

ОАО "Связьинвест"

**Принципы
построения
мультисервисных
сетей в сельской
местности**

Версия 1.0

2004 год

©

Введение

Одна из важнейших экономических и социальных задач развития российских инфокоммуникаций – радикальное улучшение системы связи в сельской местности. Решение этой задачи невозможно без использования новых технологий, позволяющих реализовать мультисервисные сети, которые будут эффективно поддерживать весь спектр инфокоммуникационных услуг.

В настоящее время общепринятым стандартом создания мультисервисных сетей стала идеология NGN (Next Generation Network). Ее отличительная особенность – использование технологий IP (Internet Protocol) как для передачи, так и для коммутации. Это свойство NGN стимулирует разработку принципов построения инфокоммуникационных сетей, которые отвечают следующим основным требованиям:

- возможность поэтапного преобразования (эволюции) транспортных и телефонных сетей, являющихся в настоящее время основой системы связи в России;
- сохранение инвестиций Операторов, направленных на развитие транспортных и телефонных сетей в предшествующие годы;
- способность предоставить потенциальным клиентам современные виды инфокоммуникационных услуг для обеспечения высокой конкурентоспособности эксплуатационных компаний;
- минимизация затрат на построение мультисервисных сетей и их поэтапное развитие.

Эти положения справедливы для междугородной, городской и сельской сетей. Следует отметить, что для сельской сети дополнительным требованием становится эффективное выполнение федерального "Закона о связи" в части обеспечения "Универсального обслуживания".

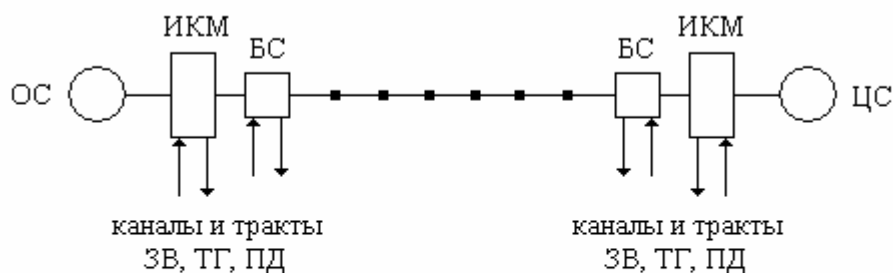
Документ "Принципы построения мультисервисных сетей в сельской местности" содержит концептуальные положения по практической реализации идеологии NGN. При его разработке учтены рекомендации Международного Союза Электросвязи (МСЭ), стандарты ETSI (Европейского института телекоммуникационных стандартов), опыт развитых стран по построению мультисервисных сетей, анализ характеристик нового инфокоммуникационного оборудования, предлагаемого Операторам отечественными и зарубежными Производителями аппаратно-программных средств электросвязи.

Документ "Принципы построения мультисервисных сетей в сельской местности" состоит из трех основных разделов и одного Приложения. Все три раздела объединены общей целью – сформулировать такие принципы модернизации сельских сетей электросвязи, реализация которых обеспечит эффективное развитие всей национальной инфокоммуникационной системы. В первом разделе приведен краткий анализ существующей системы сельской связи с точки зрения задач ее модернизации. Во втором разделе сформулированы те принципы, которые определяют основные направления формирования мультисервисной сети в сельской местности. В третьем разделе представлены возможные сценарии построения сельских мультисервисных сетей. В Приложении содержатся оценки экономической эффективности предлагаемых решений по модернизации системы сельской связи.

1. Существующая система сельской электросвязи

Принципы построения существующей системы сельской электросвязи были разработаны почти двадцать лет назад. По результатам исследований, проведенных в период с 1985 по 1987 год, Администрацией связи СССР был принят руководящий документ "Основные положения по организации электросвязи в сельской местности". Уже в те годы стало очевидно, что в сельской местности – в отличие от городов – невозможно развивать несколько разнотипных сетей связи. Важнейшими компонентами системы сельской связи считались сети телефонной и телеграфной связи, звукового вещания, а также передачи данных.

Коммутационное оборудование, эксплуатируемое и разрабатываемое, не обеспечивало обслуживание всех перечисленных выше видов трафика. Поэтому идея интеграции могла быть реализована только в транспортной (первичной) сети – рисунок 1.1. Между центральной (ЦС) и оконечной (ОС) станциями образован пучок соединительных линий (СЛ) за счет установки системы передачи с ИКМ (импульсно-кодовой модуляцией). Блок сопряжения (БС) – а в некоторых случаях и сама система передачи – обеспечивали ввод и вывод тех каналов и трактов, которые предназначены для звукового вещания (ЗВ), телеграфирования (ТГ) и передачи данных (ПД).



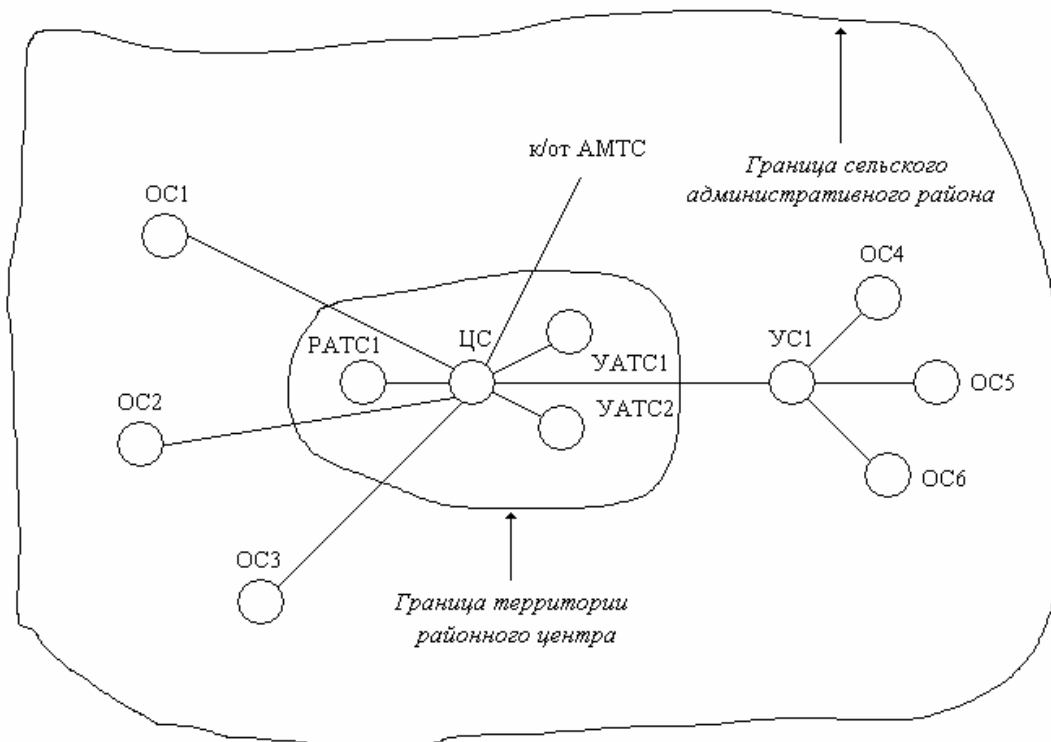
ЦС - центральная станция, ОС - оконечная станция, ИКМ - система передачи с импульсно-кодовой модуляцией, БС - блок сопряжения, ЗВ - звуковое вещание, ТГ - телеграфия, ПД - передача данных

Рис. 1.1. Передача различных видов трафика в системе сельской связи

На стороне ОС эти каналы или тракты обеспечивали подключение оконечного оборудования. На стороне ЦС выделяемые каналы или тракты передавались в соответствующие коммутируемые (вторичные) сети.

Такое построение системы сельской связи подразумевало доминирующую роль сельской телефонной сети (СТС). Во многих случаях телеграфная связь обеспечивалась за счет передачи факсимильных сообщений, подача программ ЗВ осуществлялась по отдельной сети, а платежеспособный спрос на услуги ПД не сформировался. Требования на поддержку услуг ЗВ, ТГ и ПД не вошли в технические условия на сельские цифровые коммутационные станции. В результате, идея интеграции в системе сельской электросвязи хотя бы на уровне транспортной сети не получила широкого практического применения. Иными словами, функциональные возможности мультисервисного обслуживания не могут поддерживаться существующей системой сельской электросвязи.

Структура СТС, вопреки рекомендациям, которые были сформулированы в "Основных положениях по организации электросвязи в сельской местности" в части отказа от использования узловых станций (УС), преимущественно остается прежней. Фрагмент типичной структуры СТС приведен на рисунке 1.2. На нем также показана городская телефонная сеть (ГТС) районного центра.



АМТС - автоматическая междугородная телефонная станция, ЦС - центральная станция, РАТС - районная автоматическая телефонная станция, УАТС - учрежденческая автоматическая телефонная станция, УС - узловая станция, ОС - оконечная станция

Рис. 1.2. Фрагмент типичной структуры сельской телефонной сети

ОС1, ОС2 и ОС3 включены непосредственно в ЦС. Такой способ был рекомендован для СТС как предпочтительный. ОС4, ОС5 и ОС6 включены в УС1, которая связана с ЦС. В составе ГТС районного центра функционирует одна районная автоматическая телефонная станция (РАТС). Кроме того, в ГТС установлены две учрежденные автоматические телефонные станции (УАТС). Они включены в ЦС, которая выполняет функции транзитной станции для всех соединений, устанавливаемых в границах сельского административного района. ЦС обеспечивает также связь с автоматической междугородной телефонной станцией (АМТС) своей зоны нумерации.

Эксплуатируемые СТС, даже при их цифровизации, ориентированы исключительно на простейшие услуги телефонной связи. Это означает, что для поддержки современных видов услуг, превышающих возможности технологии "коммутация каналов", Оператор должен модернизировать оборудование передачи и коммутации за счет ввода дополнительных аппаратно-программных средств. Кроме того, дальнейшему развитию СТС (без учета проблем с новыми видами услуг) традиционным способом присущи объективные недостатки:

- высокая удельная стоимость одной абонентской линии (АЛ);
- низкие показатели качества обслуживания и передачи информации;
- сложность технической эксплуатации оборудования.

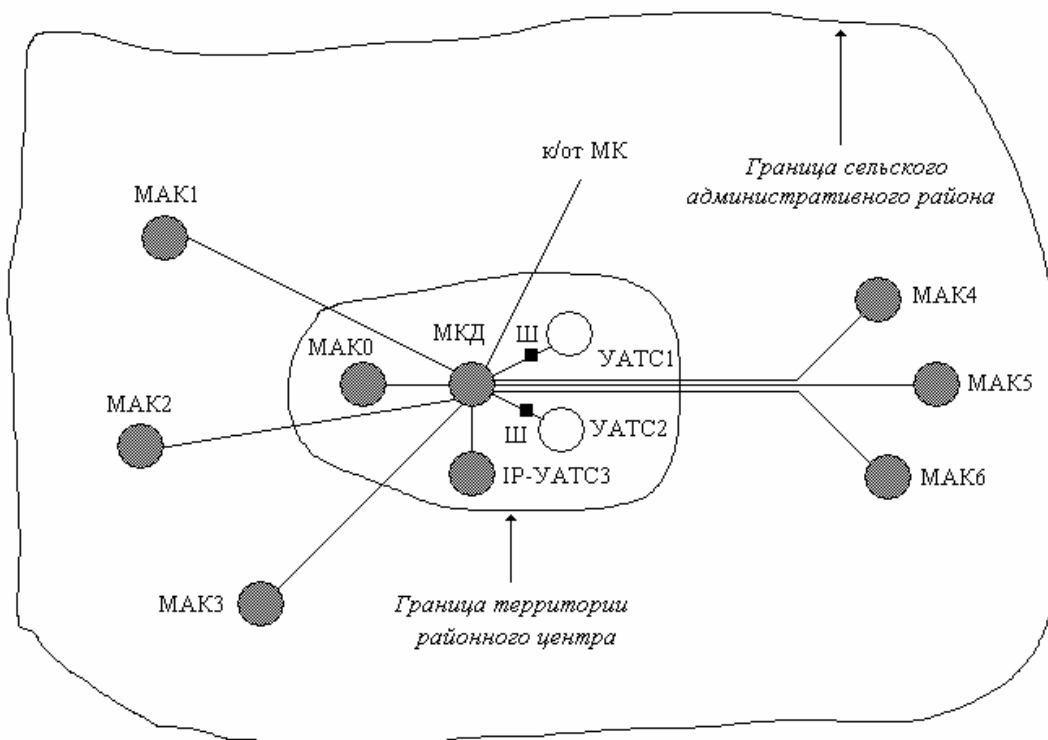
Подобные недостатки, в той или иной степени, характерны для сельской связи во всех странах. Поэтому Сектор развития МСЭ поддержал идеологию мультисервисной сети на базе IP технологии, отметив, что в перспективе эти же решения будут эффективны и для беспроводных систем.

Примечание: принципы построения беспроводных мультисервисных сетей – предмет самостоятельной разработки.

Выводы экспертов Сектора развития МСЭ состоят в том, что технология IP может стать экономически эффективной не только в традиционной сельской местности, но и в так называемых удаленных (Remote) пунктах.

2. Принципы формирования сельской мультисервисной сети

Для разработки принципов модернизации СТС сначала целесообразно определить оптимальную структуру сельской мультисервисной сети, учитывая требования экономического, географического, демографического и социального характера. Выбор этой структуры необходимо сделать для завершающего этапа модернизации СТС. На рисунке 2.1 приведен пример фрагмента структуры мультисервисной сети, отвечающей заданным требованиям.



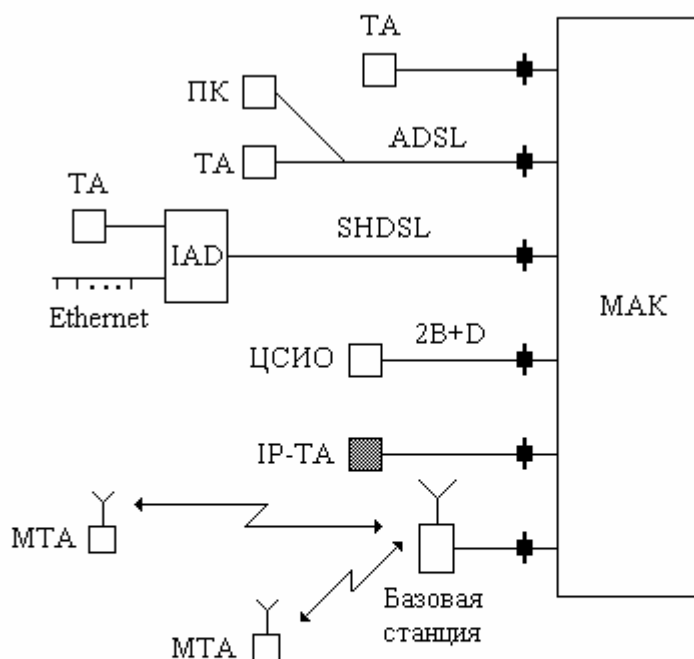
МК - магистральный коммутатор, МКД - мультисервисный коммутатор доступа, МАК - мультисервисный абонентский концентратор, УАТС - учрежденческая автоматическая телефонная станция, IP-УАТС - УАТС на базе IP технологии, Ш - шлюз

Рис. 2.1. Фрагмент структуры сельской мультисервисной сети

Предполагается, что места размещения потенциальных клиентов Оператора не изменились. В составе ГТС районного центра появилась еще одна УАТС (под третьим номером), отличающаяся тем, что она использует IP технологию. Все виды коммутационного оборудования, использующего эту же технологию, заштрихованы.

Магистральный коммутатор (МК) заменяет АМТС. Он выполняет те же функции, но обслуживает трафик, представленный в виде IP пакетов. В составе этих пакетов может передаваться любая информация. Поэтому сети в целом и всем ее компонентам свойственно мультисервисное обслуживание. Вместо ЦС устанавливается мультисервисный коммутатор доступа (МКД). Он выполняет функции ЦС с точки зрения телефонной связи. С точки зрения системы связи МКД можно считать транзитным коммутатором сельского административного района, обслуживающим трафик любой природы.

Мультисервисный абонентский концентратор (МАК) предназначен для замены ОС. Этот концентратор также обслуживает мультисервисный трафик, что позволяет использовать всего один тип оборудования коммутации для поддержки всех видов услуг. На рисунке 2.2 показан примерный перечень того оборудования, которое может быть установлено на стороне пользователя. МАК должен быть способен поддерживать соответствующие интерфейсы.



МАК - мультисервисный абонентский концентратор, ПК - персональный компьютер, ADSL - асимметричная цифровая абонентская линия, IAD - устройство интегрированного доступа, SHDSL - симметричная цифровая абонентская линия, ТА - телефонный аппарат, МТА - мобильный телефонный аппарат, ЦСИО - цифровая сеть интегрального обслуживания, IP-TA - телефонный аппарат, использующий IP технологию

Рис. 2.2. Примеры оборудования, включаемого в МАК

В дополнение к стыку двухпроводной АЛ для подключения телефонного аппарата (ТА), МАК должен поддерживать интерфейсы, которые позволяют использовать следующие виды оборудования:

- любые виды терминалов (в основном, персональные компьютеры и ТА) по асимметричной цифровой абонентской линии ADSL;
- интегрированные устройства доступа IAD, обеспечивающие связи для ТА и сети Ethernet по симметричной высокоскоростной цифровой абонентской линии SHDSL;
- терминалы цифровой сети интегрального обслуживания (ЦСИО) с конфигурацией доступа 2B+D (два прозрачных канала по 64 кбит/с и один служебный канал с пропускной способностью 16 кбит/с);
- IP телефоны (IP-ТА), выполняющие функции по преобразованию речевых сигналов в IP пакеты;
- базовые станции, которые обеспечивают подключение мобильных телефонных аппаратов (МТА), способных перемещаться только в ограниченной зоне.

Примечание: перечень типов оборудования, которое может включаться в МАК, и спецификации соответствующих интерфейсов должны определяться Оператором.

Реализация мультисервисной сети, фрагмент которой приведен на рисунке 2.1, может осуществляться по различным сценариям. Выбор оптимального сценария – предмет конкретного проектирования, в процессе которого должны учитываться различные факторы. В третьем разделе настоящего документа представлены возможные сценарии построения сельских мультисервисных сетей. Все эти сценарии рассматриваются для модели фрагмента СТС, приведенной на рисунке 1.2.

Очевидно, что МАК и МКД должны поддерживать все виды услуг, обеспечиваемых в настоящее время эксплуатируемыми СТС. Эти услуги – за исключением телефонных видов обслуживания – включают выход в Internet с помощью модемов. В российской телефонной сети (в СТС – особенно) широко используются персональные компьютеры (ПК) с модемами. Это решение по уровню платежеспособного спроса пользователей Internet долгое время будет основным в сельских районах России. Поэтому МАК должен поддерживать услуги модемной связи (modem relay) в IP сети согласно соответствующим рекомендациям МСЭ и стандартам ETSI.

3. Сценарии построения сельской мультисервисной сети

Для эффективного построения мультисервисной сети целесообразно в первую очередь заменить АМТС на МК. Такое решение, по ряду причин, не всегда может оказаться экономически выгодным. Поэтому на АМТС или на встречной коммутационной станции (в данном случае – в ЦС) необходимо устанавливать оборудование шлюза (Ш). Шлюз выполняет все преобразования, которые необходимы для перехода с технологии "коммутация каналов" на технологию "коммутация пакетов".

Рациональным местом размещения шлюзового оборудования является коммутационная станция с коммутацией каналов. Такое решение подразумевает организацию тракта передачи IP пакетов между двумя видами оборудования, использующими разные технологии коммутации. Если подобное решение, по каким-либо причинам, не реализуемо (необходимость прокладки нового кабеля,

монтажа радиорелейной линии и т.п.), то приходится устанавливать шлюз рядом с оборудованием, использующим технологию "коммутация пакетов". Такие варианты модернизации СТС должны использоваться в исключительных случаях, так как они существенно тормозят процесс создания мультисервисной сети.

На рисунках 3.1 – 3.3 показаны три основных сценария, характерных для первого этапа формирования мультисервисной сети. Общее для всех сценариев – это замена ЦС на МКД. Данное условие следует считать обязательным. При этом оборудование ЦС (если оно не устарело морально и физически с точки зрения системы телефонной связи) может быть использовано в качестве второй РАТС в ГТС районного центра. Кроме того, оборудование ЦС может быть переведено в ранг УС, которая будет выполнять функции сопряжения с эксплуатируемыми ОС. В этом случае понадобится установка только одного шлюза.

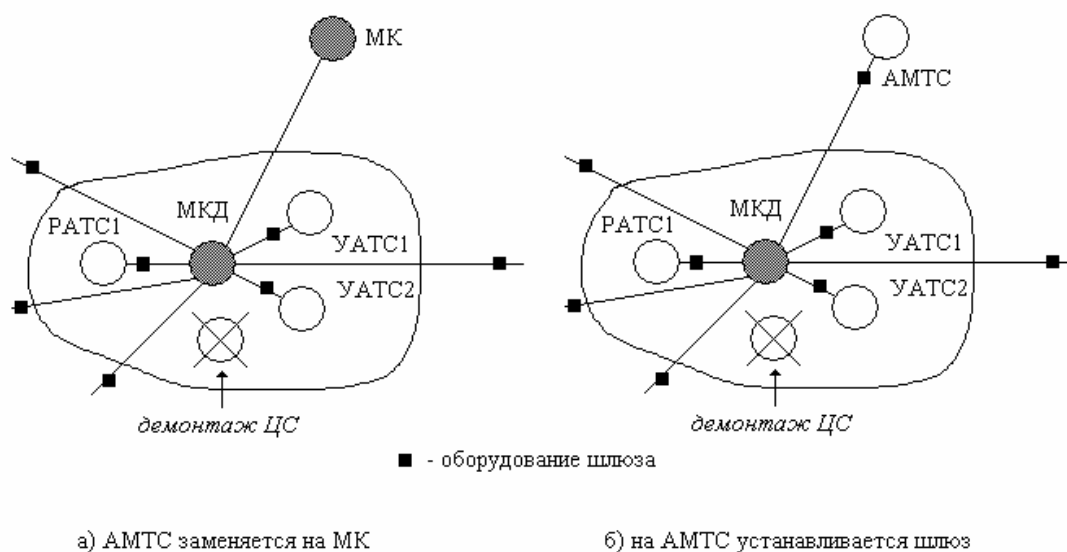


Рис. 3.1. Первый этап создания мультисервисной сети. Первый сценарий

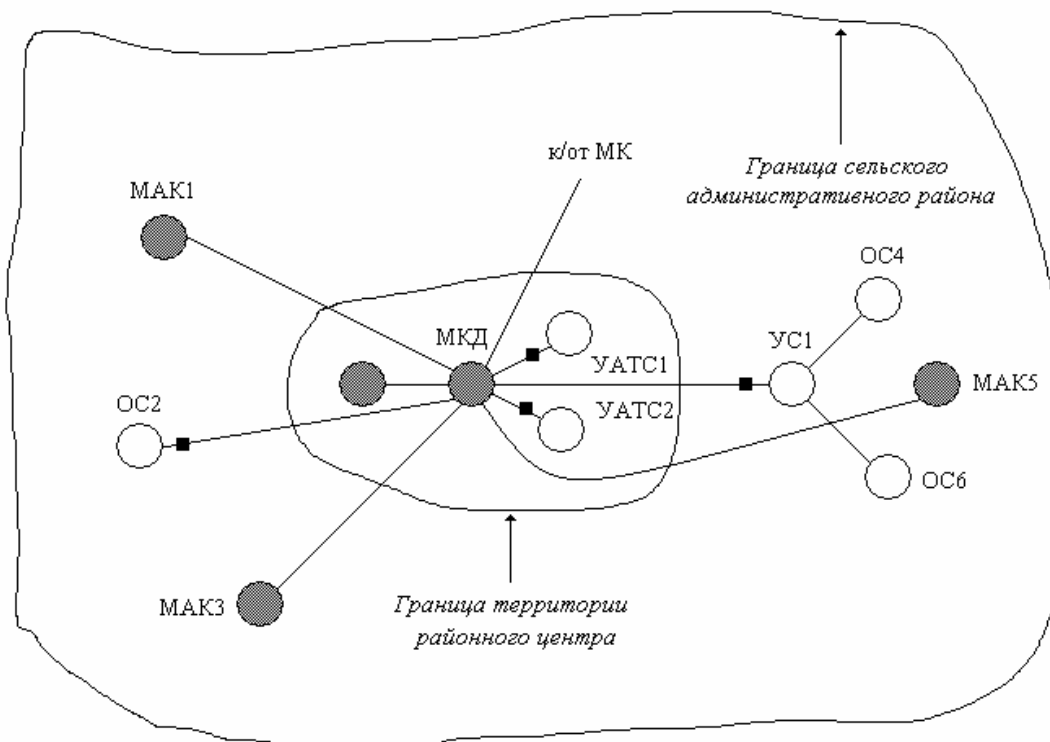
На рисунках 3.1 и 3.2 для АМТС, ГТС районного центра и всей СТС предполагается, что шлюзовое оборудование устанавливается на стороне эксплуатируемых коммутационных станций. Такое решение следует считать основным по аналогии с принципами цифровизации местных телефонных сетей. В данном случае оно оправдано также и тем, что оборудование шлюза (в наиболее удачных разработках аппаратно-программных средств NGN) легко трансформируется в МАК, то есть не демонтируется в отличие от тех стоек аналого-цифрового оборудования, которые были необходимы в процессе цифровизации СТС.

Здесь и далее рассматриваются системно-сетевые аспекты развития СТС. В Приложении содержатся экономические оценки модернизации системы сельской связи на основе пакетных технологий. Они свидетельствуют, что использование технологии "коммутация пакетов" позволяет также получить и экономический эффект, который будет расти по мере развития рынка новых видов инфокоммуникационных услуг.

минуя УС. На втором этапе создания мультисервисной сети также заменяются все РАТС в ГТС районного центра. Для первого и третьего сценариев речь идет об одной станции (РАТС1), а для второго – о двух (РАТС1 и РАТС2).

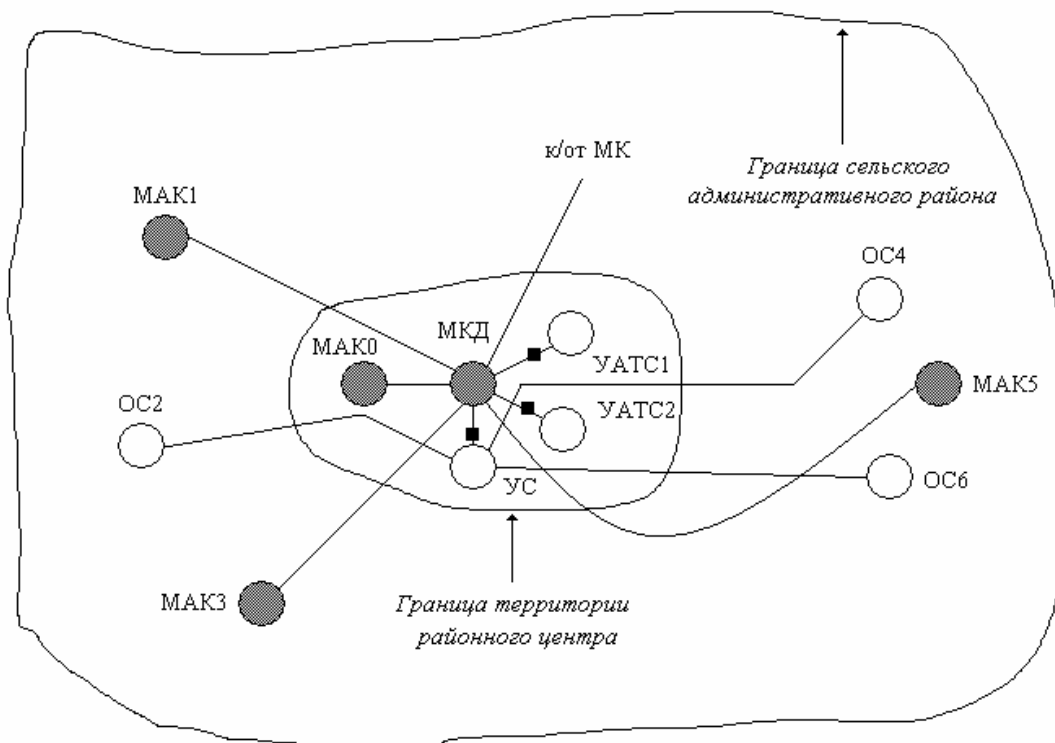
За исключением численности РАТС в ГТС районного центра различия между первым и вторым сценариями на дальнейших этапах создания мультисервисной сети отсутствуют. Поэтому данные сценарии для второго и третьего (который является заключительным) этапов модернизации СТС объединены (считается, что бывшая ЦС демонтируется).

На рисунке 3.4 показана структура сети для второго этапа формирования мультисервисной сети. Образуются прямые связи по IP трактам между МКД и тремя МАК, заменяющими ОС1, ОС3 и ОС5. Номера вновь вводимых МАК соответствуют индексам демонтируемых ОС. Тот МАК, который заменяет РАТС1 в ГТС районного центра, считается нулевым. На рисунке 3.5 представлена структура сети на втором этапе создания мультисервисной сети по третьему сценарию. Нумерация вновь вводимых МАК выполнена по таким же принципам, что и на рисунке 3.4. Оборудование УС1, как того требует третий сценарий создания мультисервисной сети, демонтируется.



МК - магистральный коммутатор, МКД - мультисервисный коммутатор доступа, МАК - мультисервисный абонентский концентратор, УС - узловая станция, ОС - оконечная станция, УАТС - учрежденческая автоматическая телефонная станция

Рис. 3.4. Второй этап создания мультисервисной сети.
Первый и второй сценарий

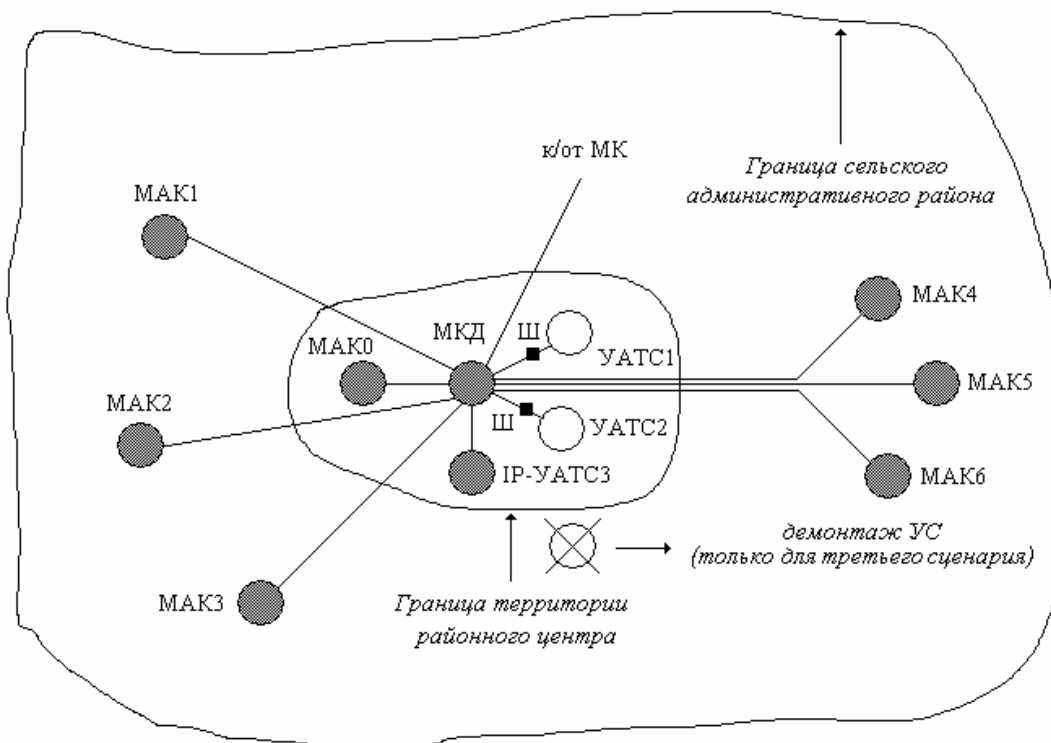


МК - магистральный коммутатор, МКД - мультисервисный коммутатор доступа, МАК - мультисервисный абонентский концентратор, УС - узловая станция, ОС - оконечная станция, УАТС - учрежденческая автоматическая телефонная станция

Рис. 3.5. Второй этап создания мультисервисной сети. Третий сценарий

Для третьего сценария УС (бывшая ЦС) разделяет сельскую сеть на два компонента в зависимости от технологии коммутации. Абонентам, включенным в МАК, становятся доступны все виды инфокоммуникационных услуг, которые предоставляются на основе IP технологии. Такой подход обычно обозначают как ХоIP, то есть любые виды связи и весь спектр услуг через IP сеть.

На третьем (заключительном) этапе формирования мультисервисной сети заменяются ОС2, ОС4 и ОС6. Все три сценария приводят к одному и тому же результату. Создается сеть, структура которой была выбрана ранее – рисунок 2.1. Предполагается, что устанавливается еще одна (третья) УАТС. Ее отличие от других подобных станций состоит в том, что она использует IP технологию. Для третьего сценария осуществляется также демонтаж оборудования УС – рисунок 3.6. Эта станция более не нужна, так как проблемы сопряжения коммутационных станций, использующих разные технологии, отсутствуют.



МК - магистральный коммутатор, МКД - мультисервисный коммутатор доступа, МАК - мультисервисный абонентский концентратор, УАТС - учрежденческая автоматическая телефонная станция, IP-УАТС - УАТС на базе IP технологии, Ш - шлюз

Рис. 3.6. Третий (заключительный) этап создания мультисервисной сети.
Первый, второй и третий сценарии

Аппаратно-программные средства МКД в сельской мультисервисной сети выполняют также функции коммутатора Softswitch. Эти функции необходимы для управления сетью, использующей технологию "коммутация пакетов" и для решения задач по согласованию с сетями (общего пользования и другими), построенными на основе оборудования, в котором реализована технология "коммутация каналов".

Основные различия между тремя сценариями заключаются в затратах Оператора, приходящихся на каждый этап формирования мультисервисной сети, и функциональных возможностях, доступных абонентам. Следует учесть, что эти возможности определяют потенциальные доходы Оператора. Поэтому для оценки эффективности каждого сценария перехода к мультисервисной сети необходима разработка методики анализа экономических показателей для системы сельской связи. Специфика сельской связи по такой методике будет определяться выполнением федерального "Закона о связи" в части обеспечения "Универсального обслуживания".

Заключение

Все предлагаемые решения соответствуют международной практике по эволюционному переходу к мультисервисным сетям на основе идеологии NGN. Каждый сценарий – применительно к конкретным условиям Оператора – может

уточняться и дополняться. Существенно то, что должно соблюдаться главное правило перехода к мультисервисным сетям, которое можно выразить стратегией "сверху – вниз". Это означает, что в первую очередь необходимо устанавливать МКД.

Второй важный момент – включение МКД в более высокий уровень иерархии сети с использованием IP технологии. Оптимальное решение будет достигаться в том случае, если на уровне междугородной сети установлены IP коммутаторы.

При выборе Поставщиков оборудования NGN для поэтапного построения мультисервисной сети необходимо учитывать возможность предлагаемого ими оборудования для экономичной поддержки различных сценариев замены ЦС, УС и ОС. В частности, целесообразно учитывать способность шлюзового оборудования трансформироваться в аппаратно-программные средства, которые будут далее использоваться для коммутации.

Список сокращений

- АЛ** – абонентская линия
- АМТС** – автоматическая междугородная телефонная станция
- АТС** – автоматическая телефонная станция
- ГТС** – городская телефонная сеть
- ИКМ** – импульсно-кодовая модуляция
- МАК** – мультисервисный абонентский концентратор
- МК** – магистральный коммутатор
- МКД** – мультисервисный коммутатор доступа
- МТА** – мобильный телефонный аппарат
- МСЭ (ITU)** – Международный Союз Электросвязи
- ОС** – оконечная станция
- ПК** – персональный компьютер
- РАТС** – районная АТС
- СЛ** – соединительная линия
- СТС** – сельская телефонная сеть
- ТА** – телефонный аппарат
- ТД** – точка доступа
- УАТС** – учрежденческая автоматическая телефонная станция
- УС** – узловая станция
- ЦС** – центральная станция
- Ш** – шлюз
- ADSL** – асимметричная цифровая абонентская линия
- ETSI** – Европейский институт телекоммуникационных стандартов
- IAD** – интегрированные устройства доступа
- IP** – Internet протокол
- IP-TA** – телефонный аппарат, основанный на IP технологии
- NGN** – сеть связи следующего поколения
- SHDSL** – симметричная высокоскоростная цифровая абонентская линия
- VoIP** – любые виды связи и весь спектр услуг через IP сеть

Приложение. Оценка экономической эффективности пакетных технологий

1. Постановка задачи

Новому поколению коммутационного оборудования свойственны функциональные возможности, выгодно отличающие его от эксплуатируемых телефонных станций. Эти функциональные возможности обеспечивают Операторам ряд конкурентоспособных преимуществ, существенных для сегмента рынка, который формируется пользователями, заинтересованными в современных видах инфокоммуникационных услуг. Анализ рынка свидетельствует, что значительная часть абонентов образует иные сегменты рынка, для которых доминирующей услугой остается обычная телефонная связь.

В России – в отличие от ряда других стран – практически нет явно выраженных территорий с большой площадью, которые бы различались составом клиентской базы, то есть требованиями к инфокоммуникационным услугам и уровнем платежеспособного спроса. Кроме того, процессы модернизации сети и развития рынка новых услуг – за исключением мобильной связи – протекают медленнее, чем в других странах. Например, цифровизация местных телефонных сетей осуществляется более двадцати лет, но лишь недавно был преодолен пятидесятипроцентный рубеж.

Эти обстоятельства стимулируют использование таких средств коммутации, которые способны эффективно обслуживать различные группы абонентов. Иными словами для Оператора предпочтительно оборудование коммутации, экономически выгодное и для обслуживания абонентов, использующих только телефонные аппараты, и для организации связи в помещениях тех клиентов, которые устанавливают самые современные виды терминалов.

Во втором разделе Приложения приводятся результаты расчета экономической эффективности МАК при использовании в ГТС или в СТС. Предполагается, что функциональные возможности МАК, касающиеся поддержки новых видов услуг, пока не востребованы. В третьем разделе оценивается экономическая эффективность МАК при обслуживании абонентов, заинтересованных в поддержке новых видов инфокоммуникационных услуг. Рассматриваемая модель – первый рисунок – иллюстрирует фрагмент ГТС или СТС, представляющий собой пристанционный участок, границы которого определяются в процессе планирования сети телефонной сети.

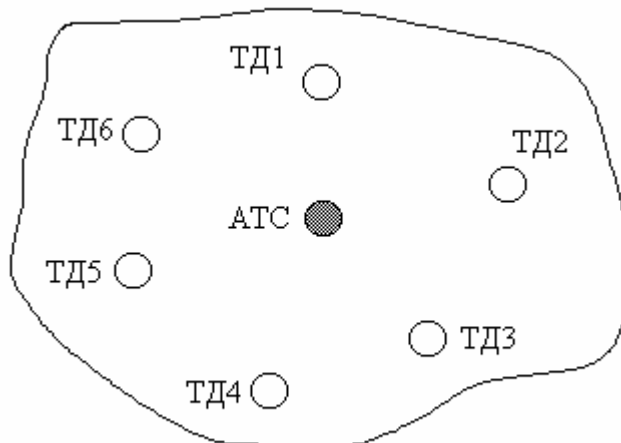


Рисунок П.1. Модель фрагмента местной телефонной сети

В центре пристанционного участка располагается АТС (автоматическая телефонная станция), емкость которой составляет 18 тысяч номеров. В пределах территории участка выделено шесть точек доступа (ТД), в каждой из которых – согласно старым правилам построения ГТС – устанавливались распределительные шкафы (РШ). Современные принципы построения ГТС предусматривают установку концентраторов без организации шкафных районов.

2. Сеть доступа для поддержки услуг телефонной связи

При использовании старых правил построения сети доступа от АТС до каждого РШ организуется магистральный участок (МУ), на котором прокладывается многопарный кабель. От шкафа до распределительной коробки (РК) организуется распределительный участок (РУ). На этом участке также используется многопарный кабель – второй рисунок. Распределительный участок показан только для РШ2 – правый фрагмент второго рисунка.

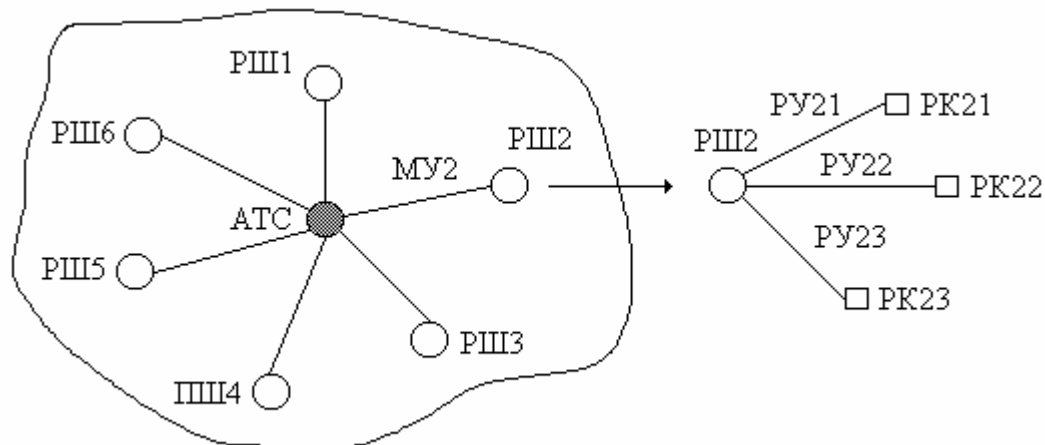


Рисунок П.2. Модель сети доступа без использования концентраторов

На третьем рисунке изображена модель сети доступа, в которой используются концентраторы. В качестве концентратора устанавливаются аппаратно-программные средства МАК.

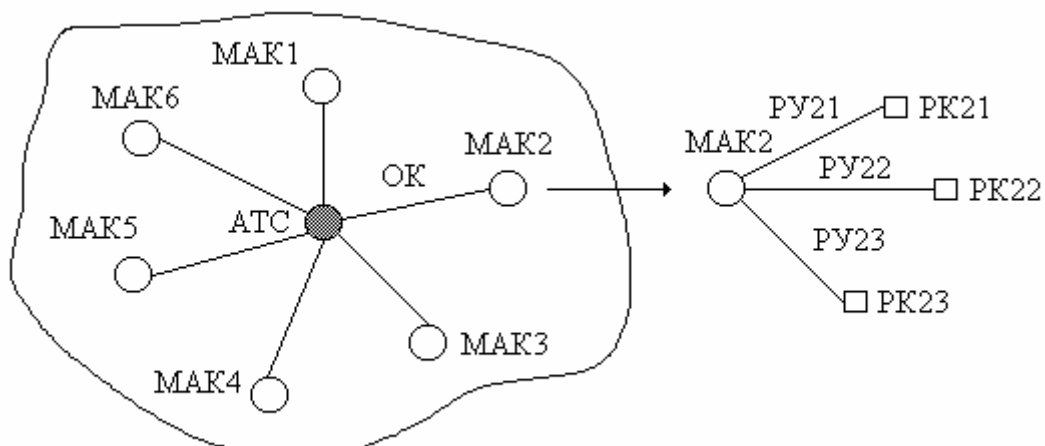


Рисунок П.3. Модель сети доступа с использованием концентраторов МАК

Принципы построения распределительного участка в сети доступа не меняются. Все изменения связаны с магистральным участком. На этом участке используется оптический кабель (ОК). Вместо оборудования РШ устанавливается МАК.

Очевидно, что вариант с использованием МАК становится экономически выгодным, если капитальные затраты на его реализацию (K_2) будут меньше, чем для того варианта, который показан на втором рисунке (K_1). Затраты на распределительный участок равны для обоих вариантов. Поэтому при сравнении вариантов их можно не учитывать. Кроме того, достаточно рассмотреть одно направление, если считать, что все концентраторы имеют примерно одинаковую емкость. Более того, стоимость проектных и строительных работ примерно одинакова для всех вариантов построения сети доступа. Следовательно, расчет капитальных затрат можно заменить оценкой стоимости (C_1 и C_2) всех компонентов сети доступа.

Величина C_1 должна включать слагаемое C_{AC} , определяющее стоимость абонентской ступени (АС) цифровой АТС, которая нужна Оператору для построения сети доступа без концентраторов. Оборудование групповой ступени идентично для обоих вариантов построения сети доступа. Поэтому его стоимость можно не учитывать. Для варианта, показанного на втором рисунке, стоимость всех компонентов (C_1) для одного магистрального участка может быть вычислена следующим образом:

$$C_1 = C_{AC} + C_{МК} + C_{РШ}. \quad (1)$$

Слагаемое $C_{МК}$ – цена многопарного кабеля, а $C_{РШ}$ – стоимость оборудования распределительного шкафа.

Для варианта, предусматривающего использование концентраторов, стоимость всех компонентов (C_2) для одного магистрального участка может быть вычислена следующим образом:

$$C_2 = C_{МАК} + C_{ОК} + C_{ЛТ}. \quad (2)$$

Слагаемое $C_{МАК}$ – цена концентратора МАК, $C_{ОК}$ – стоимость оптического кабеля, $C_{ЛТ}$ – цена оборудования для организации линейного тракта между АТС и МАК.

Очевидно, что использование МАК становится экономически выгодным, если справедливо такое неравенство:

$$C_1 > C_2. \quad (3)$$

Понятно, что это неравенство будет соблюдаться при определенных сочетаниях величин емкости МАК (N) и длин магистральных участков (L). Для концентраторов малой емкости сложно добиться экономичных решений по построению сети доступа. Такие же проблемы свойственны коротким длинам магистрального участка.

Для проведения расчетов были использованы усредненные величины из рекламных данных различных Поставщиков оборудования электросвязи. Оценки для величины C_{AC} были предоставлены некоторыми Производителями цифровых коммутационных станций как конфиденциальные сведения.

Выражения (1) и (2) не включают затраты Оператора на проектирование, монтаж линейных сооружений и прочие расходы, идентичные для обоих вариантов. Поэтому для сравнения вариантов лучше ввести функцию $F(N,L)$, которая определяется следующим образом:

$$F(N,L) = C_1 - C_2. \quad (4)$$

Там, где исследуемая функция положительна, вариант построения сети доступа с установкой МАК становится более экономичным даже без учета дополнительных доходов Оператора за счет предоставления новых видов инфокоммуникационных услуг. Такой подход – определение точек перехода исследуемой функции $F(N,L)$ через ноль – позволяет графически представить область экономически выгодного (эффективного) использования МАК при различных сочетаниях численности обслуживаемых абонентов и удаленности концентратора от опорной АТС.

На четвертом рисунке показана зависимость стоимости одного абонентского порта для различной емкости концентратора МАК в относительных единицах. Уровень 100% соответствует минимальной емкости 150 портов для технологии "коммутация каналов" при использовании в качестве транспортных ресурсов стандартных трактов 2048 кбит/с (TDM/E1). Верхний график соответствует включению МАК в IP сеть через цифровой тракт, образованный за счет установки инверсного мультиплексора (IP/IMX).

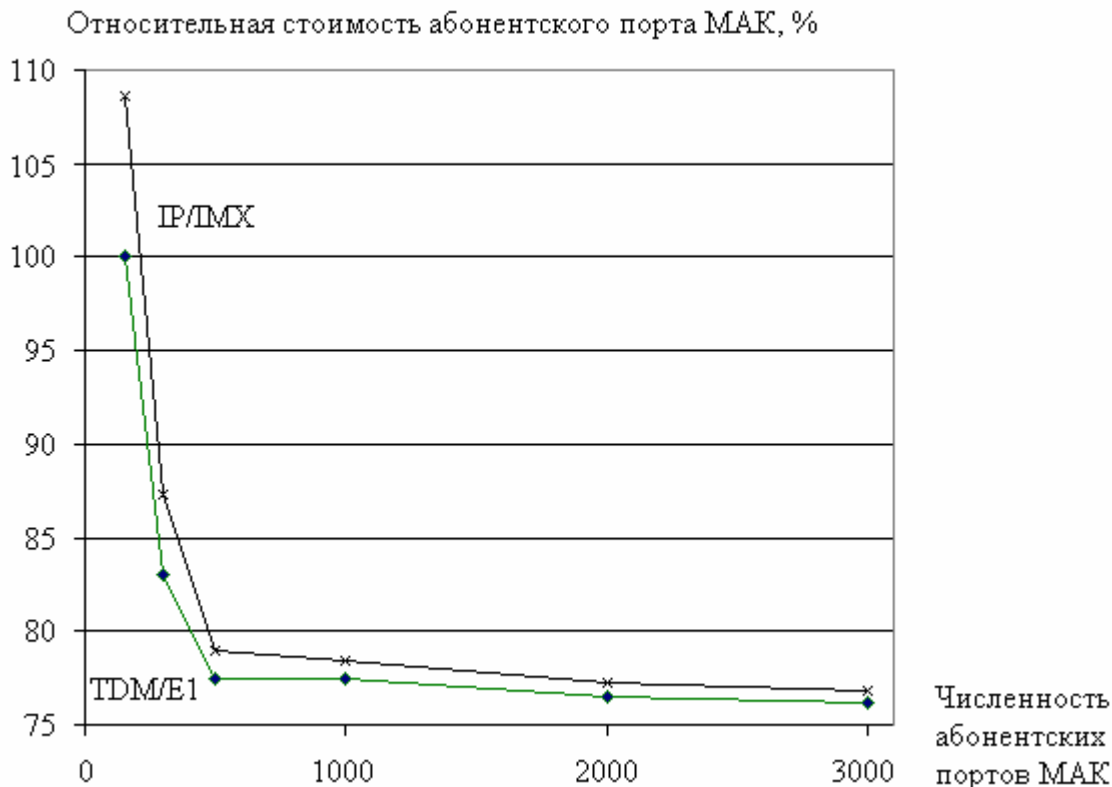


Рисунок П.4. Зависимость стоимости абонентского порта от емкости МАК

Очевидно, что в области реальных значений емкости концентратора (свыше 500 портов) кривая стоимости для обеих технологий меняется медленно. В области малых значений емкости концентратора кривая имеет иной характер, но область изменения исследуемой функции составляет менее 25%. Характер различия кривых, относящихся к рассматриваемым технологиям, анализируется в третьем разделе.

Для дальнейших расчетов весьма существенно то, что стоимость абонентского порта практически не зависит от расстояния между концентратором и опорной АТС. Разумеется, такое утверждение справедливо при условии, что стоимость линейных сооружений учитывается отдельно.

Характер кривых (рисунок 4) в области низких значений численности абонентских портов МАК влияет на вид функции $F(N,L)$, рассчитываемой по формулам, приведенным выше. На пятом рисунке показаны результаты расчета. Область эффективного (с точки зрения капитальных затрат) использования МАК отмечена более темным фоном. Практически значимые значения аргументов исследуемой функции ($N > 500$, $L > 1$ км) соответствуют той области, где применение МАК позволяет получить экономический эффект.

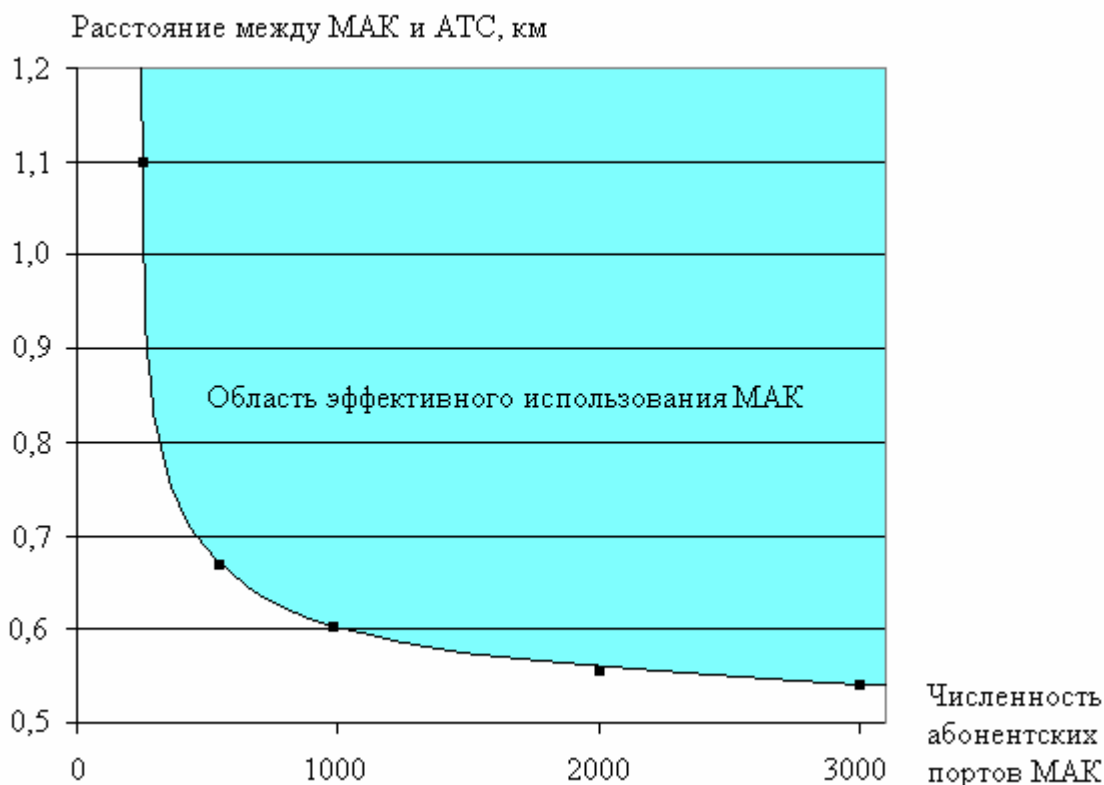


Рисунок П.5. Область эффективного использования МАК

3. Сеть доступа для поддержки инфокоммуникационных услуг

Применение концентраторов класса МАК позволяет Оператору поддерживать новые виды инфокоммуникационных услуг. Это повышает конкурентоспособность Оператора. В таблице П.1 приведены оценки и прогнозы тех доходов компаний ОАО "Связьинвест", которые обеспечиваются за счет введения новых услуг.

Таблица П.1

Оператор холдинга ОАО "Связьинвест"	Доля доходов за счет поддержки новых услуг	
	Шесть месяцев 2003 года	2006 год (прогноз)
ЦентрТелеком	3,15%	7%
Северо-Западный Телеком	3,70%	8%
ВолгаТелеком	3,40%	7%
ЮТК	3,90%	12%
Уралсвязьинформ	2,70%	4%
Сибирьтелеком	4,10%	12%
Дальсвязь	5,50%	13%
По холдингу в целом	3,05%	в среднем – 9%

Абонент при смене Оператора, как правило, прекращает пользоваться и телефонной связью, предоставляемой прежней эксплуатационной компанией. Поэтому неспособность поддержки новых видов услуг чревата не только потерей дополнительных доходов (около 9% к 2006 году), но и сокращением клиентской базы. Более того, к другим Операторам обычно переходят именно те клиенты, которые приносят максимальные доходы.

Согласно оценкам ряда консалтинговых компаний удержание клиента, который пользуется услугами Оператора, стоит в 7 – 10 раз меньше, чем привлечение нового. При росте числа удерживаемых клиентов на 5% увеличение доходов может составить от 25 до 125%.

Поэтому вскоре между российскими Операторами начнется жесткая конкурентная борьба за клиента. Пока это не так очевидно, но в развитых странах до 35% абонентов в течение года меняют Оператора. Вероятно, подобные процессы скоро начнутся и в России.

На шестом рисунке показан фрагмент сети доступа для МАК. Используемые технические средства – оборудование асимметричной (ADSL) и симметричной (SHDSL) абонентских линий, а также интегрированное устройство доступа (IAD) – позволяют подключать все типы терминалов и поддерживать любые инфокоммуникационные услуги.

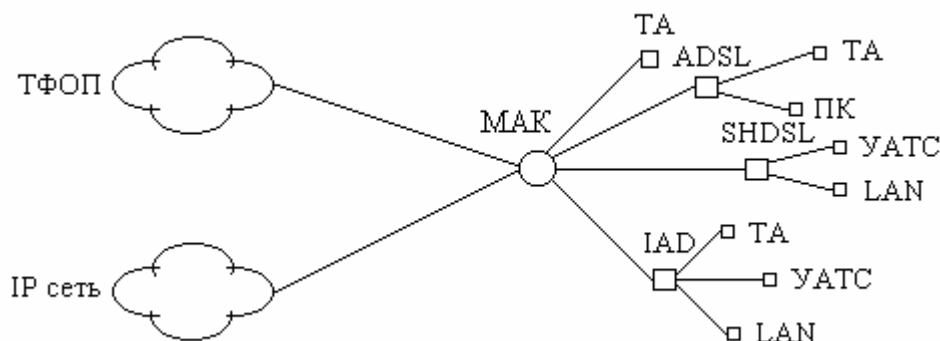


Рисунок 4. Фрагмент перспективной сети доступа для МАК

Особенности МАК состоят в том, что включение – в дополнение к телефонным аппаратам – персональных компьютеров, УАТС и локальных сетей (LAN) не существенно увеличивает стоимость порта. Это утверждение иллюстрирует рисунок П.4: различие в стоимости порта составляет единицы процентов. Поэтому экономическая эффективность МАК повышается по мере развития рынка новых услуг при незначительном росте инвестиций Оператора.

Для численной оценки экономического эффекта целесообразно воспользоваться статистическими данными по доходам на одну линию (ARPU) для Операторов холдинга "Связьинвест" и так называемых альтернативных Операторов. В 2003 году уровень ARPU для холдинга "Связьинвест" составил 5466 рублей (около 188 долларов США) на одну абонентскую линию. В пересчете на месяц ARPU составляет 15,6 долларов США, что примерно соответствует уровню доходности для мобильных Операторов в 2003 году. Для альтернативных Операторов фиксированной связи уровень ARPU в месяц (усредненная оценка) составляет 40 долларов США.

Допустим, что Оператору – за счет поддержки новых видов услуг – удастся привлечь новых клиентов, снизив тарифы по сравнению с теми, что установлены конкурентами на $Z\%$. Это означает, что Оператор – в дополнение к P обслуживаемым абонентам (с уровнем $ARPU = A_p$) получит ряд новых клиентов (R) с уровнем $ARPU$, равным A_R . Тогда новая величина $ARPU$ Оператора (A_{NEW}) может оцениваться следующим образом:

$$A_{NEW} = (P \times A_p + R \times Z \times A_R) / P. \quad (5)$$

Принимая такие условия: $A_p = 15,6\$$, $A_R = 40\$$, $Z = 80\%$, $R = 0,2P$, получаем следующую величину нового $ARPU$: $A_{NEW} = 22\$$. Это означает, что доходность может быть увеличена на 40% при росте затрат на оборудование не более чем на несколько процентов. Иными словами, переход на IP технологию, сопровождающийся небольшим ростом затрат на абонентский порт МАК, приводит к ощутимому повышению доходов Оператора.

4. Выводы

Использование мультисервисных абонентских концентраторов позволяет создавать экономичные сети доступа даже при минимальном платежеспособном спросе на новые виды инфокоммуникационных услуг. По мере формирования существенного спроса на новые услуги мультисервисные абонентские концентраторы – при минимальном росте инвестиций Оператора – обеспечивают удовлетворение практически любых требований потенциальных абонентов.

В результате обеспечивается конкурентоспособность Оператора, что необходимо в современных условиях. Кроме того, мультисервисные абонентские концентраторы позволяют

включать абонентов как в телефонную сеть общего пользования, так и в IP сеть, которая использует технологию "коммутация пакетов". Такая возможность обеспечивает экономичную модернизацию инфокоммуникационной системы в полном соответствии с концепцией NGN – Next Generation Network. Кроме того, значительно возрастает доход Оператора за счет обеспечения уровня обслуживания, свойственного в настоящее время только альтернативным Операторам.