

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ АБОНЕНТСКИХ КОНЦЕНТРАТОРОВ**

---

*А.И. ВИТЧЕНКО, технический директор ОАО "Ленсвязь",  
Н.А. СОКОЛОВ, ведущий научный сотрудник ЛОНИИС, кандидат технических наук*

Модернизация городских и сельских телефонных сетей включает два основных процесса. Во-первых, продолжается внедрение цифрового оборудования передачи и коммутации. Во-вторых, начинается формирование мультисервисных сетей, что подразумевает смену технологий передачи и коммутации. В сетях доступа оба процесса можно совместить за счет использования мультисервисных абонентских концентраторов (МАК). В этой статье рассматриваются вопросы экономической эффективности их применения. Соответствующие оценки приведены для двух вариантов использования МАК — в телефонной и мультисервисной сетях.

### **Постановка задачи**

Новому поколению коммутационного оборудования свойственны функциональные возможности, выгодно отличающие его от эксплуатируемых телефонных станций. Они 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 отличие от ряда других стран в России практически нет явно выраженных территорий с большой площадью, которые бы различались составом клиентской базы, т. е. 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.

Разработчиками аппаратно-программных средств МАК обычно учитываются требования, характерные для российских условий [1]. По крайней мере, специалисты научно-технического центра "Протей", поставляющего оборудование в ОАО "Ленсвязь", предлагают решения, эффективность которых подтверждается накопленным опытом эксплуатации МАК. Кроме того они полностью соответствуют стратегии, которая принята в ОАО "Ленсвязь" с целью поэтапного формирования мультисервисной инфокоммуникационной сети следующего поколения.

Во втором разделе статьи приводятся результаты расчета экономической эффективности МАК при использовании в городской телефонной сети (ГТС). Предполагается, что функциональные возможности МАК, касающиеся поддержки новых видов услуг, пока не востребованы. В третьем разделе статьи оценивается экономическая эффективность МАК при обслуживании абонентов, заинтересованных в поддержке новых видов Инфокоммуникационных услуг. Рассматриваемая модель (рис. 1) иллюстрирует фрагмент ГТС, представляющий собой пристанционный участок, границы которого определяются при разработке проекта новой застройки в черте города.

В центре пристанционного участка располагается АТС (автоматическая телефонная станция), емкость которой составляет 18 тыс. 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**

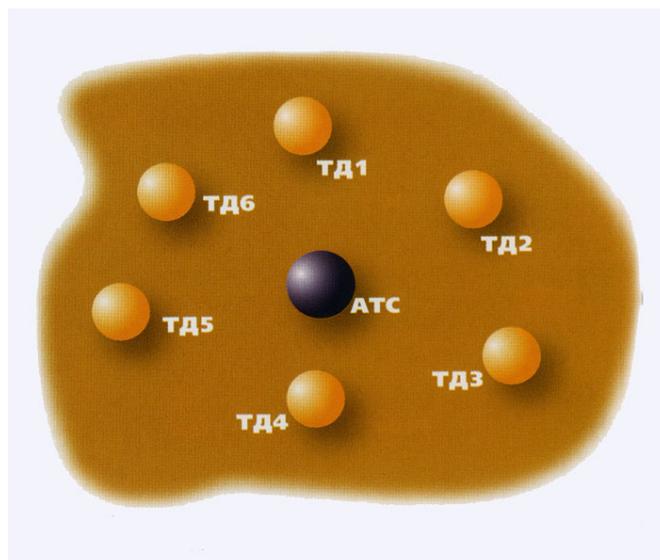
При использовании старых правил построения сети доступа от АТС до каждого РШ организуется магистральный участок (МУ), на котором прокладывается многопарный кабель. От шкафа до распределительной коробки (РК) организуется распределительный участок (РУ). На нем также используется многопарный кабель (рис. 2). Распределительный участок показан только для РШ2 (правый фрагмент на рис. 2).

На рис. 3 представлена модель сети доступа, в которой используются концентраторы. В качестве концентратора устанавливаются аппаратно-программные средства МАК.

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

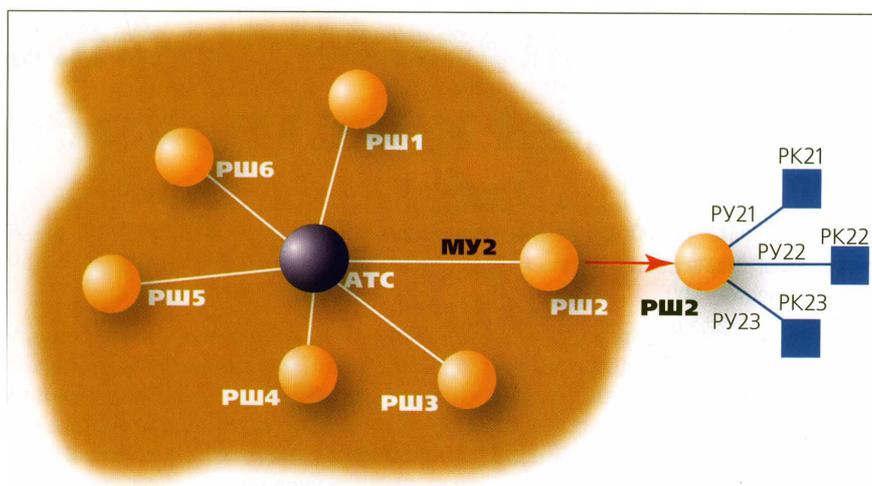
Очевидно, что вариант с использованием МАК становится экономически выгодным, если капитальные затраты на его реализацию (K2) будут меньше, чем для

того варианта, который показан на рис. 2 (К1). 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 для всех вариантов построения сети доступа примерно одинакова. Следовательно, расчет капитальных затрат можно заменить оценкой стоимости (С1 и С2) всех компонентов сети доступа.



**Рис. 1. Модель фрагмента городской телефонной сети**

Величина С1 должна включать слагаемое САС, 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.



**Рис. 2. Модель сети доступа без использования концентраторов**

Для варианта, показанного на рис. 2, стоимость всех компонентов ( $C_1$ ) для одного магистрального участка может быть вычислена следующим образом:  $C_1 = C_{AC} + C_{MK} + C_{PSh}$ . (1)

Слагаемое  $C_{MK}$  — цена многопарного кабеля, а  $C_{PSh}$  — стоимость оборудования распределительного шкафа.

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

$$C_2 = C_{MAK} + C_{OB} + C_{SLT}. \quad (2)$$

Слагаемое  $C_{MAK}$  — цена концентратора МАК,  $C_{OB}$  — стоимость кабеля с оптическими волокнами,  $C_{SLT}$  — цена оборудования для организации линейного тракта между АТС и МАК.

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

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

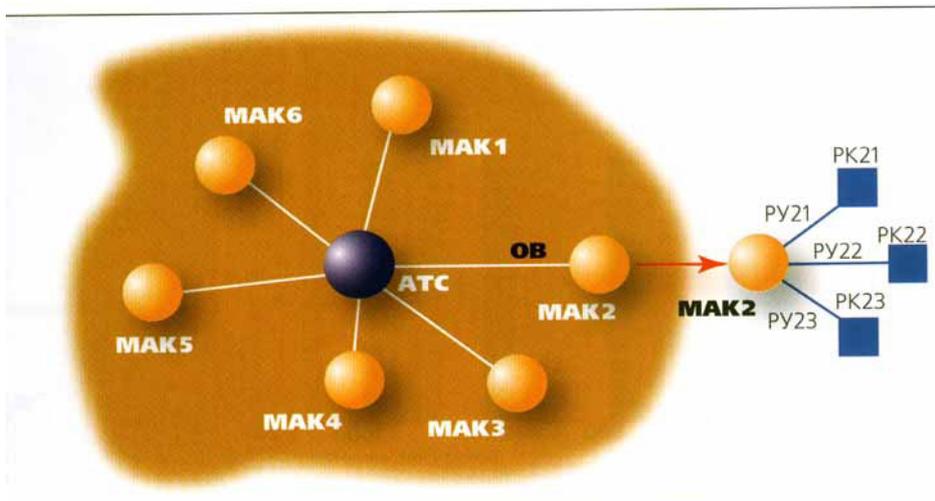
Понятно, что это неравенство будет соблюдаться при определенных сочетаниях величин емкости МАК ( $N$ ) и длин магистральных участков ( $L$ ). Для концентраторов малой емкости сложно добиться экономичных решений по построению сети доступа. Такие же проблемы свойственны коротким длинам магистрального участка.

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:

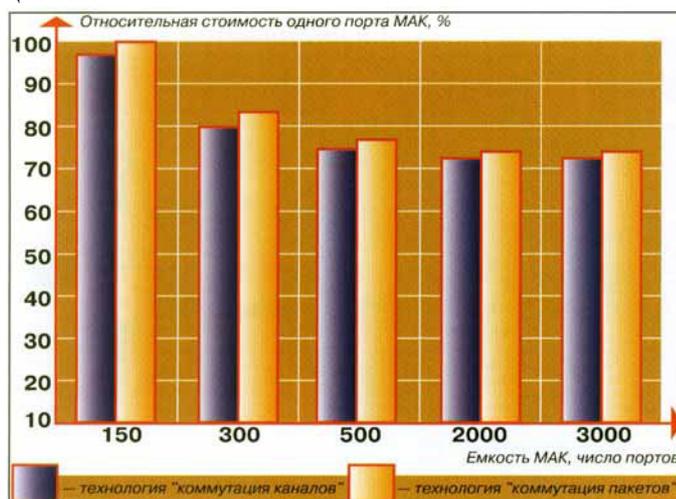
$$F(N,L) = C_1 - C_2. \quad (4)$$

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.



**Рис. 3 Модель сети доступа с использованием концентраторов МАК**

На рис. 4 показана зависимость стоимости одного абонентского порта для различной емкости концентратора МАК в относительных единицах (необходимая для расчетов информация была предоставлена специалистами научно-технического центра "Протей"). Уровень 100 % соответствует минимальной емкости 150 портов для технологии "коммутация пакетов". Данные для технологии "коммутация каналов" окрашены темным цветом.



**Рис. 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 %. Соотношение кривых, относящихся к рассматриваемым технологиям, анализируется в третьем разделе статьи.

Для дальнейших расчетов весьма существенно то, что стоимость абонентского порта практически не зависит от расстояния между концентратором и опорной АТС.

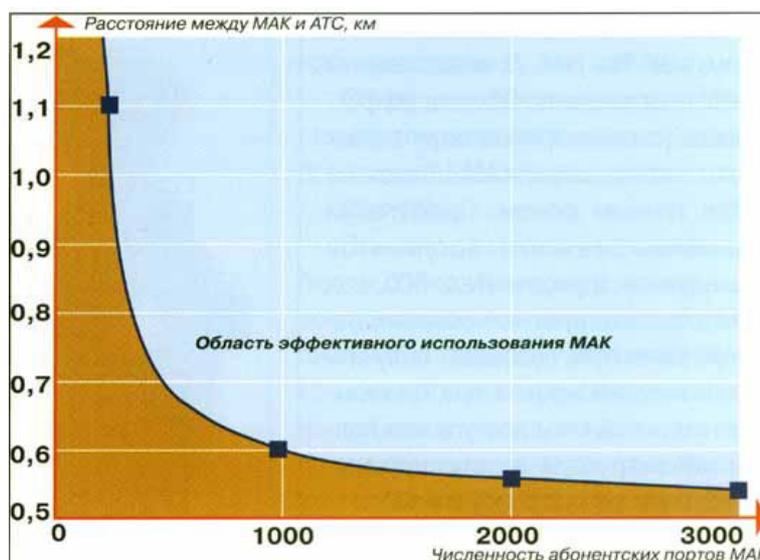
Разумеется, такое утверждение справедливо при условии, что стоимость линейных сооружений учитывается отдельно.

Характер кривых (рис. 4) в области низких значений численности абонентских портов МАК влияет на вид функции  $F(N,L)$ , рассчитываемой по приведенным выше формулам. На рис. 5 представлены 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 при проектировании новой сети доступа или полной реконструкции эксплуатируемых линейно-кабельных сооружений.

Результаты, представленные на рис. 5, не позволяют оценить эффективность использования МАК для некоторых ситуаций, с которыми часто сталкиваются операторы сетей электросвязи. Дело в том, что формулы (1) и (2) справедливы для "классической" задачи проектирования [3], когда оптимизируется структура вновь создаваемой или полностью реконструируемой сети. После того, как оптимальная сеть построена, перед оператором часто возникают задачи, которые можно свести к двум основным проблемам:

подключение новых групп пользователей, формирующихся в границах пристанционного участка коммутационной станции;

предоставление некоторым группам уже подключенных абонентов тех услуг, которые не обеспечиваются коммутационной станцией.



**Рис. 5 Область эффективного использования МАК**

В этих случаях установка МАК может оказаться экономически оправдана даже в зоне прямого питания [2], т. е. в диапазоне  $L < 300 — 500$  м. Более того, если речь идет об услугах, которые не поддерживает эксплуатируемая АТС, то МАК может размещаться даже в помещении станции. Это означает, что  $L = 0$ . Очевидно, что для

услуг, которые не поддерживает эксплуатируемая АТС, может оказаться справедливым условием  $M \gg 1$ , т. е. для поддержки качественно новых видов услуг включение даже одного пользователя может оказаться экономически выгодным для оператора. Конечно, условие  $N \gg 1$  — некая идеализация, справедливая с точки зрения формальных условий эффективности МАК.

Соображения, касающиеся тех новых задач, с которыми будет сталкиваться оператор, можно сформулировать следующим образом: "Перспективные виды услуг могут существенно изменить область эффективного использования МАК, рассчитанную для новой или полностью реконструируемой сети доступа, которая ориентирована на телефонную связь".

### **Сеть доступа для поддержки Инфокоммуникационных услуг**

Применение концентраторов класса МАК позволяет оператору поддерживать новые виды Инфокоммуникационных услуг. Это повышает конкурентоспособность оператора. В частности, к 2006 г. ОАО "Связьинвест" планирует довести долю доходов за счет поддержки новых услуг до 9 % [4]. К середине 2003 г эта величина была чуть более 3 %.

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 г), 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 рис. 6 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.

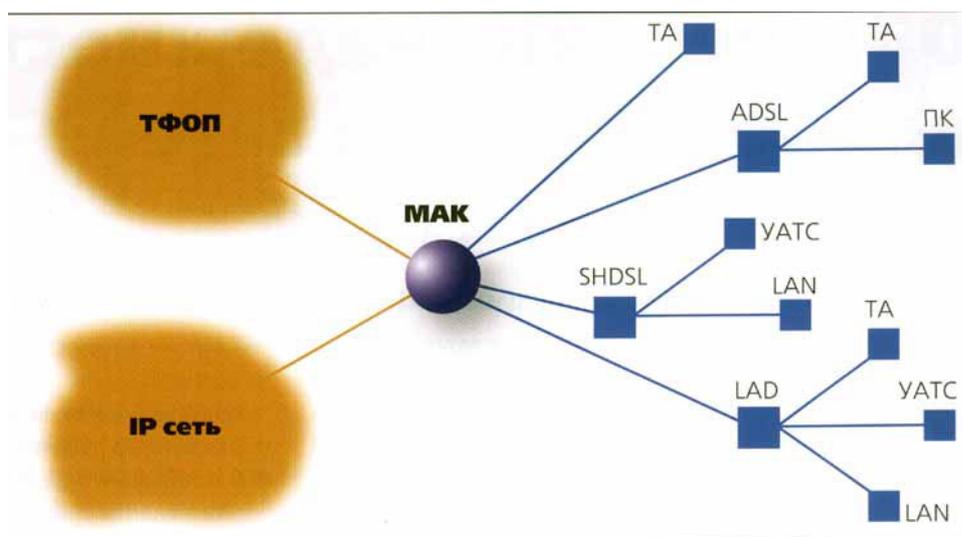


Рис. 6. Фрагмент перспективной сети доступа для МАК

Особенности МАК состоят в том, что включение в дополнение к телефонным аппаратам (ТА) персональных компьютеров (ПК), учреждений АТС (УАТС) и локальных сетей (LAN) не существенно увеличивает стоимость порта. Это утверждение иллюстрирует рис. 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 г уровень ARPU для холдинга "Связьинвест" составил 5466 руб. (около 188 долл. США) на одну абонентскую линию. В пересчете на месяц ARPU составляет 15,6 долл. США, что примерно соответствует уровню доходности мобильных операторов в 2003 г. Для альтернативных операторов фиксированной, связи уровень ARPU в месяц (усредненная оценка) составляет 40 долл. 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 —  $AP$ ) получит ряд новых клиентов ( $R$ ) с уровнем ARPU, равным  $AR$ . Тогда новая величина ARPU ( $ANEW$ ) может оцениваться следующим образом:

$$ANEW = (P \times AP + R \times Z \times AR) / R \quad (5)$$

Принимая такие условия:  $AP = 15,6$  долл.,  $AR = 40$  долл.,  $Z = 80\%$ ,  $R = 0,2P$  получаем следующую величину нового ARPU:  $ANEW = 22$  долл. Это означает, что доходы могут быть увеличены на 40% при росте затрат на оборудование не более чем на несколько процентов. Иными словами, переход на IP-технологии, сопровождающийся небольшим ростом затрат на абонентский порт МАК, приводит к ошутимому повышению доходов оператора.

### **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, удовлетворяют практически любым требованиям 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.

### **Литература**

1. А.В. Пинчук, НА Соколов. Мультасервисные концентраторы в сетях сельской связи. - Вестник связи, 2003, №12.
2. НА Соколов. Сети абонентского доступа. Принципы построения. - Пермь, "Энтер-профи", 1999.
3. Р. Бесслер. А Дойч. Проектирование сетей связи: Справочник. - М. Радио и связь, 1988.
4. "Связьинвест": реформа как фактор эффективности. - Информ Курьер Связь, №12,2003.

