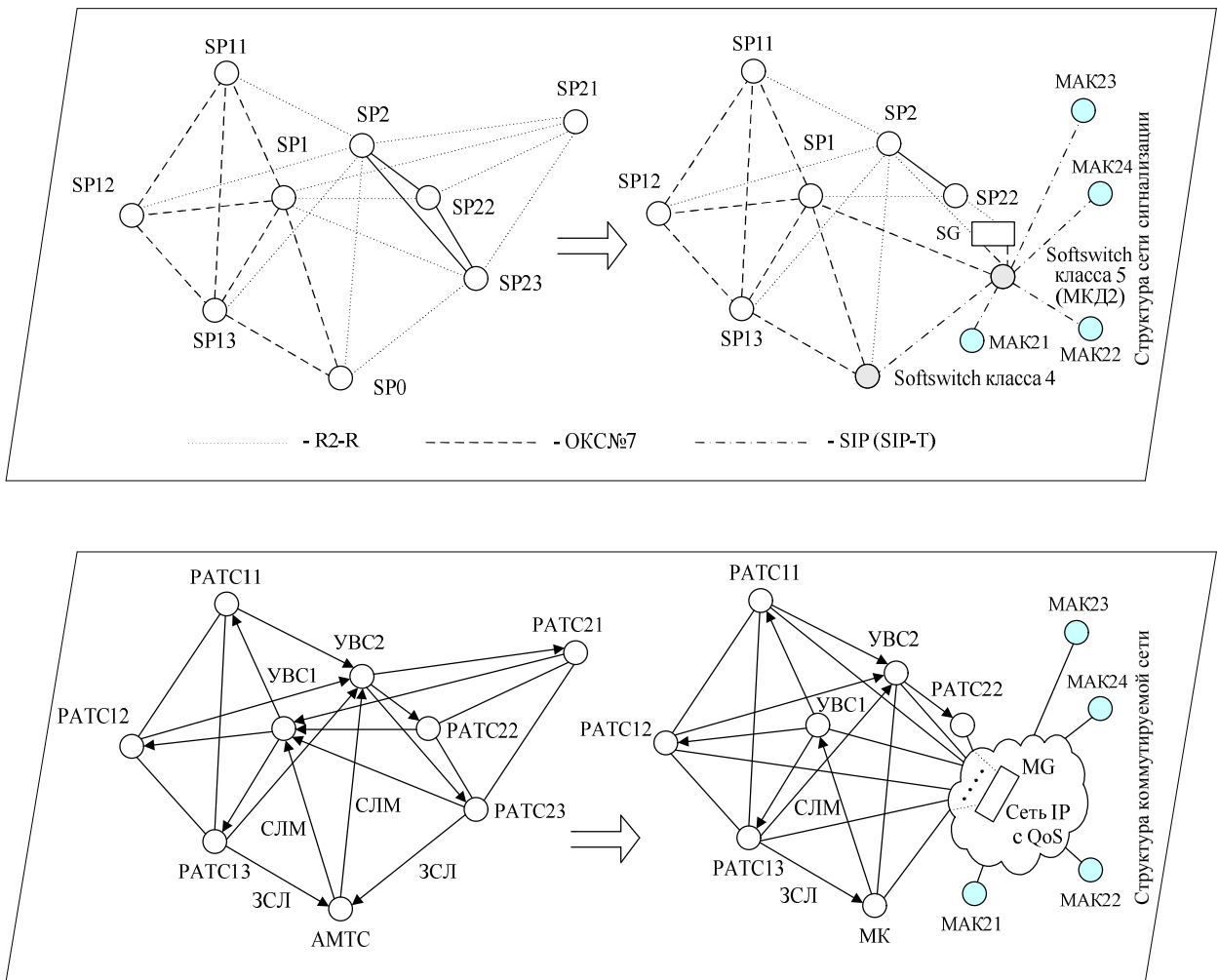


Рисунок П5.9. Второй этап модернизации ГТС с УВС. Вариант II

Следующий этап – замена РАТС22. В результате этой операции сформируется сеть, топология которой будет похожа на структуру, показанную на рисунке П5.7. Различия могут заключаться в количестве и в местах расположения оборудования МАК. Возможно, что будет другой и площадка, на которой разместится МКД2.

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

Вернемся к рисунку П5.7, который фиксирует состояние процесса построения ССП, практически идентичное для вариантов I и II. Далее будут заменяться цифровые РАТС первого узлового района. Эта операция может быть одномоментной – вариант I. Другие решения подразумевают постепенную замену цифровых РАТС. Если на каждом этапе модернизации ГТС будет заменяться только одна цифровая РАТС, то процесс становится похожим на вариант II. Его анализ был приведен выше, а структуры сетей показаны на рисунках П5.8 и П5.9. Поэтому далее рассматривается вариант I, когда все три цифровые коммутационные станции заменяются одновременно, а УВС1 ликвидируется.

Структура ССП, образующаяся после замены всех тех РАТС, которые использовали технологию "коммутация каналов", представлена на рисунке П5.10. Численность МАК и МКД выбрана произвольно – по аналогии с рисунками из раздела П5.2 (ГТС без узлов). Все одиннадцать концентраторов связаны с сетью IP двумя независимыми трактами, как показано на рисунке П5.3. Такая возможность обеспечивается применением кольцевых топологий при построении транспортной сети. Связь всех коммутаторов Softswitch обоих классов (пятого и четвертого) по принципу "каждый с каждым" гарантирует надежность сети сигнализации.

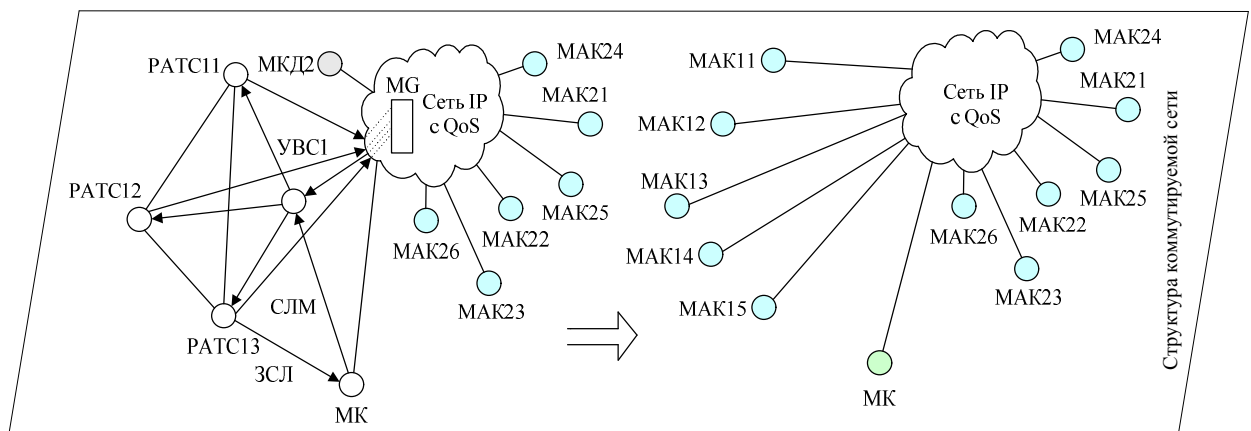
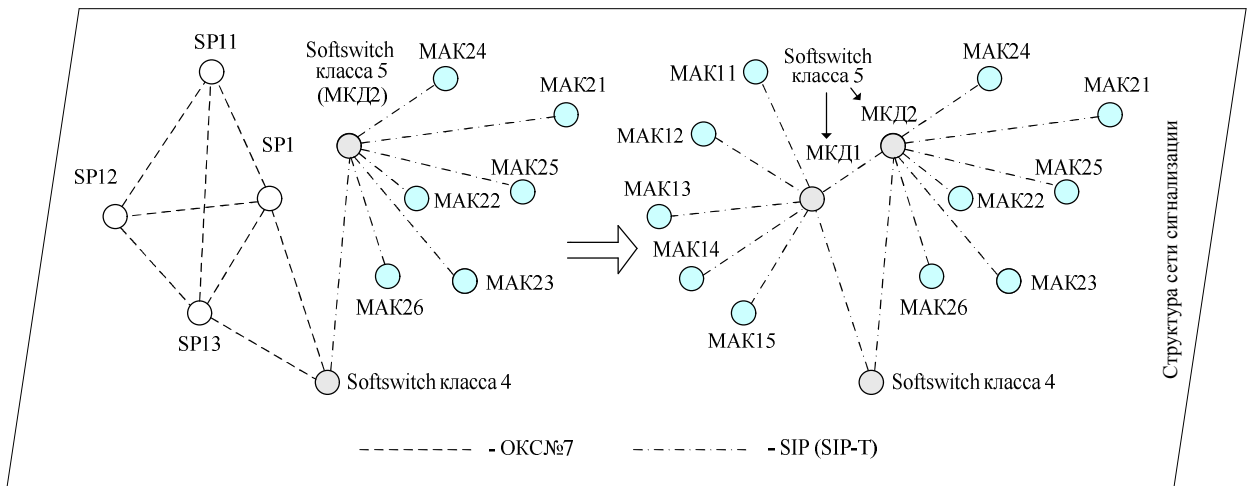


Рисунок П5.10. Заключительный этап модернизации ГТС с УВС. Варианты I и II

Правые нижние фрагменты рисунков П5.5 и П5.10 очень похожи. Это означает, что идеология ССП позволяет унифицировать структуру ГТС вне зависимости от ее емкости. Следует отметить, что и аппаратно-программным средствам, которые предназначены для построения ССП, также свойственна высокая степень унификации.

*Прогресс начинается с веры в то,
что необходимое всегда возможно.*
(Н. Казинс)

П5.4. Модернизация телефонной сети с УИС и УВС

Телефонные сети в крупных российских городах помимо УВС используют узлы исходящего сообщения (УИС). В некоторых случаях устанавливаются узлы исходящего и входящего сообщения (УИВС). Во всех российских ГТС с УИС и УВС или с УИВС местный номер абонента состоит из семи знаков. В тот период времени, когда основным коммутационным оборудованием были электромеханические АТС, переход к сетям с УИС и УВС становился неизбежным при емкости ГТС свыше 800 тысяч номеров [2]. На самом деле переход к сетям с УИС и УВС осуществлялся при меньшей емкости сети.

Модель сети, построенной с УИС и УВС, показана на рисунке П5.11. Она состоит из двух узловых районов. В каждом таком районе изображены три РАТС. В первом узловом районе все три РАТС связаны между собой через свои узлы. Все РАТС во втором узловом районе связаны между собой по принципу "каждая с каждой". Предполагается, что пучки ЗСЛ и СЛМ организованы между АМТС и УИС/УВС соответственно. В отличие от

модели, рассмотренной в предыдущем разделе, не вводятся никаких предположений о типах систем коммутации в обоих узловых районах.

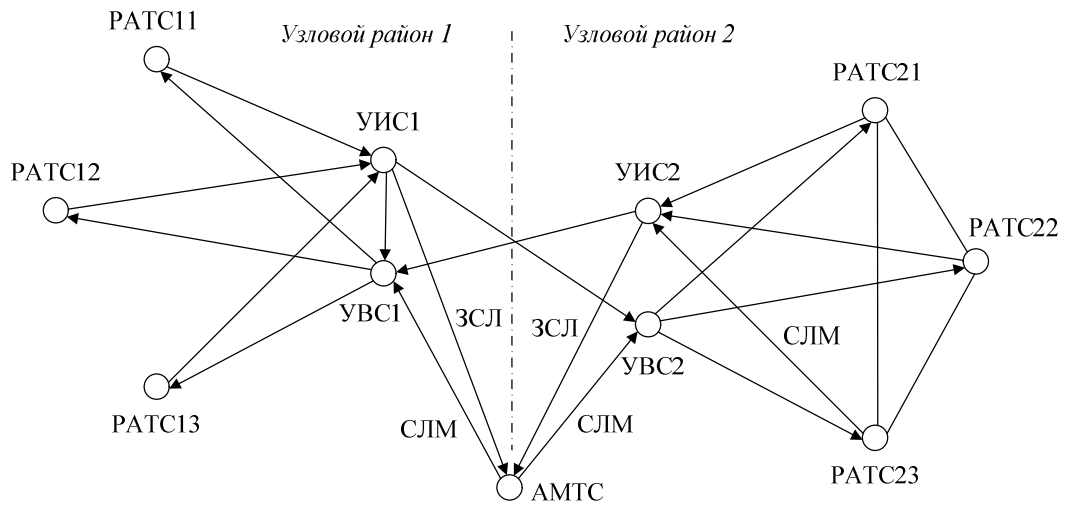


Рисунок П5.11. Модель ГТС с узлами исходящего и входящего сообщения

Формирование сети сигнализации при модернизации ГТС с УИС и УВС происходит по тем же принципам, которые были рассмотрены в разделах П5.2 и П5.3. Поэтому далее плоскость "структура сети сигнализации" в состав иллюстраций не включается. Основное внимание уделяется методологическому подходу к модернизации ГТС большой емкости. Вводится ряд предположений о формировании IP сети, поддерживающей показатели QoS.

Информация об основных характеристиках эксплуатируемой системы электросвязи и прогностические оценки спроса на новые инфокоммуникационные услуги позволяют определить оптимальную структуру ССП на момент завершения процесса модернизации ГТС. Модель такой структуры местной сети приведена на рисунке П5.12. Количество МАК и транзитных коммутаторов (ТК) в IP сети выбрано произвольно.

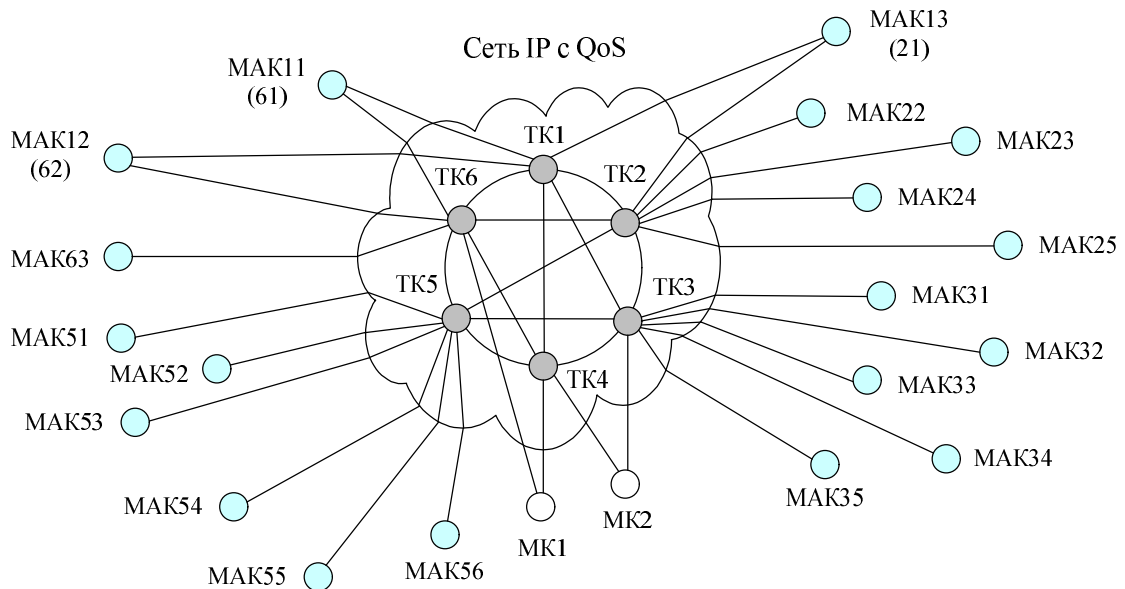


Рисунок П5.12. Модель оптимальной структуры ССП для крупного города

Каждый МАК включается в один из опорных коммутаторов двумя трактами, проходящими по независимым (в терминах теории надежности) путям. Принципы такого решения были показаны выше – на рисунке П5.3. Для некоторых МАК может оказаться необходимым включение в два опорных коммутатора (и даже более). На рисунке П5.12 такая возможность иллюстрируется для МАК11, МАК12 и МАК13. Для этих трех

концентраторов в скобках указаны их "вторые" номера. Первая цифра "второго" номера указывает на тот ТК, в который МАК включен для повышения надежности связи.

Сеть IP в исследуемой модели состоит из шести ТК. Каждый ТК можно считать маршрутизатором. Задача ТК заключается в надежной передаче IP-пакетов в соответствии с заранее выбранным маршрутом. На рисунке П5.12 показана структура связи ТК между собой, близкая к полносвязному графу. Выбор оптимальной структуры связи между ТК – один из характерных примеров той группы задач, которые не входят в перечень вопросов, рассматриваемых в этом Приложении. В качестве другого примера можно назвать выбор структуры связи между ТК и МК. Для крупных городов будут устанавливаться два или более МК. Их связь с шестью ТК иллюстрирует очевидное требование: к каждому МК должны подходить тракты не менее чем из двух узлов IP сети. При этом каждый тракт между МК и ТК должен быть организован по двум независимым трассам. Пример такого решения – кольцевая структура, приведенная на рисунке П5.3.

Задача проектировщика заключается в поиске рациональных путей перехода от ГТС с узлами к сети ССП, оптимальная структура которой уже известна. На рисунке П5.13 приведена структура сети ССП, формируемой на первом этапе модернизации ГТС с УИС и УВС. Предполагается, что уже введен один МК и началось формирование IP сети. В обоих узловых районах заменяется по одной РАТС. На рисунке П5.13 показано также включение трех IP-УАТС. Слова "Вариант I" подчеркивают особенность рассматриваемой модели: УИС и УВС обоих узловых районов остаются в эксплуатации. В ряде случаев процесс формирования ССП целесообразно начинать с замены УИС и УВС. Подобный вариант эволюции ГТС – ему присвоен номер II – также будет рассмотрен.

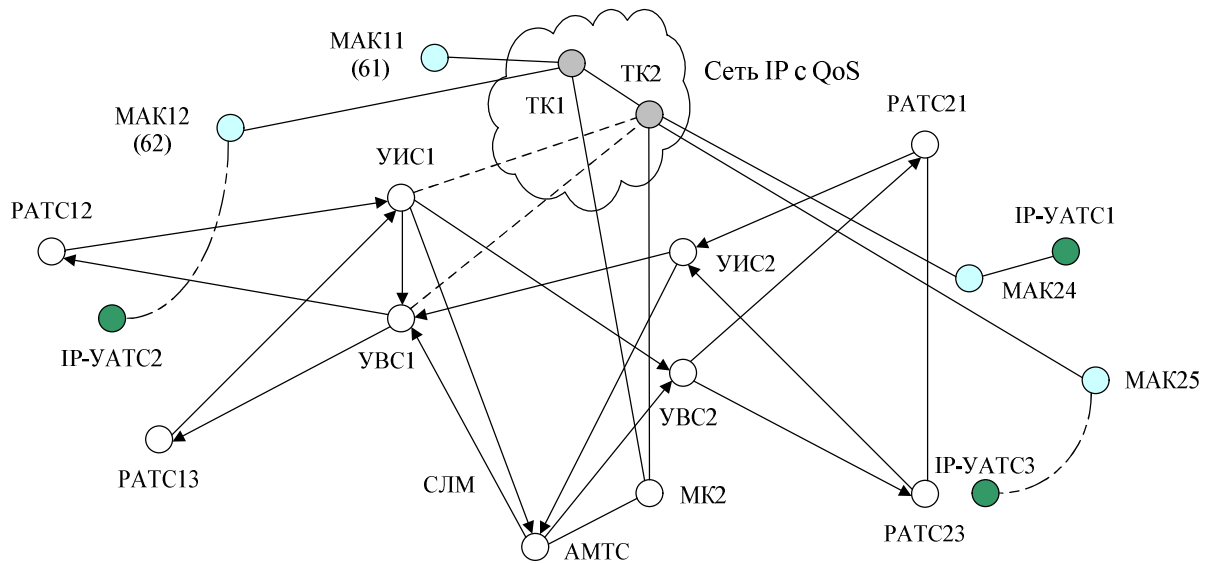


Рисунок П5.13. Первый этап модернизации сети с УИС и УВС. Вариант I

Абонентские терминалы, обслуживаемые ранее РАТС12 и РАТС21, переключаются в четыре концентратора. Предположим, что для их подключения в сеть IP необходимы два ТК. С их установки начинается процесс формирования IP сети с поддержкой показателей QoS. Оба транзитных коммутатора связаны с МК2, который, в свою очередь, обеспечивает обмен трафиком в форме IP-пакетов с ГТС и с сетями дальней связи через АМТС. Она должна, при необходимости, осуществлять переход на технологию "коммутация каналов". Магистральный коммутатор преобразует информацию, поступающую в него из АМТС по трактам Е1, в IP-пакеты для их последующей маршрутизации до соответствующего МАК.

Изменение технологии коммутации может осуществляться не только на участке АМТС – МК2. Пунктирными линиями показаны связи ТК2 с УИС1 и УВС2. Это означает, что для транзита местного трафика могут использоваться другие тракты. Выбор способа взаимодействия коммутационного оборудования с разными технологиями коммутации

может быть сделан после сравнения затрат, которые необходимы для каждого возможного решения подобной задачи.

Первая IP-УАТС находится в зоне обслуживания МАК24. Задача проектировщика – выбрать трассу для связи этих двух элементов сети доступа и рассчитать пропускную способность тракта, обеспечивающего обмен IP-пакетами. Сложнее обстоит дело с двумя другими IP-УАТС. Они расположены вне зон обслуживания всех четырех МАК. Понятно, что включение IP-УАТС в РАТС нельзя считать разумным решением, так как ухудшаются показатели качества телефонной связи и возникает ряд сложных проблем с поддержкой многих современных услуг.

Целесообразно воспользоваться возможностью полупостоянной коммутации в МВК транспортной сети. Полупостоянные тракты на участках IP-УАТС2 – МАК12 и IP-УАТС3 – МАК25 изображены на рисунке П5.13 пунктирными линиями. По мере появления МАК вблизи этих IP-УАТС от полупостоянных соединений следует отказываться. При этом каждая IP-УАТС будет переключаться в ближайший к ней МАК.

На втором этапе модернизации ГТС с узлами двух типов происходит расширение IP сети и одновременное сокращение численности коммутационных станций, использующих технологию "коммутация каналов". На рисунке П5.14, иллюстрирующем этот процесс, показана ситуация после замены РАТС12 и РАТС21 несколькими концентраторами. В один из них переключается IP-УАТС2.

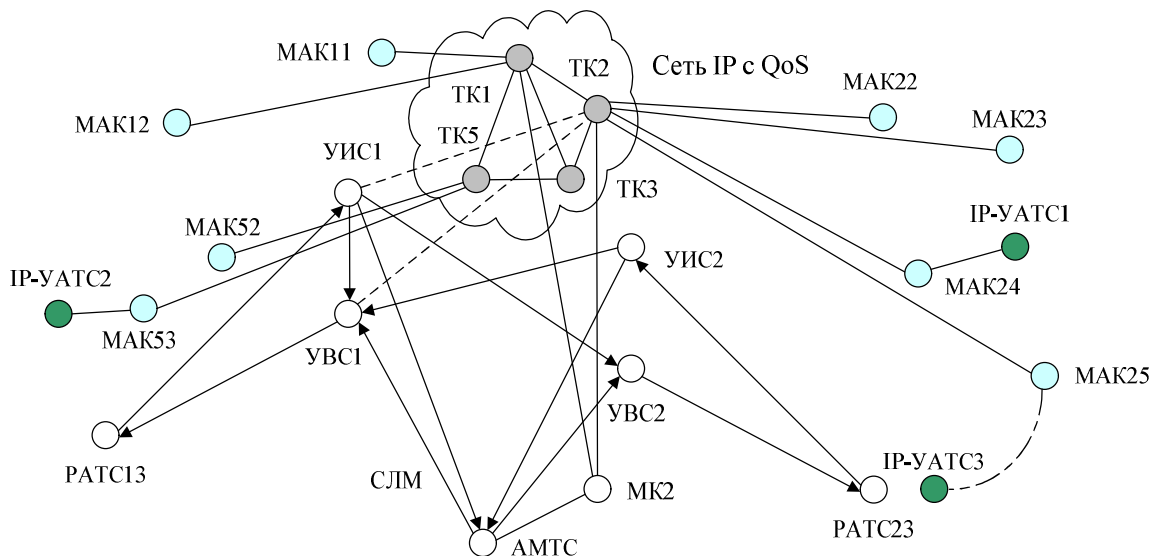


Рисунок П5.14. Второй этап модернизации сети с УИС и УВС. Вариант I

В каждом узловом районе остаются УИС и УВС, обслуживающие одну РАТС. На третьем этапе, который становится завершающим, выполняются следующие операции:

- заменяются все УИС и УВС, а также РАТС13 и РАТС23, то есть технология "коммутация каналов" в сети Оператора городской инфокоммуникационной системы более не используется;
- АМТС заменяется магистральным коммутатором (ему на рисунке П5.12 был присвоен первый номер);
- окончательно формируется сеть IP, в которой устанавливаются еще два ТК и создаются, при необходимости, дополнительные транспортные ресурсы;
- вводятся все предусмотренные в процессе планирования сети концентраторы, в один из которых переключается IP-УАТС3.

На рисунке П5.15 воспроизведена структура сформированной ССП. Она повторяет топологию, выбранную в качестве оптимальной (рисунок П5.12). Различие иллюстраций состоит в том, что ранее не были показаны три IP-УАТС, которые подключены к разным концентраторам.

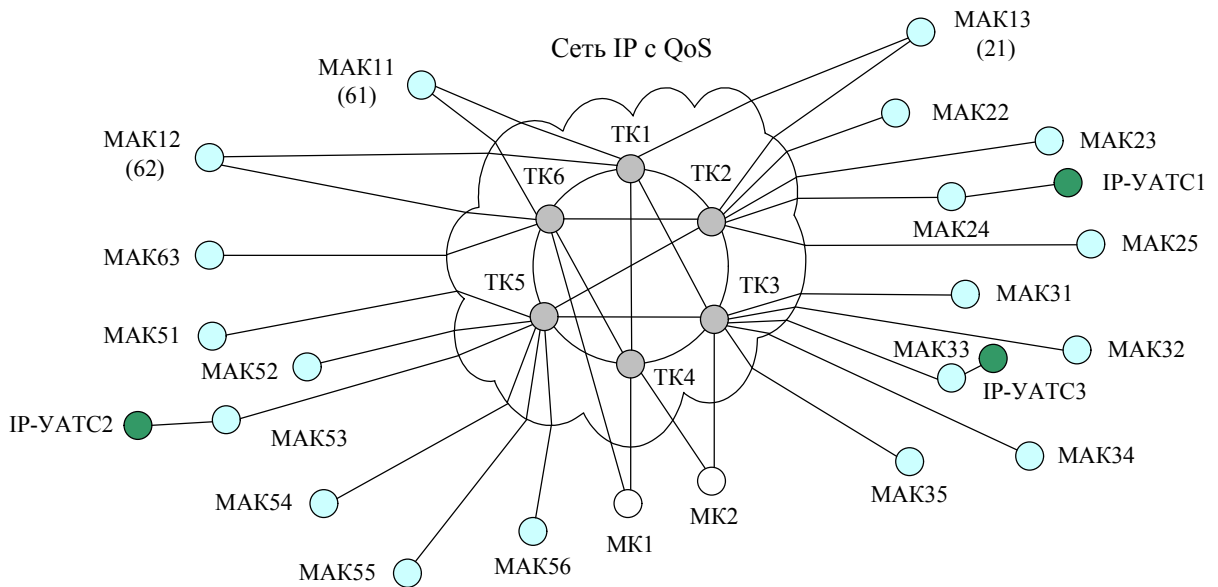


Рисунок П5.15. Структура СПП, создаваемая в результате модернизации ГТС

Второй вариант модернизации ГТС с узлами основан на превентивной замене УИС и УВС. Основные принципы такого пути формирования СПП иллюстрирует рисунок П5.16. Показан радикальный способ перехода к СПП – одновременная замена всех узлов, что подразумевает и установку двух МК вместо АМТС. Некоторые детали, идентичные для обоих вариантов, на рисунке П5.16 не показаны. Похожее решение рассматривается в работе [10], которая посвящена анализу возможных вариантов перехода киевской ГТС на пакетные технологии.

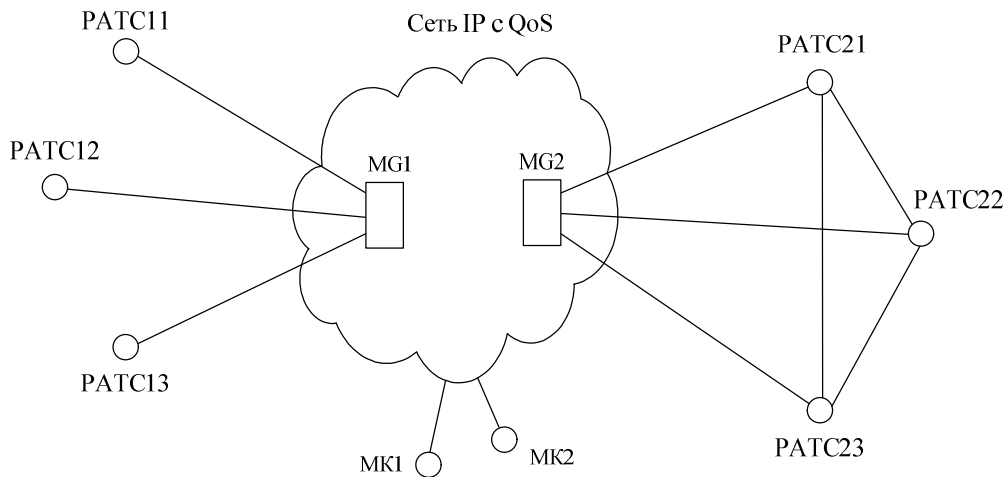


Рисунок П5.16. Первый этап модернизации сети с УИС и УВС. Вариант II

На первый взгляд вариант II выглядит предпочтительнее. К сожалению, подобные решения не всегда можно подкрепить экономическим обоснованием. Следует упомянуть три причины, существенно повышающие те затраты Оператора, которые необходимы на первом этапе модернизации ГТС:

- шлюзы МГ, надобность в которых в перспективе отпадает, должны иметь высокую пропускную способность для обслуживания трафика, создаваемого всеми ПАТС узлового района;
- IP сеть с поддержкой показателей QoS должна создаваться практически сразу из-за демонтажа узлов, использующих технологию "коммутирования каналов";

- трафик, направляемый в сеть дальней связи, представлен в форме IP-пакетов, что определяет необходимость установки одновременно двух МК.

Важная положительная особенность варианта II заключается в возможности замены РАТС в течение длительного периода и с минимальными затратами. На рисунке П5.17 показан второй этап модернизации ГТС. Предполагается, что заменяются РАТС11 и РАТС23.

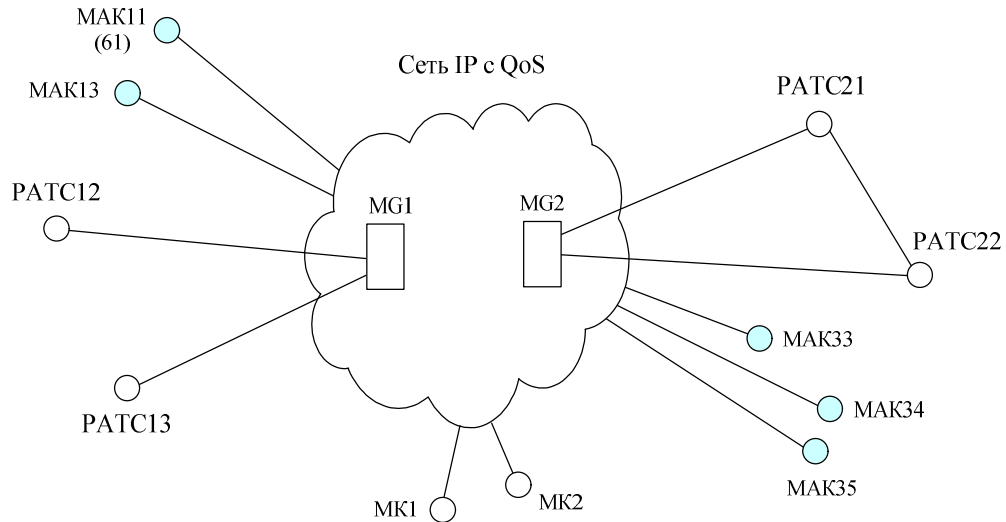


Рисунок П5.17. Второй этап модернизации сети с УИС и УВС. Вариант II

Постепенная замена всех остающихся РАТС концентраторами приведет к созданию ССП, структура которой была выбрана ранее в качестве оптимальной. Оператор получает возможность проведения более гибкой политики в отношении эксплуатируемых РАТС. В качестве обоснования этого утверждения можно привести еще один вариант создания ССП, похожий на идею построения выделенной сети. Безусловно, рассматриваемый ниже вариант (под третьим номером) возможен только при условии, что уже создана сеть IP с поддержкой показателей QoS. Основная идея варианта III показана на рисунке П5.18. Изображены две РАТС, для которых обслуживание определенной группы пользователей целесообразно перевести на технологию "коммутация пакетов".

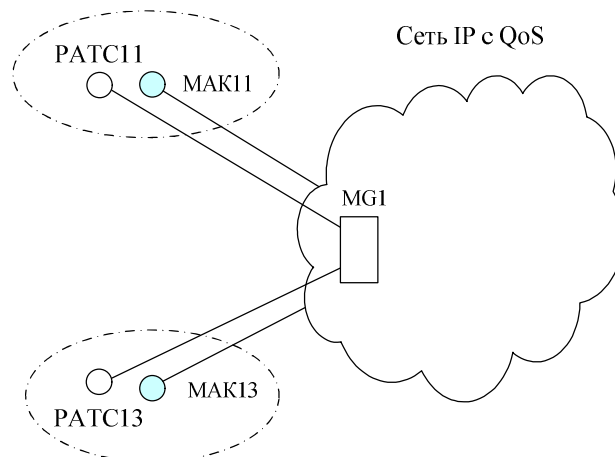


Рисунок П5.18. Модернизация сети с УИС и УВС. Вариант III

В помещении (чаще всего – в кроссе) каждой РАТС устанавливается концентратор, назначение которого состоит в подключении терминального оборудования пользователей, заинтересованных в иной технологии коммутации. Решение похоже на апробированную практику установки мультимедийных DSLAM для организации высокоскоростного доступа с

помощью оборудования ADSL. Не исключено, что при реализации варианта III замена значительной части ПАТС (в частности, цифровых коммутационных станций) может стать задачей на далекую перспективу. Это решение служит основой прагматического подхода к созданию ССП. Он подробнее рассматривается в шестом разделе данного Приложения.

*Усовершенствовать можно
только самого себя.
(О. Хаксли)*

П5.5. Модернизация сельской телефонной сети

Сценарии модернизации системы сельской телефонной связи можно представить при помощи модели, приведенной в левой верхней части рисунка П5.19. Следует отметить, что структура типичной российской СТС оставалась неизменной при смене нескольких поколений систем передачи и коммутации.

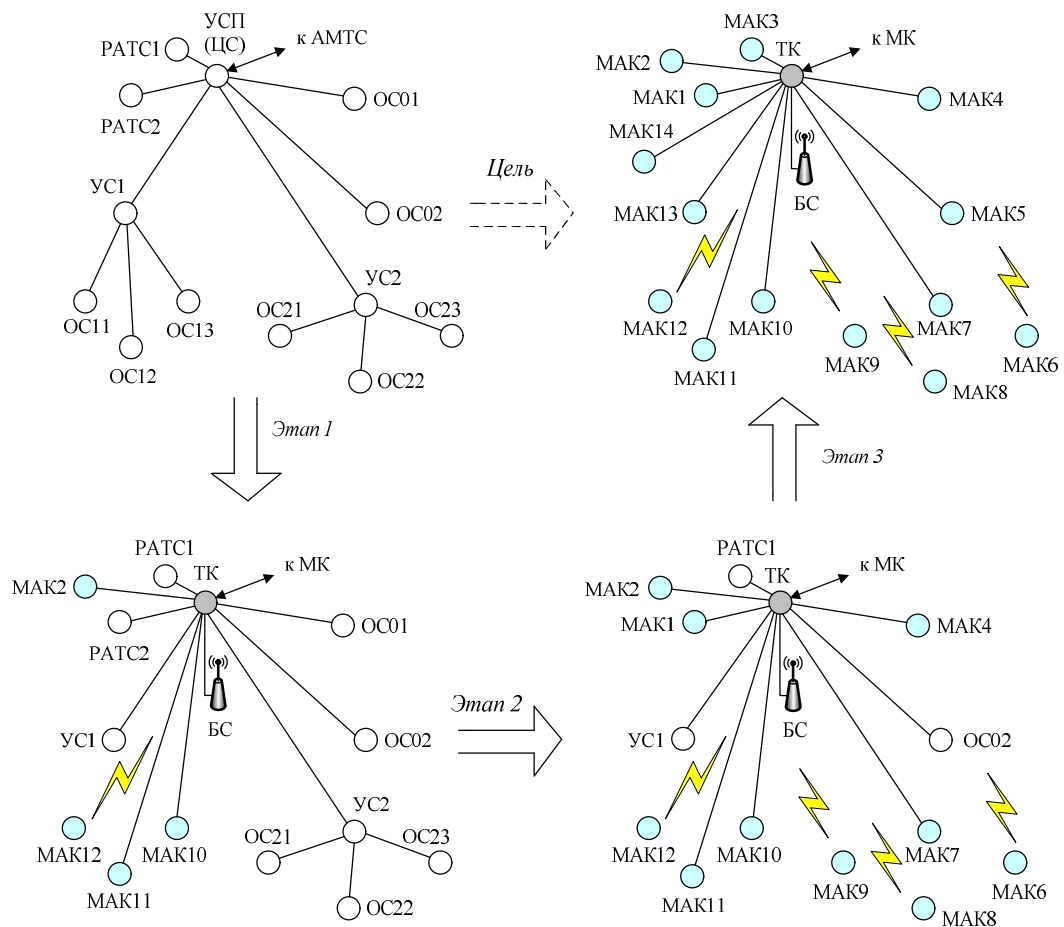


Рисунок П5.19. Типичный сценарий модернизации СТС

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

транзита трафика. Это оборудование позволяет подключить "свою" и ряд других ОС к ЦС или УСП сельского административного района.

В центре сельского района создается ГТС. Она может состоять всего из одной ЦС, которая обслуживает трафик ГТС и СТС. В крупных районных центрах создаются ГТС, состоящие из нескольких РАТС. На рисунке П5.19 показан именно такой случай. РАТС1 и РАТС2 обслуживают абонентов ГТС районного центра. Две ОС включены в УСП (ЦС) непосредственно. Такой способ связи называется радиальным. Радиально-узловой способ подразумевает включение ОС через УС. На рисунке П5.19 такое решение показано для двух УС, каждая из которых обеспечивает обслуживание трех ОС.

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

- для подключения пользователей, расположенных на территории районного центра, целесообразно установить три концентратора;
- связь четырех концентраторов с транзитным коммутатором районного центра следует реализовать за счет системы беспроводного доступа;
- целесообразно установить концентратор (МАК14) в том населенном пункте, где ранее не было коммутационной станции.

Теперь необходимо найти рациональную программу для достижения поставленной цели. На рисунке П5.19 выделено три этапа в решении поставленной задачи – переходу к ССП. Первый этап включает ряд первоочередных преобразований: появление МК на уровне междугородной сети и замена УСП (ЦС) транзитным коммутатором. На рисунке П5.19 не показана структура сети сигнализации и принципы ее развития. Положения, касающиеся сигнализации, будут изложены ниже – в комментариях к следующему рисунку.

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

- для включения группы пользователей вводится МАК2, поддерживающий, как и все одноименные концентраторы, обслуживание класса *triple-play service*;
- устанавливается оборудование беспроводного доступа (на рисунке показана связь базовой станции с транзитным коммутатором), которое на первом этапе было предназначено только для подключения МАК12;
- все ОС, включенные в УС1, демонтируются, а вместо них устанавливаются три концентратора (МАК10, МАК11 и МАК12).

После всех преобразований, запланированных на первом этапе модернизации СТС, формируется основа ССП. Следующие этапы эволюции системы сельской телефонной связи направлены на замену УС и ОС, основанных на технологии коммутации каналов. Кроме того, вводится концентратор в том населенном пункте, где ранее не было ОС. Радикальные изменения происходят с транспортными ресурсами для населенных пунктов, где ранее размещались ОС21, ОС22 и ОС23. Включение трех МАК, заменяющих эти ОС, предусмотрено за счет оборудования беспроводного доступа.

Структура сети к моменту завершения второго этапа модернизации СТС показана в правой нижней части рисунка П5.19. Из ранее установленного оборудования коммутации в эксплуатации остаются лишь РАТС1, УС1 и ОС02. Ресурсы беспроводного доступа после установки МАК6, МАК8 и МАК9 задействованы полностью. Задача Оператора на третьем (завершающем) этапе формирования ССП состоит в следующем. Необходимо заменить РАТС1, УС1 и ОС02, а также ввести в эксплуатацию МАК14. После проведения соответствующих работ поставленная цель будет достигнута: Оператор создаст сеть ССП, структура которой показана в правом верхнем углу рисунка П5.19.

Изменения в системе сигнализации в значительной мере определяются принципами модернизации телефонной сети районного центра. Два основных варианта формирования ССП на территории районного центра показаны на рисунке П5.20. Эта иллюстрация, как и несколько предыдущих, состоит из двух плоскостей, позволяющих разделить принципы

построения сетей для передачи информации между терминалами пользователей и для сигнализации.

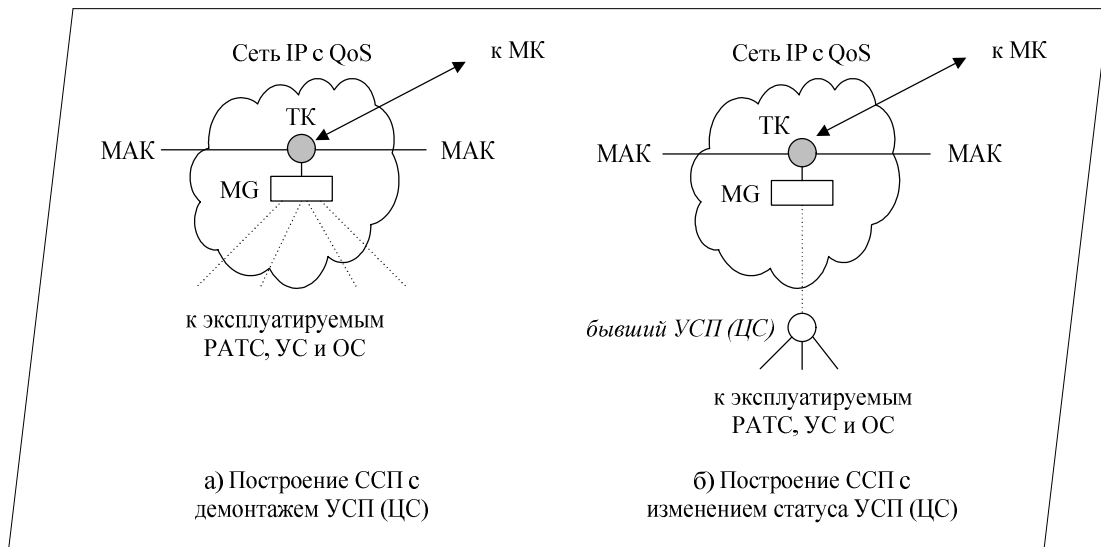
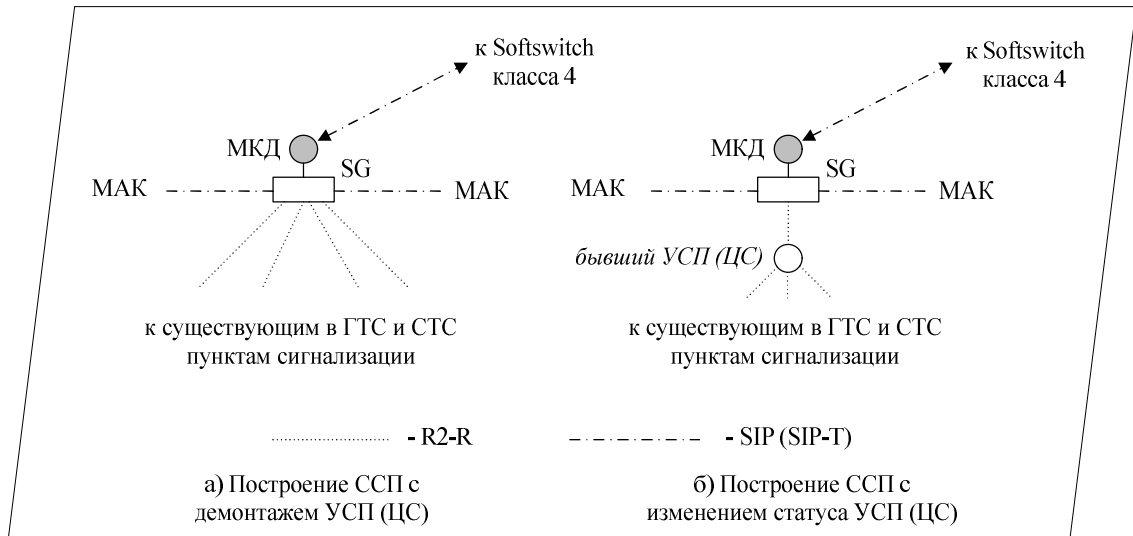


Рисунок П5.20. Два варианта модернизации телефонной сети районного центра

Вариант (а) предусматривает демонтаж УСП (ЦС), что требует переключения всех коммутационных станций в ТК. Эксплуатируемые АТС, которые используют технологию "коммутация каналов", подключаются к ТК через шлюз МГ. Пропускная способность этого шлюза должна рассчитываться исходя из объема трафика, обрабатываемого всеми коммутационными станциями, которые подключены к шлюзу МГ. Соответствующие изменения в сети сигнализации показаны в верхней плоскости рисунка П5.20. Очевидно, что производительность шлюза сигнализации SG должна вычисляться с учетом всех типов сообщений, которыми МКД обменивается с пунктами сигнализации, созданными в СТС и в ГТС районного центра.

Вариант (б) основан на изменении статуса УСП (ЦС). Новый статус оборудования коммутации этого уровня иерархии ближе всего к шлюзу. УСП (ЦС) в нижней плоскости модели можно рассматривать как шлюз, согласующий две технологии коммутации – каналов и пакетов. Этот шлюз позволяет применять аппаратно-программные средства МГ всего с одним типом интерфейса и с небольшой пропускной способностью. Для верхней плоскости рассматриваемой модели оборудование УСП (ЦС) целесообразно трактовать как шлюз сигнализации. Он позволяет ограничить номенклатуру интерфейсов, которые

должны поддерживаться аппаратно-программными средствами SG. Производительность шлюза SG будет меньше, чем величина, необходимая для реализации варианта (а).

Сельским районам в России и в ряде других стран свойственны заметные различия, касающиеся численности потенциальных пользователей и характера их расположения в границах сети Оператора связи, размеров обслуживаемой территории, уровня спроса на инфокоммуникационные услуги, климатических условий, а также других факторов. Городам не присущи столь же существенные различия перечисленных выше атрибутов, весьма важных для инфокоммуникационной системы. Поэтому принципы модернизации развития системы сельской связи (учитывая и особенности отдаленных пунктов) требуют тщательной проработки. Этот вывод подтверждается активностью сектора развития МСЭ, а также ряда других международных и национальных организаций, занимающихся вопросами построения сетей электросвязи в сельской местности.

Спящего не буди, проснувшегося накорми.
(Восточная пословица)

П5.6. Прагматическая стратегия построения ССП

Анализ принципов перехода к ССП, выполненный последовательно для местных телефонных сетей разной структуры [11, 12, 13, 14, 15], основан на рациональных путях модернизации ТФОП за счет изменения технологий коммутации. Правомерна и другая постановка задачи: обеспечить подключение к ССП терминального оборудования тех абонентов, которые заинтересованы в новых видах обслуживания и готовы оплачивать предоставляемые услуги.

Такой подход обусловлен рядом особенностей российской инфокоммуникационной системы, среди которых следует выделить два аспекта, существенных с точки зрения перехода к ССП:

I. Темпы модернизации ТФОП остаются низкими. За двадцать пять лет, прошедшие с момента установки первой цифровой коммутационной станции в 1984 году, уровень цифровизации ТФОП достиг примерно 70%. Причем в мегаполисах этот показатель был ниже общероссийского. Следовательно, в ТФОП функционирует множество цифровых АТС, замена которых оборудованием ССП экономически нецелесообразна.

II. Спрос на современные инфокоммуникационные услуги для сравнительно малых (по численности) абонентских групп формируется очень быстро. Эти абонентские группы обычно распределены *по всей территории*, обслуживаемой местной телефонной сетью. При ожидаемых темпах создания ССП значительная часть абонентов, которая приносит Оператору существенные доходы, уйдет к конкурирующим компаниям.

Если объединить стратегии построения "наложенной" и выделенной сетей [1] под эгидой одного Оператора, то можно предложить еще один подход к развитию системы телефонной связи. Он может рассматриваться как прагматическая стратегия перехода к ССП. Эта стратегия позволит эффективно модернизировать ТФОП с учетом особенностей российской телекоммуникационной системы, перечисленных выше.

На рисунке П5.21 показан фрагмент ГТС, который состоит из двух АТС. Первая станция является цифровой, а вторая – аналоговой. Будем считать, что в границах зоны обслуживания первой АТС насчитывается K_1 абонентов, для которых интересны услуги, предоставляемые ССП. При этом, L_1 абонентов в таких услугах не нуждается. Очевидно, что в ближайшее время $L_1 \gg K_1$. Аналогичная картина будет характерна для второй АТС, то есть $L_2 \gg K_2$. В зданиях АТС устанавливаются концентраторы МАК. В первый и во второй МАК включаются K_1 и K_2 портов соответственно. Стык между МАК1 и АТС1 соответствует интерфейсу V5.2. Для сопряжения аналоговой АТС2 и МАК2 необходим конвертор (С). При переключении абонентских линий из АТС в МАК не меняется номер

абонента в ТФОП, что привлекательно для многих пользователей, вложивших, например, значительные средства в рекламу своего номера.

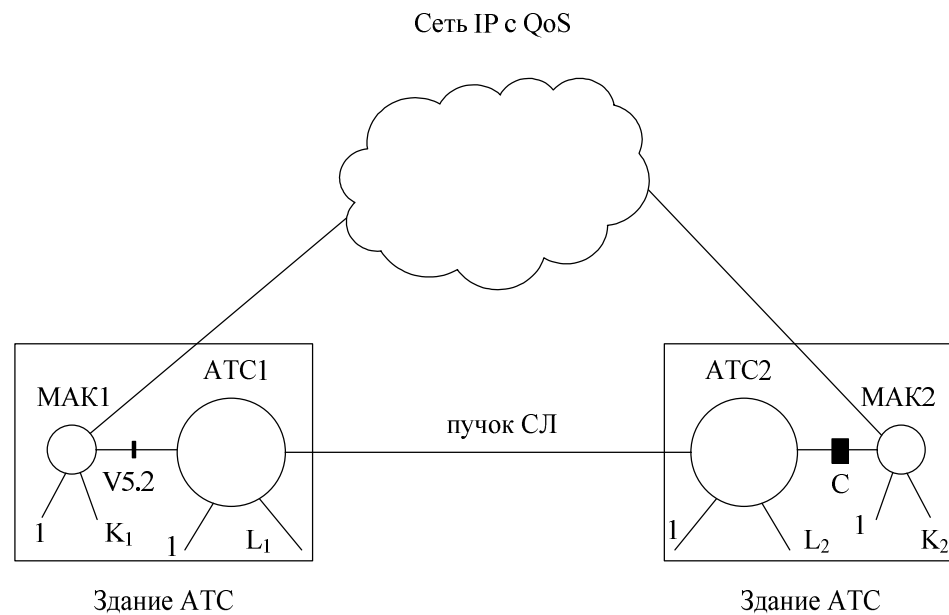


Рисунок П5.21. Прагматическая стратегия: начальный этап формирования ССП

Оба концентратора включаются в сеть IP, которая поддерживает все показатели QoS, специфицированные для ССП. Это означает, что всем абонентам, включенным в МАК, доступны услуги, которые входят в набор triple-play service.

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

Эволюция ТФОП заключается в постепенном росте величин K_j (числа абонентов, обслуживаемых аппаратно-программными средствами МАК). Это означает, что величина L_j (число эксплуатируемых портов в АТС) снижается. Процесс будет продолжаться до полного вывода АТС из коммерческой эксплуатации.

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

- выделенная сеть создается сразу для всех абонентских групп местной телефонной сети (на площадках эксплуатируемых РАТС);
- емкость каждого концентратора МАК на начальном этапе формирования ССП существенно меньше, чем емкость любого коммутатора ССП при реализации "наложенной" сети (такое же утверждение, как правило, будет справедливым для транспортных ресурсов на участке МАК – сеть IP).

Важная особенность прагматической стратегии перехода к ССП состоит в том, что учитывается различие спроса на новые инфокоммуникационные услуги и обеспечивается защита тех инвестиций, которые были сделаны (как правило, не так давно) в развитие цифровой ТФОП с коммутацией каналов.

Завершающая фаза модернизации ГТС показана на рисунке П5.22. Обмен пакетами между концентраторами осуществляется с использованием транспортного протокола реального времени (RTP).

финансовых показателей оценивается с заранее заданным периодом – месяц, квартал или год).

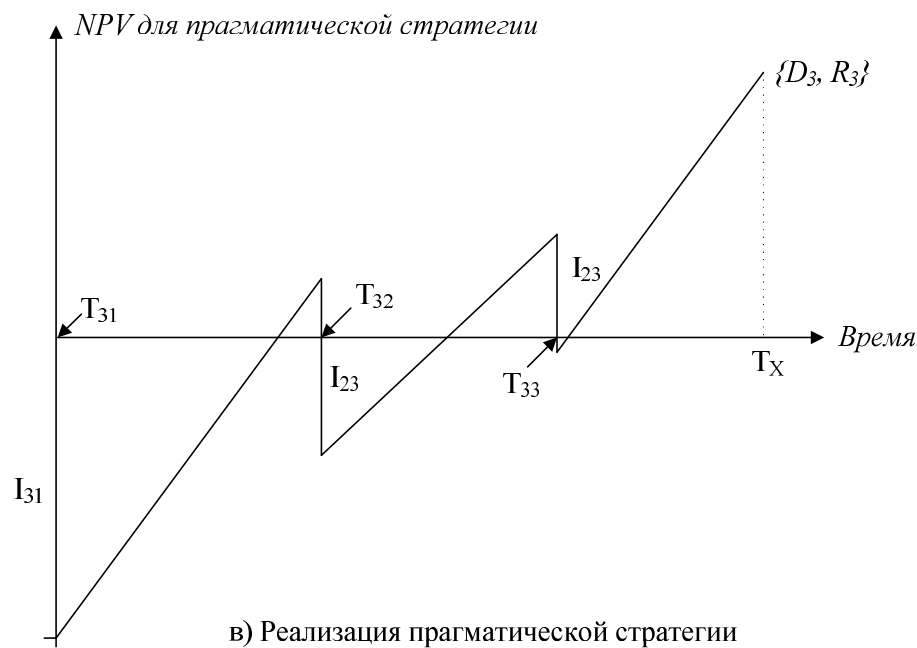
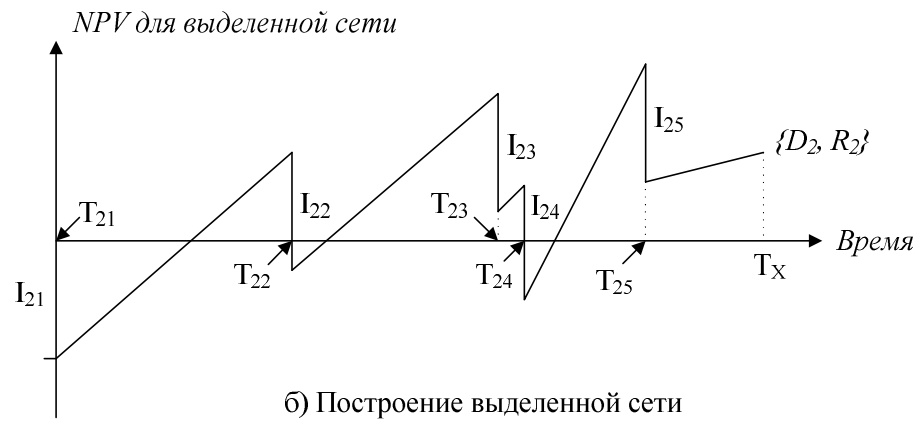
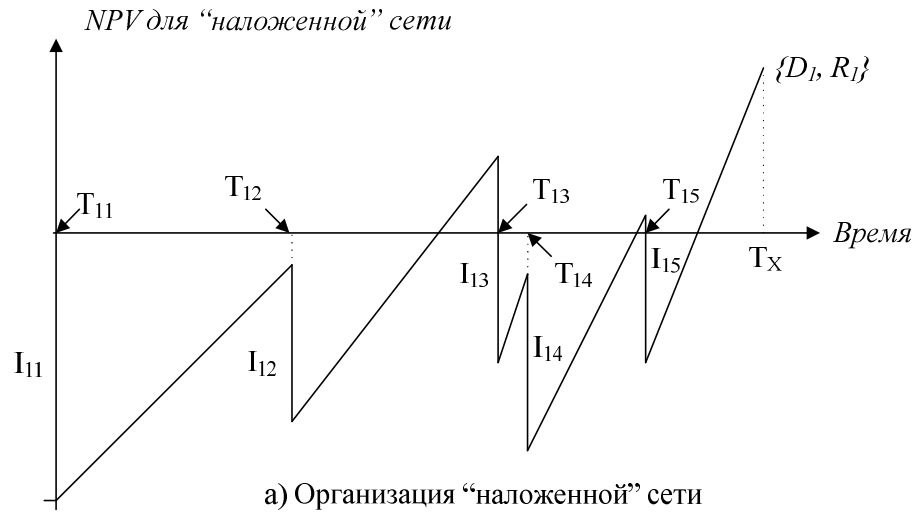


Рисунок П5.23. Поведение кривых *NPV* для трех стратегий развития ТФОП

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

Вторая стратегия подразумевает создание выделенной сети ССП некой новой компанией. Задачи Оператора, который ограничивает свой бизнес предоставлением абонентам основных и дополнительных услуг телефонной связи, известны. Он должен реализовать оптимальную структуру цифровой ГТС и минимизировать эксплуатационные расходы. Начальные инвестиции – I_{21} будут не столь существенными, как при выборе других стратегий развития ТФОП. Это утверждение справедливо и для других моментов времени T_{2j} . Более того, инвестиции в эти моменты времени будут примерно равными. Они необходимы для замены эксплуатируемых АТС новым оборудованием коммутации, которое обеспечивает, например, все виды современных услуг, предоставляемых за счет использования технологии коммутации каналов.

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

Очевидно, что $I_{31} > I_{11} > I_{21}$. Можно ожидать, что в точке T_x будет справедливо похожее неравенство для величин NPV : $D_3 > D_1 > D_2$. Значения величин D_i оцениваются по результатам внедрения оборудования ССП. Сложнее оценить уровень риска, который свойственен каждой стратегии. Вторая стратегия, безусловно, ведет к стагнации, но время экономически выгодной эксплуатации сети, поддерживающей только услуги телефонной связи (точнее – те виды обслуживания, для которых достаточны коммутируемые соединения в полосе канала ТЧ) составляет, по всей видимости, не менее десяти лет. По этой причине данной стратегии развития ТФОП свойственен минимальный риск, то есть $R_2 < R_1$ и $R_2 < R_3$. Для оценки соотношения между величинами R_i был использован метод экспертных оценок. Результаты опроса приведены в таблице П5.1.

Таблица П5.1

| Величина R_1 | | Величина R_2 | | Величина R_3 | |
|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| $R_1^{(1)}$ | v_1 | $R_2^{(1)}$ | v_2 | $R_3^{(1)}$ | C_3 |
| 0,81 | 0,25 | 0,40 | 0,59 | 0,35 | 0,69 |

Рассчитаны как средние значения исследуемых величин – $R_i^{(1)}$, так и коэффициенты вариации – v_i . Средние значения риска определялись в диапазоне от нуля до единицы, что позволяет использовать методы теории вероятностей для анализа альтернативных направлений развития ТФОП.

Оценки, приведенные в таблице П5.1, позволяют сделать несколько очень полезных выводов. Во-первых, практически все участники опроса считают, что отказ Оператора телефонной сети от поддержки – в перспективе – мультисервисных услуг связан с очень высоким риском. Важно то, что эксперты единодушны. Об этом свидетельствует низкий коэффициент вариации величины R_1 . Во-вторых, стратегии модернизации ТФОП, которая была названа в этой работе прагматической, свойственен минимальный риск (по оценке участников опроса). Уровень риска меньше, чем у стратегии, которая основана на постепенной замене АТС коммутационным оборудованием ССП. В-третьих, расхождение мнений экспертов по численной оценке риска прагматической стратегии модернизации ТФОП весьма существенно. Это предопределяет необходимость дальнейшего изучения предлагаемых решений и проведение повторного опроса после ознакомления всех его участников с полученными результатами.

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

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

Audiat et altera pars.

(Да будет выслушана и другая сторона)

П5.7. Концепция "Расширяющееся ядро"

Соображения, изложенные в предыдущих разделах, касаются задач модернизации местных сетей. Нормированные показатели качества обслуживания трафика в ССП могут быть обеспечены только в том случае, если корректно определены принципы перехода на новую технологию коммутации в сетях междугородной и международной связи.

В зарубежных публикациях, посвященных системным вопросам модернизации ТФОП, предполагается, что процесс перехода к коммутации пакетов междугородной телефонной сети осуществляется превентивно [17, 18]. Это означает, что программы развития ТФОП на разных уровнях иерархии должны быть тщательно согласованы.

Следует подчеркнуть, что предыдущий этап качественной модернизации ТФОП, который был основан на установке цифрового коммутационного оборудования, требовал соблюдения ряда новых (для эксплуатируемой системы связи) принципов. Однако данные принципы [1, 19] не требовали согласования стратегии развития ТФОП на всех уровнях ее иерархии. Правда, скоординированная техническая политика обещала ряд преимуществ технического и экономического характера. Тем не менее, соответствующие решения не ухудшали достигнутые показатели качества обслуживания трафика речи. К сожалению, пакетные технологии несут в себе скрытую угрозу снижения качества телефонной связи, что подтверждает зарубежный опыт [20].

Рассмотрим рисунок П5.24. На нем затемненными квадратиками отмечен ряд типичных мест, в которых изменяется технология коммутации в процессе постепенного перехода к ССП. Центральный фрагмент рассматриваемой модели (он далее называется "ядром") включает в себя и внутризональные сети. В большинстве стран они входят в состав сети междугородной связи.

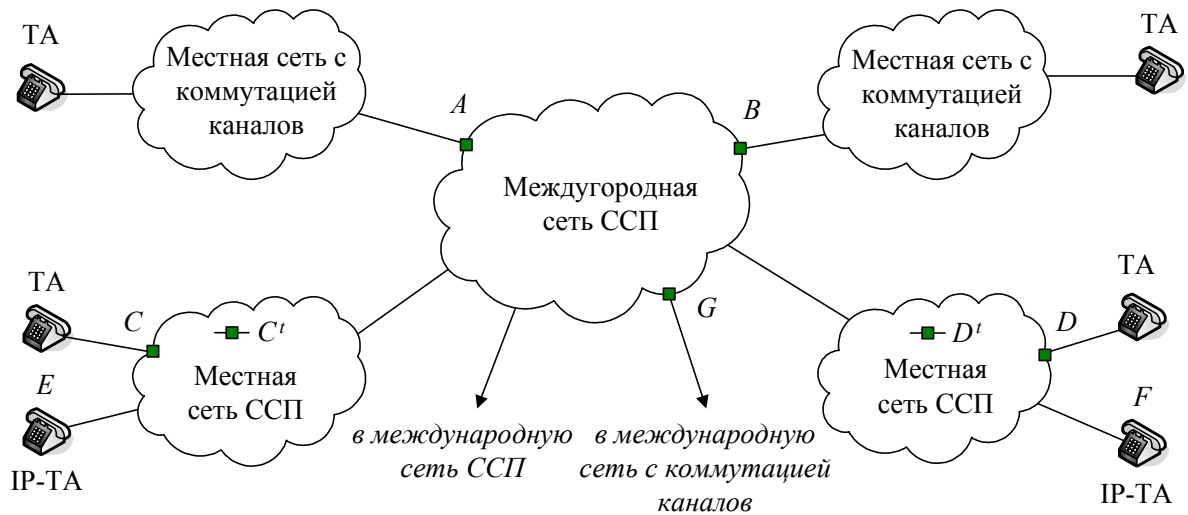


Рисунок П5.24. Построение ССП на основе концепции "Расширяющееся ядро"

На начальном этапе формирования ССП пакетные технологии используются только в "ядре" сети. Это значит, что в первую очередь должна быть создана междугородная IP сеть. Стоимость подобного проекта в значительной мере определяется размерами страны. Некоторые государства уже полностью создали IP сети на уровне междугородной связи. В частности, в средствах массовой информации сообщалось, что такой проект еще в начале XXI века был реализован в Италии.

При модернизации ГТС и СТС пакетные технологии начинают применяться уже за пределами сети междугородной связи. Данный процесс целесообразно рассматривать как расширение "ядра". Эта аналогия породила название концепции – "Расширяющееся ядро".

При установлении соединения между телефонными аппаратами двух местных сетей с коммутацией каналов преобразование технологии коммутации осуществляется в точках A и B . Они расположены на границах междугородной сети ССП. Классический подход к построению ССП основан на том, что интерфейсы в точках A и B будут задействованы раньше, чем в других компонентах инфокоммуникационной системы.

При модернизации местных сетей преобразование технологии коммутации будет выполняться в разных точках. Если абонент использует обычный терминал, то эта функция выполняется в точках C и D . Для IP телефона (IP-ТА) эти точки (E и F) будут расположены в терминале. В обоих случаях технология "коммутация каналов" уже не используется для установления местных и междугородных соединений.

Процесс перехода к ССП на уровне местных сетей будет длительным. По этой причине в местных сетях в период времени $(T_{\text{ТФоп}}, T_{\text{ССП}})$ будут сосуществовать обе технологии коммутации – каналов и пакетов. Для момента времени t – при условии, что $T_{\text{ТФоп}} < t < T_{\text{ССП}}$ – точки C и D будут размещаться в границах местной сети. На рисунке П5.24 такие точки обозначены как C^t и D^t . Они помещены в границы соответствующих местных сетей ССП.

При международной связи могут устанавливаться соединения с сетями, в которых используются два вида технологии коммутации – каналов и пакетов. В первом случае смена технологий коммутации осуществляется в точке G . Во втором случае граница IP домена располагается в национальной сети другой страны. Для обеспечения высоких показателей качества обслуживания трафика было бы целесообразно начинать процесс перехода к ССП одновременно на уровнях международной и междугородной связи. Различия технического и экономического характера, свойственные национальным инфокоммуникационным системам, не позволяют считать такое решение выполнимым в реальных условиях.

*Определите значения слов – и вы избавите
человечество от половины его заблуждений.
(Р. Декарт)*

П5.8. Несколько замечаний по рисункам и по терминологии

В этом Приложении использованы иллюстрации, в которых ряд схем организации связи представлен в упрощенном виде. Такое решение было принято с единственной целью: не загромождать рисунки. Более корректные структуры местных телефонных сетей приведены, например, в учебнике [21].

Второе замечание касается терминологии. В этом Приложении (как, впрочем, и в тексте всей монографии) я старался избежать сложных проблем разработки терминологии. Система понятий, которую необходимо создать в ближайшее время, должна основываться на совокупности компромиссных решений. Во-первых, необходимо добиться понимания между специалистами по телефонии и передаче данных. Именно это обстоятельство было главным при выборе терминов, используемых в монографии. Во-вторых, целесообразно привести российскую терминологию в соответствие с определениями, принятыми в материалах МСЭ. Для решения данной задачи целесообразно воспользоваться словарем терминов, который размещен на официальном сайте МСЭ – <http://www.itu.int>.

Литература к Приложению 5

1. Н.А. Соколов. Телекоммуникационные сети. – М.: Альварес Пабблишинг, 2004.
2. И.М. Жданов, Е.И. Кучерявый. Построение городских телефонных сетей. – М.: Связь, 1972.
3. R. A. Thompson. Telephone Switching Systems. – Artech House, Boston, London, 2000.
4. N. Wilkinson. Next Generation Network Services. Technologies and Strategies. – John Wiley & Sons, Ltd., 2002.
5. А.Б. Гольдштейн, Б.С. Гольдштейн. – СПб.: "БХВ – Санкт-Петербург", 2006.
6. А.Б. Гольдштейн, В.В. Саморезов. Softswitch: сегодня и в перспективе. – Специальный выпуск "АТС-2005", Технологии и средства связи, 2005.
7. В.В. Калмыков, А.М. Меккель, Н.А. Соколов, Ю.С. Шинаков. Транспорт и доступ в инфокоммуникационных сетях. – М.: МАС, 2006.
8. А.М. Меккель. Перспективы развития магистральных транспортных сетей. – Информ Курьер Связь, 2005, №6.
9. А.М. Горнак. Услуги, технологии и стандарты городских сетей класса Ethernet. – Документальная электросвязь, январь 2005.
10. Г. Балькин, В. Михайлов, В. Москалец, В. Хиленко. Киевская городская сеть: переход на пакеты. – Сети и телекоммуникации, №1-2, 2004.
11. А.В. Пинчук, Н.А. Соколов. Модернизация ГТС без узлов. – Вестник связи, 2005, №12.
12. А.В. Пинчук, Н.А. Соколов. Модернизация ГТС с узлами входящего сообщения. – Вестник связи, 2006, №1.
13. А.В. Пинчук, Н.А. Соколов. Модернизация ГТС с узлами исходящего и входящего сообщения. – Вестник связи, 2006, №3.
14. А.В. Пинчук, Н.А. Соколов. Модернизация сельских телефонных сетей. – Вестник связи, 2006, №4.
15. А.В. Пинчук, Н.А. Соколов. Прагматическая стратегия перехода к NGN. – Вестник связи, 2006, №6.
16. И.М. Лифиц. Теория и практика оценки конкурентоспособности товаров и услуг. – М.: "Юрайт", 2001.
17. U. Olsson. Towards the all-IP vision. – Ericsson Review, 2005, №1, Vol. 82.

18. P. Darling. Telstra's "Next Generation Network" – Telecommunications Journal of Australia, Vol. 56, No 1, 2006.
19. М.Ф. Лутов, М.А. Жарков, П.А. Юнаков. Квазиэлектронные и электронные АТС. – М.: Радио и связь, 1988.
20. O. Taaffe. The move from capacity to capability. – Telecommunications International, December, 2005.
21. Б.С. Гольдштейн, Н.А. Соколов, Г.Г. Яновский. Сети связи. – СПб.: БХВ, 2010.