

БЕСЕДЫ  ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ

Серия «Телекоммуникационные сети»

Н.А. СОКОЛОВ

*Лучше зажечь одну маленькую
свечу, чем проклинать темноту.
(Конфуций)*

**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ
СЕТИ**

**Монография в 4-х главах
Часть 3 (глава 3)**

**Городские и сельские
телефонные сети**

Санкт-Петербург
2004

УДК

ББК

Н.А. СОКОЛОВ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ. Монография в
4-х главах. Часть 3 (глава 3) – М.:
Альварес Пабблишинг, 2004, – 192 с.

ISBN

Монография Н.А. Соколова издается в 4-х главах. В этом выпуске печатается глава 3. Она посвящена телефонным сетям. Эти сети обеспечивают Операторам основные доходы. Кроме того, телефонные сети служат основой для формирования перспективной инфокоммуникационной системы. В начале главы рассматриваются принципы цифровизации на всех уровнях иерархии телефонной сети общего пользования. Далее анализируются услуги, поддерживаемые современными телефонными сетями. Приводятся соображения, касающиеся выбора технологии коммутации для телефонных сетей. Завершается третья глава системными аспектами развития телефонной связи: нумерация, использование учрежденческих АТС, качество обслуживания, взаимодействие с другими сетями.

ББК

ISBN

© Н.А. СОКОЛОВ, 2004
© Оформление, ООО “ИМАГ”, 2004

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|---|-----|
| 3. Городские и сельские телефонные сети | 4 |
| 3.1. Эволюция телефонной сети | 4 |
| 3.2. Цифровизация телефонной сети | 6 |
| 3.2.1. Общие положения | 6 |
| 3.2.2. Модернизация ГТС | 17 |
| 3.2.3. Модернизация СТС | 22 |
| 3.2.3.1. Особенности телефонной связи в сельской местности | 22 |
| 3.2.3.2. Основные сценарии цифровизации СТС | 30 |
| 3.2.3.3. Связь в удаленных и труднодоступных пунктах | 38 |
| 3.2.4. Модернизация междугородной телефонной сети | 44 |
| 3.2.5. Будущее телефонной связи | 52 |
| 3.2.5.1. Обсуждаемые вопросы | 52 |
| 3.2.5.2. Доходы и трафик ТФОП | 53 |
| 3.2.5.3. Технологии обслуживания трафика речи | 59 |
| 3.2.5.4. Основные направления развития телефонной связи | 64 |
| 3.3. Сети абонентского доступа для ГТС и СТС | 67 |
| 3.3.1. Особенности сети абонентского доступа | 67 |
| 3.3.2. Принципы модернизации сетей абонентского доступа | 75 |
| 3.3.2.1. Общий подход | 75 |
| 3.3.2.2. Структурные аспекты | 77 |
| 3.3.2.3. Технологические аспекты | 85 |
| 3.3.3. Сети абонентского доступа в городах | 91 |
| 3.3.4. Сети абонентского доступа в сельской местности | 101 |
| 3.3.4.1. Особенности сельской связи с точки зрения доступа | 101 |
| 3.3.4.2. Основные варианты построения сетей абонентского доступа | 104 |
| 3.3.4.3. Организация связи в труднодоступных и малонаселенных пунктах | 107 |
| 3.4. Инфокоммуникационные услуги в ГТС и СТС | 112 |
| 3.4.1. Классификация инфокоммуникационных услуг | 112 |
| 3.4.2. Некоторые примеры инфокоммуникационных услуг | 119 |
| 3.4.3. Концепция всеобщего обслуживания (всеобщего доступа) | 125 |
| 3.5. Методы распределения информации в телефонных сетях | 127 |
| 3.5.1. Классификация систем распределения информации | 127 |
| 3.5.2. Коммутация каналов | 130 |
| 3.5.3. Коммутация пакетов | 135 |
| 3.5.4. Выбор технологии распределения информации | 137 |
| 3.6. Дополнительные аспекты модернизации ТФОП | 142 |
| 3.6.1. План нумерации в российской ТФОП | 142 |
| 3.6.1.1. Общие положения, касающиеся плана нумерации | 142 |
| 3.6.1.2. Действующий план нумерации | 144 |
| 3.6.1.3. Перспективный план нумерации | 148 |
| 3.6.2. Принципы использования УАТС в ГТС и в СТС | 154 |
| 3.6.3. Взаимодействие ТФОП с другими сетями | 161 |
| 3.6.4. Качество обслуживания ТФОП | 164 |
| 3.6.4.1. Основные термины | 164 |
| 3.6.4.2. Система CRM и качество обслуживания | 169 |
| 3.6.4.3. Показатели качества обслуживания вызовов для ГТС и СТС | 171 |
| 3.6.4.4. Показатели качества передачи речи | 174 |
| 3.6.5. Etc. | 177 |
| Литература к главе 3 | 179 |

*Отличие государственного деятеля от политика в том,
что политик ориентируется на следующие выборы,
а государственный деятель на следующее поколение.
(У. Черчилль)*

3. Городские и сельские телефонные сети

*Истина — дочь времени.
(Авл Геллий)*

3.1. Эволюция телефонной сети

В XX веке интерактивные услуги поддерживались двумя видами сетей связи — телефонной и телеграфной. Телеграфная связь постепенно уходит в прошлое, а телефонная сеть продолжает играть доминирующую роль на рынке инфокоммуникационных услуг. В XXI веке качественное развитие телефонной связи будет осуществляться по следующим семи направлениям [1 — 5]:

- ♦ завершение перехода на цифровые методы передачи, коммутации и обработки информации;
- ♦ значительное расширение спектра услуг, которые предоставляются абонентам телефонной сети;
- ♦ рост максимальной пропускной способности основных элементов телефонной сети;
- ♦ расширение границ сети доступа и использование для ее построения различных технических средств;
- ♦ повышение показателей качества обслуживания вызовов и передачи информации;
- ♦ использование эффективных методов технической эксплуатации для повышения надежности связи;
- ♦ снижение затрат на построение телефонных сетей, их развитие и техническое обслуживание.

Постепенно ТФОП будет трансформироваться в сеть связи следующего поколения, известную по аббревиатуре NGN (Next Generation Network). Вопросы, касающиеся NGN, изложены в четвертой главе монографии. В этой главе мы остановимся на основных аспектах эволюции телефонной сети. Давайте сделаем краткий обзор ее шести разделов.

Третью главу монографии я начал писать весной 2003 года. В это время были опубликованы статистические данные о развитии связи в России за 2002 год. В [6], на основании официальных сведений Администрации связи России, приведены такие данные: цифровизация местных телефонных сетей возросла за год с 36,2% до 40%. Это означает, что большинство Операторов ГТС и СТС уже накопили практический опыт использования цифровых коммута-

ционных станций. Поэтому подробно рассматривать принципы цифровизации местных телефонных сетей, что было сделано в [2, 7], не имеет смысла. Более того, в третьей главе отсутствуют материалы по системам коммутации. Эти вопросы изложены в учебнике "Системы коммутации", который опубликован в 2003 году [8].

Во втором разделе основной акцент сделан на тех вопросах, которые более интересны для заключительного этапа цифровизации ГТС и СТС. Несколько слов сказано и о модернизации ТФОП на междугородном уровне.

В третьем разделе анализируются основные принципы модернизации сетей доступа. Этот элемент инфокоммуникационной системы заслуживает особого внимания по многим причинам [9]. С точки зрения системы телефонной связи сотовые сети являются одним из средств доступа. Такое допущение — надеюсь, что оно не обидит специалистов по мобильной связи, — позволяет сделать весьма интересные выводы.

Экономическая эффективность обслуживания трафика в ТФОП обычно оценивается величиной ARPU (Average Revenue per Subscriber) — среднего дохода на одного абонента. Чаще всего величину ARPU рассчитывают за месяц. По мере роста телефонной плотности величина ARPU обычно уменьшается. Этому способствует и конкуренция между Операторами, приводящая к снижению тарифов. Считается, что рост ARPU может быть обеспечен за счет повышения спроса на новые инфокоммуникационные услуги [10, 11]. Различные аспекты рынка инфокоммуникационных услуг рассматриваются в четвертом разделе.

В пятом разделе рассматриваются два основных вопроса. Во-первых, большой интерес представляют новые методы распределения информации. Их можно разделить на две большие группы: коммутация каналов и коммутация пакетов. Во-вторых, необходимо оценить область использования этих методов распределения информации в зависимости от уровня спроса на новые виды инфокоммуникационных услуг.

В шестом разделе изложен ряд вопросов, которые непосредственно связаны с модернизацией местных телефонных сетей. К ним относятся план нумерации, принципы включения УАТС, качество обслуживания и некоторые другие аспекты работы ТФОП.

*Как поздно я к вам прихожу со стихами своими...
(Борис Чичибабин)*

3.2. Цифровизация телефонной сети

3.2.1. Общие положения

Использование цифровых коммутационных станций в ТФОП может осуществляться различными способами. Принято выделять три основные стратегии [1]. Первая стратегия – создание "Цифровых островов". В англоязычной технической литературе она известна по словосочетанию "Digital Islands". Вторая стратегия – построение "Наложной сети". Этому термину в английском языке соответствует словосочетание "Overlay Network". Третью стратегию называют "Прагматическим подходом", от слов "Pragmatic Approach".

Все три стратегии применимы к любому иерархическому уровню ТФОП. Однако на каждом иерархическом уровне ТФОП все стратегии использования цифровых коммутационных станций имеют специфические особенности. Цифровая АМТС может использоваться одним из следующих способов:

а) полностью заменяя аналоговую АМТС, которая более не обслуживает междугородный трафик;

б) работая параллельно с аналоговой АМТС, которая обслуживает часть междугородного трафика вплоть до решения о прекращении ее работы.

Стратегию цифровизации междугородного уровня ТФОП можно рассматривать с двух точек зрения. Первая – междугородная сеть в целом, а вторая – сеть конкретной зоны нумерации. Очевидно, что на территории России практически невозможно построить "наложенную" цифровую междугородную сеть, функционирующую параллельно с аналоговой. Поэтому стратегию цифровизации междугородной сети в целом можно считать прагматической.

Иная ситуация складывается с точки зрения междугородной сети в границах зоны нумерации. Вариант (а) соответствует стратегии "Цифровой остров" в крайней форме ее реализации. Он называется "Метод замещения", а на профессиональном сленге – "Стратегия бульдозера". Вариант (б) определяет "Прагматическую стратегию".

В ГТС и СТС выбор стратегии цифровизации определяется множеством факторов. В значительной мере, стратегия цифровизации ГТС и СТС зависит от их структуры и финансовых возможностей Оператора. Кроме того, очень важным фактором становится методологический подход, используемый Оператором при формировании программ для развития своей инфокоммуникационной системы.

Можно выделить три основных варианта составления подобных программ. Первый вариант – самый простой. Оператор решает текущие задачи. Например, в этом году необходимо заменить старую декадно-шаговую АТС и подключить группу абонентов в новом

микрорайоне. Через два года придется заменить координатную АТС, которая физически устарела и так далее. В результате, к моменту полной цифровизации местной телефонной сети сформируется некая структура ГТС, которая почти полностью повторит существующую топологию.

Второй вариант предусматривает поиск оптимальной структуры для местной телефонной сети к моменту завершения процесса ее цифровизации. Далее разрабатывается поэтапная программа построения такой сети. Основная задача Оператора – строгое выполнение программы цифровизации сети.

Третий вариант представляет собой компромиссное решение. Определяется оптимальная структура цифровой сети, но программа модернизации не считается догмой. Периодически эта программа корректируется с учетом изменяющихся внешних и внутренних факторов.

Все три варианта имеют свои положительные и отрицательные стороны. В таблице 3.1 приведены некоторые оценки этих вариантов с различных точек зрения. Используются три вида оценок: минимальная (min – minimum), средняя (ave – average) и максимальная (max – maximum).

Таблица 3.1

| Номер варианта цифровизации сети | 1 | 2 | 3 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|
| Сложность планирования сети | min | ave | max |
| Возможность внесения изменений | ave | min | max |
| Уровень ошибок в системных решениях | max | ave | min |
| Начальные затраты Оператора | min | max | max |
| Общая стоимость модернизации сети | max | ave | min |

Минимальный уровень сложности планирования сети присвоен первому варианту. Это объясняется простотой задач, решаемых проектировщиком при замене каждой станции или подключении новой группы абонентов. Для второго варианта средний уровень сложности выбран потому, что необходимо решить всего одну оптимизационную задачу. Более сложен третий вариант. Возможно, что решать оптимизационные задачи придется чаще, чем менять что-либо в сети.

При реализации третьего варианта проще всего вносить необходимые изменения в проектные решения. Второму варианту приписаны минимальные возможности для внесения каких-либо изменений. Это объясняется природой данного варианта модернизации местной телефонной сети. Для первого варианта возможность внесения изменений в план развития сети оценена как средняя.

В процессе модернизации сети неизбежны ошибки системного характера. Иногда говорят о рисках [12] технического и/или экономического характера. Возможно, что максимальный уровень для первого варианта кому-то покажется странным. Конечно, этот показатель субъективен. Тем не менее, такая оценка не только моя точка зрения. Ее разделяют многие Операторы. В электросвязи ста-

рая поговорка: "Не ошибается тот, кто ничего не делает" очень часто "не работает". Оценки для других вариантов цифровизации сети не требуют комментариев.

Понятно, что начальные затраты будут минимальны для первого варианта. Для второго и третьего вариантов поставлены одинаковые оценки. Это решение объясняется тем, что необходимо создать примерно одинаковый (по стоимости) прочный фундамент будущей инфокоммуникационной системы. Слово "фундамент" обозначает, по крайней мере, установку цифровой коммутационной станции, емкость которой будет заметно расти в процессе цифровизации телефонной сети, и превентивное формирование транспортной сети.

Оценки общей стоимости модернизации сети (суммарные инвестиции) основаны на ряде расчетов. Как правило, самое большое значение для общей стоимости модернизации сети соответствует первому варианту ее цифровизации. Для второго варианта эта величина находится на среднем уровне. Лучший показатель по понятным причинам у третьего варианта.

Пример модернизации гипотетической ГТС, состоящей из шести аналоговых РАТС (декадно-шаговой и координатной систем), показан на рисунке 3.1. Левая часть рисунка иллюстрирует первый вариант

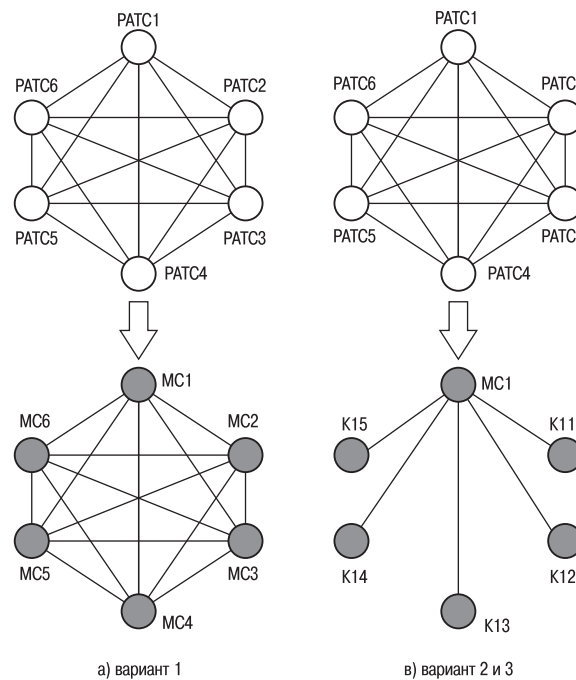


Рисунок 3.1 Примеры модернизации ГТС, состоящей из шести аналоговых станций

цифровизации ГТС, а правая – второй и третий. В верхней части показана модель существующей сети, идентичная для всех трех вариантов ее модернизации. В нижней части приведены результаты процесса цифровизации ГТС, которые зависят от выбранного варианта.

Для варианта (а) структура ГТС не изменяется. Для вариантов (б) и (в) используется предположение, что оптимальная структура цифровой ГТС – сеть, состоящая из одной МС и пяти концентраторов. Здесь и далее, для цифровых телефонных сетей используется другая терминология, адекватная международной системе понятий в области связи. В частности, термин "местная станция" представляется более удачным, чем "районная АТС".

Дальнейший анализ первого варианта не представляется интересным. Оператор шаг за шагом заменяет аналоговую РАТС цифровой МС. С практической точки зрения основное внимание следует уделить второму и третьему вариантам. Вторым вариантом можно рассматривать как частный случай третьего. Поэтому достаточно проанализировать основные принципы модернизации ГТС, свойственные третьему варианту.

На рисунке 3.2 представлены три этапа модернизации ГТС, иллюстрирующие особенности третьего варианта. Предполагается, что на каждом этапе должны заменяться две аналоговые РАТС.

Этап I завершается демонтажем РАТС1 и РАТС2. Устанавливается новая цифровая коммутационная станция МС1 в здании, где ранее

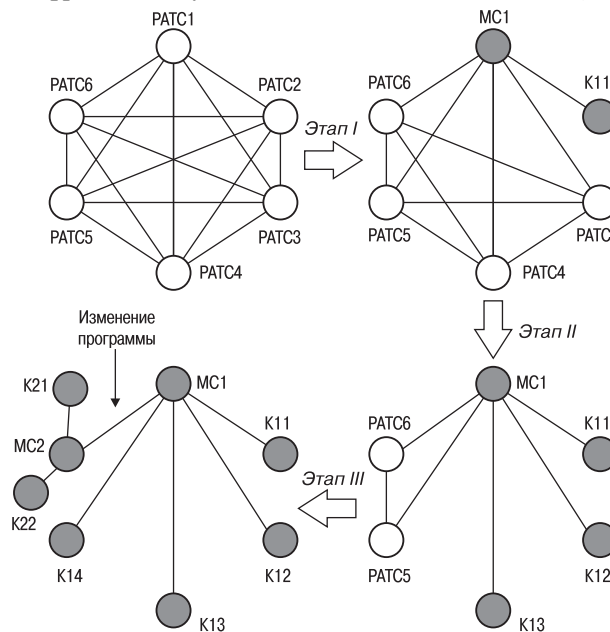


Рисунок 3.2 Этапы модернизации ГТС по третьему варианту

размещалась РАТС1. В перспективе МС будет единственной коммутационной станцией в ГТС. Вместо РАТС2 используется концентратор (К11), являющийся выносным модулем МС1. Связь концентратора с другими РАТС осуществляется через МС1. При установке МС1 формируется цифровая транспортная сеть по принципам, изложенным в предыдущей главе монографии. Это означает, что связь между МС1 и К11 осуществляется, как минимум, по двум независимым (в терминах теории надежности) трассам.

На этапе II, согласно разработанной ранее программе, демонтируются РАТС3 и РАТС4. Их функции будут выполняться концентраторами К12 и К13. Транспортная сеть, подготовленная на предыдущем этапе цифровизации ГТС, обеспечивает надежную связь двух новых концентраторов с МС1.

Программа модернизации ГТС предусматривала далее замену РАТС5 и РАТС6 двумя выносными концентраторами. Допустим, что перед этапом III в зоне действия РАТС6 был построен большой комплекс новых жилых домов. В результате возникла задача по выбору оптимального способа подключения многочисленной группы новых абонентов. Заранее предложенная программа по установке концентратора К15 не отвечает новым условиям. В результате старое решение пересматривается. Изменение программы заключается в том, что вместо К15 будет установлена вторая МС, в которую, в свою очередь, будут включены два концентратора (К21 и К22), расположенные в комплексе новых жилых домов.

В результате изменения программы цифровизации ГТС создается сеть из двух цифровых МС. В первую МС включены четыре концентратора, а во вторую – два. Первоначально программа, составленная без учета нового строительства, предусматривала построение ГТС, структура которой показана в правом нижнем углу на рисунке 3.1. Такие сети, состоящие из одной коммутационной станции, называются нерайонированными [2, 13]. Сеть, полученная в результате изменения программы ее цифровизации, относится к районированным [2, 13]. В ГТС образуются два района, обслуживаемые МС1 и МС2 соответственно.

Выбор варианта модернизации сети – прерогатива Оператора. Важным аргументом, способным повлиять на выбор Оператора, следует считать тот возможный экономический выигрыш, который может обеспечить третий вариант цифровизации местной телефонной сети. В разделе 1.5 было показано, что в зарубежных странах Операторы ориентируются именно на использование коммутационных станций большой емкости. Для численной оценки того экономического эффекта, который может принести переход к применению коммутационных станций большой емкости, необходимо получить зависимость, подобную формуле (2.1). Иными словами, нас интересует функция, которая определяет зависимость стоимости одного номера станции ($C_{НОМ}$) от ее емкости ($N_{НОМ}$), то есть $C_{НОМ} = F(N_{НОМ})$.

Эта функция имеет ступенчатый характер, так как расширение

емкости цифровой станции осуществляется за счет установки модулей. В общем случае функция $C_{\text{НОМ}} = F(N_{\text{НОМ}})$ не является монотонной убывающей. Это объясняется тем, что в некоторых ситуациях для включения еще одного абонента приходится добавлять дорогостоящий модуль. Кроме того, на характер исследуемой функции влияют решения, принятые разработчиками ее аппаратно-программных средств.

Сложность получения функций искомой зависимости определяется одним субъективным фактором: необходимые данные относятся к коммерческой тайне. Для определения функции $C_{\text{НОМ}} = F(N_{\text{НОМ}})$ были опрошены Поставщики нескольких типов коммутационной техники. Им была гарантирована конфиденциальность информации. Все полученные данные пересчитывались в относительные (безразмерные) величины. Это позволило, используя метод наименьших квадратов [14], определить искомую зависимость в следующем виде:

$$C_{\text{НОМ}} = C_0 (N_0 / N_{\text{НОМ}})^{1/3}, \quad (3.1)$$

где C_0 – стоимость одного номера (порта) коммутационной станции с некой "эталонной" емкостью N_0 .

Обрабатывались данные, полученные в конце 90-х годов. Возможно, что в будущем формула может несколько измениться. Такое предположение основано на возрастании роли (и стоимости) программного обеспечения цифровой коммутационной станции [8]. Стоимость программного обеспечения менее зависит от емкости коммутационной станции, чем затраты Оператора на приобретение аппаратных средств. Этот вопрос требует дополнительного изучения, которое не входит в круг вопросов, рассматриваемых в монографии. Поэтому мы остановимся на некоторых комментариях к формуле (3.1), считая ее достоверной на ближайшие годы.

Для ГТС величину N_0 можно принять на уровне 10000 номеров, что соответствует средней емкости аналоговой РАТС. Примерный характер интересующей нас функции приведен на рисунке 3.3. Непрерывная кривая $F(N_{\text{НОМ}})$ подчиняется закону, который представлен формулой (3.1).

Для сравнения вариантов цифровизации местной телефонной сети можно оперировать относительными единицами, которые позволяют найти самое экономичное решение. Величину C_0 можно, в таком случае, принять за единицу. Вычисления по формуле (3.1) дают следующие любопытные оценки:

- ♦ при установке цифровой коммутационной станции для включения 5000 абонентов стоимость одного номера составит 1,26 от эталонного значения;

- ♦ повышение емкости цифровой коммутационной станции в четыре раза обеспечивает уменьшение затрат на один номер до 0,63 от эталонного значения;
- ♦ использование крупных цифровых коммутационных станций емкостью 100000 АЛ снижает стоимость одного номера до 0,46 от эталонного значения.

Напомним, что результаты этих оценок получены по формуле (3.1), которая получена после обработки небольшого числа проектов. Тем не менее, реальное соотношение цен на цифровое коммутационное оборудование разной емкости будет, по всей видимости, очень близким к приведенным выше оценкам.

Все приведенные выше соображения относятся к тем сценариям модернизации сетей телефонной связи, которые существенно улучшают ТФОП в целом. Более того, их цель — построение цифровой сети на базе технологии "коммутация каналов", которая, в дополнение к обслуживанию трафика речи, способна поддерживать ряд дополнительных услуг. Эти услуги могут быть не связаны с трафиком речи. Характерным примером можно считать обмен данными через модемы (режим dial-up) или используя функциональные возможности ЦСИО.

Операторы обычно предоставляют не только услуги телефонной сети. Чаще всего их бизнес связан с комплексом услуг, который в технической литературе на английском языке обычно называется "triple-play services" [15]. Эту тройку образуют речь, данные и видеoinформация.

Для эффективного обслуживания всех видов трафика целесообразно строить сети NGN. Возникает естественный вопрос: "Нельзя ли найти такие пути развития ТФОП, которые быстрее приведут

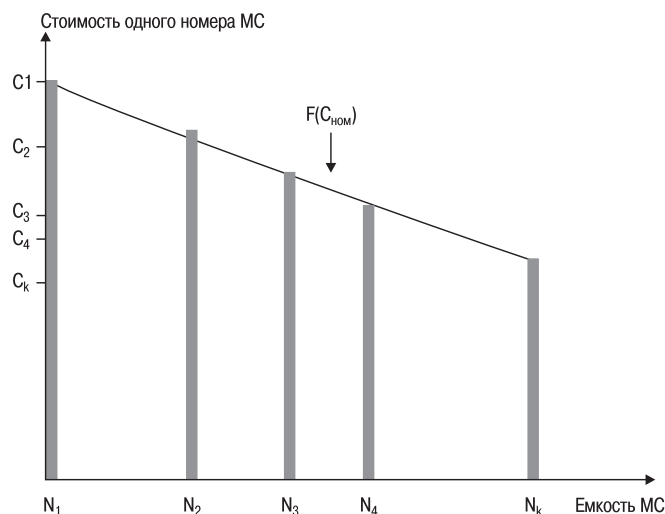


Рисунок 3.3 Зависимость стоимости номера цифровой коммутационной станции от ее емкости

нас к NGN?". Рассмотрим рисунок 3.4, помня, что к началу 2003 года средний уровень цифровизации ТФОП составил 40%. В российских мегаполисах этот уровень существенно ниже [16, 17].

Верхний график иллюстрирует два технологических процесса, характерных для инфокоммуникационных систем в развитых странах. Процесс цифровизации практически закончился, когда началось создание мультисервисной сети. В том, что эти два процесса почти не пересекаются (во времени) есть свои плюсы и минусы. На нижнем графике показаны те же два процесса, но для инфокоммуникационных систем в развивающихся странах. Существенное отличие заключается в том, что построение мультисервисной сети начинается до завершения цифровизации ТФОП. Для России, где еще не пройдена и половина пути к полностью цифровой ТФОП, поставленный выше вопрос о возможности форсированного перехода к NGN приобретает особую актуальность.

Ряд соображений на этот счет, основанный на анализе инфокоммуникационной системы ОАО "Уралсвязьинформ" был изложен в [18, 19, 20]. К анализу возможных вариантов перехода к NGN мы вернемся в следующей главе монографии. В этом разделе рассматриваются основные аспекты цифровизации ТФОП в ее классическом понимании.

До перехода к принципам цифровизации ТФОП на различных уровнях ее иерархии целесообразно рассмотреть еще один важный аспект развития инфокоммуникационной системы России. Речь идет о создании цифровых наложенных сетей альтернативными Операторами, основанном на механизме bypass [21]. Для объяснения этого термина, означающего "обходной путь", рассмотрим рисунок 3.5. Он очень похож на рисунок 1.11. Сходство не только внешнее. Речь идет о детализации фрагмента "местная сеть", расположенного в нижней части рисунка 1.1.1.

Допустим, что все абоненты могут быть разделены на три группы по уровню доходов, приносимых Оператору. Естественно, что для абонентов первой группы, самой малочисленной, характерны высокий спрос на современные инфокоммуникационные услуги и существенный объем оплачиваемого трафика. Абоненты третьей группы почти не пользуются дополнительными видами услуг, а большинство исходящих соединений устанавливается в пределах местной телефонной сети. Если в этой сети не используется повременная оплата местных соединений, то трафик можно считать неоплачиваемым. Абоненты второй группы занимают промежуточное положение и по уровню спроса на услуги Оператора, и по приносимым доходам.

Такая классификация абонентских групп весьма условна. Она выбрана только для объяснения механизмов bypass. Для анализа экономических характеристик ГТС обычно выделяют от трех до пяти абонентских групп и в обоих секторах потенциальных клиентов — в квартирном и в деловом.

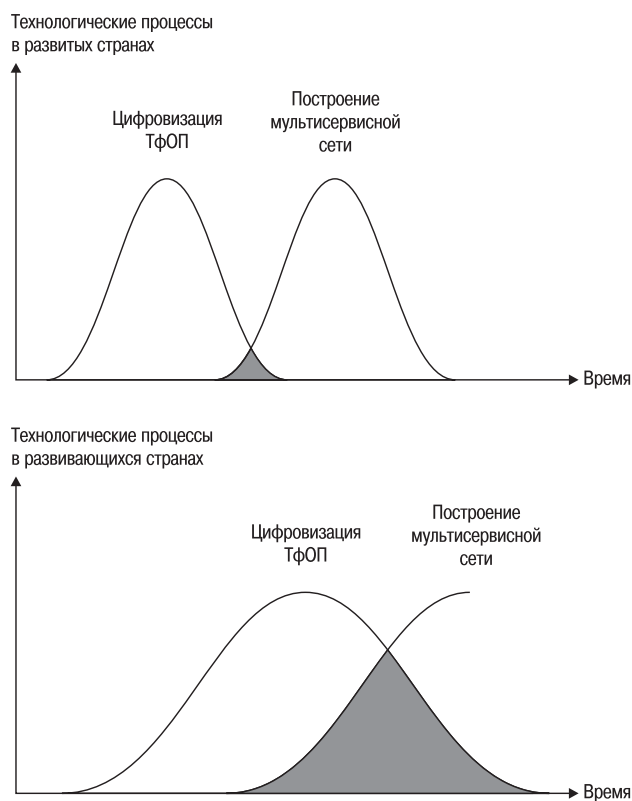


Рисунок 3.3 Зависимость стоимости номера цифровой коммутационной станции от ее емкости

Для Оператора ТФОП идеальное решение проблемы обслуживания различных групп абонентов – модернизация своей инфокоммуникационной системы с учетом текущих и перспективных требований. К сожалению, в России такое решение оказалось практически невозможным, когда за короткий период времени сформировался платежеспособный спрос на современные виды услуг. Эти услуги были востребованы, в первую очередь, в крупных российских городах. Доля потенциальных клиентов исчислялась единицами процентов. Быстрая модернизация всей ТФОП по финансовым соображениям была невозможна.

Тогда стали создаваться новые цифровые сети, нацеленные на обслуживание абонентов первой и, отчасти, второй групп. Общая идея такой сети показана на рисунке 3.6 для ГТС, состоящей из трех аналоговых РАТС. Операторов, создающих такие сети, стали называть альтернативными.

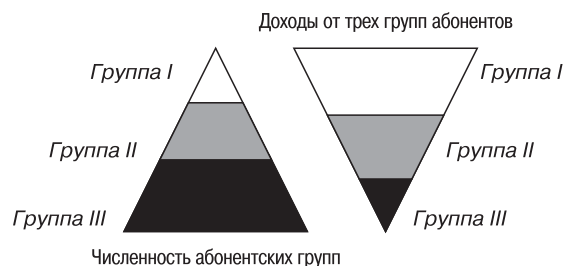


Рисунок 3.5 К вопросу о механизме bypass

В городе установлена одна цифровая МС. Она может быть включена на правах РАТС или выносного модуля одной из эксплуатируемых станций. На рисунке 3.6 показан последний вариант, что отмечено пунктирной линией между МС и РАТС2. В тех местах, где расположены потенциальные клиенты альтернативного Оператора, установлены концентраторы, соединенные с МС. В предложенной модели показаны четыре таких устройства, названные мультисервисными абонентскими концентраторами (МАК). Это название предложено специалистами научно-технического центра (НТЦ) "Протей" для разработанного ими концентратора [22].

В цифровую МС включены также три УАТС, абоненты которых заинтересованы в современных услугах. Причем УАТС3 переключена из РАТС2 в МС. Для абонентов некоторых УАТС уровень обслуживания, обеспечиваемый ГТС, вполне приемлем. Тогда эти УАТС не переключаются в МС. На рисунке 3.6 такое решение показано для цифровой УАТС2, которая включена в РАТС2 по пучку трехпроводных СЛ.

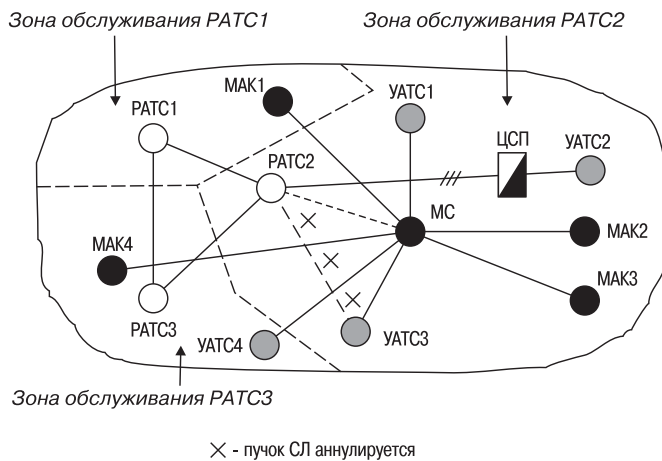


Рисунок 3.6 К вопросу о механизме bypass

Рисунок 3.6 отражает системно-сетевые аспекты деятельности альтернативного Оператора. Существенных изменений в инфокоммуникационной системе города не происходит. Более того, подобное решение может также использоваться и основным Оператором. В частности, если МАК обеспечивает подключение терминалов ЦСИО и другие функциональные возможности, то основной Оператор может установить МС с несколькими выносными концентраторами для эффективного обслуживания первой и второй абонентских групп. Правда, для этого необходимы существенные инвестиции. Чаще всего подобные проекты реализовывались альтернативными Операторами.

Итак, с системной точки зрения появление альтернативного Оператора не очень существенно меняет структуру местной телефонной сети. С экономической точки зрения ситуация меняется радикально. Этот факт иллюстрируется рисунком 3.7, где показаны два соотношения численности абонентов и уровня ожидаемых доходов.

В результате средства, которыми располагает Оператор ТФОП для развития своей сети, становятся весьма скромными. Возможно, именно по этой причине в мегаполисах России, где активно работают альтернативные Операторы, модернизация ГТС идет медленнее, чем по стране в целом. Это явление — естественный результат действия механизма bypass. Кстати, в тексте Генерального соглашения по торговле услугами (General Agreement on Trade in Services — GATS) обращается внимание на необходимость государственного управления механизмами bypass.

Тем не менее, появление альтернативных Операторов имеет и положительные стороны. По всей видимости, в начале 90-х годов это был единственный путь построения современной телекоммуникационной сети хотя бы и для небольшого круга пользователей. Кроме того, результаты эксплуатации сетей альтернативных Операторов позволили грамотно развивать ТФОП. В настоящее время сети альтернативных Операторов стали естественным полигоном для новых услуг и технологий.

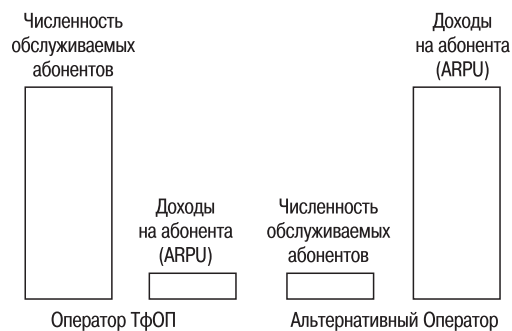


Рисунок 3.7 Численность абонентов и уровень доходов двух Операторов

3.2.2. Модернизация ГТС

В этом параграфе рассматриваются две структуры цифровой ГТС. Первая структура – сеть, коммутационные станции которой связаны по принципу "каждая с каждой". Такая сеть может формироваться при модернизации аналоговых ГТС четырех типов:

- ♦ нерайонированная сеть, состоящая из одной АТС;
- ♦ районированная сеть без узлов;
- ♦ сеть с УВС;
- ♦ сеть с УИС и УВС.

Вторая структура ГТС обычно создается в процессе модернизации ГТС большой емкости. Эти ГТС, к моменту начала цифровизации, были построены как сети с УВС или даже с УИС и УВС. Нерайонированная цифровая ГТС не рассматривается. Принципы ее формирования были изложены в предыдущем разделе.

В верхней части рисунка 3.8 показана аналоговая ГТС, построенная с четырьмя узлами исходящего и входящего сообщений

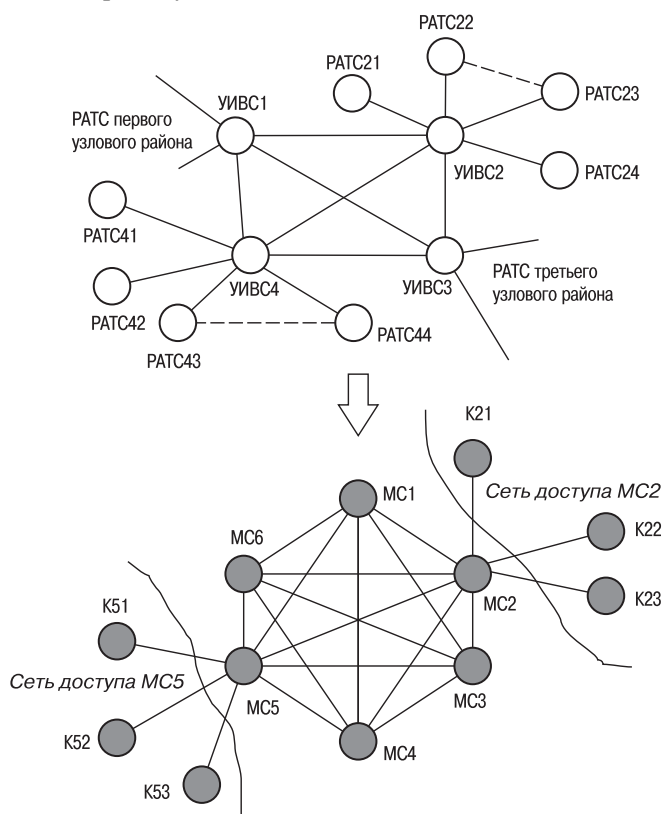


Рисунок 3.8 Преобразование аналоговой ГТС с УИВС в цифровую сеть без узлов

(УИВС). Совмещение функций УИС и УВС в одном узле позволяет упростить схему межстанционных и междузловых связей в ГТС. Включение РАТС показано только для двух УИВС. Это также позволяет убрать лишние связи в модели. Пунктирными линиями показаны пучки СЛ между РАТС одного узлового района.

Будем считать, что в результате технико-экономического анализа была найдена оптимальная структура ГТС (понятно, что принципы решения подобной задачи – предмет отдельного исследования). В нашем примере оптимальная структура ГТС представляет собой нерайонированную сеть, которая содержит шесть цифровых МС. Допустим, что лучшие места размещения оборудования этих МС – площадки, где расположены УИВС, а также РАТС21 и РАТС44. В местах размещения остальных РАТС устанавливаются выносные концентраторы. В нижней части рисунка 3.8 показаны по три концентратора в зонах обслуживания МС2 и МС5. Эти концентраторы находятся в границах сети доступа МС2 и МС5. Принципы построения сети доступа изложены в разделе 3.3.

В процессе формирования цифровой ГТС некоторые МС могут выполнять функции транзитных узлов. Пример такой ситуации приведен на рисунке 3.9, который связан с заменой двух аналоговых УИВС. В некоторых публикациях те МС, которые выполняют функции узлового оборудования, называют опорно-транзитными станциями [7].

В соответствии с концепцией "наложенной" сети [1, 2, 7] цифровые коммутационные станции соединяются между собой стандартными трактами Е1, пропускная способность которых составляет 2048 кбит/с. Связь с аналоговыми станциями также должна быть организована по трактам Е1. На рисунке 3.9 цифровые тракты отмечены черными квадратиками.

Функции, свойственные опорно-транзитным станциям, показаны для МС5. Она должна обеспечивать установление транзитных

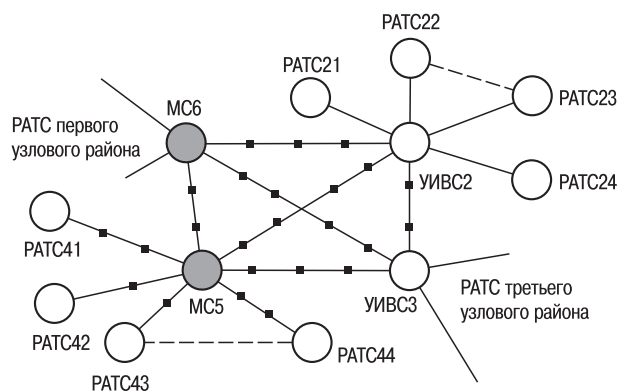


Рисунок 3.9 Использование МС в качестве опорно-транзитных станций

соединений РАТС41, РАТС42, РАТС43 и РАТС44 между собой и со всеми другими станциями ГТС. Шестая МС также выполняет функции опорно-транзитной станции, но обслуживаемые РАТС на рисунке не показаны.

Программное управление позволяет перераспределять ресурсы МС в зависимости от выполняемых ею функций. Когда МС перестает выполнять функции опорно-транзитной станции, ее ресурсы используются исключительно для обслуживания исходящего и входящего трафика между коммутационными станциями. Информация, публикуемая Операторами развитых стран, свидетельствует, что даже крупные ГТС целесообразно строить с минимальным использованием узлового оборудования (цифровых ТС).

Тем не менее, в мегаполисах практически невозможно модернизировать ГТС без использования цифровых ТС. Это объясняется рядом причин, среди которых следует упомянуть и низкие темпы модернизации ГТС в крупных российских городах. Еще одна особенность модернизации ГТС некоторых мегаполисов – необходимость использования двух или более зональных кодов АВС в границах территории одного города. Пока такой вариант развития ГТС принят только для Москвы [16], так как семизначный план нумерации стал сдерживать развитие столичной инфокоммуникационной системы. В такой сети ТС может выполнять как функции узлового оборудования, так и АМТС.

Принципы построения цифровой телефонной сети с ТС достаточно просты. Важная особенность этого процесса – экономичное построение транспортной сети, о чем мы говорили во второй главе монографии. В сети с аналоговыми УИС и УВС (или УИВС) необходимо, в первую очередь, устанавливать мощные цифровые ТС. Для этого надо определить оптимальное число ТС ($M_{ТС}$). Как правило, эта величина будет меньше, чем численность УИВС ($M_{уивс}$):

$$M_{ТС} < M_{уивс}. \quad (3.2)$$

Если в сети используются УИС и УВС, то величина $M_{уивс}$ равна числу узловых районов. УИВС, разнесенные на различные площадки, считаются как один узел. На рисунке 3.10 показан центральный фрагмент аналоговой ГТС с восемью узловыми районами. Для пятого УИВС показано включение пяти РАТС. РАТС52 и РАТС53, а также РАТС54 и РАТС55 связаны прямыми пучками СЛ. Для РАТС51 предполагается еще одно направление связи – с шестым УИВС. Это решение используется в существующих ГТС редко; оно показано пунктирной линией. При установке цифровых ТС обычно сокращается число узловых районов (принципы решения задач по планированию сети, как и в предыдущих примерах, здесь не рассматриваются). Далее предполагается, что оптимальное решение – установка пяти крупных цифровых ТС. Кроме того, сокращается

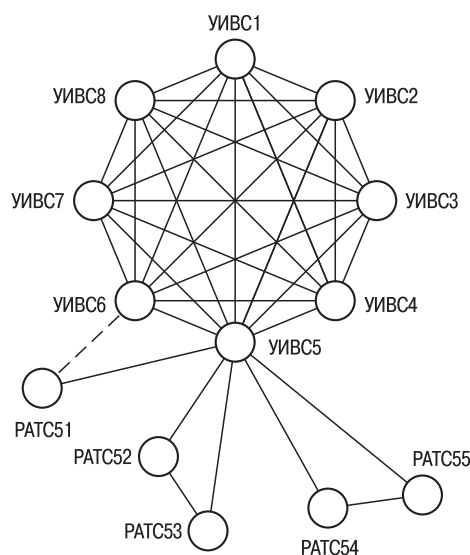


Рисунок 3.10 ГТС большой емкости с аналоговыми УИВС

общее число цифровых МС, которые потребуются для замены аналоговых ПАТС. Будем считать, что в пятую ТС, после замены всех аналоговых станций, будет включено четыре МС большой емкости.

На рисунке 3.11 показан фрагмент ГТС большой емкости после завершения процесса ее модернизации. Для повышения надежности сети каждая цифровая МС опирается, как минимум, на две ТС (МС34 включена в три транзитные станции). Такое решение считается естественным для современных ГТС большой емкости. Некоторые МС могут быть связаны прямыми пучками СЛ. Такая возможность показана для двух пар МС пунктирными линиями.

Несколько ТС или все коммутационные станции этого типа могут выполнять функции АМТС. Этот вопрос подробнее рассматривается в параграфе 3.2.4.

Приведенные примеры не могут охватить все возможные сценарии цифровизации ГТС. В некоторых случаях приходится искать оригинальные решения. Большинство Операторов уже приняли основные системные решения, определяющие дальнейший процесс модернизации ГТС. Тем не менее, некоторые рекомендации имеют практическую ценность. В качестве примера подобных рекомендаций можно сформулировать три предварительных вывода:

- ♦ целесообразно использовать цифровые коммутационные станции большой емкости;
- ♦ при модернизации ГТС целесообразно свести к минимуму число уровней иерархии;

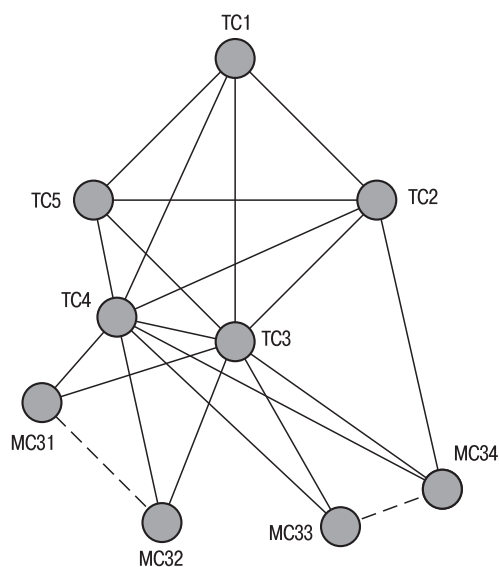


Рисунок 3.11 Использование цифровых транзитных станций вместо аналоговых узлов

- при использовании транзитных станций желательно возложить на них функции АМТС.

Эти выводы названы предварительными, потому что еще не рассмотрены два важных аспекта развития ТФОП: сети междугородной связи и сети доступа. Кроме того, на принципы модернизации ГТС влияют и другие факторы, рассматриваемые в этой главе. Не будем забывать и о том, что в следующей главе будут анализироваться принципы развития ТФОП с точки зрения требований NGN.

Некоторые тенденции, касающиеся дальнейшего развития ГТС, будут обсуждаться в параграфе 3.2.5. А теперь мы переходим к принципам модернизации СТС. Основные направления эволюции СТС очень похожи на те процессы, которые свойственны сетям телефонной связи, созданным в городах.

3.2.3. Модернизация СТС

3.2.3.1. Особенности телефонной связи в сельской местности

Построение и модернизация сетей электросвязи в сельской местности, как правило, существенно сложнее, чем в городах. Это объясняется экономическими, географическими, демографическими и климатическими особенностями сельских административных районов. На рисунке 3.12 показаны типичные кривые, описывающие удельные затраты Оператора на подключение одного терминала в ТФОП и ожидаемые доходы. Эти две кривые, по оси абсцисс, охватывают точки расположения потенциальных абонентов от центральной части города до удаленных (и часто труднодоступных) территорий в сельской местности. Предлагаемое выделение шести элементов в границах субъекта Федерации основано на апробированном подходе к изучению особенностей сельской связи [23].

Можно выделить два характерных сегмента обслуживания абонентов, в которых Оператор ТФОП получает практически гарантированные доходы. Первый сегмент охватывает территорию от центра города до некой точки в пригородной зоне. Центр второго сегмента находится в районном центре. Границы второго сегмента расположены недалеко от райцентра. Эту модель, конечно же, нельзя считать абсолютно верной. Для некоторых реальных СТС практически вся территория, обслуживаемая Оператором, будет входить в один из сегментов. И наоборот, в ряде сетей численность абонентов, попадающих в первый или второй сегменты, будет незначительной. Многое зависит от уже упоминавшихся экономических, географических, демографических и климатических характеристик сельского административного района.

Величины этих сегментов определяются совокупностью факторов, среди которых следует отметить характер распределения потенциальных абонентов в двух элементах рассматриваемой модели: "Сельская местность" и "Удаленные пункты". На семинаре, проведенном компанией "Ericsson" в ОАО "Гипросвязь СПб" в 1998 году,

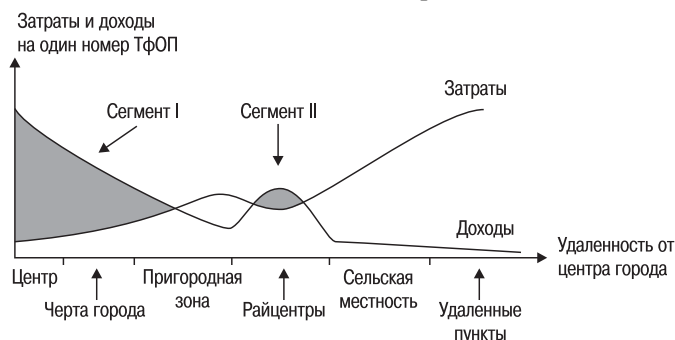


Рисунок 3.12 Удельные затраты Оператора на подключение терминала в ТФОП и ожидаемые доходы

был сделан доклад [24], в котором предложены четыре основные модели распределения абонентов. Эти модели показаны на рисунке 3.13. Они обозначены латинскими буквами А, В, С и D.

Для модели (А) характерны два момента. Часть потенциальных абонентов ТФОП сконцентрирована в нескольких сравнительно крупных населенных пунктах. Остальные жители почти равномерно распределены по всей территории. Модель (В) отличается типом распределения жителей, находящихся вне крупных населенных пунктов. Они проживают вдоль коммуникаций – дорог или рек. Модель (С) можно рассматривать как сочетание вариантов (А) и (В). Для модели (D) свойственна самая высокая концентрация потенциальных абонентов ТФОП в некой совокупности населенных пунктов.

Обычно стоимость организации одной АЛ (C_j), то есть величина удельных затрат на подключение нового терминала, для четырех рассматриваемых моделей подчиняется такому неравенству:

$$C_A > C_B > C_C > C_D \quad (3.3)$$

Прежде чем перейти к дальнейшим экономическим рассуждениям, целесообразно ответить на следующий вопрос: "Где граница между городской и сельской связью?". На первый взгляд, данный вопрос – риторический. Но результаты некоторых исследований сельской связи в США [25] свидетельствуют, что поставленный вопрос имеет важное практическое значение. Такой же вывод можно сделать на основе анализа российской телекоммуникационной системы.

Обычно в состав сельской местности в США включают все населенные пункты с численностью жителей менее 50 тысяч человек. Считается, что очень важно различать обычные и удаленные сельские населенные пункты. Удаленным считается такой пункт, который сложно подключить к СТС по каким-либо причинам. Примеры таких причин: большое расстояние до ближайшей АТС или концентратора, сложный рельеф местности и прочие. Для организации связи с удаленными пунктами часто приходится использовать специфичес-

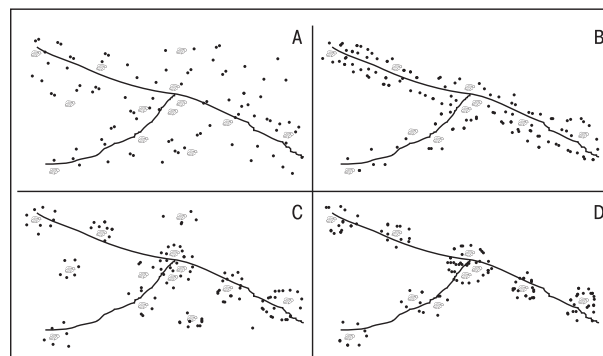


Рисунок 3.13 Четыре модели распределения потенциальных абонентов СТС

кие способы организации связи. В подобных ситуациях сложно обеспечить экономичное построение сети электросвязи.

На территории США в удаленных пунктах проживает 1% всех абонентов СТС. В середине 80-х годов мне довелось проводить выборочное обследование средств СТС в удаленных пунктах бывшего СССР. Результаты, полученные около пятнадцати лет назад, свидетельствуют, что в некоторых субъектах Федерации в удаленных пунктах проживают до 10% потенциальных абонентов СТС.

В России каждый субъект Федерации (за исключением Москвы и Санкт-Петербурга) делится на административные районы, в границах которых строятся СТС. С другой стороны, районный центр, как правило, считается городом. Поэтому в районном центре создается ГТС. На территории района может находиться город, подчиненный центру субъекта Федерации. В таком городе также создается ГТС. Более того, некоторым сельским населенным пунктам был присвоен статус ПГТ. Ранее такой статус для связистов был привлекателен, хотя бы с точки зрения уровня заработной платы. На территории ПГТ часто устанавливались сельские АТС, но формально телефонная сеть могла считаться городской. На рисунке 3.14 показан пример СТС, иллюстрирующий перечисленные особенности связи на территории сельского административного района.

Три ОС включены непосредственно в ЦС. Такой вариант построения СТС обычно называют одноступенчатым [2, 26]. Структура связи между ЦС и ОС соответствует звездообразной топологии [27]. Три другие ОС включены в ЦС через УС. Такой вариант построения СТС называется двухступенчатым [2, 26]. Структура связи между ЦС и ОС определяется древовидной топологией [27]. ОС1 и ОС5 обслуживают абонентов, которые проживают в ПГТ. Очевидно, что по типу связи с ЦС и ОС1, и ОС5 являются типичными сельскими станциями.

Город, находящийся в подчинении центра субъекта Федерации,

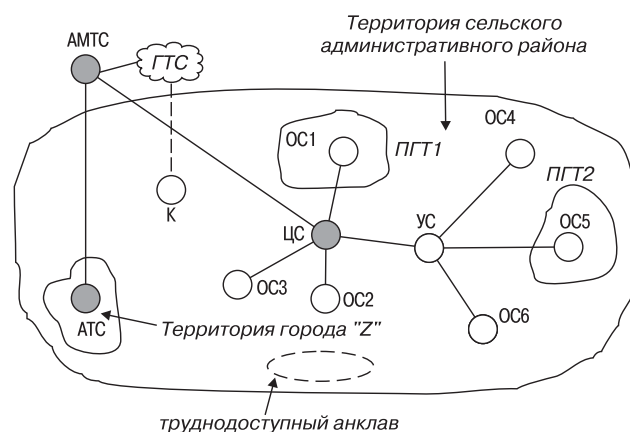


Рисунок 3.14 Особенности организации СТС на территории сельского района

обозначен буквой "Z". АТС, обслуживающая абонентов в этом городе, включена в АМТС, через которую осуществляется выход в ТФОП. На рисунке также показан концентратор, включенный в одну из станций ГТС центра субъекта Федерации. Подобные решения могут быть приняты по различным соображениям, которые будут рассмотрены в параграфе 3.2.3.2. Для завершения анализа рисунка 3.14 отметим, что в его нижней части показан анклав, для которого характерны признаки (один или более) труднодоступного населенного пункта. Варианты организации связи в таких анклавах рассматриваются в разделе 3.3, который посвящен сетям доступа.

Вернемся к тем вопросам построения СТС, которые тесно связаны с экономикой. В некоторых случаях экономические вопросы тесно связаны с административными решениями, прямо или косвенно направленными на поддержку процессов развития сельской связи.

Средняя стоимость подключения абонента к сети электросвязи рассчитывается по различным правилам. В этом параграфе практический интерес представляет такой расчет, который позволяет учесть затраты на все элементы инфокоммуникационной системы. Для США величина такой средней стоимости составляет 2200 долларов на абонента. Понятно, что эта сумма существенно различается для городов и сельской местности – 800 и 6000 долларов соответственно. В таблице 3.2 показана зависимость стоимости подключения абонента к сети связи от поверхностной плотности размещения сельского населения.

Таблица 3.2

| Поверхностная плотность размещения потенциальных абонентов (на км ²) | Стоимость в расчете на абонента, доллары США |
|--|--|
| до 10 | 2667,91 |
| от 10 до 100 | 1893,15 |
| от 100 до 500 | 882,83 |

Понятно, что для дальнейшего развития системы сельской связи также потребуются существенные инвестиции. В [25] приведены такие оценки модернизации СТС:

- ♦ стоимость цифровизации СТС (с поддержкой услуг узкополосной ЦСИО), проводимой в течение 10 – 20 лет, составляет порядка 1000 долларов США на одного абонента;
- ♦ затраты на обеспечение доступа к широкополосным услугам составят около 4000 – 5000 долларов на абонента.

Такие высокие затраты на качественное преобразование телекоммуникационной системы обусловлены рядом факторов. Влияние длины АЛ будет рассматриваться в разделе 3.3, который посвящен сетям доступа. Здесь уместно вспомнить о функциях, определяемых формулами (2.1) и (3.1). Эти выражения свидетельствуют, что удельные затраты на модернизацию транспортной и коммутируемых сетей в сельской

местности более высокие, чем в городе, по объективным причинам. Например, в США по данным на 1993 год средняя емкость сельской АТС составляла 1223 номера. Это почти на порядок меньше средней емкости городских коммутационных станций – 12000 номеров. Сравните эти две величины с данными, приведенными в таблице 1.7. Не правда ли, еще одно свидетельство низкой эффективности планирования отечественных местных телефонных сетей?

При анализе возможных вариантов модернизации СТС следует тщательно изучить те новые технологии, которые могут быть успешно использованы в сельской местности. Такие технологии будут анализироваться в последней главе монографии, но в этом разделе целесообразно кратко остановиться на двух направлениях модернизации СТС. Оба эти направления базируются на беспроводных (wireless) технологиях.

Первое направление подразумевает использование радиотехнического оборудования для фиксированной (стационарной) связи. Это оборудование, в свою очередь, обычно классифицируют по видам конфигурации связи на два класса:

- ♦ системы РМР (Point-to Multipoint), поддерживающие конфигурацию "точка – множество точек";
- ♦ системы РТР (Point-to Point), предназначенные для конфигурации "точка – точка".

Для СТС большое практическое значение имеют системы класса РМР. Они, как правило, позволяют экономично строить сети сельской связи при низкой поверхностной плотности размещения потенциальных абонентов. На рисунке 3.15 показана зависимость, иллюстрирующая это утверждение. Приведенный график заимствован из [25].

Второе направление – максимальное использование ресурсов сотовой (мобильной) сети для предоставления услуг телефонной связи в сельской местности. Интересен, в этом отношении, китайский опыт

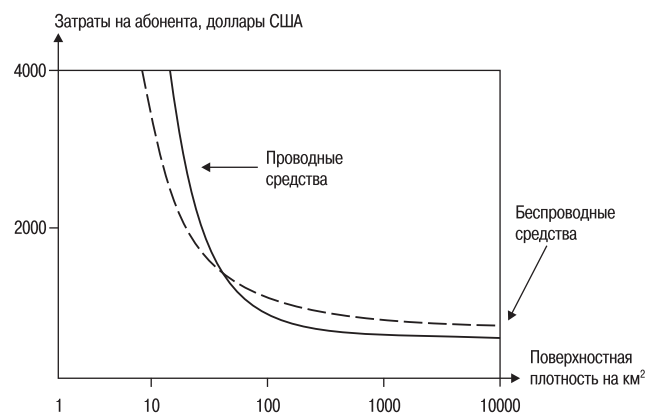


Рисунок 3.15 Удельные затраты Оператора при использовании различных средств связи

[28]. В окрестностях Пекина образовались так называемые "деревни мобильной связи". Такое определение дается населенным пунктам в сельской местности, если удельный вес абонентов мобильной телефонной связи составляет не менее 30% от численности населения. В конце 2002 года в окрестностях Пекина, по оценкам китайских специалистов, было более 70 "деревень мобильной связи".

Как сообщает газета "Бэйцзин жибао", по мере устойчивого развития сельской экономики, деревни, находящиеся в административном подчинении Пекина, проявляют большой интерес к мобильной связи. В этой связи Пекинская компания мобильной связи планирует увеличить ассигнования на строительство базовых станций в окрестностях столицы и улучшить качество сети мобильной связи.

Нечто подобное наблюдается в России. В Internet можно найти информацию о весьма неожиданном для Операторов низком спросе на появляющуюся возможность подключения к вновь вводимым цифровым сельским АТС. Основной причиной, как оказалось, стала конкурентоспособность сотовых сетей. Сегодня подключение к ТФОП, в среднем, обходится российскому абоненту в сумму, близкую к 200 долларам США. Кстати, в Северной Америке абонент платит за подключение к ТФОП порядка 20 долларов. Сумма, эквивалентная 200 долларам, достаточна для приобретения мобильного телефона, подключения к сети и оплаты услуг Оператора в течение нескольких месяцев. Различия в фиксированной ежемесячной плате и стоимости минуты разговора при использовании фиксированной и мобильной сетей постепенно становятся не столь заметными, как ранее.

К этому вопросу мы вернемся в следующей главе. В данном случае для нас существенно то, что СТС, базирующаяся на проводных средствах связи, может потерять свои позиции монополиста на рынке услуг телефонной связи. Разумный выход для Оператора — добиться конкурентоспособных преимуществ [29], что позволит сохранить свою клиентскую базу.

Материалы этого параграфа большей частью основаны на зарубежных данных. В основном, использована информация, опубликованная американскими специалистами. Конечно, полученными результатами следует пользоваться очень осторожно, учитывая специфику российской телекоммуникационной системы. В этом плане, весьма интересны результаты, публикуемые, например, индийскими специалистами [30]. Задачи развития сельской связи в России и в Индии имеют много общего.

Надо сказать, что многие развитые и развивающиеся государства стали уделять должное внимание развитию системы сельской связи. Мне показались очень важными слова главного консультанта национальной Ассоциации США по сельской связи Джона О'Нила [31]: "Сохранение сельской связи на уровне городской входит в национальные интересы страны". Эти слова подкрепляются различными законодательными актами. Например, в США Федеральная комиссия по связи обязала всех Операторов междугородной и международной

связи направлять 6,8% своих доходов в специальный фонд [32]. Это фонд предназначен для субсидирования услуг связи в сельских районах страны и для социально неблагополучных слоев населения.

Конечно, сейчас целесообразно провести серьезные исследования рациональных путей дальнейшего развития системы сельской связи. Для проведения этих исследований необходимо собрать и обработать статистические данные, полученные от Операторов, которые эксплуатируют СТС в различных регионах России. Интересные статистические данные, касающиеся уровня развития СТС, приведены в [33]. Некоторые из этих данных представлены в таблице 3.3 для семи МРК, входящих в ОАО "Связьинвест".

Таблица 3.3

| Название МРК, входящих в ОАО "Связьинвест" | Население, тысячи человек | Численность населенных пунктов | |
|--|---------------------------|--------------------------------|--------------------|
| | | Всего | Телефонизированных |
| Дальсвязь | 1334,6 | 2082 | 1604 (77%) |
| Сибирьтелеком | 5964,4 | 11320 | 8974 (79%) |
| Уралсвязьинформ | 3233,0 | 9721 | 6774 (70%) |
| ЮТК | 7168,2 | 7556 | 6319 (84%) |
| ВолгаТелеком | 6188,2 | 23097 | 16612 (72%) |
| Северо-Западный Телеком | 2325,4 | 25400 | 13292 (52%) |
| ЦентрТелеком | 7752,0 | 57163 | 34252(60%) |

Примечание: полезную информацию по всем семи МРК можно найти на официальном сайте ОАО "Связьинвест" [17].

В [33] использованы статистические данные на 1 января 2002 года. Модернизация СТС осуществляется "скромными" темпами. Поэтому доля телефонизированных пунктов в сельской местности может считаться устойчивой средней оценкой в течение нескольких ближайших лет.

Если рассмотреть структуру доходов МРК за 2001 год, то сразу бросается в глаза отсутствие экономических стимулов для развития СТС. Обслуживание международного и междугородного трафика приносило Оператору 52,30% доходов. Доля ГТС также была весомой – 35,45%. Обслуживание сельских абонентов обеспечивало только 3,41% от всех доходов Оператора. Очевидно, что для дальнейшего развития СТС и замены старых типов оборудования необходима государственная поддержка. Это не снижает актуальности задач поиска эффективных путей для дальнейшего развития инфокоммуникационной системы в сельской местности.

Интересно, что в СТС практически не осталось АТС декадно-шаговой системы – 0,24% от общей монтированной емкости по данным на 1 января 2002 года. Доминируют координатные станции – 82%. Удельный вес квазиэлектронных и цифровых АТС составил 10% и 8% соответственно.

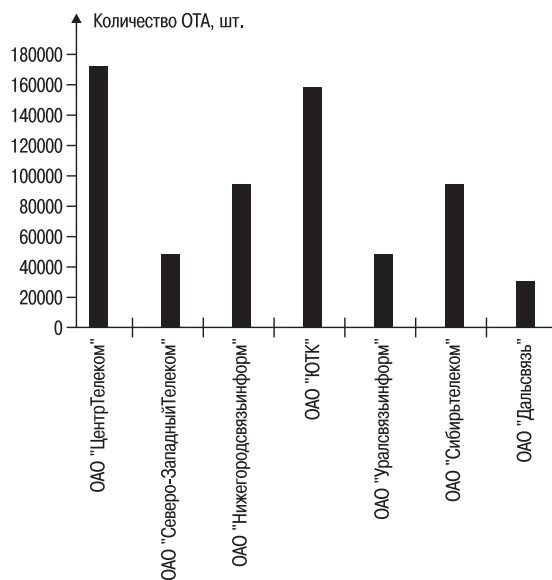


Рисунок 3.16 Количество заявлений на установку ОТА в СТС на 1 января 2002 года

Величины телефонной плотности в СТС для семи МРК различаются не очень существенно. Телефонная плотность в сельской местности (по данным на 1 января 2002 года) изменяется от 10,06 до 12,81 ОТА на 100 жителей. Разброс численности заявок на установку ОТА значителен – рисунок 3.16. Конечно, следует учитывать наличие так называемого "отложенного спроса" [34], что позволяет считать приведенные на графике результаты нижней границей требуемого роста номерной емкости СТС.

Еще одна важная задача развития СТС – повышение коэффициента использования монтированной емкости коммутационных станций. Для ее решения необходимо улучшить процессы планирования инфокоммуникационной системы в целом. Значительный эффект может быть получен за счет рационального построения сетей доступа.

3.2.3.2. Основные сценарии цифровизации СТС

Преобразование аналоговых СТС с присущими им особенностями (применение АТС малой емкости, специфические системы сигнализации и тому подобное) в современные цифровые коммутируемые сети будет осуществляться по различным сценариям. Выбор оптимального сценария – достаточно сложная задача. Ее можно решить при анализе характеристик конкретной СТС и предъявляемых к ней требований. Совокупность возможных методов цифровизации СТС может быть представлена следующими сценариями [2, 35]:

- ♦ постепенная замена аналоговых АТС (по мере их физического и/или морального старения) цифровыми коммутационными станциями;
- ♦ построение "наложенной цифровой сети", что подразумевает замену, в первую очередь, аналоговой ЦС;
- ♦ замена сразу всех аналоговых АТС цифровыми коммутационными станциями (метод "Бульдозера") или средствами беспроводного доступа к ЦС;
- ♦ полная интеграция СТС с цифровой ГТС, которая представляет собой один из вариантов построения "наложенной сети".

Все эти сценарии могут использоваться как единственное решения для модернизации СТС. Возможно также разумное сочетание двух (или более) сценариев. Во всех случаях модернизации СТС могут использоваться беспроводные средства электросвязи классов РТР и РМР. Все четыре сценария целесообразно рассмотреть на примере цифровизации одной и той же СТС. Ее структура показана на рисунке 3.17. Предполагается, что все сельские АТС являются аналоговыми станциями. Выход на междугородную сеть обеспечивается цифровой АМТС.

Для анализа первого сценария, основанного на замене коммутационных станций по мере их физического или морального старения, введем следующие допущения:

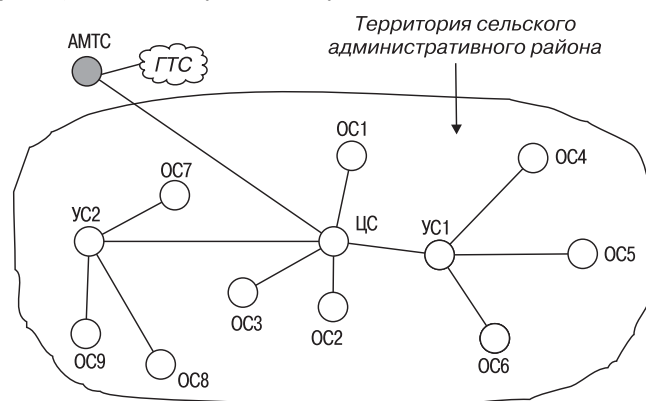


Рисунок 3.17 Структура модернизируемой сельской телефонной сети

- а) ЦС построена на базе координатной станции, которая эксплуатируется около десяти лет;
- б) в качестве обеих УС используются квазиэлектронные АТС, установленные менее пяти лет назад;
- в) с точки зрения телефонной связи ЦС и УС еще не устарели ни морально, ни физически;
- г) необходимо в ближайшие годы заменить ОС1, ОС3, ОС5, ОС7 и ОС9, а в обозримой перспективе – ОС2, ОС4, ОС6 и ОС8.

В сельских АТС могут устанавливаться четырехпроводные транзитные соединения. Это позволяет избежать проблем превышения норм по затуханию, свойственных ГТС [7]. Поэтому первый сценарий модернизации СТС, основанный на прагматической стратегии модернизации ТФОП [1], может быть реализован на практике. На рисунке 3.18 показана структура СТС после замены всех девяти аналоговых ОС. Как и ранее, цифровые коммутационные станции отмечены темным цветом.

Сеть, сформировавшаяся после замены аналоговых ОС, имеет ряд достоинств и недостатков. Несомненным достоинством можно считать простоту процесса развития СТС. Действительно, Оператору следует постепенно заменять те АТС, которые устарели морально или физически. Транспортная сеть может долго использовать аналоговые системы передачи. Недостатки рассматриваемого сценария очевидны. Они обусловлены наличием аналоговых коммутационных станций между цифровыми ОС и АМТС. В частности, невозможна поддержка услуг ЦСИО. Большие проблемы могут возникнуть при формировании платежеспособного спроса на другие виды обслуживания. Понятно, что практически невозможно использовать новые принципы технической эксплуатации всей системы электросвязи сельской административного района. Синхронизация ОС от вышестоящей станции (для структуры, показанной на рисунке 3.18) исключена. Вряд ли выбор Оператором такого сценария развития

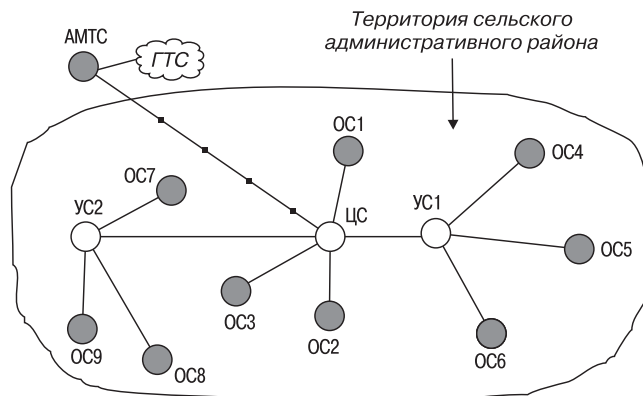


Рисунок 3.18 Структура СТС после замены всех аналоговых ОС

СТС можно считать оптимальным.

Второй сценарий основан на создании "цифровой наложенной сети". Этот сценарий отличается от одноименного варианта развития ГТС. В первую очередь, должна быть установлена цифровая ЦС (или УСП). Это позволяет включать цифровые ОС, которые заменяют аналоговые станции, самым эффективным способом. Еще одна важная черта рассматриваемого сценария модернизации СТС – переход к одноступенчатой структуре, что подразумевает отказ от использования УС. Такое решение диктуется особенностями построения цифровых телефонных сетей в сельской местности [36].

На рисунке 3.19 показан первый этап модернизации СТС при использовании рассматриваемого сценария. Аналоговая УС1 упраздняется, что позволяет включить три ОС, две из которых заменяются цифровыми, прямо в ЦС. Вторая УС переходит в ранг ОС, в которую включаются три концентратора. Эти концентраторы заменяют три аналоговые ОС.

В данном случае выполняются два требования концепции "наложенной сети". Все цифровые коммутационные станции связываются между собой без использования аналоговых транзитных узлов. Для связи новых коммутационных станций организуются исключительно цифровые тракты. Такие же тракты целесообразно использовать между цифровыми и аналоговыми АТС. На рисунке такое решение показано для пучков СЛ, связывающих ЦС с ОС2 и ОС3.

Уже на первом этапе модернизации СТС появляется возможность использовать современную систему централизованной технической эксплуатации для оборудования новых ОС и концентраторов. Это обеспечивается установкой современной цифровой ЦС. Кроме того, цифровые ОС будут синхронизироваться от оборудова-

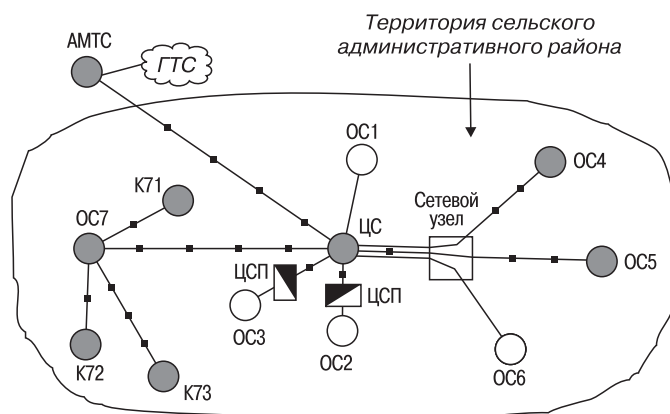


Рисунок 3.19 Построение "наложенной цифровой сети".
Первый этап модернизации СТС

ния ЦС, что позволит обеспечить введение ряда новых видов услуг.

На втором этапе цифровизации СТС заменяются ОС1, ОС2, ОС3 и ОС6. Для этого могут использоваться различные виды оборудования. Например, вместо ОС1 – ОС3 будут установлены концентраторы, включаемые в ЦС, а ОС6 заменяется цифровой станцией. Напомним, что пока мы не рассматривали использование беспроводной техники связи. В принципе, аналоговые ОС могут заменяться и системой типа РМР. Структура СТС, формируемая в результате завершения процесса цифровизации приведена на рисунке 3.20. В данном случае предполагается, что цифровизация СТС осуществляется в два этапа. На самом деле их будет несколько больше.

В качестве первой цифры в номере трех концентраторов, заменяющих ОС1, ОС2 и ОС3, используется "0". Это означает, что концентратор включается в ЦС. Этот сценарий цифровизации СТС представляется предпочтительным, если транспортную сеть можно модернизировать за счет использования современных кабелей или цифровых РРЛ.

Третий сценарий, подразумевающий замену сразу всех аналоговых УС и ОС, обычно не рассматривается как практически возможное решение. Тем не менее, в ряде случаев такой сценарий может оказаться весьма привлекательным для минимизации суммарных инвестиций, необходимых для модернизации СТС. Выбор третьего сценария может быть осуществлен в результате тщательного анализа кривых чистой текущей стоимости (NPV). Мне приходилось сталкиваться с проектами, в которых Оператор выбирал стратегию замены большой группы аналоговых станций оборудованием беспроводного доступа. Реже к таким решениям приводят проекты, в которых не предусматривается столь существенная смена техно-

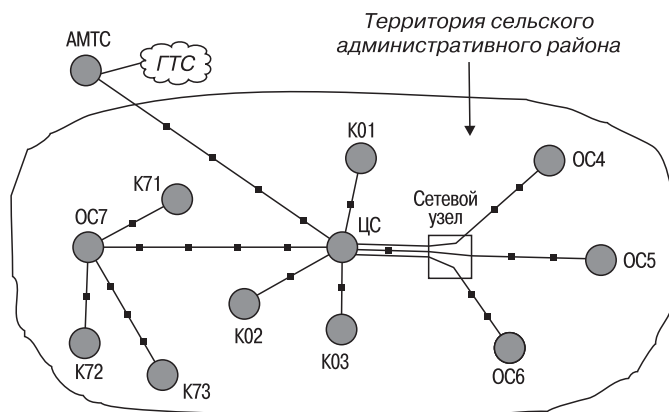


Рисунок 3.20 Построение "наложенной цифровой сети".
Последний этап модернизации СТС

логий. Иными словами, при замене аналоговых ОС на цифровые сценарий демонтажа сразу же всех старых станций (или их большой группы) Оператором анализируется как исключение.

Далее третий сценарий рассматривается для модели СТС, показанной на рисунке 3.17, при следующих допущениях:

- ♦ УС2 и все обслуживаемые ею ОС экономически выгодно заменить системой беспроводного доступа типа РМР;
- ♦ абонентов УС1, ОС4 и ОС5 целесообразно обслуживать за счет системы беспроводного доступа типа РМР, а ОС6 должна быть заменена цифровой коммутационной станцией;
- ♦ ОС1, ОС2 и ОС3 заменяются концентраторами, которые непосредственно включаются в ЦС.

Структура модернизированной сети показана на рисунке 3.21. Пожалуй, ее основные недостатки объясняются экономическими факторами, среди которых – значительные начальные инвестиции. С технической точки зрения (эксплуатационные задачи, введение новых услуг и прочее) третий сценарий представляется самым предпочтительным.

Численность БС и заменяемых ими ОС может не совпадать. Оборудование БС не всегда будет устанавливаться там, где ранее располагались демонтированные аналоговые станции.

Четвертый сценарий модернизации СТС основан на ее полной интеграции с ГТС. Такое решение можно рассматривать как частный случай того сценария, который предусматривает построение "наложенной сети". Действительно, если все УС и ОС заменить выносными концентраторами, то полученную сеть можно считать частью ГТС. На самом деле реальные условия несколько отличаются от такой схемы. На территории сельского административного

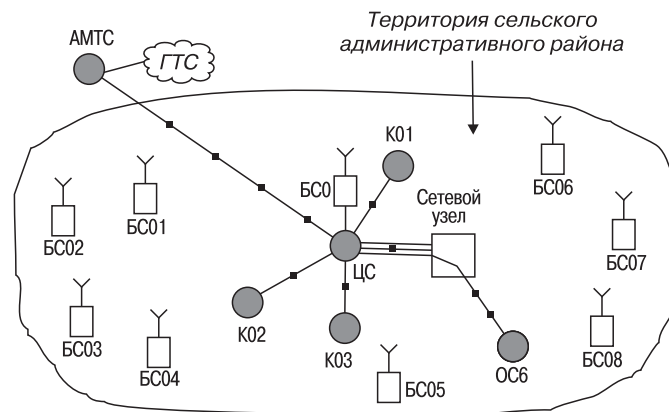


Рисунок 3.21 Модернизация СТС по третьему сценарию

района существует совокупность анклавов, в границах которых абонентов более устраивает включение в ГТС либо центра субъекта Федерации, либо другого города (например, обозначенного на рисунке 3.14 буквой "Z"). Это означает, что четвертый сценарий модернизации СТС иногда связан с развитием тех ГТС, которые созданы не в центре сельского административного района.

Для уточнения решаемой задачи воспользуемся моделью, основой которой служит структура СТС, изображенная на рисунке 3.14. Дополнительно покажем пять анклавов, где расположены абоненты, более тяготеющие к трем различным ГТС. Соответствующая модель показана на рисунке 3.22, в котором анклавны обозначены большой буквой "А" с индексами от единицы до пятёрки.

В первом анклаве сосредоточена группа абонентов, для которой характерен большой обмен с ГТС центра субъекта Федерации. Весьма возможно, что включение АТС, которая обслуживает трафик города "Z", не в АМТС, а на правах районной станции в ГТС центра субъекта Федерации будет весьма экономичным решением.

Во втором и в третьем анклавах показана ситуация, когда некоторые группы абонентов в сельской местности также целесообразно включать в ГТС центра субъекта Федерации. Такое положение может быть обусловлено производственными факторами (строительство крупных промышленных комплексов, организация складов за пределами города и прочее), особенностями застройки отдельных фрагментов в сельской местности (например, появление группы элитных домов) и иными обстоятельствами.

Четвертый анклав представляет пример противоположного характера. Когда СТС только начинала развиваться, телефонизацию некоторых населенных пунктов иногда осуществляли за счет

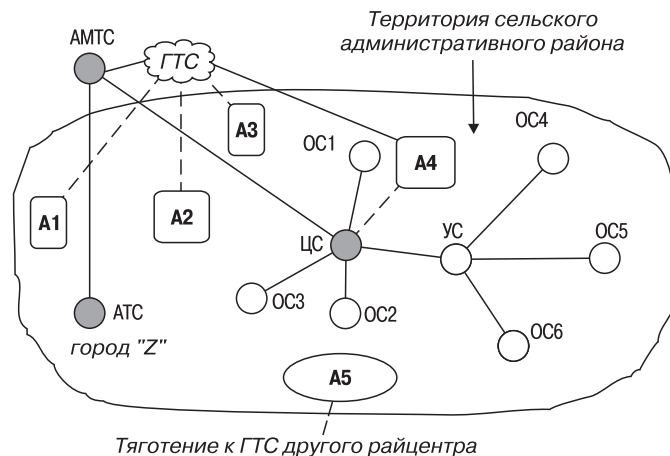


Рисунок 3.22 Сценарий полной интеграции СТС с ГТС. Модель сети

подключения к ГТС. Часть таких населенных пунктов экономичнее было бы обслуживать за счет переключения их коммутационных станций (или выносных модулей) в ЦС. Именно такой населенный пункт выделен в четвертый анклав.

Пятый анклав отражает часто встречающуюся ситуацию для населенных пунктов, расположенных у самых границ сельского административного района. В таких ситуациях могут возникать производственные связи, стимулирующие информационные потоки с центром соседнего административного района. Поэтому, кроме обязательной связи со своей ЦС, может оказаться выгодным организовать прямой пучок СЛ к одной из станций в соседнем районе. Кстати, такая ситуация достаточно часто встречается в США и Канаде. В справочниках "Желтые страницы" для большинства штатов тарифы для таких прямых пучков СЛ близки к уровню оплаты местных соединений.

На рисунке 3.23 показана финальная стадия полной интеграции СТС с тремя ГТС. Предполагается, что ОС1, ОС2 и ОС3 заменяются выносными концентраторами, а УС ликвидируется. Три оставшиеся ОС, обслуживаемые ранее демонтированной УС, также заменяются выносными концентраторами. Коммутационное оборудование, включаемое в ГТС центра субъекта Федерации, имеет статус МС.

На этом рисунке можно отметить три существенные особенности, которые следует прокомментировать. Во-первых, МС2 и МС3 должны иметь прямые пучки для связи с ЦС. Это необходимо, чтобы обеспечить абонентам МС2 и МС3 выход к экстренным и спра-

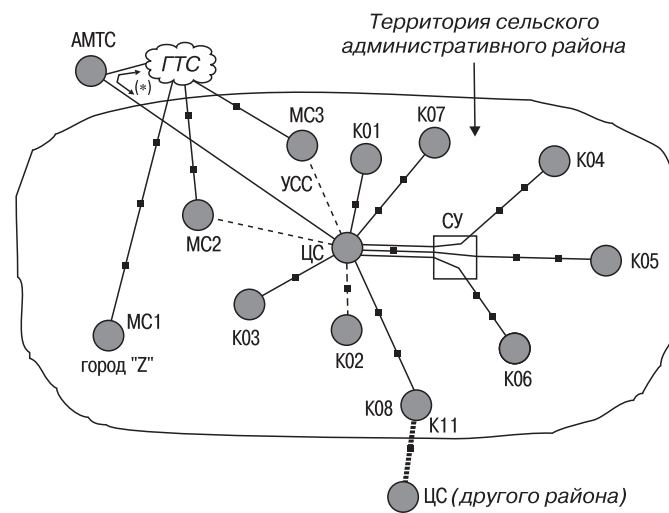


Рисунок 3.23. Сценарий полной интеграции СТС с ГТС. Результат модернизации сети

вочным службам районного центра. Надпись "УСС" возле направлений, показанных пунктирными линиями, подчеркивает тот факт, что основное назначение этих связей состоит именно в обеспечении доступа к экстренным службам. Во-вторых, концентратор K08 имеет второе обозначение – K11. Это означает, что используемое коммутационное оборудование одновременно включено в две ЦС. В-третьих, возле АМТС поставлен значок "звездочка". Стрелка, огибающая этот значок, указывает на возможность связи ЦС с ГТС центра субъекта Федерации помимо АМТС (за счет организации в транспортной сети прямого пучка междугородных каналов).

Сценарии цифровизации СТС, рассмотренные в этом параграфе, чаще всего будут использоваться в различных сочетаниях. Выбор оптимального сценария – сложная задача, для решения которой необходимо выполнить комплекс работ, включая тщательный анализ характеристик существующей СТС, прогнозирование требований потенциальных клиентов на перспективу, исследование возможных путей развития системы связи в сельской местности и расчет технико-экономических показателей для тех вариантов, которые представляют практическую ценность для Оператора.

При анализе всех сценариев цифровизации СТС не акцентировалось внимание на организацию связи в труднодоступных и малонаселенных пунктах. Это не означает, что предлагаемые решения не могут быть использованы для этих фрагментов сельской местности. Дело в том, что проблема предоставления инфокоммуникационных услуг в труднодоступных и малонаселенных пунктах при разумных инвестициях иногда требует иных решений. Их анализу посвящен следующий параграф.

3.2.3.3. Связь в удаленных и труднодоступных пунктах

Строго говоря, удаленные и труднодоступные пункты – это не одно и то же. Их объединение, с точки зрения принципов организации доступа к инфокоммуникационной системе, обусловлено следующими общими свойствами:

- ♦ обычно и в удаленных, и в труднодоступных пунктах сельской местности проживает малочисленная группа абонентов;
- ♦ для доступа к инфокоммуникационным услугам в обоих типах пунктов часто используются идентичные технические средства.

В англоязычной технической литературе обычно используется термин "Remote". Возможные переводы этого слова включают и удаленный, и труднодоступный, и другие, близкие по смыслу, значения. На рисунке 3.24 представлена модель, которая позволяет более точно выделить характерные объекты, рассматриваемые в этом параграфе.

В предложенной модели выделены пять населенных пунктов, которые можно считать удаленными и/или труднодоступными. Три таких пункта расположены в зоне обслуживания цифровых ОС. Два пункта находятся вне зоны обслуживания каких-либо коммутационных станций.

Первый населенный пункт не телефонизирован из-за невозможности прокладки абонентского кабеля. Предполагается, что причина – сложный грунт. Второй населенный пункт отделен рекой, по дну которой очень дорого проложить кабель. Третий населенный пункт отделен горным массивом. К четвертому и пятому населенным пунктам ранее было нельзя организовать связь из-за того, что они не входили в зону обслуживания ни одной из сельских АТС.

Организация связи с пятью населенными пунктами, выделенными

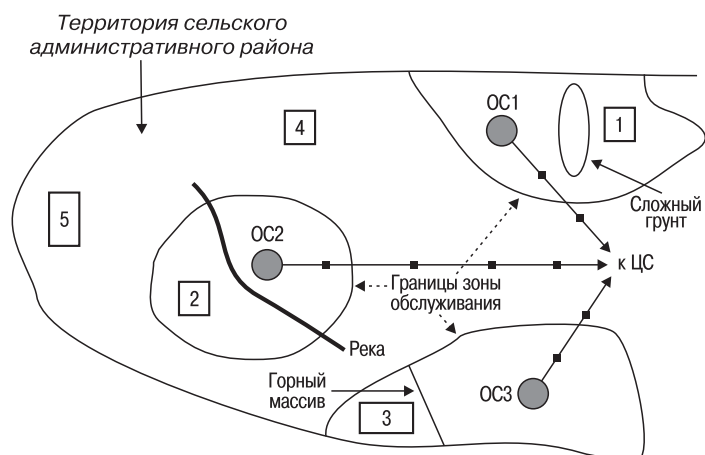


Рисунок 3.24 Фрагмент сельской местности с удаленными и труднодоступными пунктами

на рисунке 3.24, может осуществляться различными способами. Их можно разделить на две группы:

- ♦ доступ во всех населенных пунктах организуется за счет использования одного вида оборудования;
- ♦ для каждого населенного пункта определяется свой, самый эффективный в данном конкретном случае, тип оборудования доступа.

В качестве характерного примера первой группы можно назвать реализацию доступа за счет оборудования системы спутниковой связи (ССС). Такое решение применяется в ряде регионов России [37] и широко используется в системе сельской связи в Канаде, Индии и других странах [38, 39]. Пример второй группы – сочетание малоканальных систем абонентского уплотнения [40] и оборудования беспроводного доступа типа РМР [41, 42].

Для рационального выбора технических средств необходимо знать те причины, из-за которых в населенных пунктах ранее не была организована телефонная связь. На рисунке 3.25 показано распределение этих причин, выявленных при опросе значительного числа Операторов ТФОП. Этот опрос был проведен в середине 80-х годов для различных областей и республик бывшего СССР, но основная часть полученных результатов относится к российским регионам. Конечно, за более чем пятнадцатилетний период ситуация несколько изменилась, но качественный характер гистограммы, скорее всего, остался таким же.

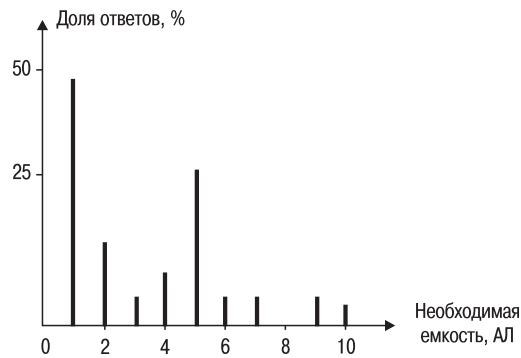
То, что основная причина отсутствия телефонной связи заключалась в большой удаленности от АТС, можно было ожидать во время проведения опроса. Вторая, по значимости, причина – дефицит линейных сооружений (проводов для воздушных линий и кабелей с необходимыми характеристиками токопроводящих жил). В настоящее время понятие "дефицит" ушло в прошлое. Естественные препятствия, среди которых доминировали водные преграды, были



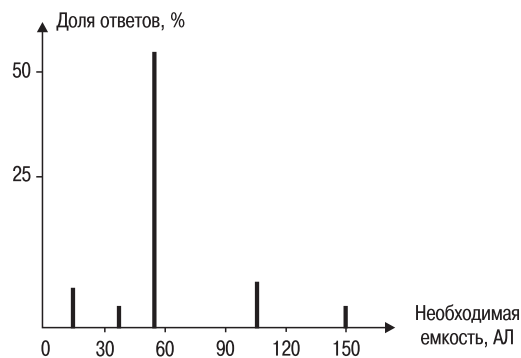
Рисунок 3.25 Причины отсутствия связи с удаленными и труднодоступными пунктами

причиной менее 10% всех случаев отсутствия связи. Отсутствие номерной емкости – ранее и теперь – весьма редкая причина отказа в установке ОТА. Если кто-нибудь из читателей располагает аналогичными данными для какого-либо субъекта Федерации, то он может провести сравнительный анализ тех обстоятельств, которые препятствуют телефонизации малонаселенных и удаленных пунктов в сельской местности. Я буду очень признателен, если такая информация будет отправлена мне по e-mail.

На рисунке 3.26 приведены две гистограммы, иллюстрирующие распределение удаленных населенных пунктов по численности необходимых АЛ. При построении этих гистограмм было решено выделить два класса абонентских групп, которые были названы малочисленными и многочисленными. Границей между этими группами была выбрана величина 10 АЛ.



а) Распределение для малочисленной группы абонентов

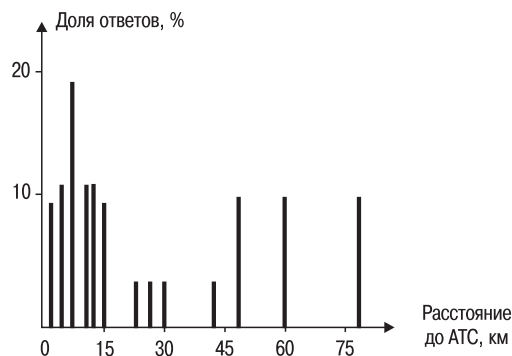


б) Распределение для многочисленной группы абонентов

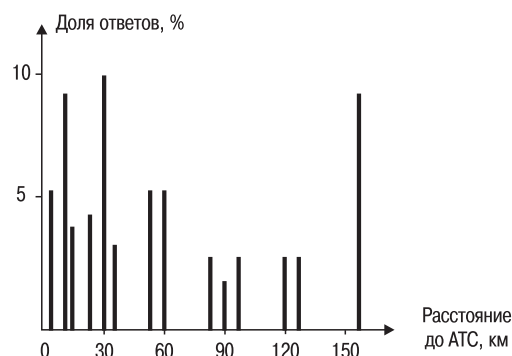
Рисунок 3.26 Распределение абонентских групп по численности требуемых АЛ

Из полученных от Операторов ответов следовало, что для малочисленной группы абонентов чаще всего требовалось включение одного или пяти ОТА. Для многочисленной группы абонентов явный пик наблюдается в точке 50 АЛ. Это, скорее всего, обусловлено типичной (в середине 80-х годов) минимальной емкостью сельской координатной станции – АТС К-50/200М [8, 26]. Не менее интересен и очевидный спрос на станции емкостью 100 и 150 номеров. Это означает, что в середине 80-х годов (как сейчас – не совсем понятно) на территории бывшего СССР некоторые весьма крупные населенные пункты в сельской местности не были телефонизированы.

На рисунке 3.27 показаны две гистограммы, характеризующие распределение длин между сельской АТС и нетелефонизированными населенными пунктами. Эти графики явно не унимодальные [43]. По всей видимости, их анализ целесообразно проводить после



а) Распределение для малочисленной группы абонентов



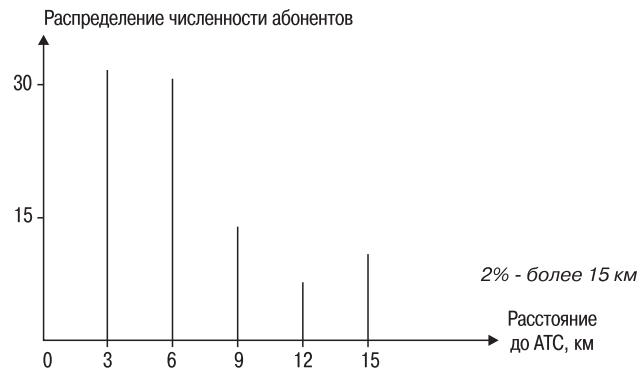
б) Распределение для многочисленной группы абонентов

Рисунок 3.27 Распределение абонентских групп по удаленности от сельской АТС

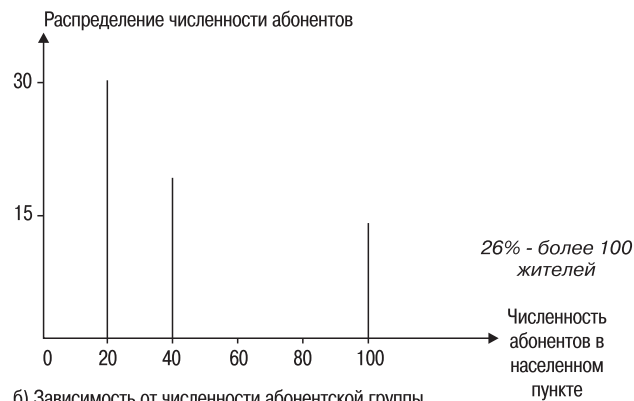
ранжирования субъектов Федерации, по крайней мере, по географическим признакам.

Первое впечатление, которое производят гистограммы, показанные на рисунках 3.26 и 3.27, — отсутствие четко выраженных тенденций в обоих типах распределений. Природа "разнообразия" в гистограммах объясняется, по всей видимости, экономическими, географическими, климатическими, демографическими и, возможно, историческими особенностями российских регионов.

Для организации связи (не только телефонной) с удаленными и труднодоступными пунктами в сельской местности можно рассматривать два противоположных подхода. Первый подход — найти универсальное решение, пригодное для всех типов абонентских групп (с точки зрения их численности и удаленности от ближайшей ком-



а) Зависимость от расстояния до ближайшей АТС



б) Зависимость от численности абонентской группы

Рисунок 3.28 Две гистограммы для ряда сельских районов Нечерноземной зоны России

мутационной станции). Второй подход – использование широкой гаммы технических средств, которая позволяет практически для каждой ситуации обеспечить самое экономичное подключение группы потенциальных абонентов.

Универсальным решением можно считать ССС. С другой стороны, использование спутниковых каналов на уровне сети доступа (мы пока не говорим об экономических аспектах этого решения) имеет определенные недостатки, которые рассматриваются в параграфе 3.2.4. Пример реализации второго подхода – применение нескольких типов оборудования абонентского уплотнения для включения ТА в абонентские комплекты коммутационной станции, а также систем типа РМР и цифровых РРЛ для связи концентраторов с опорной АТС. Оптимальную стратегию, как обычно, надо искать в виде компромисса между первым и вторым подходом. К этому вопросу мы вернемся в разделе 3.3, который посвящен сетям доступа – одному из важнейших элементов в современной инфокоммуникационной системе.

Гистограммы, приведенные на двух последних рисунках, целесообразно сравнить с аналогичными зависимостями для всех (не только удаленных) абонентских групп. В [44] содержатся статистические данные, собранные в ряде сельских районов Нечерноземной зоны России. По приведенным в [44] данным можно построить ФР и соответствующие гистограммы – рисунок 3.28.

Конечно, сравнивать графики, приведенные на последних трех рисунках, следует с большой осторожностью. Исходные данные были получены для различных регионов. Пока можно сделать два очевидных вывода:

- ♦ все распределения имеют достаточно сложный характер и не могут быть представлены простыми функциями;
- ♦ изучение распределений, рассмотренных на четырех последних графиках, имеет большую практическую ценность для планирования сетей и разработки технических средств, используемых в сельской местности.

К вопросу подключения абонентов, расположенных в удаленных и труднодоступных пунктах, мы еще вернемся в разделе 3.3. Теперь целесообразно рассмотреть основные аспекты модернизации междугородной телефонной сети. В этой монографии основное внимание уделяется местным (городским и сельским) сетям электросвязи. Включение параграфа, который посвящен междугородной сети, объясняется двумя соображениями. Во-первых, без обсуждения (даже весьма краткого) основных тенденций развития сети междугородной телефонной связи третья глава монографии не будет полной. Во-вторых, анализ процесса модернизации междугородной телефонной сети необходим для перехода к последнему параграфу второго раздела, озаглавленного "Будущее телефонной связи". В этом параграфе изложены соображения, касающиеся возможных путей развития телефонии.

3.2.4. Модернизация междугородной телефонной сети

Характер модернизации междугородной телефонной сети, в значительной мере, определяется соотношением затрат на оборудование коммутации и передачи (включая линейные сооружения). На рисунке 3.29 показано подобное соотношение для городской и междугородной сетей. Размеры прямоугольников выбраны условно; эти геометрические фигуры подчеркивают только различие в затратах на те основные виды оборудования, которые используются для построения телекоммуникационной сети.

Природа противоположных соотношений затрат для городской и междугородной сетей очевидна. Сложнее ответить на другой вопрос: как изменятся эти соотношения в перспективе? В начале второй и третьей глав были приведены формулы, позволяющие оценить тенденции изменения затрат с учетом новых технологий передачи и коммутации. С другой стороны, Оператору необходимо учитывать и другие факторы, влияющие на величину инвестиций. Следует выделить, по крайней мере, два существенных момента. Во-первых, снижению стоимости коммутационных станций препятствует рост затрат на программное обеспечение, необходимое для расширения функциональных возможностей ТФОП. Во-вторых, модернизация транспортной сети часто связана с прокладкой новых кабелей, установкой вышек для размещения оборудования РРЛ, запуском спутников. Рост соответствующих затрат, в некоторых случаях, может быть более существенным, чем снижение стоимости оборудования ЦСП. Тем не менее, остаются справедливыми два следующих утверждения:

- ♦ при модернизации городской сети минимизация стоимости достигается, как правило, правильным выбором числа коммутационных станций и способом их объединения;
- ♦ при модернизации междугородной сети минимизация стоимости

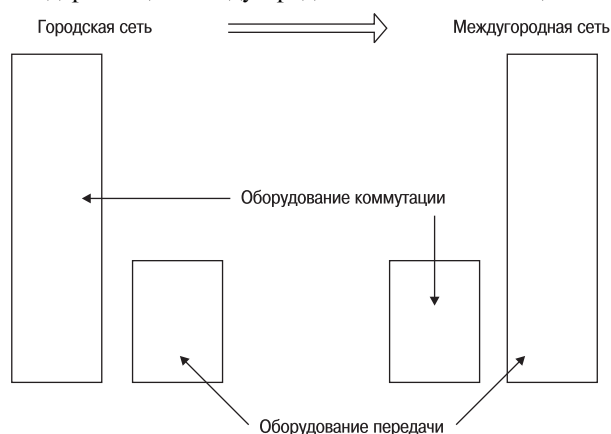


Рисунок 3.29 Соотношение затрат на реализацию оборудования коммутации и передачи

чаще всего обеспечивается рациональным использованием транспортных ресурсов.

Первое утверждение объясняет целесообразность снижения числа уровней иерархии в местных телефонных сетях и применение коммутационных станций большой емкости. Емкость АМТС определяется величиной междугородного и международного трафика. Поэтому рациональное использование транспортных ресурсов обеспечивается при корректном решении двух оптимизационных задач. Первая задача – выбор структуры сети для связи АМТС между собой. Вторая задача состоит в том, чтобы найти рациональную структуру междугородной транспортной сети.

В процессе решения задачи по нахождению оптимальной структуры перспективной междугородной телефонной сети целесообразно ознакомиться с опытом развитых стран. Причем более ценным представляется опыт стран с большой территорией. На рисунке 3.30 приведена структура ТФОП в США [45]. Эта структура была создана после принятия известного закона, прекращающего с 1 января 1984 года монополию компании АТ&Т на рынке услуг междугородной и международной связи [46].

В нижней части рисунка 3.30 показаны компоненты, обозначенные аббревиатурой LATA (Local Access and Transport Area). С точки зрения точности перевода предпочтительнее редакция Lucent Technologies [10] – местный район доступа и транспорта. Лучший перевод соответствующего термина, как мне представляется, приведен

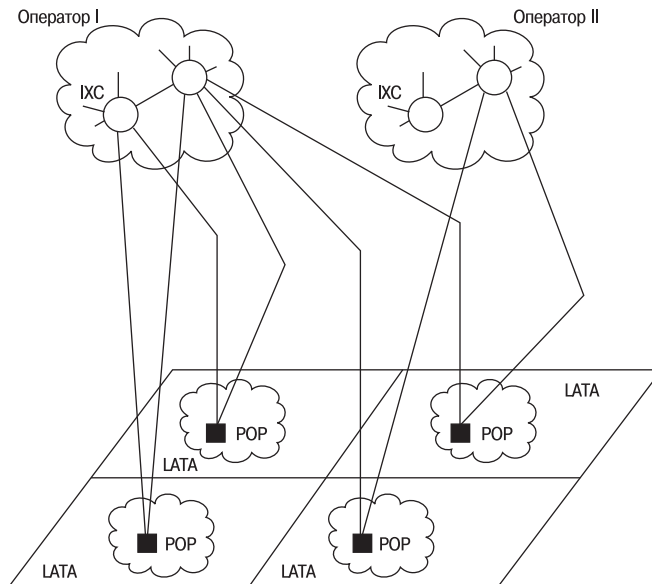


Рисунок 3.30 Структура телефонной сети общего пользования в США

на одном из сайтов [47] в такой редакции: "местная телекоммуникационная сеть". Если ориентироваться на отечественную терминологию, то слово "местная" надо заменить прилагательным "зонавая".

Интерфейс между сетями различных Операторов (аббревиатура POP, которая, с легкой руки специалистов по Internet, переводится как "точка присутствия") обеспечивает выбор Оператора дальней связи (IXC – Inter-Exchange Carrier). На рисунке 3.31 показан план маршрутизации вызовов в североамериканской ТФОП [45]. Этот рисунок интересен для последующего анализа структуры междугородной телефонной сети России.

Все коммутационные станции в североамериканской ТФОП делятся на пять классов. На нижнем уровне иерархии находятся станции пятого класса. В российской ТФОП они соответствуют МС. В действующей системе понятий аналогом станции класса 5 можно считать РАТС для ГТС и ОС для СТС. На английском языке эти станции обычно обозначаются аббревиатурой СО (Central Office). Иногда используется термин End Office.

На четвертом уровне ТФОП располагаются транзитные, опорно-транзитные станции и комбинированные АМТС [48]. В [45] эти станции именуются как Toll Center. В других работах можно

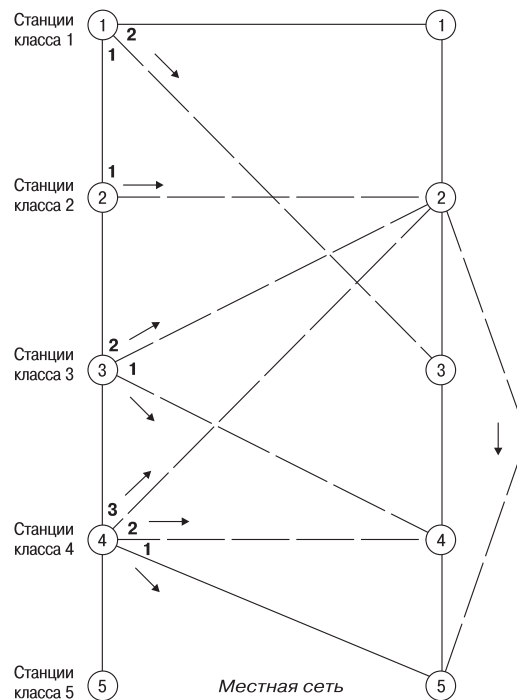


Рисунок 3.31 Маршрутизация вызовов в североамериканской ТФОП

встретить иные названия. Например, в [5] используются два термина – Toll Office и Tandem Office. Второе словосочетание (тандемная станция) обычно указывает на комбинированную АМТС.

Станции, относящиеся к классам 3 (первичные), 2 (групповые) и 1 (региональные), – крупные АМТС и междугородные транзитные узлы. В таблице 3.4 приведена численность станций различных классов по данным на 1977 и 1982 годы. Величины, указанные в таблице 3.4, заимствованы из [5]. В некоторых источниках приводятся другие численные значения, но расхождения не очень существенны.

Таблица 3.4

| Класс | Тип станции | 1977 год | 1982 год |
|-------|------------------------|----------|----------|
| 5 | Central (End) Office | 19000 | > 19000 |
| 4 | Toll and Tandem Office | 1300 | 925 |
| 3 | Primary Toll Center | 230 | 168 |
| 2 | Section Toll Center | 67 | 52 |
| 1 | Regional Toll Center | 12 | 10 |

Данные, приведенные в таблице, свидетельствуют о снижении числа тех станций, которые расположены на верхних уровнях иерархии ТФОП. Учитывая постоянный рост трафика дальней связи [49], можно говорить об очевидной тенденции к укрупнению транзитных междугородных узлов.

Вернемся к рисунку 3.31. Сплошными линиями показаны те пучки междугородных каналов, создание которых обязательно. Пунктирные линии обозначают так называемые пучки высокого использования, которые создаются при существенном трафике между станциями.

При установлении соединения между двумя станциями пятого класса, которые расположены не в границах одной территории LATA, самый "длинный" маршрут будет проходить через восемь транзитных узлов. Альтернативные маршруты используются, по мере возможности, в станциях с четвертого и более высоких классов. В рассматриваемой модели в станции четвертого класса могут быть организованы три альтернативных маршрута. Для станций третьего и первого классов доступны только два таких маршрута. Всего один альтернативный маршрут может быть использован в станции второго класса.

По всей видимости, структура междугородной телефонной сети в Северной Америке будет пересматриваться. Снижение стоимости оборудования передачи, происходящее более активно, чем аналогичный процесс для коммутационных станций [50], стимулирует переход к сети с меньшим числом иерархических уровней. С другой стороны, возникает резонный вопрос: "Если модернизировать сеть, то не лучше ли осуществлять подобный проект на новой технологической основе?". Подобные вопросы будут рассматриваться в следующей главе монографии, а здесь я бы хотел привести интересные сведения о планах одного из Операторов дальней связи североамериканской ТФОП – компании Sprint. В бюллетене "Подборка

оперативной информации по связи, 23 – 29 мая 2003 года" было опубликовано сообщение о планах компании Sprint по переводу своей сети на технологию "коммутиция пакетов". Этот процесс, по мнению Оператора, займет 12-13 лет, а начнется он в тех обслуживаемых районах, где установлено устаревшее оборудование. Некоторые эксперты считают, что вслед за Sprint и другие американские Операторы проводной связи начнут масштабную модернизацию.

Обсуждение подобных планов – предмет следующей главы. В данном случае для нас существенно то, что переход ТФОП на новую технологию распределения информации будет длительным процессом. Поэтому считать "коммутицию пакетов" единственным средством развития телекоммуникационной системы пока еще нет оснований. Тем более, что следующее поколение систем распределения информации будет, как считают некоторые специалисты [51], более похоже на оборудование с коммутацией каналов.

Теперь можно заняться анализом междугородной телефонной сети России. Она, по своей структуре, похожа на ТФОП в Северной Америке. Различия можно найти в принципах установления соединения, что обусловлено рядом системных решений, принятых еще Администрацией связи бывшего СССР, и в функциональных задачах коммутационных станций. В частности, АМТС в США иногда выполняют функции транзитных узлов местной сети. Подобное решение представляется очень интересным с точки зрения снижения числа иерархических уровней в российских ГТС.

В отечественной ТФОП, помимо АМТС, обслуживание междугородной нагрузки осуществляется узлами автоматической коммутации (УАК). Эти узлы, выполняющие транзитные функции, подобны станциям первого класса в североамериканской ТФОП. Для структуры междугородной телефонной сети России считается целесообразным использование восьми УАК [52]. Все УАК в российской ТФОП эксплуатирует ОАО "Ростелеком". На рисунке 3.32 приведена модель фрагмента междугородной телефонной сети России.

Все УАК соединяются между собой по принципу "каждый с каждым". Они образуют первый уровень междугородной телефонной сети. Любая АМТС должна быть связана, как минимум, с двумя УАК. При значительном трафике между АМТС (эти станции образуют второй уровень междугородной сети) может организовываться прямой пучок каналов дальней связи. Обычно емкость таких пучков рассчитывается с высокой вероятностью потерь. Тогда прямые пучки используются весьма продуктивно, а избыточная нагрузка обслуживается за счет обходных путей. Среди возможных маршрутов выделяют путь последнего выбора (ППВ). Он выбирается в том случае, когда соединение не может быть установлено по иному, более "короткому", пути. Обычно ППВ проходит через два УАК.

Модель, показанная на рисунке 3.32, позволяет рассмотреть возможные варианты установления соединения между абонентами, включенными в ГТС городов "А" и "В". Предполагается, что ГТС

находятся в разных зонах нумерации ТФОП. Основные принципы нумерации, принятые для российской ТФОП, изложены в параграфе 3.6.1. Между АМТС, установленными в городах "А" и "В", могут быть установлены такие виды соединений:

- ♦ АМТС1 – АМТС2 (если существует прямой пучок каналов);
- ♦ АМТС1 – УАК4 – АМТС2;
- ♦ АМТС1 – УАК3 – АМТС2;
- ♦ АМТС1 – УАК4 – УАК3 – АМТС2.

Последний маршрут следует считать ППВ. Транзитные соединения через три УАК (например, АМТС1 – УАК4 – УАК1 – УАК3 – АМТС2) нормативными документами Администрации связи России не предусматриваются.

Трафик дальней связи постоянно растет, что стимулирует организацию множества прямых пучков междугородных каналов. Иерархические принципы, использованные при формировании структуры междугородной сети, могут оказаться малоэффективными. В частности, некоторые Операторы дальней связи, работающие в странах с небольшой территорией, стали использовать неиерархические сети. Структура такой сети приведена на рисунке 3.33. Она заимствована из [52]. В этой сети уже нет иерархических уровней.

Все виды АМТС делятся на два класса – оконечно-транзитные и оконечные. Для обслуживания междугородного трафика единственной (на рисунке 3.33) оконечной станции могут использоваться ресурсы пяти оконечно-транзитных АМТС. Во второй главе

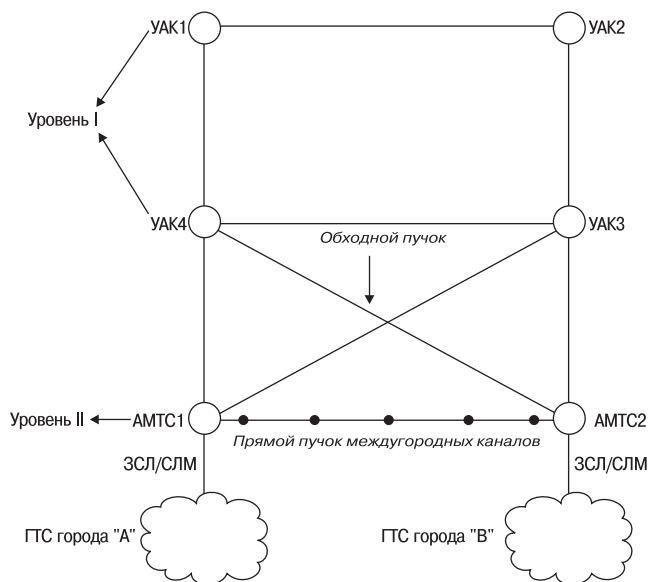


Рисунок 3.32 Модель фрагмента междугородной телефонной сети России

упоминалась одна из важнейших тенденций эволюции транспортной сети – "смерть расстояний" [53, 54]. Соответствующие процессы должны привести к тому, что все АМТС, если такое решение целесообразно, можно будет связывать по принципу "каждая с каждой". Это означает, что идея неиерархической сети заслуживает серьезного изучения. Основной вопрос состоит в численной оценке того момента времени, когда упомянутое выше слово "перспектива" можно будет заменить конкретной датой. Эта дата, в значительной мере, будет определяться темпами роста трафика данных и развитием рынка широкополосных услуг.

Слова "если такое решение целесообразно" в предыдущем абзаце, в первую очередь, следует отнести к проблеме, свойственной исключительно России, – обилию часовых поясов. Например, прямой пучок междугородных каналов между Калининградом и Хабаровском будет плохо использоваться из-за большой разницы во времени. Период времени, когда абонентам удобно общаться, составляет несколько часов, что приводит к высокой концентрации трафика. Для соблюдения действующих норм на потери вызовов в ЧНН емкость прямого пучка междугородных каналов должна быть весьма существенной. Правда, не исключено, что транспортные ресурсы между этими городами можно использовать для передачи иной информации, интенсивность которой мало зависит от времени суток. Это означает, что решение задачи может быть найдено "за пределами" телефонных проблем.

Вряд ли в течение ближайших десяти лет можно говорить о реальных предпосылках перехода к неиерархической структуре междугородной сети. Подобный вывод, но уже подкрепленный расчетами, содержится в [52]. К сожалению, в России очень медленно модернизируется магистральная транспортная сеть. На рисунке

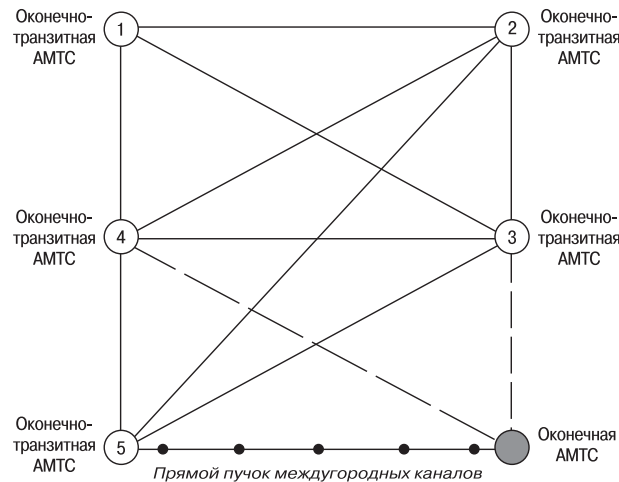


Рисунок 3.33 Модель неиерархической междугородной сети

3.34 показана доля цифровых каналов дальней связи, включенных в АМТС, которые установлены в одном из Федеральных округов. Данные были получены на конец 2002 года.

Приведенная гистограмма позволяет сделать два важных вывода. Во-первых, для полной цифровизации транспортной сети Операторам предстоит проделать большую работу. Во-вторых, для субъектов Федерации одного региона свойственен значительный разброс уровней цифровизации транспортной сети. Следует учитывать, что процесс замены аналоговых АМТС близок к завершению [55].

Изменение структуры междугородной телефонной сети будет определяться не только техническими факторами. На структуру сети влияют также принципы организации связи в границах МРК. В [56] на основе объективных законов, которые свойственны "экономическому районированию" [57], был установлен интересный факт распределения междугородного трафика. Значительная часть междугородного трафика замыкается в пределах экономического района. Границы МРК были установлены так, что каждый крупный Оператор действует практически на территории экономического района России. Более того, создание Федеральных округов порождает рост трафика, замыкающегося в пределах территории, которая обслуживается МРК. Поэтому МРК очень заинтересованы в развитии своей "внутренней" сети, которая является составной частью национальной инфокоммуникационной системы. Скорее всего, такие сети будут модернизироваться МРК.

Важный фактор развития всей системы междугородной связи – предстоящее вступление России в ВТО – Всемирную торговую организацию. После присоединения к ВТО на некоторое время сохранится монополия ОАО "Ростелеком" на обслуживание междугородного и международного трафика. Затем ситуация изменится. Скорее всего, структура междугородной телефонной сети станет похожа на модель, приведенную на рисунке 3.30. Эти соображения плавно подвели нас к завершающему параграфу раздела 3.2, который посвящен очень интересному вопросу – перспективам развития телефонии.

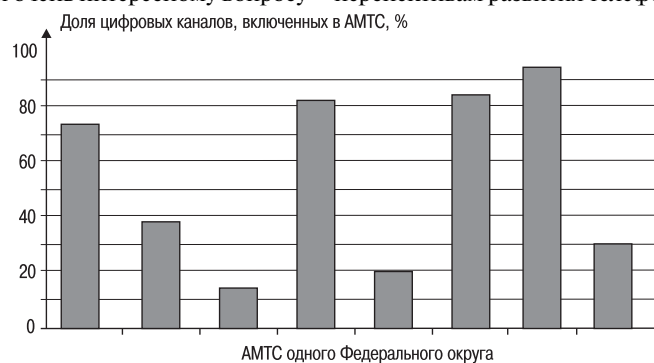


Рисунок 3.34 Уровень цифровизации каналов междугородной связи

3.2.5. Будущее телефонной связи

3.2.5.1. Обсуждаемые вопросы

В этом параграфе будут изложены соображения по трем вопросам. Во-первых, необходимо определить долю трафика речи в доходах Оператора и в транспортных ресурсах. Во-вторых, целесообразно оценить роль различных технологий в обслуживании речевого трафика. В-третьих, интересно представить общую картину развития телефонии, основываясь на результатах анализа различных процессов, прямо или косвенно связанных с эволюцией инфокоммуникационной системы в целом. Еще раз подчеркнем, что в этой главе не рассматриваются вопросы перехода к сетям связи следующего поколения (NGN) и другие концепции качественного развития инфокоммуникационной системы. Это означает, что далее, как правило, обсуждаются эволюционные процессы ТФОП. Такой подход мне представляется оправданным в силу своей прагматичности.

Не секрет, что модернизация российской ТФОП осуществляется медленнее по сравнению с темпами, свойственными развитым странам. Речь далее идет именно о сети общего пользования. Цифровые сети альтернативных Операторов в данном случае не рассматриваются. Конечно, очень заманчиво сразу "прыгнуть" в эпоху NGN. Возможно ли это? Честно говоря, я не знаю ответа на этот вопрос. Но твердо уверен в другом: ответы на такие вопросы можно получить только после проведения серьезной исследовательской работы.

Соображения, изложенные ниже, нельзя считать результатами такой работы. Скорее, можно говорить о некотором (далеко неполном) анализе возникающих проблем. Более того, большинство рассуждений основано на результатах, полученных зарубежными авторами. Зарубежный опыт развития ТФОП (как и системы электросвязи в целом) необходимо переосмыслить с учетом специфики, характерной для всех участников российского инфокоммуникационного рынка. Использование импортных микросхем и даже некоторых видов программных продуктов, может осуществляться без проведения сложных исследовательских работ. Заимствовать системно-сетевые решения – очень рискованно.

3.2.5.2. Доходы и трафик ТФОП

Распределению доходов свойственна неравномерность [58, 59]. Проявления этого закона можно обнаружить и в ТФОП. Например, доля абонентов квартирного сектора в российских ГТС и СТС составляет примерно 80%, а уровень доходов, приносимых Оператору, ниже 50%. Любопытно, что в каждом из двух секторов абонентов ТФОП также можно выделить характерные группы, различающиеся величинами доходов. У меня нет достоверных данных для российских местных телефонных сетей, но в [60] приведены такие сведения для квартирного сектора ТФОП в США: обслуживание 15% абонентов приносит Оператору 95% доходов.

В [61] приведены официальные данные Администрации связи России, в которых содержатся сведения о доходах, полученных в 2001 и 2002 годах за счет предоставления абонентам различных видов услуг. Если исключить денежные средства, полученные за счет почтовых отправок, то можно определить доходы, порождаемые предприятиями электросвязи. В таблице 3.5 приведены результаты вычисления долей доходов, которые получены за счет обслуживания двух видов трафика. Во второй и третьей строках содержатся оценки для трафика речи – через фиксированные сети и суммарные (плюс доля доходов от мобильной связи). В последней строке таблицы 3.5 даны оценки доходов для документальной связи и новых услуг, в которые входят и средства, полученные за счет обслуживания трафика данных.

Таблица 3.5

| Виды услуг электросвязи при различных условиях расчета доходов | Доля полученных доходов, % | |
|--|----------------------------|----------|
| | 2001 год | 2002 год |
| Телефонная связь через фиксированные сети | 54,7 | 49,8 |
| Телефонная связь через все виды сетей | 86,5 | 86,3 |
| Документальная связь и новые услуги | 7,6 | 6,4 |

Оценки, касающиеся доли доходов, которые обеспечивает обслуживание трафика речи, хорошо согласовываются со статистическими данными ряда зарубежных Операторов. В частности, в Великобритании, по данным компании Pyramid Research [62], доля доходов за 2002 год, полученная за счет обслуживания трафика речи, составила 74%.

На рисунке 3.35 приведен прогноз финансовой компании CSFB, содержащий оценки доходов от обслуживания трафика речи и данных на период до 2007 года. Следует обратить внимание на дату составления прогноза – 2000 год. Можно констатировать, что этот прогноз, для доходов от трафика данных, – несколько оптимистичен.

Похожий прогноз был представлен Datamonitor [63] в 1999 году. Приведенные оценки охватывали десятилетний период. Соответствующие кривые приведены на рисунке 3.36. В настоящее время –

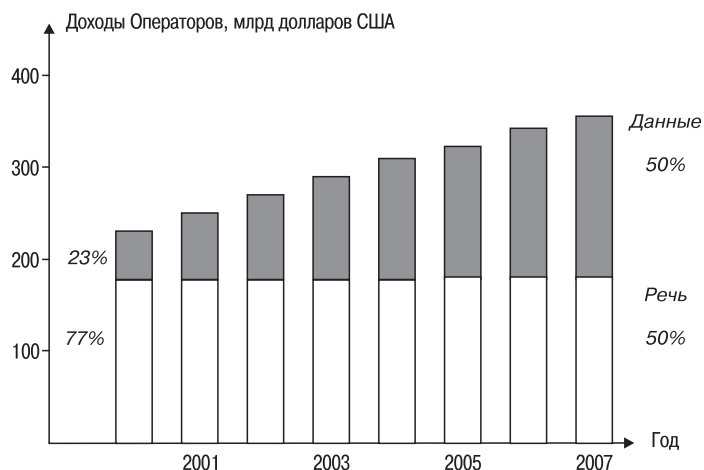


Рисунок 3.35 Ожидаемое распределение доходов Оператора (прогноз CSFB)

середина периода прогнозирования – представляется, что рост доходов за счет обслуживания трафика данных будет все же более скромным.

Прогностические оценки, полученные компанией PwC Research для Польши в 2002 году [64], ближе к кривой, которая показана на рисунке 3.36. Статистические данные Администрации связи России по итогам 2002 года [65] позволяют оценить отношение доходов, полученных за счет обслуживания телефонной нагрузки в сетях фиксированной связи и передачи документальной информации (трафик данных отдельной строкой не выделяется). По данным за 2002 год эти доходы представимы соотношением 90% к 10%.

В обслуживании трафика речи пока доминирует технология "коммутация каналов". С другой стороны, множество прогнозов предвещают быстрый переход к IP телефонии (технология VoIP). Правда,



Рисунок 3.36 Ожидаемое распределение доходов Оператора (прогноз Datamonitor)

теперь в оценках большинства экспертов отсутствует та эйфория, которая была характерна для начала XXI века. Мне представляется, что весьма реалистичным прогнозом стали результаты исследования рынка, проведенные компанией Insight Research Corporation [66]: рынок IP телефонии (и других пакетных технологий) не превысит 10% доходов от телефонной связи. Эта оценка совпадает с результатами компании Venture Development, приведенной на сайте [67].

Скромнее стали оценки, касающиеся экономии затрат Оператора на оборудовании IP телефонии. В частности, компания Ovum считает, что экономия может составить порядка 30% [68].

Дальнейшее проникновение технологии VoIP будет определяться рядом факторов, среди которых следует выделить три ключевых аспекта:

- ♦ обеспечение качества передачи речи, удовлетворяющего потенциальных клиентов;
- ♦ поддержка низких тарифов, обеспечивающих привлекательность нового вида телефонной связи;
- ♦ рост числа УАТС, использующих пакетные технологии для обработки всех видов трафика (эти станции известны по аббревиатуре IP УАТС).

Итак (надеюсь, что Вас убедили приведенные соображения), телефония в обозримой перспективе будет играть доминирующую роль в доходах Оператора. Более того, основная часть этих доходов будет получена за счет использования оборудования, основанного на технологии "коммутация каналов".

Теперь давайте оценим долю трафика речи в транспортных ресурсах Оператора, который предоставляет своим абонентам, кроме телефонной связи, высокоскоростной доступ в Internet. Для подключения в Internet каждый пользователь устанавливает у себя оборудование асимметричной цифровой абонентской линии ADSL. Модель фрагмента сети Оператора показана на рисунке 3.37. В кроссе MC устанавливается мультиплексор доступа для цифровых абонентских линий (DSLAM). На рисунке 3.37 изображен DSLAM со встроенным сплиттером, разделяющим трафик речи и данных для обслуживания в MC и ЦКП соответственно.

Для обслуживания трафика речи выделяются транспортные ресурсы N_1 , которые можно оценивать численностью цифровых

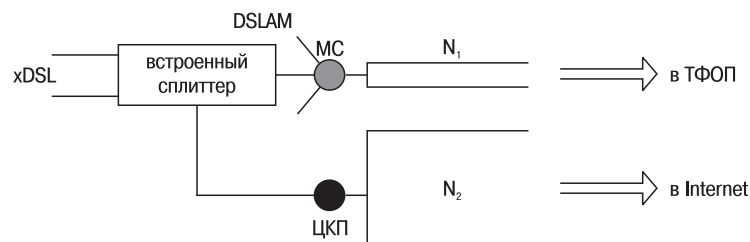


Рисунок 3.37 Оценка транспортных ресурсов, используемых для телефонной связи

трактов E1 с пропускной способностью 2048 кбит/с. Величина N_2 определяет транспортные ресурсы, предназначенные для Internet трафика. Предположим, что суммарная емкость пучков СЛ, необходимых для связи с другими МС, составляет не более 50 трактов E1. Эта величина может считаться верхней границей для МС, емкость которой равна 10000 номеров.

Максимальная скорость передачи по линии ADSL в направлении "от сети к терминалу" ограничивается величиной 8 Мбит/с [9]. Среднее значение находится существенно ниже. Предположим (для простоты вычислений), что она равна пропускной способности тракта E1. В таблице 3.6 приведены расчеты транспортных ресурсов (N_2), необходимых для передачи данных в зависимости от числа линий ADSL. Предполагается, что для приближенной оценки коэффициента использования транспортных ресурсов может быть использовано, по аналогии с трафиком речи, соотношение 10:1. Для трафика Internet допустимо и более эффективное использование транспортных ресурсов. В нижней строке таблицы приведено отношение $N_1:N_2$, которое определяет различие в транспортных ресурсах, необходимых для обслуживания трафика речи и данных.

Таблица 3.6

| | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|------|------|------|
| Число линий ADSL | 100 | 500 | 1000 | 1500 | 2000 |
| Доля в емкости МС | 1% | 5% | 10% | 15% | 20% |
| Величина N_2 (тракты E1) | 20 | 100 | 200 | 300 | 400 |
| Отношение $N_1:N_2$ | 0,8 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 |

Возможно, что у некоторых читателей вызовет сомнение целесообразность расчетов для доли ADSL доступа в 10, 15 и 20%. Такой выбор обусловлен впечатляющими темпами развития рынка ADSL доступа в ряде стран. Лидером является Южная Корея. В этой стране в 2003 году практически 40% линий доступа поддерживали широкополосные услуги [69].

Результаты расчета, приведенные в таблице 3.6, нельзя считать корректными с точки зрения классической теории телетрафика [70]. Тем не менее, они позволяют оценить порядок величины пропускной способности транспортной сети, которая необходима для обслуживания трафика данных.

На качественном уровне результаты расчета, приведенные в таблице 3.6, совпадают с прогностическими оценками старейшей консалтинговой компании Arthur D. Little [71]. Эти оценки, приведенные на рисунке 3.38, были сделаны в 1999 году. Похожий график приведен также в [49]. В отличие от прогнозов, касающихся доходов Оператора, подтвердить или опровергнуть характер изменения трафика существенно сложнее. Это объясняется двумя факторами. Во-первых, величина трафика данных зависит от используемой технологии и ряда дру-



Источник: Arhtur D.Little, 1999 год

Рисунок 3.38 Соотношения трафика речи и данных (прогноз Arthur D. Little)

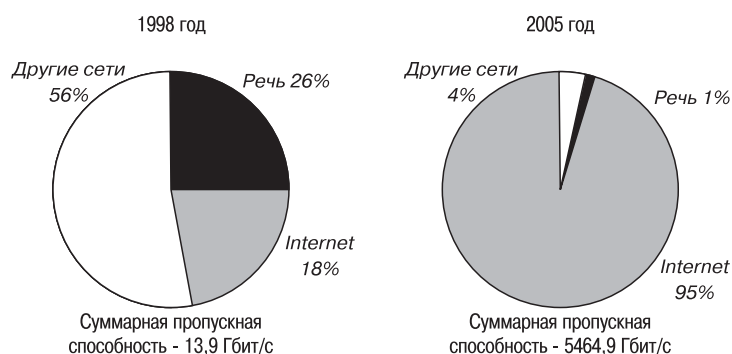
гих факторов. Во-вторых, получить достоверные и полные результаты измерения трафика не так просто, как финансовые отчеты Оператора.

Здесь мне бы хотелось сделать маленькую паузу для обсуждения одного вопроса. Он связан с корректностью сравнения объема трафика речи и данных по величине пропускной способности. Допустим, что Операторы ТФОП дружно решили перейти к более низкой скорости передачи речи. Такое решение может быть реализовано с помощью оборудования, кодирующего речевые сигналы на скорости 8 кбит/с. Для полностью цифровой транспортной сети это эквивалентно — с формальной точки зрения — снижению трафика в восемь раз, учитывая, что скорость передачи в ОЦК составляет 64 кбит/с. На самом деле величина трафика не меняется.

Аналогичный пример можно привести и для трафика данных. В составе пакета, наряду с полезной информацией, передаются служебные биты, необходимые для маршрутизации, коррекции ошибок и решения иных задач. Если удастся снизить численность служебных битов (не в ущерб тем функциональным задачам, для которых они предназначены), то тракт передачи используется более эффективно, но можно ли говорить об изменении трафика?

Эти два примера свидетельствуют о том, что поведение кривых, приведенных на рисунке 3.38, определяется не только генерируемым пользователями трафиком, но и теми технологиями, которые используются Операторами. Иными словами, то, что на рисунке 3.38 (и ему подобных) расположено на оси ординат, правильнее называть ресурсами транспортной сети, необходимыми для обслуживания трафика с учетом технологий, выбранных Операторами.

На рисунке 3.39 показаны две диаграммы, иллюстрирующие статистическое (1998 год) и ожидаемое (2005 год) распределение транспортных ресурсов для кабеля, проложенного через Атлантический океан [72]. Прогностические оценки для 2005 года получены



Источник: TeleGeography, 2001 год

Рисунок 3.39 Использование ресурсов трансатлантического кабеля (прогноз TeleGeography)

компанией TeleGeography, ежегодно публикующей интересные статистические отчеты о развитии связи.

Использование трафика в "других сетях", то есть арендаторами транспортных ресурсов, в [72] не уточняется. Если арендуемые ресурсы не учитывать, то распределение транспортных ресурсов для 1998 года составит 59% для телефонной связи и 41% для Internet. В 2005 году, по мнению специалистов компании TeleGeography, это соотношение радикально изменится. Практически все транспортные ресурсы будут использованы для обслуживания трафика Internet.

Конечно, трансатлантические кабельные линии имеют свою специфику. Тем не менее, снижение доли трафика речи до 1% представляется слишком низкой оценкой. Кстати, подобные прогнозы известны из более ранних публикаций. В частности, в [73] приведена оценка компании McQuillan Consulting, которая предрекала, что через четыре года только 5% пропускной способности сети будет использоваться для передачи речи в режиме коммутации каналов. Статья [73] была опубликована в 1999 году. Это означает, что прогноз относится к 2003 году. Комментарии излишни.

Можно сделать два вывода, имеющих практическую значимость для российских Операторов связи. Во-первых, доходы за счет обслуживания трафика речи (местного, междугородного и международного) сетями фиксированной и мобильной связи будут, в обозримой перспективе, значительно превышать средства, поступающие от пользователей Internet и других источников. Во-вторых, рост трафика Internet (в основном, за счет развития рынка мультимедийных приложений) может в ближайшее время привести к тому, что доля транспортных ресурсов, необходимых для ТФОП, начнет заметно сокращаться.

Складывающаяся ситуация напоминает известную притчу. Кошка упрекает львицу, что она, долго вынашивая, рождает обычно одного детеныша. Львица, немного подумав, ей отвечает: "Зато я рожаю льва".

3.2.5.3. Технологии обслуживания трафика речи

В цифровой телефонной сети, основанной на технологии "коммутация каналов", между смежными двумя МС устанавливается соединение, включающее набор ОЦК. Этот набор зависит от вида соединения. На рисунке 3.40 приведены четыре вида соединений, в которых между двумя МС используется различное число ОЦК.

Первый вид соединения МС1 и МС2 (верхний фрагмент рисунка) подразумевает использование одного ОЦК. Два следующих вида соединения также относятся к местной связи. Они различаются числом используемых ТС, что определяет последовательное соединение либо двух, либо трех ОЦК. В нижней части рисунка показано междугородное соединение, проходящее через две АМТС и один УАК. В этом случае коммутируемое соединение состоит из четырех ОЦК.

Понятно, что для снижения затрат Оператора необходимо повышать использование транспортных ресурсов в сетях дальней связи. Это может быть обеспечено несколькими способами, основанными на различных технологиях. Первый способ, давно используемый в сетях дальней связи, – снижение скорости передачи речи. В ряде случаев оборудование, понижающее скорость передачи речи, дополнительно использует возможность обмена информацией в период пауз [74]. Паузы могут составлять до 60% времени соединения [75]. Во-первых, когда говорит один из абонентов, второй молчит. Во-вторых, для разговора характерны такие периоды, когда молчат оба абонента.

Современное оборудование снижения скорости передачи речи представляет собой весьма сложные устройства. Они должны различать вид передаваемой информации (речь, факсимильные сообщения, данные), чтобы использовать подходящие алгоритмы для обработки сигналов. Иногда это оборудование делят на три поколения, различающиеся по степени сжатия (концентрации) каналов – 5:1, 10:1 и 20:1 [74].

На рисунке 3.41 приведена упрощенная схема применения оборудования, которое используется для снижения скорости передачи между УАК и обеими АМТС. В качестве такого оборудования пока-

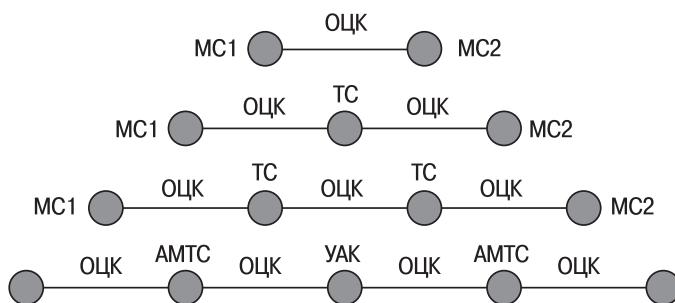


Рисунок 3.40 Виды соединений в цифровой телефонной сети

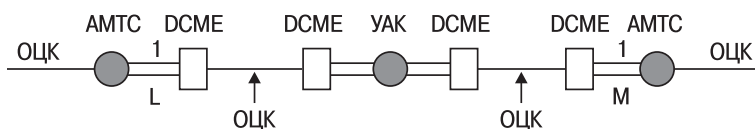


Рисунок 3.41 Упрощенная схема применения оборудования DCME

заны системы DCME. Рекомендации по их использованию были разработаны МСЭ. Системы DCME – это типичное оборудование уплотнения цифровых каналов.

В левой части рисунка показано оборудование DCME, позволяющее в каждом ОЦК создавать "L" цифровых каналов, работающих на более низких скоростях. Оборудование DCME, расположенное в правой части обеспечивает формирование "M" низкоскоростных цифровых каналов. Понятно, что снижение скорости передачи отражается на качестве телефонной связи. С другой стороны, ОЦК, кодек которого соответствует требованиям рекомендации МСЭ G.711 [76], обладает некоторой избыточностью с точки зрения приемлемого качества передачи речи. Это позволяет, соблюдая некоторую совокупность правил, применять оборудование типа DCME.

Другой вариант повышения эффективности транспортной сети – использование пакетных технологий распределения информации. Чаще всего используется технология, получившая название "IP телефония". Ее принципы изложены в [77] и ряде других работ. На рисунке 3.42 показана общая идея этой технологии. Используемая модель частично повторяет схему, приведенную на предыдущем рисунке.

На выходе цифровой МС формируется пучок СЛ, состоящий из некой совокупности ОЦК. Этот пучок включается в шлюз (Ш), который преобразует поток битов, определенный стандартами для цифровой телефонии, в IP пакеты. Эти пакеты должны соответствовать стандартам IP сети, которые определены для передачи информации между шлюзами с заданными качественными показателями. В шлюзы, в принципе, могут включаться пучки СЛ от аналоговых АТС.

Схема, приведенная на рисунке 3.42, представляет практический интерес в том случае, если затраты Оператора на обслуживание трафика, в конечном итоге, сократятся. Большинство публикаций приводят оценки, свидетельствующие об экономичности пакетных технологий. Тем не менее, в ряде работ (например, в [78] и в некоторых других) такого рода оценки ставятся под сомнение.

В принципе, можно найти аргументы для обоснования любой позиции в отношении IP телефонии. Хотя проблема на самом деле существенно сложнее, чем ее трактовка в большинстве публикаций, попробуем вычленить две задачи, с которыми сталкивается Оператор. Первая задача – снижение затрат на обслуживание речевого трафика. Вторая задача – модернизация инфокоммуникационной системы в целом и телефонной сети в частности.

Первая задача может быть решена после выполнения технико-экономического анализа трех основных вариантов изменения бизнес-процессов [79, 80]. Первый вариант не предусматривает никаких существенных изменений в составе телефонной сети. Ее модель соответствует схеме, показанной на рисунке 3.40. Это означает, что Оператор снижает свои издержки за счет повышения эффективности систем CRM (управление взаимоотношениями с клиентами) и технической эксплуатации, использования разумной тарифной политики, а также проведения других мероприятий, не предусматривающих качественных изменений в сети. В российской ТФОП на тысячу АЛ приходится существенно большая численность обслуживающего персонала, чем в телефонных сетях развитых и большинства развивающихся стран [17, 81, 82]. Использование систем CRM только начинается. Поэтому стоит серьезно проанализировать этот вариант снижения затрат Оператора при обслуживании трафика речи. Тем более, результаты такого анализа будут полезны при любых путях развития услуг телефонной связи.

Логическим началом второго варианта можно считать установку оборудования DCME на магистральной транспортной сети – рисунок 3.41. Такой подход активно используется многими Операторами в различных странах. Один из них – ОАО "Ростелеком". Существенно то, что применение оборудования, снижающего скорость передачи в речевом тракте, не изменяет технологию коммутации. Это означает, что ухудшение качества передачи речи может происходить только из-за работы оборудования понижения скорости передачи. Иными словами, качество передачи речи не зависит от уровня трафика и других причин, которые необходимо учитывать при использовании технологии "коммутация пакетов".

Третий вариант, показанный на рисунке 3.42, используется многими российскими Операторами. Экономический эффект может быть достигнут, если затраты на передачу информации через облако, названное "Сеть IP", будут меньше, чем в первом и втором вариантах. Здесь под затратами следует понимать все расходы Оператора, включая получение лицензий.

Анализ вариантов, который должен быть выполнен в процессе решения первой задачи, нельзя считать простым. Он, к сожалению, не может быть сведен к нахождению минимума функции стоимости проекта при заданных ограничениях. Это объясняется множеством важных для каждого Оператора факторов, которые практически



Рисунок 3.42 Упрощенная схема использования технологии "IP телефония"

невозможно "перевести" на язык формул и алгоритмов. Речь, скорее всего, может идти о тщательной подготовке нескольких сценариев, а выбор лучшего из них осуществляется Оператором и/или Инвестором, то есть лицом, принимающим решение. Такой подход апробирован в международной практике и имеет научное обоснование [83, 84].

Итак, первая задача, связанная с IP телефонией, достаточно сложна. Тем не менее, вторая задача, возникающая при модернизации инфокоммуникационной системы в целом и телефонной сети в частности, — еще сложнее. Подробнее этот вопрос будет рассмотрен в следующей главе. В этом параграфе целесообразно проанализировать одну грань этого вопроса. Речь идет о ситуации, которая для гипотетического Оператора может быть представлена следующим образом:

- ♦ в некоторый момент t_0 времени обслуживаемая местная телефонная сеть сформировалась, стала полностью или частично цифровой, существенный прирост абонентской емкости прекратился;
- ♦ в период времени $[t_0, t_1]$ телефонная сеть модернизировалась для поддержки новых услуг, удовлетворяя основные требования своих клиентов;
- ♦ в следующий период времени $[t_1, t_2]$ все коммутационные станции, в силу естественных причин, должны быть заменены новым оборудованием.

Перед Оператором возникает резонный вопрос: новое оборудование — это современные коммутационные станции? Или лучше использовать системы распределения информации, основанные на иной (читай — пакетной) технологии? Если придется менять технологию, то необходимо выбрать концепцию модернизации телефонной сети. В начале цифровизации аналоговой телефонной сети у многих специалистов были сомнения в необходимости разработки какой-либо стратегии. Идея "наложенной" сети, уже принятая всем цивилизованным миром, тяжело пробивала себе дорогу в бывшем СССР. Сегодня большинство российских Операторов, судя по всему, понимают важность разработки концепции перехода к NGN. Этого, к сожалению, нельзя сказать о некоторых коллективах разработчиков, которые, как говорится, "схватились за паяльники". Как тут не вспомнить одну из фраз В.С. Черномырдина: "... У кого руки чешутся? У кого чешутся — чешите в другом месте!"

Важная задача для каждой местной телефонной сети — численная оценка периодов $[t_0, t_1]$ и $[t_1, t_2]$. От ее правильного решения зависит очень многое. Интересен, в этом плане, анализ стартовых позиций Оператора. Если взглянуть на международную статистику, опубликованную компанией Siemens [49], то обращают на себя внимание такие данные на 2001 год по цифровизации ТФОП: США — 97%, Колумбия — 98%, Египет — 99%, Марокко — 100%. Что это значит? Причина в том, что к моменту появления цифровой техники

передачи и коммутации в США была, в основном, построена ТФОП, а в других, вышеперечисленных странах, телефонная связь была в зачаточном состоянии. Если сравнить уровни телефонной плотности (число ОТА на 100 жителей), то ситуация становится понятнее [49]: США – 70,1, Колумбия – 17,7, Египет – 10,5, Марокко – 4,8.

Подобные данные наводят на следующую мысль: не могут ли сравнительно низкие уровни как цифровизации российской ТФОП, так и телефонной плотности обернуться некоторыми преимуществами при смене технологий в период времени $[t_1, t_2]$? Эту гипотезу мы рассмотрим в следующей главе монографии. Здесь стоит сформулировать очевидный вывод о сосуществовании в период времени $[t_0, t_1]$ нескольких технологий коммутации для обслуживания телефонного трафика. После чего нам остается кратко рассмотреть основные направления развития телефонной связи.

3.2.5.4. Основные направления развития телефонной связи

Можно выделить множество направлений в сложном процессе развития телефонной связи, но мы ограничимся четырьмя, показанными на рисунке 3.43.

Первое направление, касающееся изменения требований к качеству передачи и надежности связи, можно считать перманентным. Это утверждение, в отношении качества передачи речи, можно подтвердить таблицей 3.7, которая приведена в [85, 86]. В данном случае качество речи, приемлемое для абонентов, сравнивается с разговором двух людей, которые находятся друг от друга на некотором расстоянии.

Таблица 3.7

| Вид коммутируемого соединения в ТФОП | Эквивалентное расстояние при обычном общении, м | | | | |
|--------------------------------------|---|---------|---------|---------|-------------|
| | 1923 г. | 1933 г. | 1950 г. | 1985 г. | Оптимальное |
| Местное | 14 | 8,3 | 3,5 | 2,0 | 0,6 |
| Междугородное | 25 | 11,7 | 5,0 | 2,0 | 0,6 |

Оценки для последних десятилетий, по понятным причинам, отсутствуют, но общая тенденция очевидна. Косвенно она подтверждается, по крайней мере, двумя факторами. Во-первых, многие Администрации связи, основываясь на результатах исследований, снижают величину допустимого остаточного затухания [86] разговорного тракта между телефонными терминалами. Во-вторых, некоторые абоненты стали использовать услугу телефонной связи в полосе 7 кГц. Кодирование сигнала в этой полосе пропускания осуществляется на скорости 64 кбит/с [87, 88].

Рост требований к надежности связи сопровождается процессом развития телефонных сетей [89]. В прошлой главе было упомянуто правило "Пяти девяток", отражающее принятый многими Операторами de facto коэффициент готовности на уровне 0,99999 [90].

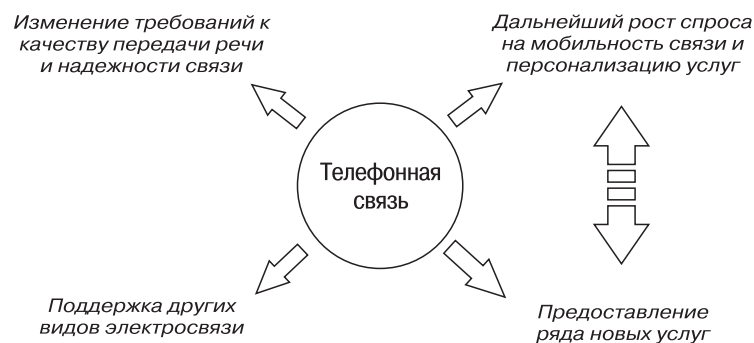


Рисунок 3.43 Четыре основные направления развития телефонной связи

К первому направлению развития телефонной связи можно было бы отнести и повышение качества обслуживания. Но установленные нормы на допустимые потери вызовов и задержки отдельных этапов установления соединения представляются мне вполне приемлемыми. Вопрос их соблюдения Оператором – тема отдельного разговора.

Второе направление в развитии телефонии – повышение спроса на мобильность связи и персонализацию услуг. Словосочетание "персонализация услуг" указывает на то, что Оператор предоставляет виды обслуживания, которые по форме и по содержанию максимально отвечают требованиям конкретного абонента. Мобильность связи, в первую очередь, ассоциируется с сотовыми сетями. На самом деле термин "мобильность" имеет более широкое толкование. Направление развития телефонной связи, указанное в правом верхнем углу рисунка 3.43, подразумевает широкое толкование термина "мобильность". Этот вопрос будет подробно рассматриваться в разделе 3.4 и в четвертой главе монографии.

Соображения, касающиеся персонализации инфокоммуникационных услуг, будут также изложены в четвертой главе монографии. Правда, некоторые вопросы мы затронем в разделе 3.4. Второе направление отчасти пересекается с третьим, что на рисунке 3.43 отмечено стрелкой, образованной пунктирными линиями.

Третьему направлению в развитии телефонии целиком посвящен раздел 3.4. Новые дополнительные услуги рассматриваются Операторами фиксированной и мобильной связи как реальное средство для повышения падающей величины ARPU (средний доход на одного абонента). Зарубежным опытом, в данном случае, надо пользоваться очень осторожно. Это объясняется многими факторами, среди которых следует выделить разницу в расходах на услуги связи – таблица 3.8 [91].

Таблица 3.8

| Расходы на услуги электросвязи за год | Россия | Развитые страны |
|--|---------------|------------------------|
| Абонент делового сектора, доллары США | 400 \$ | 1000 \$ |
| Абонент квартирного сектора, доллары США | 30 \$ | 170 \$ |

Четвертое направление развития телефонии на рисунке 3.43 названо "поддержка других видов электросвязи". Такое название использовано для того, чтобы подчеркнуть возможность использования некоторых особенностей телефонной связи и одноименных сетей. Речь, конечно, не идет о том, что любое предприятие связи (телеграф, телецентр и другие) использует телефонную связь в своей производственной деятельности.

Одно из своеобразных приложений функциональных возможностей ТФОП – поддержка системы интерактивного телевидения [92]. Действительно, терминал ТФОП (стационарный или мобильный) может считаться простым и доступным устройством,

обеспечивающим обратный канал между бытовым телевизором и центром поддержки соответствующих услуг.

Другой интересный пример упомянут в [93]. Одно из существенных отличий текста, пришедшего по почте (обычной и, тем более, электронной), от той же информации, но полученной по телефону, заключается в эмоциональной составляющей. При разговоре мы получаем дополнительные (иногда – более важные) сведения благодаря тембру голоса и громкости, паузам в речи и другим факторам.

Поэтому, в некоторых случаях, телефонный разговор дополняет другой способ получения информации. Возможно, что подобными соображениями руководствовались разработчики современных Контакт центров, вводя для пользователя Internet возможность перехода от самостоятельного поиска информации к разговору с оператором [22].

Последний пример – использование ТФОП для информационной обратной связи. Практически каждый из нас мог проголосовать, позвонив по указанным на экране телевизора телефонам, чтобы высказать свою позицию по каким-либо проблемам. Можно позвонить во время трансляции некоторых телепередач, чтобы задать вопрос или высказать собственное мнение. Аналогична практика работы большинства радиостанций. Нельзя не заметить, что и другие виды электросвязи потихоньку предлагают свои возможности для телефонии. В частности, в Internet можно узнать много полезного о развитии телефонной связи.

Теперь перейдем к разделу 3.3, который посвящен сетям доступа. Эта тема была выделена из раздела 3.2 искусственно, что объясняется особой значимостью сети доступа для современной инфокоммуникационной системы.

*В любой организации работа тяготеет к самому низкому уровню иерархии.
(Законы Мерфи: аксиома Вэйля)*

3.3. Сети абонентского доступа для ГТС и СТС

3.3.1. Особенности сети абонентского доступа

Остановимся на основных этапах развития четырех элементов телефонной сети, которые были выделены на рисунке 1.10. Эти этапы представлены на рисунке 3.44. Подобный способ представления технологических изменений был использован в [19], но для иного объекта – инфокоммуникационной системы в целом.

Сеть в помещении пользователя рассматривается в данном случае применительно к телефонной связи. На рубеже XIX и XX веков основным терминалом был ТА с местной батареей (МБ). Она обеспечивала питание всех электрических цепей. Неудобства,

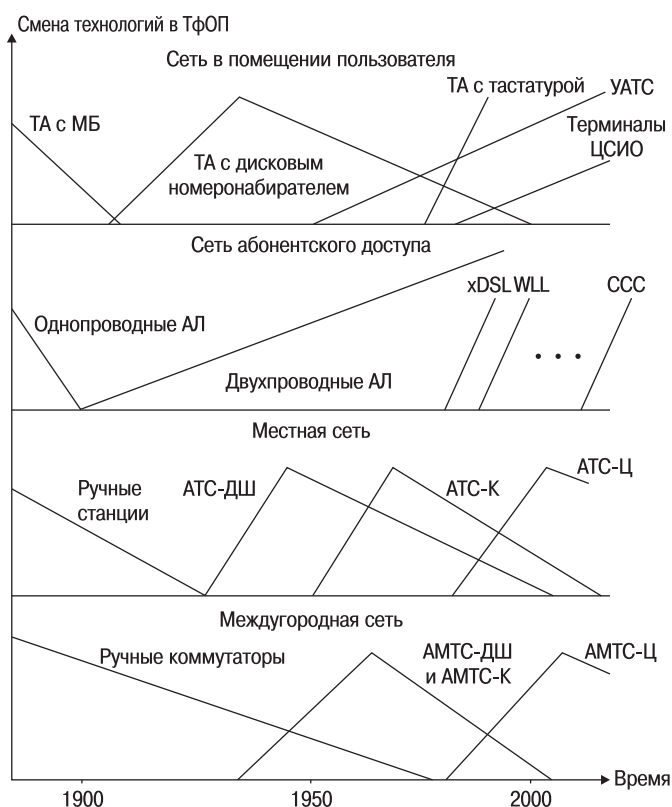


Рисунок 3.44 Основные этапы развития телефонной сети

связанные с использованием МБ, были очевидны [94]. По мере автоматизации телефонной связи от этого способа питания ТА отказались. Прошло время. Совсем недавно идея МБ возродилась вновь, но уже для мобильных телефонов.

Период автоматизации телефонной связи стимулировал появление ТА, который снабжался номеронабирателем. Этот тип терминалов через несколько десятилетий стал заменяться теми ТА, в которых процесс набора номера осуществлялся с помощью кнопок (тастатуры). Выдача информации в линию с таких ТА может осуществляться декадным или же частотным способами.

Несколько ранее в помещениях, где располагались абоненты делового сектора, стали использоваться УАТС. Это значительно изменило облик сети в помещении пользователя. В конце XX века рассматриваемый фрагмент ТФОП дополнился терминалами ЦСИО. Если выйти за рамки ТФОП, то можно перечислить еще ряд интересных и важных тенденций в эволюции сети в помещении пользователя.

Первые сети абонентского доступа строились по однопроводной схеме [9]. Уже в начале XX века начался переход к двухпроводным цепям. Этот принцип используется и поныне. Пожалуй, ни один фрагмент инфокоммуникационной системы не пребывал столь долго в неизменном состоянии. Зато в конце XX века появилось множество технологий, позволяющих развивать сети абонентского доступа различными способами. На рисунке 3.44 показаны только три важных направления эволюции сетей доступа: цифровые абонентские линии различных стандартов (xDSL), беспроводные АЛ (WLL) и ССС.

Нижняя часть рисунка 3.44 иллюстрирует основные этапы развития местной и междугородной сетей. Они различаются по времени смены базовых технологий, но идентичны с точки зрения последовательности протекающих процессов: ручные коммутаторы, а затем декадно-шаговые (АТС-ДШ АМТС-ДШ), координатные (АТС-К и АМТС-К) и цифровые (АТС-Ц и АМТС-Ц) станции. Краткий этап использования квазиэлектронной техники на этом рисунке не показан.

Характер смены технологий для фрагмента "Сеть абонентского доступа" интересен с двух точек зрения. Во-первых, "жизненный цикл" двухпроводных АЛ превосходит по длительности все другие процессы, показанные на рисунке 3.44. Во-вторых, в последние годы ни один элемент инфокоммуникационной системы не претерпевает столь заметные изменения как сети абонентского доступа.

Сохранится ли характер кривых, показанных на рисунке 3.44, в XXI веке? Ответ на этот вопрос в значительной мере определяется технической политикой Оператора. Данное утверждение можно пояснить на таком примере: Оператор вводит ряд новых инфокоммуникационных услуг, что требует, в обозримой перспективе, расширения полосы пропускания некоторых АЛ. Простейший вариант – установка оборудования типа xDSL на тех физических цепях,

которые связывают кросс АТС с потенциальными клиентами. Более сложный (и требующий значительных инвестиций) вариант – замена всех физических цепей кабелем с ОВ.

Очевидно, что первый вариант, названный нами простейшим, решает лишь текущие задачи. Начальные инвестиции, необходимые для реализации этого варианта (I_{01}), не будут значительными. Правда, через некоторое время снова потребуются модернизация сети абонентского доступа. В течение длительного периода времени технологии, используемые в сетях доступа, будут меняться несколько раз.

Второй (сложный) вариант способен обеспечить долговременную эволюцию сети абонентского доступа. Для этого варианта ответ на поставленный выше вопрос понятен: характер кривых не изменится. Очевидно, что начальные инвестиции для реализации этого варианта (I_{02}) будут существенными.

На рисунке 3.45 показаны типичные кривые чистой текущей стоимости (NPV) для различных вариантов развития сети абонентского доступа. Точки T_1 и T_2 определяют сроки возврата инвестиций для первого и второго вариантов соответственно.

На первый взгляд, предпочтительнее выглядит второй вариант. Однако для каждого проекта существуют ограничения на уровень начальных инвестиций (I_{0k}) и срок возврата инвестиций (T_k). В этом случае может быть найден компромиссный (третий) вариант развития сети абонентского доступа. Соответствующая кривая также показана на рисунке 3.45. Третий вариант позволяет Оператору получить более существенные доходы при соблюдении ограничений I_{0k} и T_k .

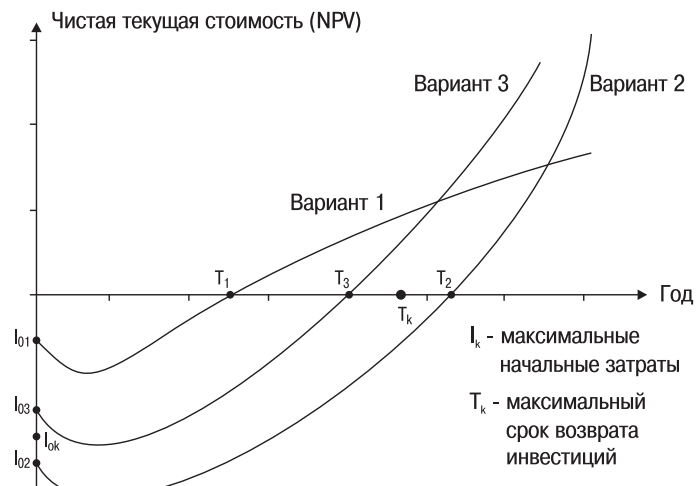


Рисунок 3.45 Типичные кривые NPV для различных вариантов модернизации сети абонентского доступа

Соображения, изложенные выше, позволяют сформулировать три особенности эксплуатируемых сетей абонентского доступа:

- ♦ в течение длительного времени принципы построения сетей абонентского доступа оставались неизменными;
- ♦ в последние годы ситуация радикально изменилась, что подтверждается обилием новых технологий, используемых в процессе модернизации системы электросвязи;
- ♦ технологические циклы дальнейшего развития сетей абонентского доступа будут определяться технической политикой Оператора и его финансовыми возможностями.

Перейдем к анализу других особенностей сетей абонентского доступа. В первую очередь, следует оценить долю затрат Оператора, приходящихся на этот элемент системы электросвязи. В технической литературе можно найти оценки, которые существенно различаются между собой. Такое положение обусловлено двумя основными причинами. Прежде всего, затраты на сеть абонентского доступа действительно могут изменяться в достаточно широких пределах, что определяется факторами, которые будут обсуждаться позже. Кроме того, авторы проведенных исследований по-разному определяли суммарные затраты, принимая за 100% то инвестиции в местную сеть, то в инфокоммуникационную систему в целом, а иногда учитывали и другие расходы Оператора.

В одном из справочников МСЭ [95] приведены статистические данные, собранные в 1964 году. Эти данные, отражающие затраты на отдельные компоненты телефонной сети, приведены в таблице 3.9. Результаты были получены после обработки информации из 16 стран. В первом столбце приведены названия статей затрат на английском языке.

Таблица 3.9

| Статьи затрат на различные компоненты телефонной сети | | Доля затрат |
|---|---|-------------|
| На английском языке | На русском языке | |
| Subscriber's plant | Сеть в помещении абонента | 13% |
| Outside plant for local networks | Линейно-кабельные сооружения для местной сети | 27% |
| Exchanges | Коммутационные станции | 27% |
| Long-distance trunks | Каналы дальней связи | 23% |
| Buildings and land | Здания и земля | 10% |

Затраты на сеть абонентского доступа входят в те 27%, которые приходятся на статью "Outside plant for local networks". Из этих 27%, как следует из соотношений, приведенных в [13, 96], более существенная доля затрат приходится на сеть абонентского доступа. Как и следовало ожидать, затраты по статье "Outside plant for local networks" заметно различаются по странам, в которых проводился опрос. В [95] отмечено, что исследуемая величина (при среднем

значении 27%) лежит в пределах от 14 до 48%.

Такой же заметный разброс характерен и для доли затрат на сеть абонентского доступа, которая приводится в более поздних публикациях. В частности, в [97] доля затрат на сеть абонентского доступа оценивается в 30% от суммарных инвестиций Оператора на всю сеть. В [98] приводится более впечатляющая величина – 70%. Правда, в обеих публикациях не указаны условия расчета. Не совсем понятно: речь идет о местной или национальной сети?

Если расчеты выполнены для местной сети, то величина 30% представляется более достоверной. Тем более, что подтверждающая информация приводится, например, в [99]. В этой работе высказано утверждение, что доля затрат на сеть абонентского доступа в общих инвестициях на телекоммуникационную систему составляет 20 – 30%. Для Турции авторами публикации [99] получен более широкий диапазон: 19,6 – 30,34%.

Если сравнить данные, приведенные в [97, 99] с величинами, которые содержатся в таблице 3.9, то бросается в глаза рост доли затрат, приходящихся на сеть абонентского доступа. Такой вывод можно сделать, глядя на рисунок 3.44. Ведь в сети абонентского доступа долгое время использовались старые технологии. Все остальные компоненты телефонной сети стали экономичнее именно за счет смены технологий. Конечно, этот вопрос на самом деле несколько сложнее. Правда, для получения более точного ответа

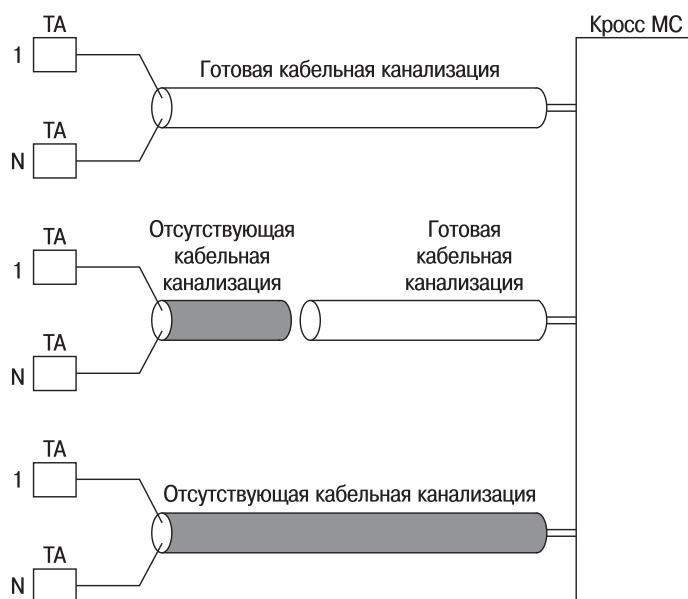


Рисунок 3.46 Три ситуации при включении группы терминалов в коммутационную станцию

необходимо собрать статистический материал для ряда сетей за несколько десятилетий. Надеюсь, что кого-нибудь заинтересует подобная задача; решение имеет практическое значение.

Размышления о различных статьях расходов, которые неизбежны для Операторов связи, позволяют выделить еще две особенности эксплуатируемых сетей абонентского доступа:

- ♦ сети абонентского доступа были и продолжают оставаться одним из самых дорогих элементов телекоммуникационной системы;
- ♦ доля затрат Оператора, связанных с построением сети абонентского доступа, изменяется в широких пределах, что определяется рядом причин.

Последнее предложение целесообразно прокомментировать с помощью модели, приведенной на рисунке 3.46. Оператору необходимо подключить к эксплуатируемой МС три новые абонентские группы. Численность всех групп одинакова – "N" терминалов, роль которых выполняют ТА. Более того, будем считать, что все три группы одинаково удалены от МС, а для их включения используется многопарный кабель идентичной марки. Это означает, что затраты Оператора, касающиеся абонентского кабеля, равны для всех трех вариантов.

Различия между тремя вариантами заключаются в степени готовности кабельной канализации. Верхняя часть рисунка иллюстрирует самую благоприятную ситуацию: необходимо проложить многопарный кабель в уже готовую канализацию. Понятно, что в данном случае затраты Оператора будут минимальными. В средней части рисунка показана иная ситуация. Для прокладки кабеля на участке, прилегающем к МС, можно использовать уже имеющуюся канализацию. Предстоит выполнить работы по прокладке кабельной канализации на некотором участке до места расположения новой абонентской группы. Понятно, что в этом случае затраты Оператора возрастают. Наконец, в нижней части рассматриваемой модели показан тот случай, когда кабельную канализацию по всей трассе необходимо построить заново. Затраты Оператора будут максимальными.

По данным, приведенным в [100], в США затраты на прокладку кабеля могут различаться в три раза. Такой разброс определяется типом грунта, в который должна быть уложена кабельная канализация, конкретными особенностями населенного пункта и другими факторами. Троекратное различие затрат хорошо совпадает с упоминавшимся в [95] диапазоном изменения стоимости сети абонентского доступа (от 14 до 48%). Анализ российских проектов [101] также подтверждает возможность значительных разбросов затрат, связанных с линейно-кабельными сооружениями.

Современная инфокоммуникационная система должна обладать очень высокой надежностью. Это требование может быть обеспечено при низких вероятностях отказов всех элементов инфокоммуникационной системы. На рисунке 3.47 приведен график, который был получен ISO (Международная организация по стандартизации)

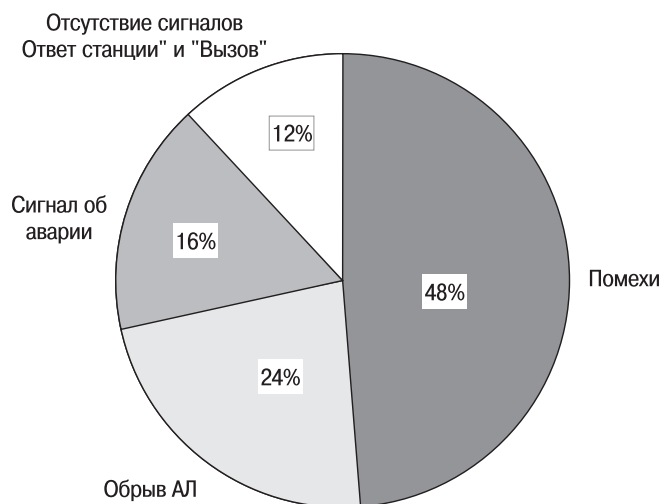


Рисунок 3.47 Распределение причин отказов в обслуживании для ТФОП

в результате обработки статистических данных, полученных от нескольких Операторов [102]. По этому графику можно определить основные причины заявок, поданных теми абонентами ТФОП, которые столкнулись с отказами в обслуживании.

Заштрихованная область соответствует доле отказов, вызванных обрывом АЛ. Почти четверть всех жалоб абонентов вызвана низкой надежностью сети абонентского доступа. Кроме того, значительная часть помех возникает также в сети абонентского доступа. Это означает, что Оператор должен обратить серьезное внимание на повышение надежности и качества обмена информации в сети абонентского доступа.

Интенсивность трафика, обслуживаемого сетью доступа, можно рассматривать как коэффициент полезного действия. Большинство СЛ пропускают трафик с интенсивностью 0,7 – 0,85 Эрл. Такой диапазон нагрузки для СЛ предусматривается рекомендациями МСЭ серии Е. Оператор может регулировать уровень трафика различными способами, так как СЛ – элемент группового устройства.

Большинство эксплуатируемых сетей абонентского доступа представляют собой совокупность АЛ. За исключением случая спаренного включения, АЛ можно считать индивидуальным устройством. Интенсивность трафика, пропускаемого АЛ, составляет, в среднем, 0,1 Эрл [2, 13, 27]. Следовательно, коэффициент полезного действия АЛ и сети абонентского доступа в целом существенно ниже, чем для СЛ. Иными словами, затраты Оператора на создание сети абонентского доступа малоэффективны.



Рисунок 3.48 Вторая трактовка "треугольников Дюка"

Ранее были определены пять особенностей эксплуатируемых сетей абонентского доступа. Теперь мы можем сформулировать еще две — шестую и седьмую:

- ♦ сетям абонентского доступа присущи низкие показатели надежности и качества обмена информацией;
- ♦ очень низкий коэффициент полезного действия сетей абонентского доступа (интенсивность пропущенного трафика) приводит к малой эффективности использования эксплуатируемых технических средств.

На рисунке 1.11 были показаны "треугольники Дюка". Этой модели можно дать еще одну трактовку. Такую возможность обеспечивает модель, приведенная на рисунке 3.48.

В классической интерпретации этой модели в левой части рисунка фигурируют другие названия трех иерархических уровней — международная, междугородная и местная сети (сверху вниз). Тем не менее, изменение уровней иерархии не должно вызвать возражений. Новая трактовка заключается в том, что правый треугольник можно рассматривать не только как распределение доходов. С его помощью можно также ответить на такой вопрос: в какой степени каждый уровень иерархии сети будет сдерживать процесс развития инфокоммуникационной системы в целом? Иными словами, где площадь меньше — там и "узкое горло".

Очевидно, что наибольшие проблемы связаны с модернизацией сетей абонентского доступа. Такой же вывод следует из тех семи особенностей эксплуатируемых сетей абонентского доступа, которые были сформулированы выше.

3.3.2. Принципы модернизации сетей абонентского доступа

3.3.2.1. Общий подход

Можно выделить два противоположных подхода Оператора к модернизации сетей абонентского доступа. Первый подход основан на решении текущих задач без точного представления конечной цели развития всей эксплуатируемой сети. Второй подход основан на более сложных принципах. Сначала Оператор определяет структуру всей сети, которая будет оптимальной к моменту завершения процесса ее модернизации. Затем разрабатывается программа достижения известной цели. Это означает, что на каждой фазе развития сети Оператор решает не текущую, а общую задачу.

Нельзя с полной уверенностью утверждать, что второй подход всегда лучше. Не исключено, что где-то в середине процесса модернизации сети доступа появятся новые технологии, которые заставят радикально поменять принятые ранее решения. В таких случаях затраты Оператора, связанные с разработкой долгосрочной программы развития сети, окажутся напрасными. Тем не менее, второй подход все же представляется более разумным, если Оператор ориентируется на системные решения, в максимальной степени инвариантные к технологическим изменениям.

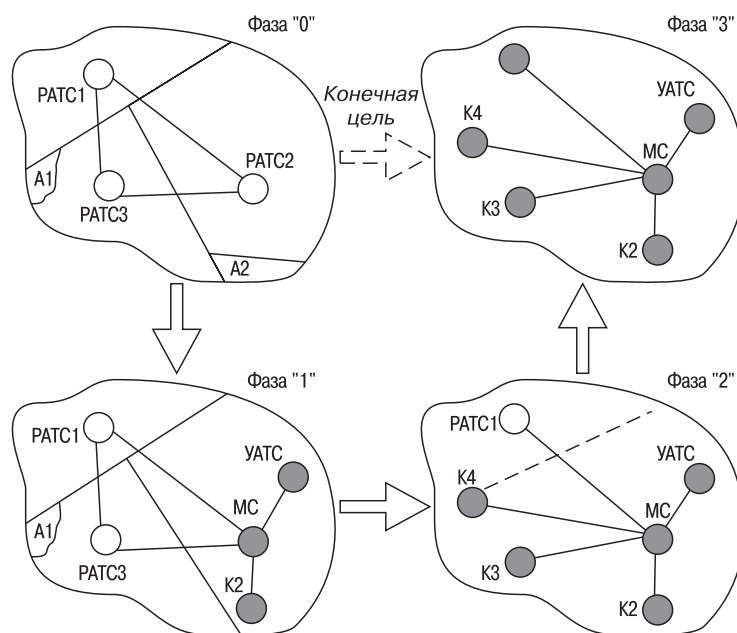


Рисунок 3.49 Основные фазы модернизации ГТС

На рисунке 3.49 приведен пример модернизации ГТС, состоящей из трех аналоговых РАТС. В границах пристанционного участка двух РАТС выделены анклав (А1 и А2), в которых необходимо подключить новые группы терминалов (левый верхний фрагмент модели, названный фазой "0"). Первый подход не рассматривается. Он основан на постепенной замене каждой РАТС на цифровую МС и организацию сети доступа в обоих анклавах за счет прокладки многопарных кабелей. Рисунок 3.49 иллюстрирует второй подход, включающий три основные фазы.

Фаза "3" представляет оптимальную структуру ГТС (точнее – коммутируемой сети) к моменту замены всех аналоговых РАТС. Будем считать, что оптимальной структурой будет нерайонированная сеть, в которой все выносные модули (концентраторы и УАТС) включены в одну цифровую МС. Замена всех аналоговых РАТС должна осуществляться так, чтобы постепенно формировалась оптимальная структура ГТС.

На фазе "1" РАТС2 заменяется цифровой МС. Вторым анклавом телефонизируется за счет установки концентратора К2. Кроме того, в МС включается цифровая УАТС. На фазе "2" РАТС3 заменяется концентратором К3. В это же время монтируется концентратор К4, позволяющий телефонизировать первый анклав. Границы пристанционного участка МС расширяются. Пунктирной линией показана граница зоны обслуживания РАТС1. В границах бывшей зоны обслуживания этой РАТС расположен концентратор К4. На фазе "3" заменяется РАТС1, что приводит к построению цифровой коммутируемой сети оптимальной структуры.

3.3.2.2. Структурные аспекты

Итак, в результате модернизации ГТС и СТС изменяются некоторые структурные характеристики сетей абонентского доступа. Во-первых, может существенно увеличиться площадь пристанционного участка. Во-вторых, в современной сети доступа стали широко использоваться выносные модули (концентраторы, мультиплексоры, УАТС). В третьих, меняются градостроительные принципы [103].

Во второй главе монографии были рассмотрены различные способы построения кольцевых структур, которые подходят практически для всех иерархических уровней инфокоммуникационной сети. В перспективных сетях абонентского доступа будет очень долго сосуществовать кольцевая и звездообразная топологии. На рисунке 3.50 показан симбиоз этих топологий для двух вариантов построения колец.

В левой верхней части рисунка 3.50 показана сеть абонентского доступа, в которой образовано четыре кольца. Рядом изображен другой вариант организации транспортных ресурсов. Все СУ разделены между двумя кольцами – внутренним и внешним. В пределах той части территории пристанционного участка, которая обслуживается одним СУ, для всех видов кольцевых топологий используются общие принципы построения фрагмента сети абонентского доступа. Они показаны в нижней части рисунка 3.50. Между СУ и абонентской распределительной коробкой (ПК) прокладываются многопарные кабели. В пределах колец, как правило, прокладываются

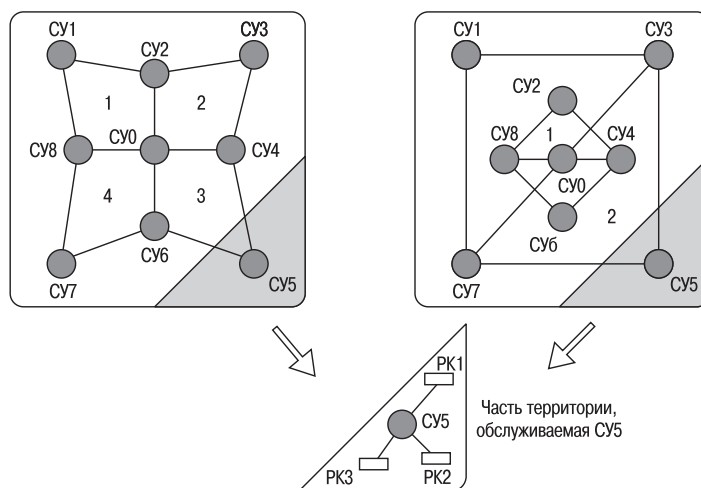


Рисунок 3.50 Кольцевая и звездообразная топологии в современных сетях абонентского доступа

ются кабели с ОВ. Это означает, что в СУ происходит смена среды распространения сигналов.

Обычно СУ располагаются в местах установки концентраторов и иных выносных модулей, УАТС, а также на тех площадках, где ранее были установлены кабельные распределительные шкафы (ШР). На рисунке 3.51 показана структура абонентской сети, которую можно считать типичной для аналоговых ГТС и СТС [9, 22].

Вариант (а) иллюстрирует принципы организации сети абонентского доступа на базе кабельных линий. Верхняя ветка данного рисунка показывает перспективный вариант подключения ТА без использования промежуточного кроссового оборудования. Кабель прокладывается от кросса до распределительной коробки, где посредством абонентской проводки осуществляется подключение ТА. На нижней ветке изображен тот вариант подключения ТА по шкафной системе, в котором между кроссом и распределительной коробкой размещается промежуточное оборудование. В предложенной модели роль такого оборудования отведена распределительному шкафу. Между кроссом и ШР располагается магистральный участок сети абонентского доступа. Распределительный участок занимает пространство между ШР и РК. Между абонентским комплектом (АК) и кроссом располагается станционный участок АЛ.

Вариант (б) отличается тем, что АЛ организуется с использованием воздушных линий. В этом случае на столбе устанавливается

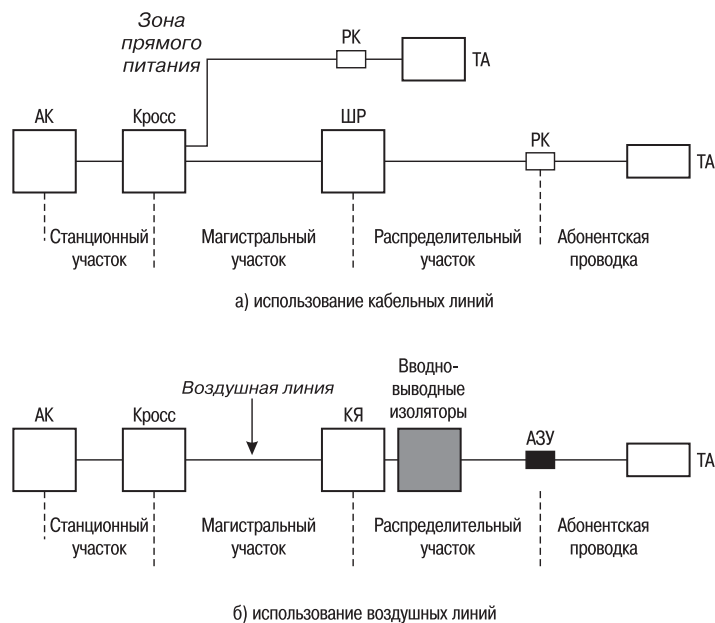


Рисунок 3.51 Структура абонентской сети аналоговых коммутационных станций

кабельный ящик (КЯ) и вводно-выводные изоляторы. В месте размещения распределительной коробки монтируется абонентское защитное устройство (АЗУ), предотвращающее возможное влияние на ТА опасных токов и напряжений.

Длины всех участков АЛ – за исключением, может быть, стационарного – представляют практический интерес для планирования перспективных сетей абонентского доступа. В [104] для шведской ТФОП приводится следующее распределение длин различных участков абонентской сети:

- ♦ магистральный участок (primary network) – 1700 метров или 79,1% от общей протяженности АЛ;
- ♦ распределительный участок (secondary network) – 400 метров или 18,6% от общей протяженности АЛ;
- ♦ абонентская проводка (distribution network) – 50 метров или 2,3% от общей протяженности АЛ.

Пример из отечественной практики проектирования приведен в [105], где рассматривается модель абонентской сети, построенная на базе кабеля с диаметром токопроводящих жил 0,32 мм. Из-за разницы диаметров проводников абсолютные значения длин заметно расходятся с теми, что характерны для шведской ТФОП. Существенно то, что наблюдается хорошее соответствие между процентным соотношением длин по одноименным участкам АЛ (в скобках указана разница для величин, выраженных в процентах):

- ♦ магистральный участок – 886 метров или 74,7% от общей протяженности АЛ (отклонение составляет 4,4%);
- ♦ распределительный участок – 240 метров или 20,2% от общей протяженности АЛ (отклонение составляет 1,6%);
- ♦ абонентская проводка – 60 метров или 5,1% от общей протяженности АЛ (отклонение составляет 2,8%).

В существующей практике проектирования абонентских сетей [105 – 107] считается, что все АЛ, уместяющиеся в круге с центром в кроссе и радиусом примерно 500 метров, целесообразно включать в коммутационную станцию по бесшкафной системе. Эту часть абонентской сети иногда называют "зоной прямого питания".

Достоинства и недостатки шкафной системы хорошо изложены в технической литературе, касающейся аспектов проектирования абонентской сети [105 – 107]. Известны также численные оценки по оптимальному расположению распределительных шкафов. В частности, в [107] рекомендуется устанавливать распределительные шкафы емкостью на 1200 АЛ (ШР-1200х2) на расстоянии не менее 650 м от кросса АТС.

Кроме деления АЛ на участки, которые показаны на рисунке 3.51, используются и другие способы ее представления в виде отдельных компонентов. В частности, в [108] упоминается такое деление АЛ:

- ♦ последняя миля (от кросса до дома);
- ♦ последний ярд (разводка в пределах дома);
- ♦ последний фут (разводка по квартире).

Для специалистов, знакомых с системой измерений, применяемых в англоязычных странах, такой способ представления АЛ проще для запоминания. Ярд составляет 91,44 см, а фут – 30,48 см; поэтому такое деление АЛ не представляет практического смысла.

Длину АЛ можно считать случайной величиной. Исчерпывающую информацию о случайной величине представляет ФР [14]. Законы распределения длин АЛ и емкости абонентского кабеля облегчают решение ряда практических задач. В частности, знание ФР полезно в следующих случаях:

- ♦ необходимо сформулировать технические требования к перспективным абонентским кабелям (километрическое затухание, число жил или оптических волокон, строительная длина и им подобные атрибуты);
- ♦ желательно оценить (например, по годам) потребность в новых абонентских кабелях, если известны сроки службы эксплуатируемых ныне линейных сооружений, и прогнозы, касающиеся введения услуг, которые требуют существенного расширения полосы пропускания АЛ.

Можно перечислить еще несколько технико-экономических задач, решение которых прямо или косвенно опирается на знание структурных характеристик существующей абонентской сети. Несомненно, что появятся и новые задачи, также связанные с этими характеристиками.

На рисунке 3.52 [9], показаны четыре ФР длин АЛ для России, США, Италии и Финляндии. В российской ТФОП используются более короткие АЛ, чем в телефонных сетях США и Финляндии. Самые короткие АЛ (из приведенных на рисунке 3.52) используются в итальянской ТФОП.

В [9] приведены результаты обработки статистических данных, полученных из реальных проектов строительства сетей абонентского доступа. Результаты расчета средних значений и коэффициентов вариации (C_v) приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10

| Номер проекта | Длина абонентской линии | | Емкость магистрального кабеля | |
|---------------|-------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| | Среднее значение | C_v | Среднее значение | C_v |
| 1 | 1298 м | 0,45 | 807 пар | 0,47 |
| 2 | 1513 м | 0,57 | 1172 пары | 0,48 |
| 3 | 797 м | 0,47 | 300 пар | 0,51 |
| 4 | 1216 м | 0,86 | 494 пары | 0,40 |
| 5 | 1571 м | 0,49 | 533 пары | 0,22 |

Для рассматриваемых проектов были построены пять ФР длин АЛ [109]. Проверка гипотезы относительно их принадлежности к одной генеральной совокупности осуществлялась по критерию

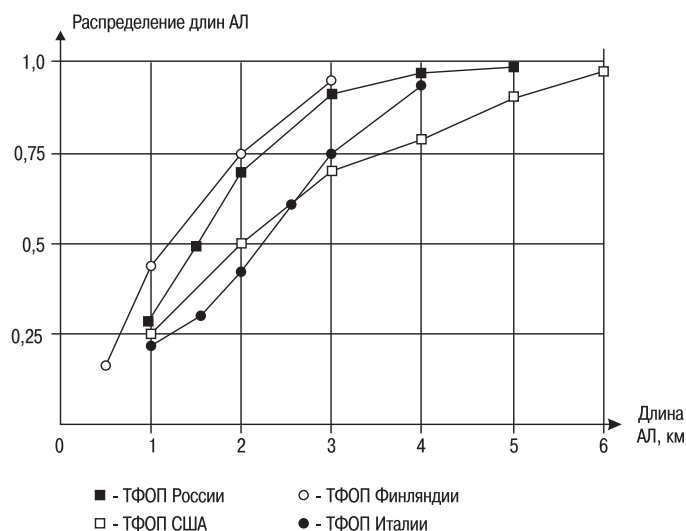


Рисунок 3.52 Распределение длин абонентских линий для ТФОП России, США, Финляндии и Италии

Уилкоксона [110] при уровне значимости 5%. За исключением третьего проекта – для него характерны весьма короткие АЛ – все ФР оказались подобными.

В результате анализа статистических данных по всем пяти проектам можно выделить следующие "усредненные" характеристики эксплуатируемой сети абонентского доступа: математическое ожидание длины АЛ – 1280 м, коэффициент вариации этой величины – 0,59. Эти данные, с учетом тенденций изменения структурных характеристик сетей абонентского доступа, хорошо согласуются с оценками, которые были получены специалистами Акционерного общества "Гипросвязь СПб" при анализе проектов, выполненных в 80-х годах [111]. Расчеты, проведенные на основе этих проектов, определяют характеристики абонентской сети следующим образом: математическое ожидание длины АЛ – 1517,6 м при коэффициенте вариации – 0,61.

ФР длин АЛ для пяти исследованных проектов (рисунок 3.53) можно сравнить с кривой на предыдущем графике для российской ТФОП. Такое сопоставление интересно по той причине, что данные, использованные для рисунка 3.52, получены почти двадцать лет назад.

Проверка этих двух ФР по критерию Уилкоксона [100] показала, что гипотеза об их принадлежности к одной генеральной совокупности верна. Завершая рассмотрение этого рисунка, целесообразно отметить, что затраты Оператора на подключение терминала в коммутационную станцию постепенно снижаются.

Для оценки влияния длины АЛ на стоимость сети абонентского

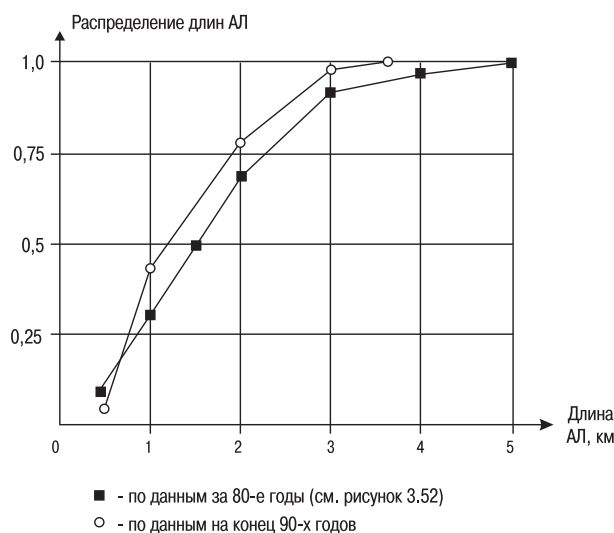


Рисунок 3.53 Распределение длин для пяти сетей абонентского доступа

доступа рассмотрим различные формы пристанционного участка цифровой МС. На рисунке 3.54. показана модель, в которой пристанционный участок имеет одну из трех форм – равносторонний треугольник, квадрат или круг. Площадь этих трех геометрических фигур одинакова ($S_1 = S_2 = S_3 = S$). Это позволяет легко найти длины стороны треугольника (а), ребра квадрата (b), а также радиус окружности (r). Будем считать, что МС находится в геометрическом центре пристанционного участка.

Равенство площадей пристанционного участка позволяет легко найти параметры рассматриваемых геометрических фигур [14]:

$$a = 2\sqrt{S}/3, b = \sqrt{S}, r = \sqrt{S}/\pi \quad (3.4)$$

Средняя длина АЛ для пристанционного участка, имеющего форму треугольника (L_1), квадрата (L_2) и круга (L_3), определяется такими соотношениями [13]:

$$L_1 \approx 0,488\sqrt{S}, L_2 \approx 0,388\sqrt{S}, L_3 \approx 0,377\sqrt{S}. \quad (3.5)$$

Можно рассматривать и другие формы пристанционного участка. В любом случае средняя длина будет пропорциональна корню квадратному из площади, обслуживаемой МС [13]. Величины коэффициентов пропорциональности различаются несущественно. Стоимость подключения одного терминала в значительной мере

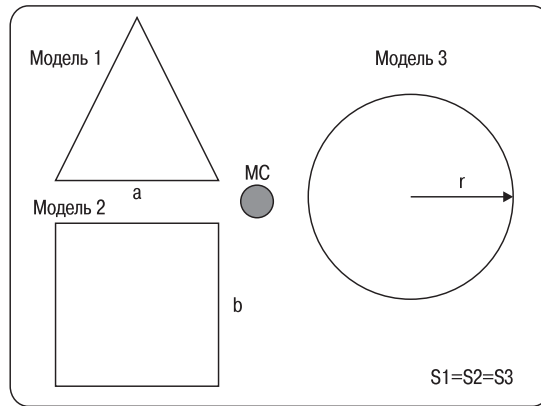


Рисунок 3.54 Три модели пристанционного участка цифровой МС

определяется средней длиной АЛ. Это означает, что при увеличении емкости МС стоимость подключения терминала будет расти как корень квадратный из площади пристанционного участка. Таким образом, повышение емкости МС, например, в четыре раза (для сокращения затрат на порт) увеличит стоимость подключения терминала только в два раза.

Заметим, что пока речь идет о традиционном построении сети абонентского доступа – использовании физических цепей. Применение выносных концентраторов позволяет сократить не только среднюю, но и общую длину АЛ. Это весьма важный фактор, так как общая длина всех АЛ (суммарный расход кабельной продукции на построение сети абонентского доступа) по мере повышения емкости МС растет достаточно быстро [13].

Правда, подобные задачи следует формулировать иначе. Их целесообразно решать, анализируя кривые NPV (чистой текущей стоимости) для всех основных сценариев модернизации сети абонентского доступа. Такие задачи не входят в перечень вопросов, рассматриваемых в этой монографии. Тем не менее, в параграфах 3.3.3 и 3.3.4 можно найти некоторые соображения об использовании концентраторов в современных сетях абонентского доступа.

Анализ величин, касающихся емкости абонентского кабеля, проводился по тем же пяти проектам. Рассматривался только магистральный участок АЛ. Для рассматриваемых пяти проектов были построены ФР емкости магистрального кабеля. Результирующая ФР представлена на рисунке 3.55. Проверка гипотезы относительно их принадлежности к одной генеральной совокупности осуществлялась по критерию Уилкоксона [110] при уровне значимости 5%. Результаты расчетов показали, что распределение емкостей магистрального кабеля идентично для 67% всех попарных сравнений.

Среднее значение емкости магистрального кабеля составляет

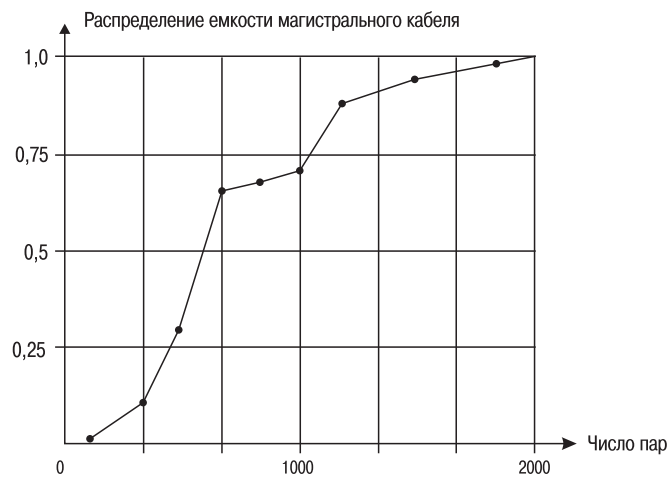


Рисунок 3.55 Распределение емкости магистрального кабеля для пяти проектов сети абонентского доступа

761 пар, а коэффициент вариации этой величины равен 0,42. Эти данные не так хорошо согласуются с оценками, полученными специалистами Акционерного общества "Гипросвязь СПб" при анализе проектов, выполненных в 80-х годах [111]: средняя емкость магистрального кабеля – 400 пар при коэффициенте вариации, равном 0,59.

Все подобные оценки, безусловно, нуждаются в критическом осмыслении при изучении перспективных сетей абонентского доступа, имеющих иную структуру и реализуемых на базе современных технических средств.

3.3.2.3. Технологические аспекты

В последние годы стало очевидно, что существенно изменились технологии, используемые в сетях абонентского доступа. Технологические аспекты модернизации сетей абонентского доступа целесообразно рассматривать с двух точек зрения. Во-первых, следует проанализировать новые технологии, ориентированные на метод "коммутация каналов" или вообще инвариантные к способу распределения информации. Во-вторых, необходимо обратить внимание на технологии, использование которых определяется концепцией NGN.

На рисунке 3.56 показана предлагаемая классификация технологий, используемых в сетях абонентского доступа. Рассматриваются три элемента системы электросвязи, для которых существенны технологические изменения – оборудование коммутации, передачи и среда распространения сигналов. В левой части рисунка перечислены технологии, доминировавшие в конце XX века. Технологии, которые будут использоваться в начале XXI века, представлены в правой части рассматриваемой модели.

Для систем коммутации основные технологические изменения касаются пакетных способов распределения информации. Ранее, говоря о коммутации пакетов, большинство специалистов подразумевало способ обмена данными, определенный в рекомендации МСЭ X.25 [112]. В настоящее время термин "коммутация пакетов" применяется для уже упоминавшихся технологий IP и ATM, а также для ретрансляции кадров – Frame Relay (FR). Технологии, применяемые не только в сетях абонентского доступа (именно к таким относятся IP, ATM и FR), будут рассматриваться в следующей главе.

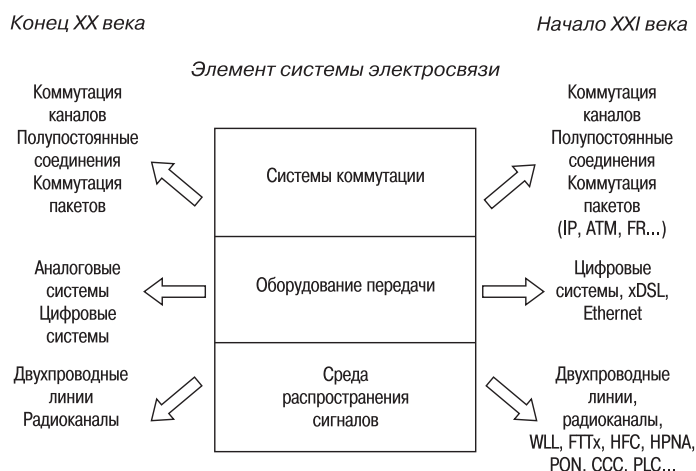


Рисунок 3.56 Классификация технологий, используемых в сетях абонентского доступа

Аналоговые системы передачи типа АВУ [113] не могут считаться приемлемым решением для развития сетей абонентского доступа. Появилось — в дополнение к цифровым системам — новое оборудование передачи. Из этих новинок следует выделить два класса технологии: xDSL и Ethernet. Технологии xDSL уже рассматривались в этой главе. Соответствующее оборудование довольно быстро заняло определенную нишу на рынке систем широкополосного доступа [69, 114]. Технология Ethernet была разработана для локальных сетей обмена данными [112]. Ее "проникновение" на рынок оборудования передачи для сетей абонентского доступа (и далее!) было — особенно для специалистов по телефонии — неожиданным. Этот вопрос заслуживает более детального изучения. Мы вернемся к нему в четвертой главе монографии при обсуждении концепции NGN, а здесь кратко изложим основные решения, касающиеся технологии xDSL.

Эти технологии обычно делят на два множества [114]. Первое множество включает более распространенные (в настоящее время) технологии асимметричных — по скоростям в направлениях приема и передачи — цифровых АЛ. Эти АЛ обычно используются для предоставления широкополосных услуг индивидуальным пользователям. Технологии симметричных цифровых АЛ образуют второе множество. Основная сфера их применения — подключение группы абонентов (чаще всего — объединение офисов, находящихся на различных площадках одной местной сети).

Лидер асимметричных цифровых АЛ — технология ADSL. В экономически развитых странах до 95% линий DSL организовано по этой технологии [115]. Основные требования к оборудованию ADSL изложены в рекомендации МСЭ G.992.1. При длине АЛ до 2,7 км скорость передачи в сторону терминала должна быть не менее 6,144 Мбит/с, а в обратном направлении — 0,64 Мбит/с. Кстати, большинство российских Провайдеров услуг Internet на базе оборудования ADSL гарантируют более низкие скорости обмена данными.

Помимо классической ADSL технологии используются несколько ее модификаций. В частности, МСЭ разработал рекомендации G.992.2 и G.992.4, в которых представлены требования к более экономичному оборудованию G.Lite и G.Lite2. Эти разновидности оборудования ADSL работают на более низких скоростях. Для более высоких скоростей обмена информацией МСЭ в рекомендациях G.992.3 и G.992.5 специфицировал два типа оборудования — ADSL2 и ADSL2+.

В [9] были приведены сведения об оборудовании U-ADSL (буква "U" означает, что система является универсальной), разрабатываемом Lucent Technologies. На рынке под таким названием оборудование не появилось, но основные характеристики U-ADSL были реализованы в рекомендациях МСЭ по G.Lite.

В некоторых случаях необходимо адаптировать скорость передачи по цифровой АЛ, подстраиваясь, например, под изменяющиеся во времени характеристики среды обмена данными. Такая возможность

заложена в современное оборудование ADSL. Тем не менее, иногда выделяют самостоятельную технологию RADSL (Rate Adaptive Digital Subscriber Line) – цифровая абонентская линия с адаптивной скоростью. Следует отметить, что на инфокоммуникационном рынке отсутствует оборудование, использующее технологию RADSL.

Для коротких линий, длина которых не превышает 300 м, может использоваться технология VDSL (суперскоростная цифровая АЛ). Она обеспечивает скорость передачи в направлении к терминалу до 52 Мбит/с. Следует отметить, что та же аббревиатура VDSL используется для обозначения симметричной технологии, которая работает на скоростях до 13 Мбит/с.

Технологии симметричных цифровых АЛ также реализуются в нескольких типах оборудования. Технология IDSL заимствована из концепции ЦСИО, что понятно из ее названия (ISDN DSL). Эта технология предназначена для обмена данными с невысокими скоростями – до 128 кбит/с, но перекрываемое расстояние может достигать нескольких десятков километров.

Из других технологий симметричных цифровых АЛ следует упомянуть SDSL, HDSL и HDSL2/4, MDSL, MSDSL, а также SHDSL. Последняя технология привлекает многих специалистов своими функциональными возможностями [22]. Кроме того, в настоящее время разрабатывается стандарт G.SHDSL.bis [116], позволяющий увеличить скорость обмена информацией до 10 Мбит/с.

Существенные технологические изменения происходят в том элементе системы электросвязи, который находится в нижней части рисунка 3.56 – среда распространения сигналов. Операторы ГТС и СТС ориентировались преимущественно на двухпроводные АЛ. В сельской местности иногда использовались радиоканалы. Обычной конфигурацией связи была "точка-точка", что объяснялось сферой применения радиотехнического оборудования – организация АЛ для подключения одного или нескольких (близко расположенных друг от друга) терминалов. Такое оборудование телефонисты часто называли радиоудлинителями. Средства множественного (многостанционного) доступа с конфигурацией "точка – множество точек" применялись сравнительно редко.

В последние годы перечень используемых технологий значительно расширился. На рисунке 3.56 указаны только семь из них:

- ♦ множество WLL включает несколько различных технологий, объединенных использованием радиоканалов (в том числе, LMDS [117, 118] и системы лазерной связи [119, 120], известные также по аббревиатуре FSO – Free Space Optics);
- ♦ группа технологий FTTx [121, 122], образующая совокупность вариантов, которые различаются местом размещения точки сопряжения кабелей с различной средой распространения сигналов;
- ♦ комбинированная среда "волокно-коаксиал" [123, 124], более известная по аббревиатуре HFC (способ, который разработан и апробирован Операторами КТВ);

- ♦ технология HPNA, основанная на использовании уже проложенных в жилых домах и в производственных помещениях кабельных сетей [125, 126];
- ♦ пассивная оптическая сеть PON, которая обеспечивает поддержку широкополосных услуг для нескольких групп потенциальных клиентов [127, 128];
- ♦ системы спутниковой связи, которые стали применяться не только для связи с удаленными и труднодоступными пунктами, но и для решения ряда других задач [39, 129];
- ♦ технология PLC, которая использует линии электропитания в качестве среды передачи сигналов в сетях связи [130, 131].

Модель системы LMDS, разработанная ETSI [132], показана на рисунке 3.57. Кроме аббревиатуры LMDS в технической литературе встречается сокращение LMCS.

Интерактивный сетевой адаптер (INA) связан с блоком (IF/IR), который выполняет преобразования промежуточной частоты (IF) в полосу спектра (RF), выделенную для системы LMDS. До внешнего блока (ODU) информация передается по эфиру (on air transmission). Из блока ODU информационные потоки поступают в компьютерную приставку к телевизору (STB), функции которой рассматривались в параграфе 1.7.3.

Интерфейсы A1, A4, B1 и B4 определяют стыки для тех функциональных блоков, которые оперируют с промежуточной частотой (IF). Интерфейсы A3 и B2 связаны с тем спектром, который используется для обмена информацией по эфиру. Полоса частот, используемая в LMDS в несколько раз шире спектра, выделенного для MMDS [133]. Это оборудование предназначалось, в основном, для распределения по эфиру телевизионных программ, что породило ее второе название – беспроводная кабельная система. Затем функциональные возможности системы MMDS были расширены.

Для системы LMDS (LMCS) были выделены диапазоны 28 ГГц и выше. В результате радиус зоны обслуживания составляет от 2 до 5 км. Для расширения этой зоны обычно применяется сотовая структура сети. Это породило еще одно название системы – "сотовое телевидение". Такое название может ввести в заблуждение. На самом деле LMDS – интерактивная система, поддерживающая (помимо обмена видеоинформацией) доступ в Internet на высокой скорости, услуги ТФОП и ряд других инфокоммуникационных услуг.

Некоторые другие беспроводные технологии будут рассмотрены в параграфах 3.3.3 и 3.3.4. Пример использования оборудования лазер-

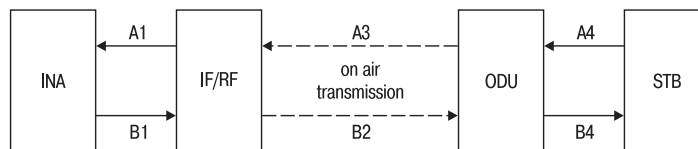


Рисунок 3.57 Модель системы LMDS (LMCS), предложенная ETSI

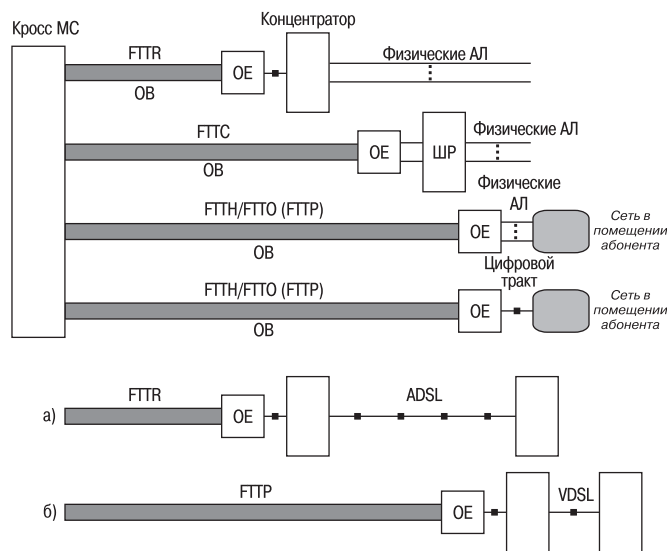


Рисунок 3.58 Примеры использования кабелей с ОВ в сетях абонентского доступа

ной связи был приведен во второй главе монографии (рисунок 2.19).

Группа технологий FTTx представляет большой практический интерес. По всей видимости, ОВ будет основной средой распространения сигналов, способной обеспечить эффективное развитие инфокоммуникационной системы. На рисунке 3.58 представлены основные варианты реализации концепции FTTx.

Концепция FTTR предусматривает доведение кабеля с ОВ до концентратора или иного выносного модуля. В блоке "ОЕ" оптические сигналы преобразуются в цифровые тракты, обрабатываемые в коммутационном поле концентратора. Терминалы включаются в концентратор по физическим АЛ. Решение типа FTTC отличается тем, что из блока "ОЕ" к терминалам выходят физические цепи.

Концепции FTTH/FTTO подразумевают доведение кабеля с ОВ до жилого дома или офиса. В последнее время часто используется общая аббревиатура – FTTP (волокно до помещения клиента). Различие двух концепций FTTH/FTTO также состоит в виде среды передачи справа от блока "ОЕ".

В нижней части рисунка 3.58 показаны два варианта использования связки технологий FTTx + xDSL. Вариант (а) иллюстрирует возможность применения системы ADSL на сравнительно коротком участке физической двухпроводной АЛ. Использование системы VDSL совместно с технологией FTTP показывает вариант (б).

Особенность технологии PON состоит в том, что сеть абонентского доступа не содержит активных элементов. Конечно, такое решение имеет свои плюсы и свои минусы. Правда, зарубежный

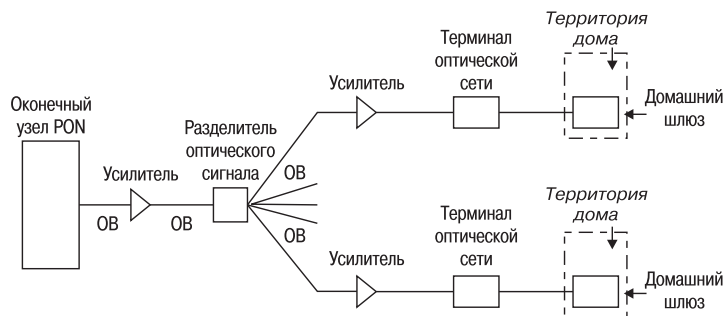


Рисунок 3.59 Модель сети абонентского доступа, использующая технологию PON

рынок оборудования PON свидетельствует о том, что плюсов все же больше. Модель сети абонентского доступа, построенная на основе технологии PON, показана на рисунке 3.59.

Терминал оптической сети (Optical Network Unit) обычно устанавливается около дома. Для выделения информационных потоков используется домашний шлюз (Home Network Gateway). Разделитель оптического сигнала не выполняет такие функции как концентрация, интерпретация сообщений сигнализации и им подобные.

Мы не будем останавливаться на описании остальных технологий. Подобным вопросам посвящен ряд статей в отечественных журналах; поток публикаций продолжается. Краткий обзор, охватывающий практически все основные технологии, можно найти, например, в [134]. Некоторые примеры практического использования этих технологий будут приведены в параграфах 3.3.3 и 3.3.4.

Более важным вопросом представляется переход к технологиям, поддерживающим пакетные методы передачи и коммутации, которые необходимы для перехода к NGN. В этом плане показательна история развития технологии PON. Сначала были разработаны решения, предусматривающие применение технологии ATM. В некоторых публикациях такая связка технологий именуется APON. Потом появилась идея использования PON вместе с технологией Ethernet [128]. Решение оказалось удачным; оно получило краткое название EPON. Подобную "миграцию" технологий в область пакетных решений можно проследить и на других примерах.

Завершая рассмотрение технологических аспектов, следует выделить еще один примечательный факт. Многие альтернативные технологии постепенно сближаются по своим функциональным возможностям и качественным характеристикам. Выравниваются также и стоимостные показатели. Кроме того, современные технологии способны сделать работу в сети столь же комфортной, как и в автономном режиме. Например, на скорости 100 Мбит/с абсолютно незаметны различия в доступе к информации, размещенной на жестком диске, и в сети Internet [115].

3.3.3. Сети абонентского доступа в городах

Эксплуатируемые ныне сети абонентского доступа создавались Операторами ТФОП и КТВ. Исторически сложилось так, что телефонисты ориентировались на двухпроводные АЛ, а телевизионщики – на коаксиальные кабели. В принципе, существует и сеть доступа для подачи программ звукового вещания, но использование эксплуатируемых линейных сооружений в перспективной инфокоммуникационной системе маловероятно. Операторы, которые недавно начали коммерческую деятельность, арендуют линейные сооружения или строят собственные сети абонентского доступа. Часто используются оба решения. Интересно, что многие Операторы стали применять технологии, которые ранее никогда не использовались в их сетях.

Далее мы будем рассматривать сети абонентского доступа, которые создавались Операторами ТФОП. На рисунке 3.60 приведена модель пристанционного участка, которая используется для иллюстрации возможных решений по созданию и модернизации сети абонентского доступа.

В границах пристанционного участка показаны три проспекта и три улицы, которые находятся на территории новой застройки. Конечно, Оператор, в большинстве случаев, будет решать задачи, касающиеся модернизации эксплуатируемых сетей абонентского доступа. Тем не менее, многие города будут расширяться за счет застройки новых территорий. На рисунке 3.60 показаны два участка новой застройки – заштрихованные фрагменты.

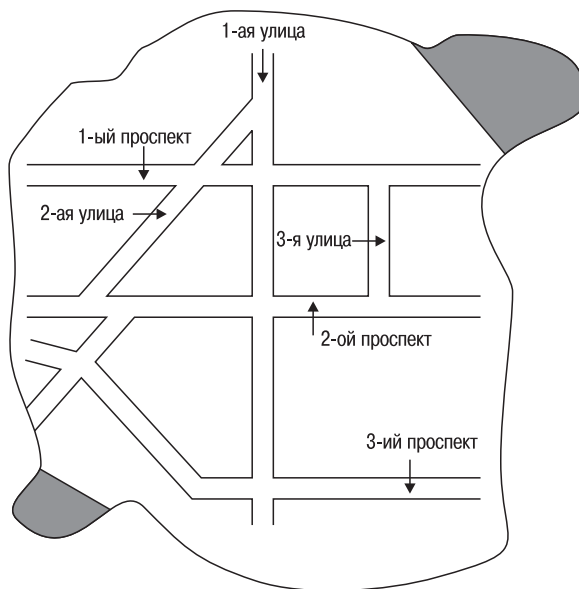


Рисунок 3.60 Модель пристанционного участка цифровой МС

Обычно проектировщику заранее известны основные исходные данные о сети абонентского доступа. К таким данным относятся:

- ♦ места размещения некоторых УАТС (уже функционирующих и/или вводимых в ближайшее время) и их характеристики;
- ♦ площадки, где целесообразно установить выносные концентраторы, а также их емкость;
- ♦ типы выносных модулей других коммутируемых сетей и необходимые для них транспортные ресурсы.

В результате можно определить структуру сети абонентского доступа, которая будет оптимальной для телефонной связи. Эта структура показана на рисунке 3.61. Кроме УАТС и концентраторов показаны также места размещения оборудования БС и узла КТВ, для которых Оператор ТФОП будет предоставлять транспортные ресурсы.

Окружность, в центре которой расположена МС, определяет границы зоны прямого питания (ЗПП). В этой зоне, радиус которой составляет 300 – 500 метров, абонентские терминалы подключаются физическими цепями, которые не проходят через ШР. Для выносного концентратора К3 пунктирными линиями показана зона обслуживания, то есть территория, в границах которой находятся подключаемые абонентские терминалы.

Задача оптимального расположения концентраторов может быть решена за счет использования экономико-математических методов [135]. Определить все координаты размещения УАТС не представляется возможным. Со временем появляются новые места размеще-

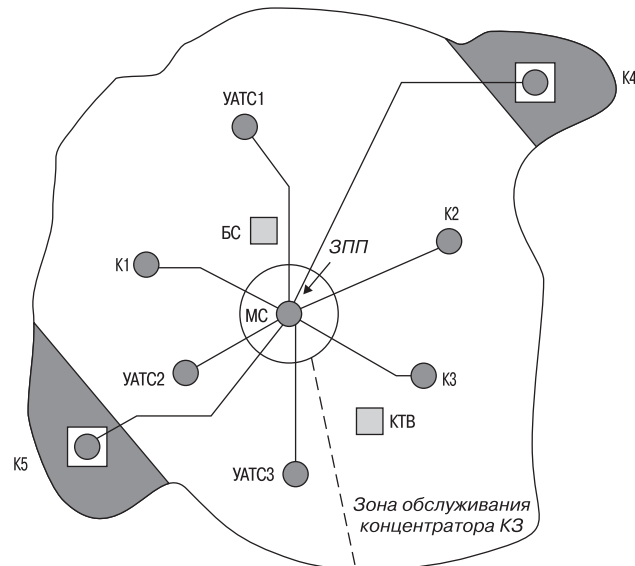


Рисунок 3.61 Структура сети абонентского доступа для телефонной связи

ния УАТС. Кроме того, некоторые эксплуатируемые УАТС демонтируются по различным причинам (например, при переезде предприятия). Это означает, что Оператору приходится периодически корректировать план развития сети абонентского доступа.

На рисунке 3.62 изображена структура транспортной сети абонентского доступа, в которой образованы три кольца. В состав первого кольца входит БС, для связи которой с контроллером базовых станций будут выделены необходимые транспортные ресурсы. Узел сети КТВ входит в состав третьего кольца. Для него, как правило, необходимы весьма существенные транспортные ресурсы.

Численность колец и способы их образования — задачи конкретного проектирования. Ряд предложений по решению таких задач содержится в [135]. Предлагаемые методы инвариантны к технологиям, применяемым в сетях доступа. Выбор технологий можно считать самостоятельной задачей, для решения которой приходится разрабатывать весьма сложные модели.

Варианты построения сети абонентского доступа, показанные на рисунках 3.61 и 3.62, иллюстрируют возможные решения для некоего момента времени (T_0). В момент времени T_0 известны все существующие, строящиеся и планируемые места размещения выносных модулей для тех коммутируемых сетей, которым Оператор ТФОП будет предоставлять транспортные ресурсы. На практике будут возникать ситуации, когда принятые ранее решения необходимо корректировать из-за появления новых мест размещения выносных модулей.

На рисунке 3.63 показана ситуация, возникающая для некоторого

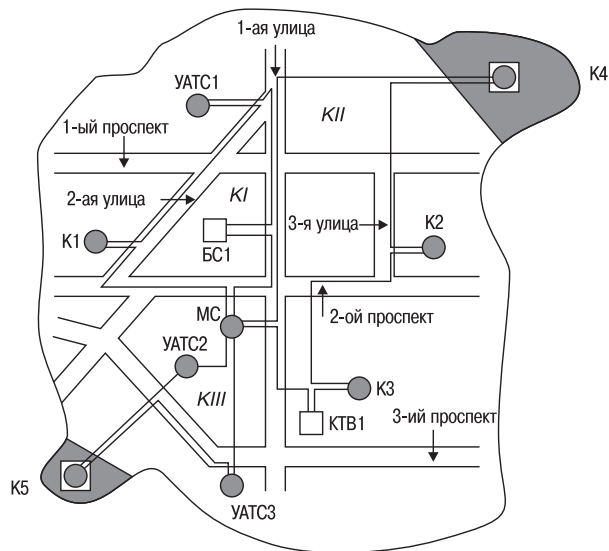


Рисунок 3.62 Структура транспортной сети абонентского доступа

момента времени T_1 (понятно, что рассматривается случай, когда $T_1 > T_0$). Допустим, что появились две новые УАТС и одна БС; они расположены вблизи каждого из трех колец. Возникает ряд задач по изменению структуры транспортной сети абонентского доступа. Первый вариант их решения подразумевает использования кабелей с ОВ. Новые линии передачи показаны жирными линиями.

Предполагается, что УАТС4 может быть включена в кольцо II. Это очень редкий случай. Место размещения УАТС4 находится на трассе эксплуатируемого кольца. УАТС5 включена в МС по вновь проложенному кабелю с ОВ. Это означает, что кольцо I будет содержать ответвление; подобное решение рассматривалось во второй главе монографии – нижняя плоскость на рисунке 2.51. Такая же ситуация показана и для БС2, к которой прокладывается линия передачи от узла сети КТВ.

Организация линий передачи, образующих ответвления от кольца, может оказаться решением, требующим существенных затрат. Кроме того, если необходимо строительство кабельной канализации, значительно возрастает время, необходимое для подключения выносных модулей.

Второй (альтернативный) вариант подключения новых выносных модулей в уже эксплуатируемую транспортную сеть – использование беспроводных технологий. Для большинства практических ситуаций целесообразно рассматривать те беспроводные технологии, которые ориентированы на поддержку широкополосных услуг.

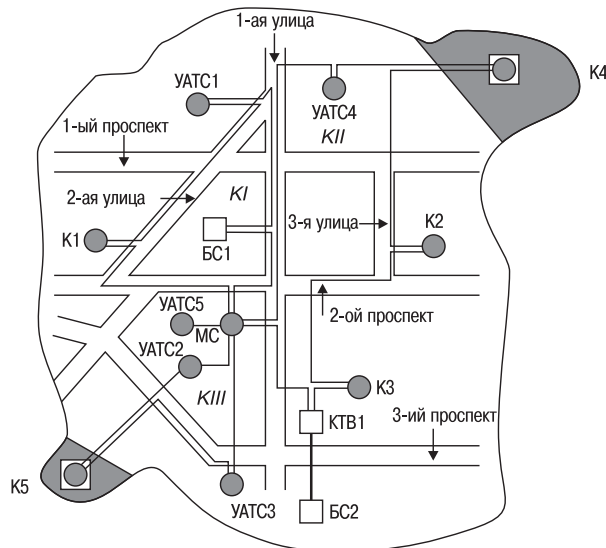


Рисунок 3.63 Изменение структуры транспортной сети абонентского доступа. Первый вариант

Для нашей модели будет рассматриваться вариант использования беспроводных технологий, который соответствует идеологии проекта BRAN [136, 137], упомянутого в первой главе этой монографии.

Проект BRAN (Broadband Radio Access Networks) ориентирован ETSI на создание широкополосных сетей доступа для стационарной связи. Работа над проектом была начата в апреле 1997 года. Одна из основных причин возникновения проекта BRAN – рост спроса на услуги Internet, "видео по заказу" и им подобных. Предполагается, что технические средства BRAN будут обеспечивать обмен данными со скоростями до 155 Мбит/с. Пользователи получают доступ со скоростями от 16 кбит/с до 16 Мбит/с. Возможность перераспределять пропускную способность между направлениями приема и передачи позволит эффективно адаптироваться к изменяющемуся трафику. Кроме того, оборудование BRAN должно работать в различных условиях: офисы, производственные помещения, открытое пространство.

Проект BRAN предусматривает разработку беспроводных технических средств доступа трех типов:

- HIPERLAN/2 – беспроводная ЛВС в диапазоне частот 5 ГГц, рассчитанная на скорости обмена данными до 54 Мбит/с;
- HIPERACCESS – внешняя (outdoor) высокоскоростная система доступа, которая предназначена для поддержки мультимедийных услуг на скоростях порядка 25 Мбит/с с зоной охвата до 5 км;
- HIPERLINK – суперскоростная сеть доступа (до 155 Мбит/с),



Рисунок 3.64 Функциональные возможности стационарных и мобильных средств связи

которая будет использоваться, например, для объединения устройств типа HIPERLAN и HIPERACCESS.

На рисунке 3.64 приведено сравнение функциональных возможностей стационарных и мобильных средств электросвязи [138]. Примерно через три – пять лет услуги, которые были доступны абонентам стационарных сетей, начинают также предоставляться и Операторами мобильной связи.

Конечно, для сетей мобильной связи многие технологии приходится адаптировать. В результате родились новые концепции и технологии. В качестве примеров на рисунке показаны: SMS (услуги передачи коротких сообщений), WAP (протокол беспроводных приложений), GPRS (услуга обмена пакетами по радиоканалу) и UMTS (универсальная система мобильной связи).

Для стационарной беспроводной связи "период отставания" от тех возможностей, которые обеспечивает кабель с ОВ, существенно меньше, чем упомянутый выше диапазон 3 – 5 лет. Поэтому использование решений, соответствующих проекту BRAN, вполне допустимо для рассматриваемой модели сети абонентского доступа. На рисунке 3.65 показан второй вариант изменения структуры сети абонентского доступа, который основан на беспроводных технологиях.

Рядом с цифровой МС устанавливается БС, которая обеспечивает необходимые транспортные ресурсы для УАТС4, УАТС5 и БС2. Соответствующие связи показаны пунктирными линиями. После организации беспроводного доступа заметно упрощаются задачи подключе-

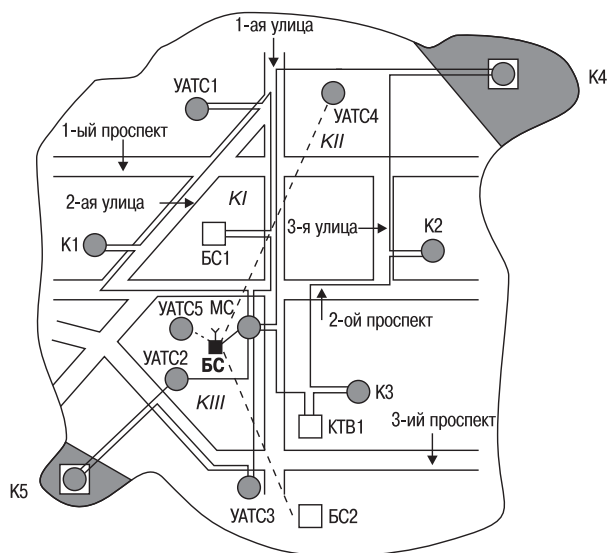


Рисунок 3.65 Изменение структуры транспортной сети абонентского доступа. Второй вариант

ния новых выносных модулей к МС и обеспечения всех коммутируемых сетей транспортными ресурсами. Существенно то, что эти задачи решаются быстрее, чем организуются кабельные трассы.

Рисунки 3.61 – 3.63 и 3.65 иллюстрируют принципы построения сети абонентского доступа для пристанционного участка в целом. В зависимости от конкретных условий для некоторых сетей в помещении пользователя могут использоваться весьма специфические решения. Еще большее многообразие характерно для технологий, применяемых в сетях абонентского доступа. На рисунке 3.66 показана модель фрагмента пристанционного участка, для которого рассматриваются различные технологические решения. Эта модель соответствует левой нижней части пристанционного участка, изображенного на рисунке 3.60. Она ограничена территорией, включенной в третье кольцо транспортной сети. Само кольцо не показано; отмечены только тракты, выделяемые на участках от цифровой МС до всех выносных модулей – одного концентратора и трех УАТС.

Концентратор и две УАТС (вторая и пятая) включаются в МС цифровыми трактами Е1, пропускная способность которых составляет 2048 кбит/с. Численность трактов Е1 определяется по методикам, разработанным в теории массового обслуживания [70, 139].

Для УАТС3 показано включение по интерфейсу ЦСИО, специфицированному для доступа на первичной скорости. Этот интерфейс подразумевает организацию в тракте 2048 кбит/с тридцати информационных В-каналов и одного служебного D-канала, предназначенного – в основном – для сигнализации [140, 141]. Пропускная способность обоих типов каналов составляет 64 кбит/с.

Представленная модель может считаться типичной для многих российских ГТС конца XX века. В последние годы в большинстве предприятий, где установлена УАТС (как, впрочем, и в тех, где такие станции отсутствуют), стали создаваться локальные сети,

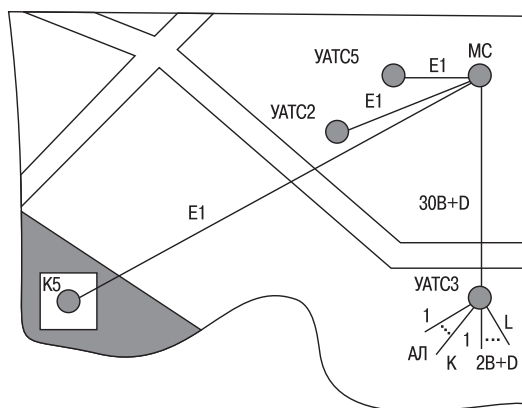


Рисунок 3.66 Модель фрагмента пристанционного участка цифровой МС

обеспечивающие обмен данными и поддержку ряда информационных услуг. Выход с локальной сети на более высокий уровень иерархии с помощью модемов (что не меняет структуру сети абонентского доступа), как правило, не удовлетворяет большинство пользователей Internet. В результате, начался поиск новых принципов построения сетей абонентского доступа.

Решить поставленную задачу можно различными способами. На рисунке 3.67 показаны три варианта организации связи между площадками, на которых размещается оборудование МС и УАТС3. Обычно эти три варианта отображают характерные фазы эволюции телекоммуникационной системы в целом и способов доступа в Internet в частности.

В левой части рисунка 3.67 показана ситуация, когда абоненты УАТС3 могут использовать терминалы, включаемые по обычным АЛ, и оконечное оборудование ЦСИО. В первом случае скорость доступа в Internet определяется характеристиками тракта между УАТС3 и МС, а также типом применяемого модема. Во втором случае обмен данными может осуществляться на скоростях до 128 кбит/с при полном использовании ресурсов обоих В-каналов. Рассматриваемое решение не предусматривает организацию локальной сети, что не позволяет эффективно обмениваться данными в пределах предприятия.

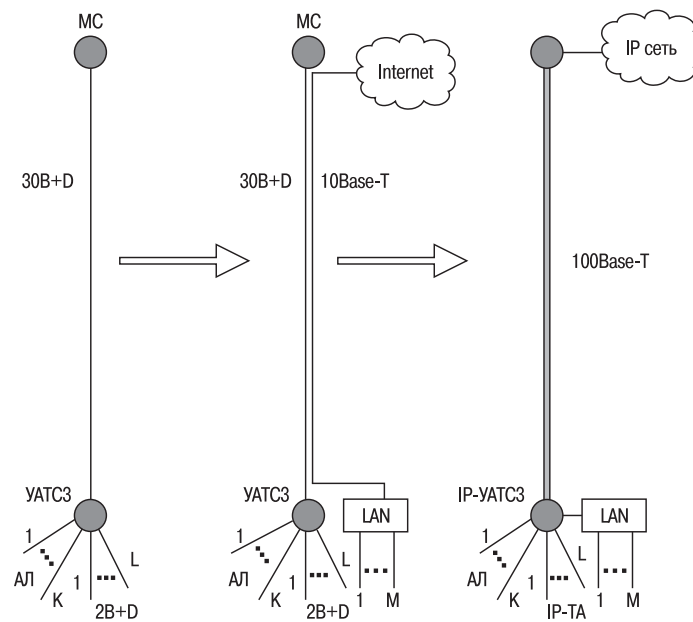


Рисунок 3.67 Три варианта организации связи между площадками размещения МС и УАТС3

В центральной части рисунка 3.67 изображена локальная сеть, в которую включены ПК. В этом случае для выхода в Internet приходится использовать транспортные ресурсы, образующие фактически вторую сеть абонентского доступа. Для предложенной модели показан интерфейс 10Base-T, представляющий собой одну из модификаций стандарта IEEE 802.3 [112].

Наличие двух сетей абонентского доступа даже при использовании общей среды распространения сигналов (в городах перспективным решением следует считать кабель с ОВ) порождает ряд проблем. Основная проблема – рост затрат Оператора на создание и развитие сетей абонентского доступа, а также повышение соответствующих эксплуатационных расходов. Снизить эти виды издержек Оператора можно за счет создания единой сети абонентского доступа, отвечающих всем существующим и перспективным требованиям. Идея построения такой сети заложена, в частности, в концепции FSAN – Full Services Access Network [121, 142]. Эта концепция подразумевает построение сети абонентского доступа комплексного обслуживания. Иногда термин FSAN переводят на русский язык как сеть абонентского доступа с полным набором услуг.

Возможный путь создания единой сети абонентского доступа показан в правой части рисунка 3.67. Проще всего он может быть реализован при замене эксплуатируемой УАТС на коммутационную станцию, использующую IP технологию. В этом случае и IP УАТСЗ, и LAN опираются на единую сеть абонентского доступа, в которой (в качестве примера) используется интерфейс 100Base-T.

Последний вариант соответствует идеологии NGN. Примечателен тот факт, что эволюция от ТФОП к NGN связана с некоторым витком в развитии сети абонентского доступа. Сначала осуществляется переход от единой сети к набору нескольких сетей, что объясняется необходимостью поддержки ряда новых услуг. Затем снова происходит процесс объединения в единую сеть абонентского доступа, обладающую более широкими функциональными возможностями. К этому вопросу мы вернемся в четвертой главе монографии при обсуждении концепции NGN.

Важный аспект модернизации сетей доступа – поддержка широкополосных услуг. Количественная оценка, ассоциирующаяся с термином "широкополосная услуга", не определена. В [143] упоминается критерий, которым руководствуется Федеральная комиссия связи (FCC) США. FCC считает широкополосным канал со скоростью обмена информацией выше 200 кбит/с. МСЭ, судя по тем рекомендациям, которые относятся к ЦСИО, в качестве граничной величины установил уровень 2048 кбит/с.

Обе величины превосходят пропускную способность ОЦК – 64 кбит/с. Это означает, что для Оператора ТФОП широкополосные услуги требуют расширения привычной пропускной способности, выделяемой сетью абонентского доступа для тех терминалов, которые рассчитаны на каналы ТЧ. Иная ситуация характерна для Операторов

КТВ. Упомянутые номиналы скорости меньше, чем те величины, которые определены для каналов подачи телевизионных программ.

Основные выводы, к которым пришли авторы исследования [144], посвященного широкополосному доступу в Internet в странах ОЕСД (Организация по экономическому сотрудничеству и развитию), таковы:

- ♦ лидерство по внедрению услуг широкополосного доступа принадлежит Операторам КТВ (в первую очередь эта тенденция прослеживается в Бельгии, Канаде, Швеции, Южной Корее и Японии);
- ♦ в 1999 году в странах ОЕСД 84% пользователей широкополосного доступа в Internet были клиентами Операторов КТВ, а в 2002 году их доля снизилась до 41% (причем удельный вес доступа с помощью оборудования xDSL составил 54%);
- ♦ Швеция пока остается единственной страной, где в многоквартирных домах получила распространение технология широкополосного доступа Ethernet (клиентов почти столько же, сколько тех, кто использует кабельные модемы);
- ♦ странами с наиболее благоприятными условиями для альтернативных Провайдеров услуг широкополосного доступа считаются Япония и Дания.

Эти выводы свидетельствуют о необходимости тщательного анализа различных вариантов, касающихся организации перспективных сетей абонентского доступа.

3.3.4. Сети абонентского доступа в сельской местности

3.2.4.1. Особенности сельской связи с точки зрения доступа

Сельская связь в России (точнее – в СССР) развивалась весьма специфически. Это было обусловлено двумя основными факторами:

- ♦ система сельской связи была ориентирована на обеспечение потребностей сельскохозяйственного производства (органов управления колхозов и совхозов) при незначительной телефонизации квартир и домов проживания населения;
- ♦ многообразие экономических, географических, климатических и ряда других особенностей сельских административных районов стимулировало создание значительной гаммы разнотипных технических средств, предназначенных для сетей абонентского доступа.

Вероятно, эти факторы следует дополнить субъективными взглядами некоторых разработчиков оборудования, используемого в сельской местности. Мне представляется, что было упущено время, когда следовало перейти на разработку унифицированных средств доступа для городской и сельской связи.

Сельские административные районы, полностью или частично, можно разделить на две группы. В первую группу входят районы, в которых можно использовать технические решения, полностью совпадающие с теми, что приняты для российских городов. Для тех

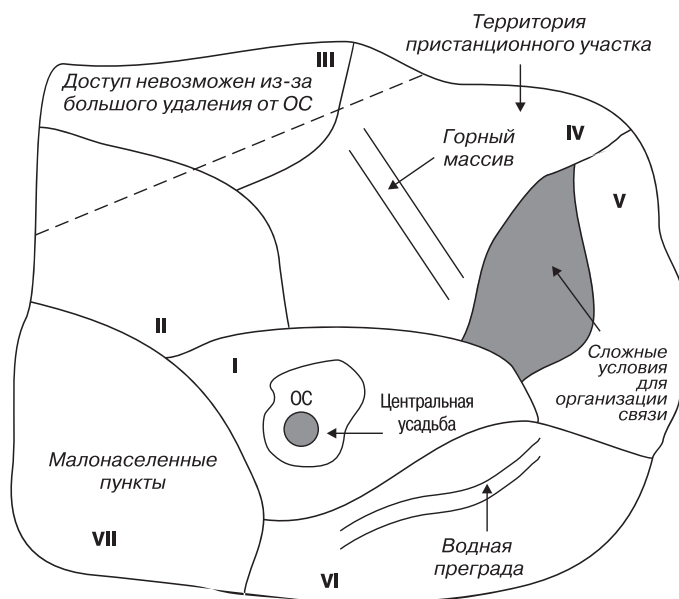


Рисунок 3.68 Модель пристанционного участка сельской АТС

районов, где подобный подход не представляется разумным, необходимы серьезные исследования, в результате которых могут быть составлены рекомендации по области использования специфических аппаратно-программных средств и сред распространения сигналов.

На рисунке 3.68 приведены некоторые типичные ситуации для сетей доступа в сельской местности. Безусловно, предложенная модель не охватывает все те особенности, которые присущи системе сельской связи в России.

Территория пристанционного участка включает в себя все населенные пункты, в которых доступ в ТФОП должен осуществляться через ОС. Ранее, практически всегда, ОС устанавливалась в Центральной усадьбе [145], где размещались органы управления колхозов, совхозов или других сельскохозяйственных предприятий. Коммутационные станции, используемые в качестве ОС, более всего были похожи на УАТС. Их основной задачей была поддержка той системы управления сельскохозяйственного производства, которая сложилась в СССР. Телефонизация всей территории пристанционного участка осуществлялась по мере возможности – технической и финансовой.

В рассматриваемой модели выделено семь фрагментов, пронумерованных римскими цифрами. Фрагмент I включает в себя Центральную усадьбу и прилегающую территорию, которая административно входит в соответствующий населенный пункт. Как правило, в таких населенных пунктах нет технических проблем с организацией сети абонентского доступа.

Фрагменты II и III разделены пунктирной линией на две части. В одной из частей обоих фрагментов сеть абонентского доступа может быть создана за счет прокладки кабеля или воздушной линии связи. В другой части фрагментов II и III такое решение не представляется возможным из-за большого удаления потенциальных абонентов от ОС. Это означает, что при любых диаметрах токоведущих жил в кабеле или проводах, использованных в воздушных цепях, невозможно обеспечить установленные для СТС нормы на затухание АЛ или сопротивление ее шлейфа [146].

Для фрагмента IV препятствием для организации связи является горный массив. Формулировка "сложные условия для организации связи", свойственная фрагменту V, обычно означает наличие леса, болот, специфических грунтов и иных препятствий на тех трассах, где в принципе можно было бы проложить абонентский кабель или построить воздушную линию. Водная преграда (например, река) – причина отсутствия связи в населенных пунктах, которые расположены в границах фрагмента VI.

Фрагмент VII представляет весьма сложный объект для организации сети: наличие группы малонаселенных пунктов. Часто такие населенные пункты труднодоступны. В этом случае перед Оператором возникают еще более сложные задачи – организационные, технические и финансовые. Технические аспекты организации

связи в малонаселенных и труднодоступных пунктах рассматриваются в параграфе 3.2.4.3.

Вообще-то привычное деление территории на городскую и сельскую местности не совсем удачно для исследования принципов построения телекоммуникационных сетей. В [23, 147] предложена такая классификация:

- ◆ город (city);
- ◆ пригород с высоким уровнем спроса (suburban affluent);
- ◆ остальная часть пригородной зоны (suburban other);
- ◆ район субъекта Федерации (Regional & Provincial);
- ◆ сельская местность (Rural);
- ◆ удаленные пункты (Remote).

Такое деление территории представляется весьма удачным как с технической, так и с экономической точек зрения. В двух следующих параграфах мы будем рассматривать принципы построения сетей абонентского доступа для двух территорий, соответствующих в предлагаемой классификации определениям Rural и Remote.

В первой главе монографии уже приводились статистические данные, характерные для сельской местности в скандинавских странах [148]. Вспомним основные сведения:

- ◆ 80% клиентов Оператора проживают в небольших поселках (50 – 500 абонентов), радиус которых составляет от 1 до 9 км;
- ◆ поверхностная плотность размещения потенциальных клиентов составляет в среднем 100 абонентов на один квадратный километр (в десять раз меньше, чем в пригородной зоне);
- ◆ остальные 20% клиентов Оператора распределены по небольшим кластерам с численностью жилищ от 1 до 50.

Для России характерны значительные диапазоны изменения подобных оценок для различных субъектов Федерации. Кроме того, средние значения поверхностной плотности размещения абонентов существенно ниже. Даже для Ленинградской области, которая географически близка к скандинавским странам, средний уровень поверхностной плотности (по Гатчинскому, Лужскому и Волосовскому районам по данным за 2002 год) находится в диапазоне от 3,8 до 15,9 абонентов на один квадратный километр. Эти данные свидетельствуют о том, что удельные затраты на подключение одного абонента будут, как правило, выше, чем в скандинавских странах. Поэтому планирование сетей абонентского доступа в сельской местности должно стать предметом отдельного исследования.

3.2.4.2. Основные варианты построения сетей абонентского доступа

В этом параграфе будут рассматриваться варианты построения современной сети абонентского доступа для модели пристанционного участка, показанной на рисунке 3.68. Прежде всего, следует напомнить, что один из сценариев дальнейшего развития СТС – интеграция с ГТС районного центра. В этом случае ОС заменяется концентратором, который расположен в границах пристанционного участка ЦС. Для выбранной модели (за исключением терминов) ничего существенного не меняется. Необходимо выбрать самые рациональные способы подключения абонентских терминалов к ОС или к концентратору, который будет расположен на месте этой сельской АТС после ее демонтажа. С другой стороны, задача может быть поставлена несколько иначе. Не обязательно подключать абонентские терминалы именно в ОС (концентратор). Главное – обеспечить возможность доступа в ТФОП и, при необходимости, к другим коммутируемым сетям.

Учитывая основные положения Федеральной целевой программы "Электронная Россия" [149] и закона "О связи", в перечень требований, предъявляемых к современным сетям абонентского доступа, целесообразно включить поддержку выхода в Internet. Более того, в некоторых случаях надо рассматривать возможность поддержки и других услуг (например, телевизионное и звуковое вещание, обмен телеметрической информацией, "видео по заказу"). Подобные аспекты модернизации сетей абонентского доступа будут рассматриваться в четвертой главе монографии.

Принципы построения и развития сети абонентского доступа в значительной мере будут определяться характером сельскохозяйственного производства. Если в границах пристанционного участка доминирует предприятие, похожее на колхоз, совхоз и им подобное хозяйство, то можно ожидать, что значительная доля трафика будет замыкаться в ОС. Для фермерских хозяйств, скорее всего, будет наблюдаться существенное тяготение к районному центру.

Важный вопрос развития сетей абонентского доступа в сельской местности – выбор технологий и соответствующих технических средств. Очевидно, что следует постепенно заменять воздушные линии, часто используемые для создания АЛ. В ряде развивающихся стран накоплен опыт применения радиотехнического оборудования для модернизации сетей абонентского доступа. В большинстве случаев беспроводные технологии способны решить ряд актуальных задач, свойственных именно сельской связи.

В последние годы российские Операторы стали активно использовать новые типы радиотехнического оборудования. Например, в [150] приводятся сведения о планах охвата всех населенных пунктов в Муромском районе Владимирской области современной системой радиодоступа. Отказ от прокладки кабельных линий значительно упростил и удешевил работы по реализации системы. После завершения этого проекта задача телефонизации района

будет полностью решена. Существенно то, что жители всех (в том числе – отдаленных) населенных пунктов получают возможность пользоваться не только телефоном, но и факсимильной связью, электронной почтой и Internet.

На рисунке 3.69 приведен пример модернизации сети абонентского доступа за счет использования двух видов технических средств. Во-первых, используются выносные концентраторы, которые соединяются с ОС кабельными линиями (К1 и К2) или РРЛ (К3). Во-вторых, устанавливается оборудование множественного доступа (система типа РМР), базовая станция которого включается в ОС (ей присвоено название БС0). Три других БС размещаются так, чтобы обеспечить покрытие заранее выбранных зон.

Первый концентратор обеспечивает подключение абонентов, находящихся в тех границах, которые были определены для третьего фрагмента пристанционного участка. Второй концентратор предназначен для обслуживания абонентов, расположенных на территории второго фрагмента. В границах этого фрагмента пунктирной линией выделена территория, для которой телекоммуникационные услуги обеспечивает БС3. Подобное решение может оказаться экономически выгодным. Третий концентратор обеспечивает подключение той группы абонентов четвертого фрагмента, которые расположены до естественной преграды (в нашей модели – горного массива).

Всю группу абонентов, расположенную после естественной

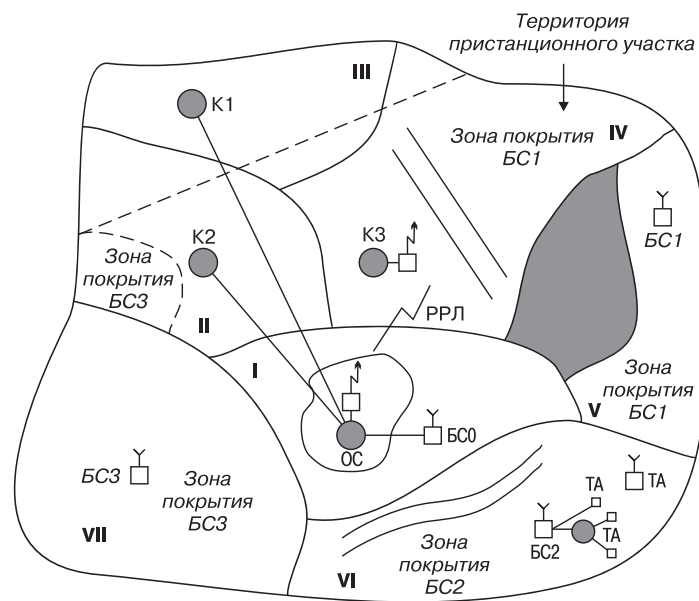


Рисунок 3.69 Пример модернизации сети абонентского доступа

преграды в четвертом фрагменте, обслуживает БС1. Для абонентов, находящихся в шестом фрагменте, эти функции выполняет БС2. Для нее показаны три варианта подключения телефонных терминалов. Во-первых, возможно подключение ТА через концентратор, который обычно входит в состав оборудования беспроводного доступа. Во-вторых, ТА может включаться по индивидуальной двухпроводной АД. В-третьих, в некоторых системах доступа такого рода допускается применение беспроводных ТА, соответствующих, например, стандарту DECT [151]. БС3 обслуживает всех абонентов, находящихся на территории седьмого фрагмента. Кроме того, эта БС, как упоминалось ранее, обеспечивает доступ в ОС для части абонентов, расположенных на территории второго фрагмента.

Все варианты, представленные на рисунке 3.69, вряд ли будут использоваться для одного пристанционного участка. Скорее всего, для конкретного проекта представляет практический интерес некое подмножество из всех допустимых решений.

Включение БС0 в ОС может оказаться экономически невыгодным для компактных территорий. Оборудование беспроводного доступа способно обслуживать значительные территории. В таких ситуациях оно становится экономически эффективным. Если БС0 включается в ЦС, то все абоненты, обслуживаемые БС1, БС2 и БС3, подключаются в ГТС районного центра. Такая ситуация имеет свои плюсы и минусы. Понятно, что упрощается междугородная и международная связь, выход на экстренные и информационные службы района, доступ в Internet. Усложняется процесс установления соединений между абонентами, расположенными на территории одного пристанционного участка, но включенными в разные коммутационные станции (возрастает вероятность потери вызова и уменьшается надежность связи).

Для построения сетей абонентского доступа в сельской местности в последнее время стали часто применяться ССС. В [152, 153, 154] сообщается о проектах по применению ССС в Иркутской области, Чувашской Республике, Республике Саха (Якутия). Например, в Иркутской области организован переговорный пункт, обеспечивающий исходящую и входящую телефонную связь. Открытие подобных пунктов позволяет решить основные проблемы телефонизации там, где невозможно или нецелесообразно использовать иные средства абонентского доступа.

3.2.4.3. Организация связи в труднодоступных и малонаселенных пунктах

В отечественной технической литературе мне не удалось найти более-менее четких критериев, позволяющих выделить труднодоступные и/или малонаселенные пункты в сельской местности. В отчете [155], подготовленном специальной группой сектора развития МСЭ, выделены характеристики, которые характерны для сельской связи в целом. Тем не менее, они представляют интерес и с точки зрения труднодоступных и малонаселенных пунктов. Для сельских и отдаленных районов характерны одна или несколько следующих особенностей:

- ♦ недостаток или отсутствие надежного электроснабжения, воды, подъездных путей и регулярного транспортного сообщения;
- ♦ нехватка технического персонала;
- ♦ сложные топографические условия, такие как озера, реки, холмы, горы и пустыни, которые делают строительство проводных телекоммуникационных сетей очень дорогим;
- ♦ суровые климатические условия, предъявляющие дополнительные требования к оборудованию;
- ♦ низкий уровень экономической активности, основанной, главным образом, на сельском хозяйстве, рыболовстве, ручном производстве;
- ♦ невысокий доход на душу населения;
- ♦ слабо развитая социальная инфраструктура (здравоохранение, образование и прочие);
- ♦ низкая плотность населения;
- ♦ очень высокие удельные затраты на телефонную линию.

Эти особенности затрудняют предоставление телекоммуникационных услуг приемлемого качества традиционными способами по доступным ценам, с достижением, в то же время, коммерческой жизнеспособности Поставщика услуг. К отчету [155] мы еще вернемся в четвертой главе монографии, так как он интересен предлагаемым подходом к построению NGN. В этом параграфе рассматриваются те аспекты развития системы связи в труднодоступных и малонаселенных пунктах в сельской местности, которые связаны с текущими задачами Оператора.

В зарубежной технической литературе этим пунктам соответствует термин "Remote". Например, в Австралии к группе "Remote" относятся населенные пункты с числом жителей до 200 человек [156]. Для России эта величина, по всей видимости, должна быть меньше. Интересно, что соображений, касающихся другого определения рассматриваемых пунктов – труднодоступные – в технической литературе австралийские специалисты не приводят. Говоря о зарубежном опыте, мы будем использовать только словосочетание "отдаленный пункт", более точный перевод термина "Remote".

Проблеме связи в отдаленных пунктах в Австралии уделяется большое внимание. В частности, Администрацией связи разработана программа модернизации системы связи в этих пунктах – RATE (Remote Australia Telecommunications Enhancement). Значительное

число публикаций по тематике "сельская связь" содержится и в австралийском журнале "Telecommunication Journal of Australia".

Исследования принципов организации связи в отдаленных пунктах сельской местности проводятся также в США. В [25] подчеркнуто, что очень важно разделить понятия связи в сельской местности и в отдаленных пунктах. Правда, автор цитируемой работы признает сложность такой классификации абонентов. В отдаленных пунктах США насчитывается около 183 тысяч абонентов [25], что составляет примерно 1% емкости СТС. Конкретные предложения по использованию технических средств для организации связи в отдаленных пунктах в [25] не приводятся.

Опыт телефонизации Перу свидетельствует о высокой эффективности применения оборудования, использующего связку технологий VSAT/WLL [157], то есть сочетание ССС с беспроводным доступом. По оценкам автора этого проекта использование систем VSAT/WLL позволило сократить затраты на подключение одного терминала на 40 – 50%, а также снизить расход электроэнергии. Положительный опыт использования систем VSAT накоплен также в ЮАР [37].

Проблемы организации связи в отдаленных пунктах, как правило, выходят за рамки задач, характерных для сельской местности в целом. Кроме того, создание современной системы связи в отдаленных пунктах не может быть осуществлено в сжатые сроки. Эти два утверждения сделаны норвежскими специалистами [158]. В Норвегии, стране с весьма развитой экономикой, задача организации связи с отдаленными пунктами считается очень важной. Практически такие же выводы сделаны в докладе [159], подготовленном в США.

Большое значение для организации связи в труднодоступных и малонаселенных пунктах сельской местности имеет то, что в законе "О связи" названо "Универсальной услугой". Мне представляется, что это название не адекватно переводит положение, которое в англоязычной технической литературе именуется "Universal Service". Судя по смыслу этого термина [159], более точным переводом следует считать "одинаковое обслуживание". Прилагательное "одинаковое", которое можно заменить словами типа "всеобщее", "всеобъемлющее", подчеркивает, что обслуживание в отдаленном пункте должно быть идентично тому, которое доступно в городах.

По мере экономического развития городов изменяются требования к услугам СТС. Это обусловлено двумя факторами [160]:

- ♦ некоторые жители городов, не связанные с необходимостью ежедневного посещения мест своей работы, по различным соображениям переезжают в пригороды, которые, в ряде случаев, находятся в отдаленных пунктах;
- ♦ другие жители городов приобретают загородные дома, в которых проводят значительную часть времени.

Этой, пока не многочисленной, группе абонентов необходимы практически все те услуги, которые доступны в городе. Вероятно, по этой причине в ряде развитых стран разрабатываются програм-

мы по реализации широкополосного доступа в отдаленных пунктах. В частности, подобная программа уже принята в Канаде [161].

Важное значение для обеспечения нормальной жизни в отдаленных пунктах отводится поддержке системы здравоохранения за счет использования средств электросвязи [162]. Появился новый термин – телемедицина (Telemedicine). Например, в Индии, Коста-Рике, Египте, Папуа Новая Гвинея порядка 5% вызовов из СТС были связаны с системой здравоохранения [156]. Еще одна важная задача – поддержка системы образования за счет рационального применения средств электросвязи. Это направление известно по новому англоязычному термину "Tele-education".

Предполагается, что для организации связи в отдаленных пунктах предпочтение будет отдаваться беспроводным технологиям. Если системы типа РМР не могут быть использованы по техническим или экономическим соображениям, то предпочтение отдается ССС. В частности, большая роль отводится комбинированным системам типа упомянутой выше VSAT/WLL. С другой стороны, ведутся исследования систем связи, реализуемых с помощью аэростатов, дирижаблей и им подобных устройств [163]. Кроме того, в [155] предусматривается установка систем, использующих метеорные вспышки.

На рисунке 3.70 показаны три отдаленных пункта. В первом пункте услуги электросвязи поддерживаются системой РМР. Для организации связи во втором пункте выбрана связка технологий VSAT/WLL. Система связи, основанная на метеорных вспышках, применяется в третьем пункте.

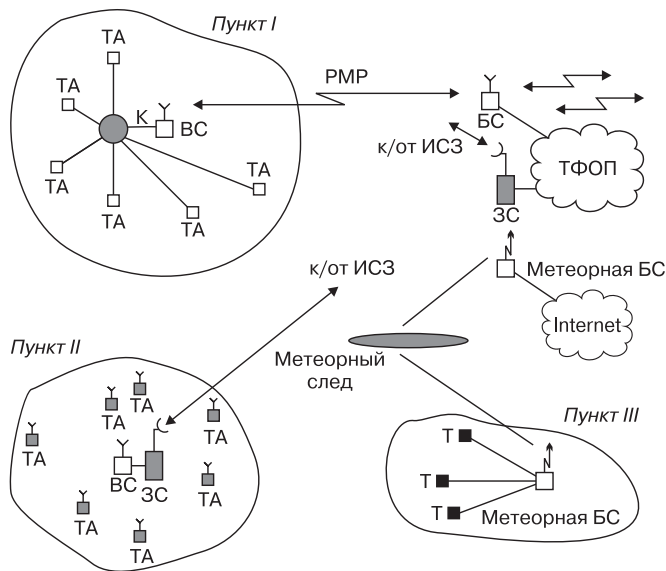


Рисунок 3.70 Три варианта организации связи в отдаленных пунктах

Принципы организации связи для пункта I были рассмотрены ранее. Никакой специфики, за исключением расстояния и принципов электропитания, в данном случае нет. К вопросам электропитания для отдаленных пунктов мы вернемся после описания модели, изображенной на рисунке 3.70.

Принципы организации связи для пункта II подразумевают установку земной станции (ЗС), использующей технологию VSAT. Обе ЗС (в центре района или другого города и в отдаленном пункте) связаны с искусственным спутником Земли (ИСЗ). В центре района используются антенны с диаметром 7,6 м. В удаленных пунктах обычно устанавливаются "тарелки" диаметром 1,2 или 1,8 м. Та ЗС, которая установлена во втором отдаленном пункте, включена в БС. Обычно БС в подобных случаях обслуживают территорию радиусом до 30 км [155].

Метеорные БС используют свойства облака, состоящего из ионизированного газа, отражать сигналы. Расстояние между соответствующими БС могут достигать 1500 км, но наличие метеорного следа, формирующего облако ионизированного газа, – вероятностный процесс. Поэтому подобные системы не применяются для телефонной связи. На рисунке 3.70 показано включение в сеть Internet, пользователи которой готовы к задержкам передаваемой информации.

В принципе, можно привести еще ряд различных способов организации связи в отдаленных пунктах. Тем не менее, они не имеют большого практического значения. Характеристики рассматриваемых территорий имеют множество специфических черт, изучение которых – предмет отдельной работы.

Для большинства отдаленных пунктов характерно нерегулярное электроснабжение. Обычно максимальный коэффициент готовности, который могут обеспечить Поставщики энергоресурсов, не превышает уровень 0,999 [155]. В таблице 3.11 приведены данные о потреблении электроэнергии при использовании различных устройств электросвязи и терминалов иного назначения [155].

Таблица 3.11

| Устройство | Потребляемая мощность, Вт | Используемое время в течение суток, час. |
|---|---------------------------|--|
| Черно-белый телевизор | 12 – 18 | 2 – 6 |
| Цветной телевизор | 40 – 120 | 2 – 6 |
| Видеомагнитофон | 20 – 40 | 1 – 4 |
| Магнитофон с динамиками | 5 – 80 | 2 – 12 |
| ПК с монитором | 350 – 500 | 4 – 8 |
| Ноутбук | 20 – 40 | 4 – 8 |
| Приемно-передающая радиостановка (режим ожидания) | 5 – 10 | 12 |
| Приемно-передающая радиостановка (режим работы) | 40 – 50 | 0,5 – 3,0 |
| Факсимильный аппарат, автоответчик | 30 – 60 | Постоянно |

Для обеспечения работы этих устройств и для других целей – в дополнение к системе регулярного питания или вместо нее – используются различные источники энергии. К их числу относятся [155]: аккумуляторы, солнечные батареи, ветряные установки, а также микро-гидроэлектростанции. Применяются и комбинированные виды электропитающих установок.

На этом заканчиваются вопросы, входящие в состав раздела, который посвящен сетям абонентского доступа. Конечно, многие аспекты абонентского доступа не вошли в монографию. Я надеюсь, что читатели, интересующиеся этой тематикой, могут найти много интересных работ в отечественных и зарубежных журналах. Кроме того, выпущен ряд книг, прямо или косвенно посвященных различным аспектам создания и развития сетей абонентского доступа.

*Излишек – вещь крайне необходимая.
(Вольтер)*

3.4. Инфокоммуникационные услуги в ГТС и СТС

3.4.1. Классификация инфокоммуникационных услуг

Общепринятой классификации инфокоммуникационных услуг пока не существует. Теория классификации (таксономия) ориентирована, в основном, на физические объекты. В книге Ганса Селье "От мечты к открытию. Как стать ученым" отмечается, что классификация – самый древний и самый простой научный метод [164]. Она служит основой многих типов теоретических конструкций, включая процедуру установления причинно-следственных связей. В [164], как мне представляется, удачно сформулирована оценка различных вариантов классификации. Лучшей считается та, которая объединяет наибольшее число фактов самым простым из возможных способов.

Попробуем воспользоваться этим правилом, но сначала кратко обсудим предмет классификации. Что такое услуга? Классические определения этого термина, которые можно найти в энциклопедиях и толковых словарях, не позволяют в полной мере уяснить смысл словосочетания "инфокоммуникационная услуга". В [165, 166] термин "услуга связи" объясняется как продукт деятельности по приему, обработке, передаче и доставке почтовых отправлений или сообщений электросвязи. Там же можно найти трактовку термина "информационные услуги". К ним относятся услуги, ориентированные на удовлетворение информационных потребностей пользователей путем предоставления информационных продуктов.

Теперь можно сформулировать общие представления об инфокоммуникационных услугах. Во-первых, эти услуги (по требованию пользователя) могут включать некоторые виды информационного обслуживания – передачу, прием, поиск, обработку сообщений. Во-вторых, инфокоммуникационные услуги поддерживаются техническими средствами, входящими в состав сетей электросвязи. В-третьих, симбиоз информационных ресурсов и возможностей телекоммуникационных сетей открывает новые возможности для ряда видов экономической деятельности.

Последнее положение целесообразно рассмотреть более подробно. Вероятно, можно говорить о синергетическом эффекте [167], порождаемом информационными системами и телекоммуникационными сетями. Это означает, что эффективность $F(x+y)$ от совместного действия двух компонентов (в рассматриваемой ситуации – телекоммуникационных сетей и информационных систем) существенно превышает суммарную эффективность $F(x) + F(y)$, которая определяется при их раздельном действии [167]:

$$F(x+y) \gg F(x) + F(y). \quad (3.6)$$

Общая тенденция в развитии рынка инфокоммуникационных услуг становится синергетической в том смысле, что именно рост трафика в секторе информационных услуг будет стимулировать развитие телекоммуникационных сетей. В свою очередь, рост пропускной способности и функциональных возможностей сетей электросвязи позволяет включить в информационный обмен новые виды обслуживания. Механизм развития рынка инфокоммуникационных услуг определяется достаточно простым алгоритмом, похожим на работу электронных схем с положительной обратной связью:

- ♦ рост объема данных, передаваемых по сети электросвязи, генерирует дополнительный трафик, что, в свою очередь, повышает доходы Оператора;
- ♦ возможность передачи данных средствами электросвязи ведет к росту клиентской базы (или объема продаж), что, в конечном счете, повышает доходы Поставщика информационных ресурсов.

Синергетические процессы в инфокоммуникационной сфере проявляются в различных формах. С точки зрения вопросов, рассматриваемых в монографии, следует выделить три аспекта: рост доходов, формирование рынка новых услуг и эластичность спроса [168] на различные виды обслуживания. На рисунке 3.71 приведены ожидаемые темпы роста доходов до 2010 года [169] в развитых странах.

Следует подчеркнуть, что абсолютные величины доходов от телекоммуникационных и информационных услуг к 2010 году будут примерно равны – рисунок 3.72. Существенное различие будет характерно для тарифов на эти два класса инфокоммуникационных услуг. Также заметно будет различие в тех ресурсах транспортной сети, которые будут задействованы для поддержки услуг.

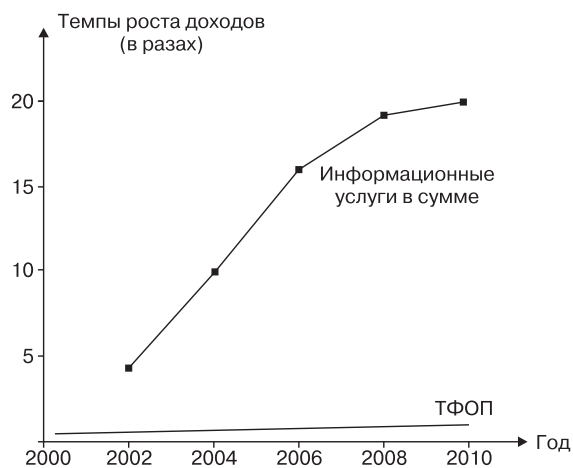


Рисунок 3.71 Темпы роста доходов от телекоммуникационных и информационных услуг

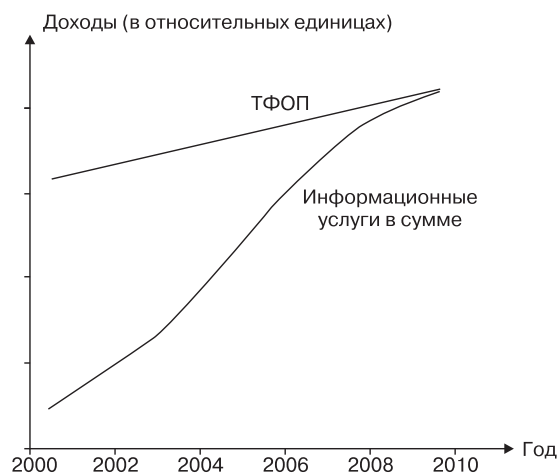


Рисунок 3.72 Рост доходов от телекоммуникационных и информационных услуг

В комментариях, касающихся синергетических процессов, уже прозвучала идея классификации инфокоммуникационных услуг на три большие группы – рисунок 3.73. В первую группу входят телекоммуникационные услуги, которые не связаны с информационными ресурсами. Ко второй группе относятся услуги, которые непосредственно относятся к информационному обслуживанию. Некоторые виды услуг можно рассматривать и как телекоммуникационные, и как информационные. Их целесообразно выделить в отдельную (третью) группу.

Характерным примером телекоммуникационных услуг можно считать соединение между двумя ТА, которое установлено для проведения телефонного разговора между двумя абонентами. Конечно, в процессе этого разговора может состояться обмен такими сведениями, которые – для абонентов – будут иметь ценность, превышающую стоимость многих информационных ресурсов. Простейший пример информационных услуг – получение каких-либо данных в Internet. Если с ПК устанавливается коммутируемое соединение через ТФОП, а потом осуществляется поиск необходимой информа-



Рисунок 3.73 Классификация инфокоммуникационных услуг

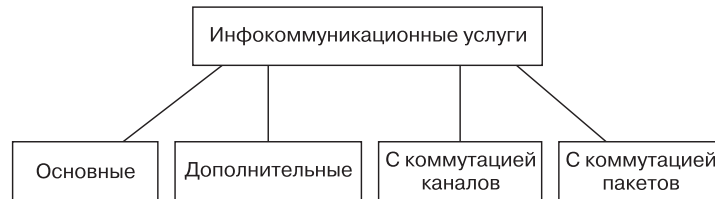


Рисунок 3.74 Второй вариант классификации инфокоммуникационных услуг

ции в Internet, то пользователю предоставляется комбинированная услуга. Очевидно, что эта классификация весьма условна, но она представляется весьма удобной с точки зрения тех вопросов, которые рассматриваются в монографии.

На рисунке 3.74 представлен иной вариант классификации инфокоммуникационных услуг. Классификационный признак указан в нижней части этого рисунка курсивом. Для анализа некоторых вопросов такие формы классификации инфокоммуникационных услуг также представляют практический интерес.

Классификация основных телекоммуникационных услуг приведена на рисунке 3.75. Применительно к телефонии эти услуги связаны с базовыми возможностями сетей фиксированной и мобильной связи. Для сетей обмена данными основные услуги обеспечивают передачу и прием информации обмен между терминалами пользователей или между терминалом и сервером. Предлагаемая классификация основана на системных и технических положениях. Можно использовать и другие классификационные признаки. В частности, основные услуги определяются лицензией, выданной Оператору. Это означает, что классификация – иногда в весьма

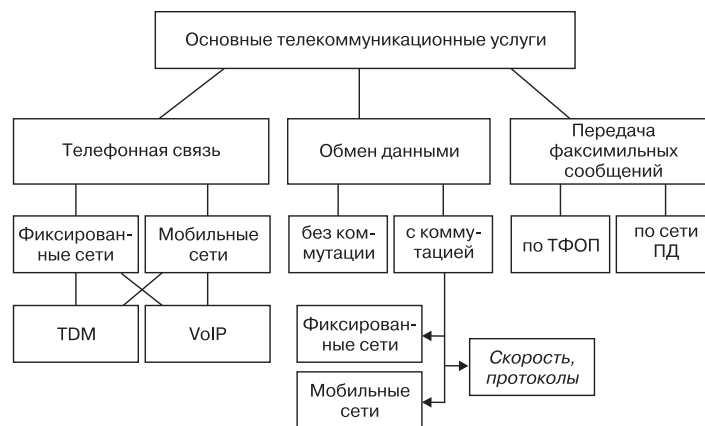


Рисунок 3.75 Классификация основных телекоммуникационных услуг

специфической форме – содержится в официальных документах, которыми располагает каждый Оператор.

Услуги телефонной связи поддерживаются, в основном, фиксированными и мобильными сетями, ориентированными именно на передачу речи. Обычно эти сети используют технологию "коммутация каналов". В отечественной технической литературе эта технология (для цифровой телефонии) более известна по аббревиатуре TDM – временное разделение каналов.

В последнее время значительная доля рынка речевых услуг представляется за счет технологии VoIP. Эта технология обладает важным свойством – экономией транспортных ресурсов по сравнению с классической цифровой телефонией, основанной на коммутации каналов с пропускной способностью 64 кбит/с. Однако экономия транспортных ресурсов может обеспечиваться и в обычной цифровой ТФОП при использовании оборудования с понижением скорости кодирования. Более существенным свойством технологии VoIP можно считать унификацию формы передаваемой информации (IP пакеты) и протоколов ее передачи. Подробнее этот вопрос рассматривается в разделе 3.5.

Услуги обмена данными делятся на два больших класса – с коммутацией и без нее. Коммутируемые связи устанавливаются через сети фиксированной и мобильной связи. В установленном тракте обмена данными часто могут встречаться различные сочетания фрагментов этих сетей. Коммутируемые сети обмена данными, при необходимости, могут также классифицироваться по скорости и по видам используемых протоколов.

Услуги передачи факсимильных сообщений ранее поддерживались только в телефонных сетях. В настоящее время факсами можно обмениваться и через сети ПД.

Дополнительные услуги, называемые также услугами с добавленной стоимостью (дословный перевод термина "Value Added Services" – VAD), также могут быть классифицированы различными способами. На рисунке 3.76 показана одна из возможных классификаций, приемлемых для телефонной связи. В ней акцентируется внимание на принципы маршрутизации, что весьма полезно, например, с точки зрения концепции ИС. В некоторых публикациях выделяют дополнительные виды обслуживания (ДВО), которые поддерживаются

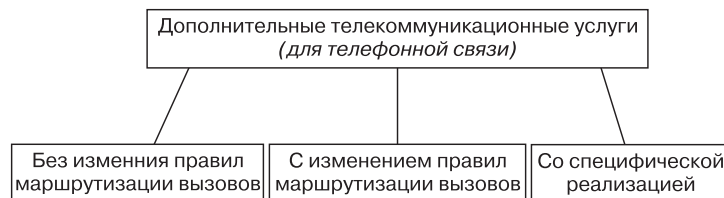


Рисунок 3.76 Классификация дополнительных телекоммуникационных услуг

коммутационными станциями с программным управлением. ДВО можно считать подмножеством дополнительных услуг. Такая трактовка ДВО в настоящее время представляется предпочтительной.

Услуги без изменения правил маршрутизации вызовов основаны на новых функциональных возможностях терминального оборудования и/или коммутационных станций с программным управлением. Характерный пример – поддержка четырех видов дополнительных услуг, предлагаемых абонентам Операторами местной связи в Северной Америке [45]: Call Waiting (уведомление о новом вызове в процессе проведения разговора), Call Forwarding (переадресация вызова по заранее заданному номеру), Three-Way Calling (подключение к установленному соединению третьего абонента), Speed Calling (сокращенная нумерация для вызова определенной группы абонентов).

К услугам, для поддержки которых может потребоваться изменение правил маршрутизации, относятся виды обслуживания, обеспечиваемые в ИС [170]. Характерный пример – услуга FreePhone, одно из свойств которой состоит в анализе набранного логического номера для последующего пересчета в физический (реальный). Этот физический номер, который будет использоваться в ТФОП для установления соединения, может определяться с учетом трафика, времени суток и иных атрибутов.

Услуги со специфической реализацией требуют установки дополнительных средств либо в терминальном оборудовании, либо в станциях коммутации. Пример услуг такого рода – обеспечение конфиденциальности связи.

Вернемся к рисунку 3.73. Второй блок в нижнем ряду назван "Информационные услуги". Эти услуги классифицируют по различным признакам. Практический интерес представляет, в частности, следующая классификация информационных услуг [171]:

- ♦ услуги по информационному обслуживанию;
- ♦ поиск информации;
- ♦ обработка информации;
- ♦ выдача данных (документов);
- ♦ хранение информации;
- ♦ услуги доступа к автоматизированным информационным системам, банкам данных;
- ♦ консультационные услуги;
- ♦ услуги по передаче информации.

Эта классификация полезна с точки зрения пользователей. Для Оператора сети электросвязи более привлекательна классификация, предложенная МСЭ в рекомендациях МСЭ серии "I", касающихся широкополосной ЦСИО. В этих рекомендациях выделены две основные группы услуг. Первая группа услуг, называемая "Без управления пользователем", включает различные виды доступа к потокам видео, звуковой и мультимедийной информации. Пользователю не доступен обратный канал для управления

процессом получения информации. Услуги второй группы, называемые "С управлением пользователем", обеспечивают потенциальному абоненту доступ к обратному каналу. Эти услуги, в свою очередь, можно разделить на три класса, показанные в правой нижней части рисунка 3.77. Характерным примером услуг "Поиск информации" может считаться использование функциональных возможностей Internet. В частности, необходимые сведения могут быть найдены через поисковые системы (Yahoo, Yandex, Google и другие) или через порталы. Услуги по обработке информации включают различные возможности. В частности, к ним относятся квалифицированный перевод текста на иностранный язык в реальном времени, сложные вычисления и прочее. Рынок этих услуг начинает активно развиваться. Блок "Новые виды услуг" представляет ряд перспективных направлений в информационном бизнесе.

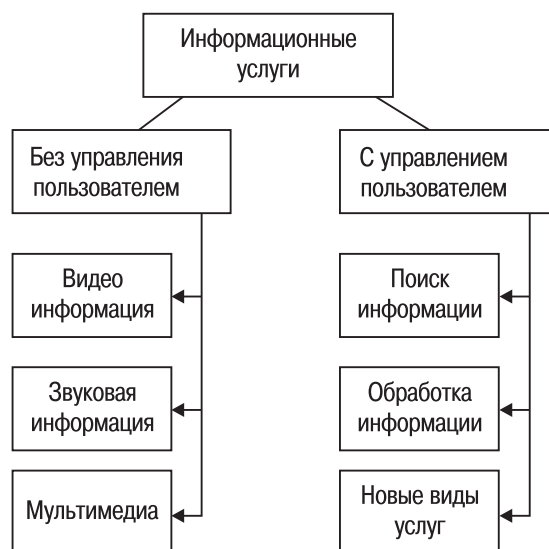


Рисунок 3.77 Классификация информационных услуг

3.4.2. Некоторые примеры инфокоммуникационных услуг

Современный этап развития инфокоммуникационных сетей имеет ряд особенностей, среди которых следует выделить падение доходов, приходящихся на один терминал (или одну линию). Эта величина, известная по англоязычной аббревиатуре ARPU, считается одним из важнейших индикаторов эффективности бизнес-процессов Операторов. Падение ARPU, отмечаемое в последние годы в секторах фиксированной и мобильной связи [66], объясняется, по всей видимости, двумя причинами.

Первая причина состоит в том, что Операторы (особенно в мобильной связи) подключают значительные (по численности) абонентские группы, приносящие малые доходы [172]. Этот процесс следует считать объективным. Ведь он, как правило, ведет к росту общих доходов Оператора. Дальнейший рост численности абонентов всех видов сетей будет способствовать дальнейшему падению ARPU.

Вторая причина объясняется тем, что маркетинговая политика, а часто и технологии, свойственные эксплуатируемому оборудованию, не позволяют Оператору ввести ряд новых инфокоммуникационных услуг, которые способны изменить динамику ARPU – рисунок 3.78 [173]. Если в некоторый момент времени T_0 Оператор за счет новых технологий и эффективной маркетинговой политики сможет предложить потенциальным клиентам ряд новых инфокоммуникационных услуг, на которые формируется платежеспособный спрос, то кривая ARPU пойдет по траектории, показанной кривой I. В противном случае следует ожидать дальнейшее снижение ARPU – кривая II.

Современные виды услуг, как правило, требуют введения новых технологий. Для развития рынка услуг новые технологии можно рассмат-

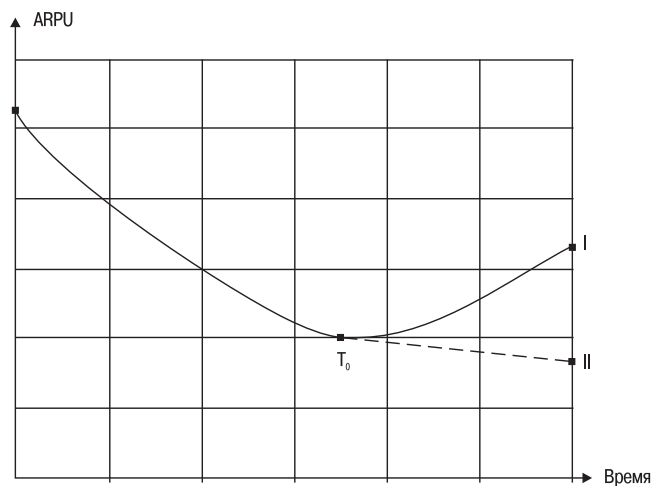


Рисунок 3.78 Типичная динамика ARPU

ривать как необходимое условие. Следует отметить, что это условие нельзя считать достаточным, так как без маркетинга и иных рыночных инструментов новые технологии не приведут к желаемому результату.

Следует отметить, что ввод практически любой новой услуги связан с некоторыми инвестициями. Не исключено, что затраты не окупятся. Даже проведение маркетинговых исследований не дает полной гарантии, что услуга будет пользоваться спросом при установленных тарифах. Интересно, что во многом похожих между собой странах уровень спроса на одну и ту же услугу может отличаться на порядок. Выбор перечня услуг, который будет пользоваться спросом, — очень сложная задача. Ее обсуждение не входит в перечень тех вопросов, которые обсуждаются в монографии.

Задача этого параграфа — существенно проще. Она состоит в том, чтобы рассмотреть ряд инфокоммуникационных услуг, которые стали очень популярны в последние годы. Таких услуг немало. Основной акцент сделан на тех услугах ТФОП, которые мне представляются перспективными для российского инфокоммуникационного рынка. ДВО, присущие коммутационным станциям с программным управлением, мы рассматривать не будем. Подробный обзор таких ДВО приведен, например, в [174].

В первую очередь следует упомянуть IP телефонию как средство снижения расходов на междугородные и международные соединения. Мне приходится часто звонить с домашнего телефона своим коллегам и друзьям в различные города России и других стран. Снижение расходов на междугородную и международную связь — не единственный плюс IP телефонии. Очень удобна система оплаты услуг с помощью карточек, которые можно использовать также и для доступа в Internet. Качество связи в большинстве случаев вполне приемлемо.

В технической литературе можно найти различные прогностические оценки для рынка услуг IP телефонии. Иногда авторы прогнозов заметно расходятся в числах. Тем не менее, устойчивый рост рынка оборудования IP телефонии позволяет утверждать, что соответствующие услуги привлекательны для многих абонентов ТФОП. На конференции в конце 2003 года "Корпорация ОСС" [175] представила интересные оценки российского рынка IP телефонии:

- ♦ ежемесячный объем исходящего из России международного трафика VoIP составляет около 40 — 60 млн. минут (годом раньше этот показатель оценивался в 15 — 30 млн. минут);
- ♦ ежемесячный объем входящего трафика той же природы составляет от 70 до 85 млн. минут (против 35 — 45 млн. минут в предыдущем году);
- ♦ ежемесячный объем VoIP трафика в пределах России определить очень трудно (по мнению "Корпорации ОСС" в настоящее время он составляет от 190 до 270 млн. минут, что заметно превышает прошлогодние оценки — от 80 до 150 млн. минут);
- ♦ в Москве, по результатам проведенного опроса, IP телефонными карточками пользуются 8,3% семей.

Для определения доли рынка IP телефонии необходимо оценить ежемесячный объем международного и междугородного трафика, обслуживаемого по технологии "коммутиция каналов". В "Основных показателях деятельности Минсвязи России за I квартал 2003 года" [176] приводятся статистические данные, позволяющие рассчитать суммарный трафик дальней связи. Он составил примерно 1490 млн. минут. Это означает, что рынок услуг IP телефонии становится все более существенным. Следует также учитывать, что темпы роста IP трафика выше, чем нагрузки в ТФОП. Возможно, приведенные численные оценки содержат некоторые ошибки. Тем не менее, перспективы успешного развития услуг IP телефонии не вызывают сомнений.

Вторая важная услуга, предоставляемая ТФОП, – коммутируемый доступ в Internet. Для домашних пользователей Internet этот вид доступа в России и во многих других странах остается доминирующим. К началу 2003 года численность российской аудитории Internet оценивалась в 11,5 млн. пользователей [177]. За первые девять месяцев 2003 года трафик Internet предприятий "Связьинвеста" увеличился на 80% [178]. Это означает, что коммутируемый доступ в Internet следует считать весьма важным сегментом рынка инфокоммуникационных услуг.

Конечно, достоверно оценить численность пользователей Internet очень сложно. В этом плане анализ ТФОП существенно проще. Емкость ТФОП определяется очень точно. Более существенное различие между этими сетями – удельная нагрузка на одну АЛ. В [179, 180] и в ряде других работ показано, что средняя длительность занятия АЛ для телефонного разговора существенно меньше, чем аналогичная величина при работе в Internet. К проблемам Internet мы вернемся в четвертой главе монографии.

Третья услуга – развлечения, включающие интерактивное телевидение и различные игры. Соответствующий трафик – с точки зрения средней длительности сеанса связи – также (как и Internet) отличается от телефонной нагрузки. В [181] приводятся данные, из которых следует, что около 20% клиентов, увлекающихся играми в режиме on-line, будут просиживать за своими ПК или приставками к телевизору более 10 часов в неделю. Конечно, подобные услуги могут быть предоставлены только после реализации широкополосного доступа.

Четвертая услуга "мигрирует" в ТФОП из мобильной связи. Речь идет о SMS – услуге передачи коротких сообщений [182]. Природа этой услуги своеобразна. Тест SMS похож на телеграфное сообщение. Классическая телеграфная связь постепенно уходит в прошлое, но в некоторых других видах связи ее черты проявляются в новом качестве. Подобные явления (своего рода реинкарнацию) можно найти и в других тенденциях развития системы электросвязи. Например, вводятся рабочие места операторов-телефонистов – при полной автоматизации ТФОП – для поддержки новых инфокоммуникационных услуг; к этому вопросу мы вернемся чуть позже.

Появление услуг по передаче SMS в стационарной телефонной сети целесообразно рассмотреть с нескольких точек зрения. Во-первых, обмен SMS просто удобен по ряду причин (нежелание отвлекать человека, которому адресовано сообщение, невозможность дозвониться, необходимость передать информацию лицу, отсутствующему на месте, не используя автоответчик и так далее). Во-вторых, передача SMS часто экономически выгоднее, чем телефонный разговор. Недаром доля доходов Операторов мобильной связи от услуг, связанных с обменом SMS, ощутима [66, 182], в отличие от тех поступлений, которые приносят эксплуатационным компаниям ДВО. В-третьих, использование услуг в сетях мобильной связи стимулирует их рост и в ТФОП.

Последнее утверждение целесообразно прокомментировать. Операторы сотовых сетей рассчитывают на значительный рост доходов от дополнительных услуг. Доходы от дополнительных услуг различного характера, в том числе информационных, в 2001 году составили 2,4 млрд. долларов США, а к 2005 году ожидается их рост в 15 раз [183]. Треть этой суммы (свыше 10 млрд. долларов США), как полагают проводившие исследование аналитики, придется на всевозможные развлечения.

Почти все абоненты сетей мобильной связи пользуются также и стационарными телефонами. Услуги, которые становятся привычными при пользовании мобильного терминала, легко "приживаются" при переходе к ТФОП. Например, упоминавшаяся ранее услуга Call Waiting (уведомление о новом вызове в процессе проведения разговора) хорошо демонстрирует свои преимущества. Если абонент включен в цифровую коммутационную станцию, у него, как правило, возникает желание использовать услугу Call Waiting и для ТФОП.

Более прозаичный пример — цены на мобильные терминалы. Для абонента, который привык к диапазону цен на мобильные терминалы, не покажутся чрезмерными расходы на стационарный телефон, поддерживающий услуги SMS. Стоимость такого ТА составляет 80 — 100 долларов США [182].

На сайте <http://www.liga.net> мне попалось интересное сообщение о следующем поколении услуг передачи сообщений — MMS (Multimedia Message Service). Речь идет о передаче мультимедийных сообщений. В сетях проводной связи некоторые европейские Операторы планируют предоставлять эти услуги во втором квартале 2004 года. Такое решение объясняется успешным развитием рынка MMS в сетях мобильной связи. В качестве терминала, который способен воспринимать MMS, может использоваться ПК. Не исключено, что мультимедийные сообщения будут воспроизводиться обычным бытовым телевизором, оснащенным компьютерной приставкой STB. Частично (а для некоторых типов телефонных терминалов и в полном объеме) мультимедийные сообщения могут приниматься ТА, который поддерживает услуги SMS.

Пятая услуга — доступ к центрам обработки вызовов (ЦОВ),

более известным по англоязычному названию Call Center. В последние годы появилось следующее поколение подобных аппаратно-программных средств, получивших название Contact Center [184]. На рисунке 3.79 показаны схемы связи с аппаратно-программными средствами Call Center и Contact Center для получения различных услуг.

Call Center и Contact Center содержат рабочие места операторов, общающихся с клиентами. Все операторы могут обращаться к базам данных (БД), в которых хранится информация, необходимая для предоставления услуг. Клиенты обращаются к операторам с различных типов терминалов. На рисунке 3.79 показаны варианты выхода с обычного ТА, с компьютера (включая возможность использования технологии VoIP), с мобильного телефонного аппарата (МТА), а также из сети КТВ.

В последнем случае центр коммутации мобильной сети (MSC) включен в ТС. Для сети КТВ показана возможность доступа в Contact Center через Internet. Отличие Contact Center состоит в том, что клиенты, при желании, могут получить прямой доступ к некоторым видам информации непосредственно – без помощи оператора. Такая возможность показана для базы данных, отмеченной подстрочным индексом "х". Если клиент, самостоятельно работающий с БДХ, захочет воспользоваться помощью оператора, ему предоставляется такая возможность. Например, предусмотрена процедура "Click-to-dial" – нажатие клавишей мышки на иконку, возникающую на экране ПК.

Подробнее об аппаратно-программных средствах Call Center и Contact Center можно прочитать в [184, 185] и в ряде других публикаций. Их основное назначение – выдача информации различного характера в требуемой форме (речь, данные, видео). Оценить привлекательность подобных услуг достаточно сложно. Косвенным доказательством того, что они востребованы, можно считать растущий рынок продаж оборудования Call Center и Contact Center [186].

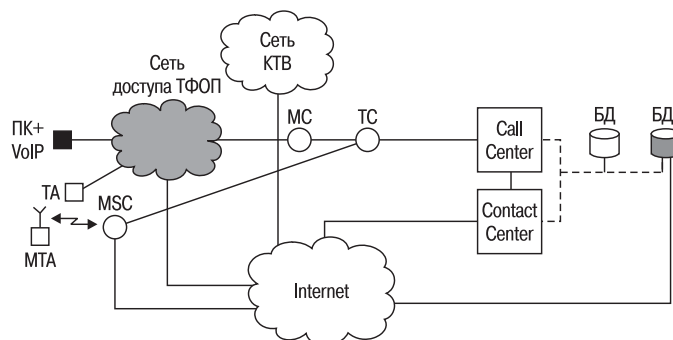


Рисунок 3.79 Связь с аппаратно-программными средствами Call Center и Contact Center

Реализация аппаратно-программных средств Contact Center стимулировала развитие концепции унифицированного обмена сообщениями – Unified Messaging. Иногда этот термин переводят как "Универсальная почта". В простейшем случае система Unified Messaging подразумевает создание своего рода единого почтового ящика, который может принимать и хранить речевые послания, факсимильные сообщения, письма, переданные по e-mail. Получить такую почту можно через Internet или по телефону. Концепция Unified Messaging допускает использование устройств персонального радиовызова (ПРВ), более известных как пейджеры, карманных персональных компьютеров (КПК) и других терминалов.

Классическая система Unified Messaging работает без обратной связи. По крайней мере, можно говорить, что режим реального времени она не предусматривает. Важная особенность следующего этапа развития рассматриваемой системы – ее трансформация, определяемая концепцией Unified Communications – унифицированные коммуникации [187]. В этой системе присутствует обратная связь. Можно считать, что она, благодаря, например, функциональным возможностям Contact Center, способна работать в режиме реального времени.

К обсуждению инфокоммуникационных услуг мы еще вернемся в четвертой главе монографии, когда будем рассматривать телекоммуникационные технологии. Завершить раздел 3.4 мне бы хотелось кратким обсуждением восьмой главы Федерального закона "О связи". Эта глава называется "Универсальные услуги связи".

3.4.3. Концепция всеобщего обслуживания (всеобщего доступа)

Название восьмой главы Федерального закона "О связи" – перевод с английского языка термина "Universal Service" [159]. Если обратиться к соответствующим материалам, опубликованным на английском языке, то напрашивается другой перевод этого термина – "всеобщее обслуживание". Такая трактовка лучше отражает смысл термина "Universal Service". Например, правительство Индии в 1999 году сформулировало принципы всеобщего доступа (Universal Access) к инфокоммуникационной системе [159]. Это название, как мне представляется, еще лучше отражает суть рассматриваемого вопроса.

Всеобщий (или равный) доступ можно рассматривать как вклад Операторов связи в решение глобальной проблемы по преодолению неравномерности распределения доходов, технологий и услуг [59]. В масштабах страны или региона словосочетание "всеобщий доступ" чаще всего относится к сельской связи и (реже) к тем группам потенциальных абонентов, которые не могут оплачивать услуги связи.

Статья 57 Федерального закона "О связи" гарантирует предоставление всеобщего доступа, к которому относятся:

- ♦ услуги телефонной связи с использованием таксофонов;
- ♦ услуги по передаче данных и выхода в Internet с использованием пунктов коллективного доступа.

Время, в течение которого пользователь услугами связи может добраться до таксофона без использования транспортного средства, не должно превышать один час. В каждом поселении должен быть установлен, как минимум, один таксофон с бесплатным доступом к экстренным службам. В тех поселениях, где проживает более пятисот человек, должен быть создан как минимум один пункт коллективного доступа в Internet.

Такие принципы всеобщего доступа должны положительно повлиять на развитие инфокоммуникационной системы в сельской местности. Оператор, предоставляющий всеобщий доступ, в редких случаях будет получать прибыль. Поэтому (Статья 59 Федерального закона "О связи") государство обязуется возмещать Операторам убытки, связанные с оказанием услуг всеобщего доступа.

Какие же услуги характерны для всеобщего доступа? На первый взгляд, будут востребованы самые простые услуги. Скорее всего, в ближайшие годы всеобщий доступ будет ассоциироваться именно с такими услугами. Затем можно ожидать некоторое (к сожалению, – не радикальное) изменение ситуации. Во-первых, общемировые тенденции заключаются в реализации услуг телемедицины и дистанционного обучения как одного из неотъемлемых свойств развития всеобщего доступа. Во-вторых, параллельно урбанизации развивается обратный процесс. В сельской местности строятся комфортабельные жилища (летние дачи и зимние дома), обитателям которых необходимы самые современные услуги. Конечно, эти услуги будут оплачиваться; они не относятся к всеобщему

доступу. Тем не менее, с технической точки зрения можно говорить о реализации современной инфокоммуникационной системы в тех районах, где для основной массы пользователей необходим именно всеобщий доступ.

Это означает, что для всеобщего доступа необходимо различать экономические и технические проблемы реализации. Понятно, что для каждого конкретного проекта могут потребоваться специфические решения. Эти вопросы требуют дальнейшего тщательного изучения.

*Ничто так не искажает человеческую природу,
как маниакальные идеи.
(Н.А. Бердяев)*

3.5. Методы распределения информации в телефонных сетях

3.5.1. Классификация систем распределения информации

Коммутационное оборудование относится к системе распределения информации. Этот класс систем включает также кроссовое оборудование. Основная функция системы распределения информации – доставка сообщения по адресу [188]. Обычно оборудование коммутации решает еще одну важную задачу – концентрацию трафика, что позволяет сократить затраты на построение телекоммуникационной сети. На рисунке 3.80 показана предлагаемая классификация систем распределения информации.

Функции кроссирования осуществляются в транспортной сети. Все виды кроссовых соединений могут выполняться как автоматически (при получении управляющей информации), так и вручную. В современных транспортных сетях все операции по кроссированию осуществляются в ЦКУ и МВК.

Большинство функций кроссирования связано с постоянными соединениями. Они обычно используются в следующих двух случаях. Во-первых, между коммутационными станциями необходимо организовать прямой пучок СЛ, минимальная емкость которого –



Рисунок 3.80 Классификация систем распределения информации

V_{MIN} . Расчетная емкость пучка СЛ между этими станциями (V) составляет $V_{\text{MIN}} + V_{\text{VAR}}$. В зависимости от ситуации в сети емкость пучка СЛ между этими коммутационными станциями может меняться, но она не должна быть меньше величины V_{MIN} . Во-вторых, постоянные соединения используются для организации арендованных линий – "прямых проводов".

Соединения по расписанию – эффективное средство для перераспределения международных и междугородных каналов в зависимости от времени суток. Повышение эффективности использования транспортных ресурсов может обеспечиваться этими видами соединений, учитывающими изменения трафика между территориями, которые расположены в различных часовых поясах [52]. Соединения по расписанию используются также для передачи газет [189].

Соединения по требованию предназначены для реконфигурации транспортной сети. Необходимость в перераспределении пропускной способности возникает в случае аварии или перегрузки в инфокоммуникационной системе.

Разовые соединения обычно используются при введении новой коммутационной станции. В этом случае необходимо сразу же организовать несколько трактов со всеми смежными коммутационными станциями.

Функции коммутации – относительно кроссирования – реализуются на следующем уровне инфокоммуникационной системы. Они выполняются аппаратно-программными средствами коммутационных станций. Оборудование коммутации можно разделять на отдельные виды по различным классификационным признакам: ручные и автоматические, аналоговые и цифровые, с программным управлением и с "жесткой логикой". На рисунке 3.80 в качестве классификационного признака выбран способ распределения информации (технология коммутации), что обусловлено характером вопросов, рассматриваемых в следующих параграфах.

Коммутацию каналов можно считать пионером систем распределения информации. На время сеанса связи устанавливается соединение, включающее некое множество каналов, которые соединены последовательно коммутационными станциями. В течение всего сеанса связи это соединение – или аналогичное ему при использовании систем коммутации с перестроением [190] – сохраняется вне зависимости от характеристик процесса обмена информацией. Основные особенности технологии "коммутация каналов" рассматриваются в параграфе 3.5.2.

Коммутация сообщений появилась как эффективное средство распределения для двух видов связи – телеграфии и обмена данными [191]. Этот вид систем распределения информации сыграл положительную роль в развитии технологий, отличных от метода коммутации каналов. В настоящее время оборудование, использу-

ющее технологию "коммутация сообщений", эксплуатируется в сетях телеграфной связи.

В сетях обмена данными сначала использовался метод коммутации сообщений. Он обладает рядом недостатков, которые стимулировали поиск новых технологий методов распределения информации. В результате появилась технология "коммутация пакетов" [192]. Этой технологии посвящен параграф 3.5.3. В четвертой главе мы еще раз вернемся к технологии "коммутация пакетов", когда будем рассматривать перспективные концепции распределения информации.

Некоторые виды оборудования используют несколько методов коммутации. В этом случае говорят о комбинированной коммутации. Анализ аппаратно-программных средств, которые могут использоваться в системах комбинированной коммутации, включает те же вопросы, что рассматриваются в двух следующих параграфах.

3.5.2. Коммутация каналов

История развития технологии "коммутация каналов" хорошо изложена в работах отечественных специалистов [8, 27, 188, 193]. Поэтому мы начнем рассуждения с того периода времени, когда Операторы стали активно использовать оборудование цифровой коммутации. Интересно, что основные причины, стимулировавшие переход к цифровым системам коммутации, трактуются в технической литературе по-разному. Иногда на первый план выдвигается возможность поддержки ДВО, что мне представляется спорным аргументом.

Каждый из основных участников инфокоммуникационного рынка "преследовал" свои интересы. Основным стимулом для Производителей можно считать высокую технологичность изготовления цифрового оборудования. Это позволило снизить затраты на производство печатных плат и автоматизировать многие процессы производства коммутационного оборудования. Оператор стал устанавливать перспективное оборудование, занимающее существенно меньшую площадь, а также позволяющее (за счет современной системы технической эксплуатации) значительно сократить численность обслуживающего персонала. Эти два аргумента не были весомыми для Операторов связи в бывшем СССР. Здания АТС они получали фактически бесплатно, а расходы на заработную плату обслуживающего персонала не рассматривались как статья затрат, на которой можно серьезно сократить свои издержки. Абоненты ощутили улучшение качества связи и получили предложения от Операторов воспользоваться ДВО.

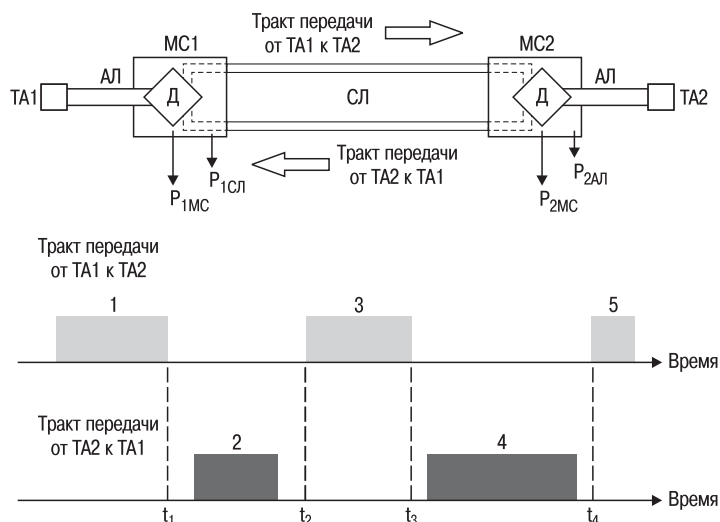


Рисунок 3.81 Модель тракта обмена информацией для технологии "коммутация каналов"

Современные системы цифровой коммутации в зависимости от их предназначения используют следующие способы обслуживания вызовов: с потерями, с ожиданием, с ограниченным ожиданием (по длительности пребывания в очереди или/и по ее длине), а также их комбинации. В верхней части рисунка 3.81 показана простейшая модель тракта обмена информацией между двумя ТА. Предполагается, что этот тракт установлен между терминалами, включенными в две цифровые МС. Инициатор вызова – абонент, который использует ТА1.

В оборудовании МС1 осуществляется подключение двухпроводной АЛ через так называемую дифференциальную систему (Д) к четырехпроводной СЛ. Вызов может быть потерян в МС1 из-за различных проблем с ресурсами, необходимыми для его обработки. Вероятность этого события обозначена через $P_{1МС}$. Если все СЛ между коммутационными станциями заняты, вызов также будет потерян. Вероятность такого события обозначена через $P_{1СЛ}$. Обычно в ТФОП эти вероятности нормируются величинами, измеряемыми в единицах процентов или (что чаще) в долях процента.

Для успешного установления соединения необходимо совпадение следующих двух событий. Во-первых, должен быть свободен хотя бы один путь между выбранной СЛ и АЛ вызываемого абонента. Вероятность этого события равна $(1 - P_{2МС})$. Кроме того, АЛ вызываемого абонента должна быть доступна, то есть не занята другим соединением. Вероятность такого ее состояния равна $(1 - P_{2АЛ})$.

Допустим, что ТА2 свободен, ресурсы обеих МС достаточны для обслуживания вызова, а в пучке СЛ есть свободные линии для установления соединения. Между МС создается четырехпроводное соединение, включающее тракты приема и передачи. Их можно рассматривать как два тракта передачи информации. По первому тракту передается информация от ТА1 к ТА2, а по второму – от ТА2 к ТА1.

В нижней части рисунка 3.81 показана типичная картина использования обоих трактов передачи информации. Период времени, обозначенный арабской цифрой "1", соответствует передаче информации (при телефонной связи – фразе или нескольким предложениям) от ТА1 к ТА2. Далее, как правило, следует пауза длительностью t_1 . Далее передается информация от ТА к ТА1, после чего наступает пауза t_2 . Подобные процессы повторяются вплоть до завершения соединения.

Длительность пауз t_j – случайная величина. Также случайными величинами следует считать периоды активности каждого терминала, обозначенные в нижней части рисунка 3.81 арабскими цифрами. В некоторых публикациях утверждается, что длительность пауз в телефонном разговоре может достигать 30 – 40 [194] и даже 50% [195]. Скорее всего, средняя оценка ближе к 20%. Это означает, что при одинаковой активности абонентов использование тракта передачи (приема) составляет около 40%. Этим объясняется идея применения оборудования различного типа, позволяющего повысить ис-

пользование каналов связи, особенно дорогостоящих – международных и междугородных. Низкое использование транспортных ресурсов можно считать неотъемлемой чертой технологии "коммутация каналов".

Другие недостатки технологии "коммутация каналов" объясняются тем, что она разрабатывалась для ТФОП. Естественно, требования других коммутируемых сетей, часть которых вообще была сформулирована позже, чем появились первые цифровые АТС, не учитывались. Часть недостатков технологии "коммутация каналов" была устранена при разработке концепции ЦСИО [141]. Тем не менее, на этапе перехода к NGN проявились и другие отрицательные свойства коммутации каналов:

- ♦ ориентация на пропускную способность 64 кбит/с, которая оптимальна только для трафика речи;
- ♦ необходимость установления соединения (длительность этого процесса часто соизмерима с продолжительностью сеанса связи);
- ♦ возможность обнаружения и исправления ошибок, возникающих в процессе обмена информацией, только в терминальном оборудовании;
- ♦ сложность введения дисциплины обслуживания вызовов с ожиданием, что позволило бы повысить величину пропущенной нагрузки.

В некоторых публикациях в качестве недостатка технологии "коммутация каналов" указывается сложность аппаратно-программных средств и их высокая стоимость. Я бы не торопился с подобными утверждениями, основанными на сравнении ТФОП с Internet. Надеюсь, что поклонники Internet не обидятся на меня. В настоящее время, сравнивать эти сети нельзя. По показателям качества обслуживания, надежности, защищенности от атак со стороны хакеров Internet на порядок (если не более) ниже ТФОП. Когда перечисленные (и неупомянутые) проблемы будут решены, можно вернуться к обсуждению вопросов сложности коммутационного оборудования и его стоимости.

Основные достоинства технологии "коммутация каналов" кратко сформулированы в предыдущем абзаце. Более подробно они будут рассмотрены в параграфе 3.5.4, в котором сравниваются две основные технологии распределения информации.

Термин "коммутация каналов" – перевод с английского языка словосочетания "Circuit switching". Ранее использовался еще один вариант перевода – коммутация цепей. Такая трактовка представляется удачной для начального этапа создания ТФОП, когда АТС коммутировали физические цепи. Модель коммутации цепей показана в верхней части рисунка 3.82 для соединения двух ТА, включенных в разные электромеханические АТС – вариант (а). В нижней части этого же рисунка – вариант (б) – изображена подобная модель коммутации каналов для двух цифровых АТС.

Вариант (а) основан на замыкании трех ключей, с помощью ко-

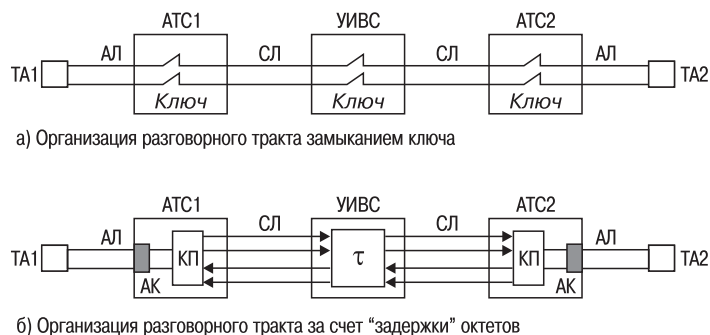


Рисунок 3.82 Модели коммутации каналов для аналоговых и цифровых АТС

торых образуется разговорный тракт между двумя ТА. Функции этих ключей реализовывались контактами реле, шаговых искателей, многократных координатных соединителей. Если вместо терминалов подключить генератор звуковой частоты и измерительное устройство, то можно измерить реальные параметры тракта по переменному току. В частности, таким способом определяется величина остаточного затухания.

Вариант (б) иллюстрирует упрощенную схему связи цифровых АТС через УИВС. В каждом АК осуществляется преобразование аналогового сигнала в цифровой вид. Стандарты, принятые для цифровых коммутационных станций, определяют закон преобразования (ИКМ), для которого каждый отсчет кодируется восемью битами. Обычно эти биты называют октетом (от итальянского слова *otteto*). Распределение информации (в виде октетов) осуществляется в коммутационном поле (КП) каждой АТС (такой алгоритм характерен для всех типов коммутационных станций, использующих технологию TDM).

Цифровые потоки, проходящие через УИВС, содержат октеты, расположенные, как правило, в разных канальных интервалах (КИ) трактов ЦСП. Для передачи октета из одного тракта в другой – в простейшем случае – используется процедура задержки. Этот факт обозначен на рисунке 3.82 греческой буквой "τ". Допустим, что все октеты, несущие полезную информацию, помещаются в третий КИ тракта между АТС1 и УИВС. Предположим, что в тракте между УИВС и АТС2 для организации связи выделен седьмой КИ. Для корректной работы СЛ в УИВС необходимо "задерживать" октеты, пропуская четвертый, пятый и шестой КИ.

Конечно, предложенная модель не отражает основные процессы функционирования цифровой коммутационной станции. Ее назначение состоит в том, чтобы разработать общую базу для сравнения

технологий "коммутация каналов" и "коммутация пакетов". Действительно, изложенные выше соображения позволяют рассматривать цифровую АТС как устройство коммутации пакетов со следующими специфическими особенностями:

- ♦ длина пакета составляет восемь битов (октет), а вся служебная информация передается по отдельным каналам (в частности, в нулевом и шестнадцатом КИ тракта ИКМ-30);
- ♦ процесс установления соединения подразумевает организацию виртуального канала между АТС, в которые включены терминалы;
- ♦ задержка пакетов в каждом транзитном узле фиксирована и оценивается, как правило, долями миллисекунд;
- ♦ вне всякой зависимости от состояния элементов сети пакеты не теряются и не переспрашиваются вследствие их искажения;
- ♦ виртуальный канал имеет постоянную пропускную способность 64 кбит/с и закрепляется за терминалами вне зависимости от их активности до получения сигнала "Отбой".

Первые четыре утверждения, по всей видимости, не нуждаются в дополнительных комментариях. Относительно пятого утверждения следует уточнить термин "виртуальный канал", заимствованный из системы понятий, свойственной технологии "коммутация пакетов". Я рискнул использовать этот термин, помня, что слово "виртуальный" имеет ряд значений. Одно из них — эквивалентный. Это значение хорошо подходит к выбранной модели с точки зрения технологии "коммутация каналов". Действительно, если вместо терминалов подключить генератор звуковой частоты и измерительное устройство, то нельзя измерить реальные параметры тракта по переменному току. Полученный результат будет относиться к некому эквивалентному тракту обмена информацией.

Для подробного знакомства с технологией "коммутация каналов" я бы рекомендовал ряд публикаций на английском [3, 4, 5, 45, 48] и русском [7, 8, 94, 188] языках. Теперь мы переходим к технологии "коммутация пакетов", которую также будем анализировать только с точки зрения вопросов, рассматриваемых в этой монографии.

3.5.3. Коммутация пакетов

Технология "коммутация пакетов" первоначально была ориентирована только на сети обмена данными. Она постепенно вытеснила метод коммутации сообщений. Идея коммутации пакетов оказалась плодотворной. Она, в частности, послужила базой для технологии АТМ, которая была названа в рекомендации МСЭ I.150 [196] специфическим пакетно-ориентированным режимом переноса (a specific packet-oriented transfer mode).

В самом общем виде идея сети, в которой информация передается и распределяется в форме пакетов, может быть представлена следующими тезисами [112, 192]:

- ♦ каждое сообщение, которое должно быть передано по сети, разбивается на сравнительно короткие блоки, имеющие постоянную или переменную длину;
- ♦ пакет формируется добавлением к блоку служебных битов, необходимых для функций доставки сообщения адресату;
- ♦ пакеты передаются по сети через узлы коммутации, обслуживание в которых осуществляется по алгоритму с ожиданием;
- ♦ искаженные и потерянные пакеты могут переспрашиваться, что обеспечивает высокую достоверность передаваемой информации;
- ♦ после доставки пакетов адресату из них формируется сообщение, которое предназначалось для передачи.

Между узлами коммутации пакетов могут использоваться тракты с различной пропускной способностью. Более того, не исключено даже использование различных стандартов обмена данными. Маршрутизация пакетов через сеть может осуществляться различными способами. Обычно выделяют два типичных метода передачи пакетов. Их различие иллюстрирует рисунок 3.83. На нем показана гипотетическая сеть обмена данными, состоящая из семи ЦКП.

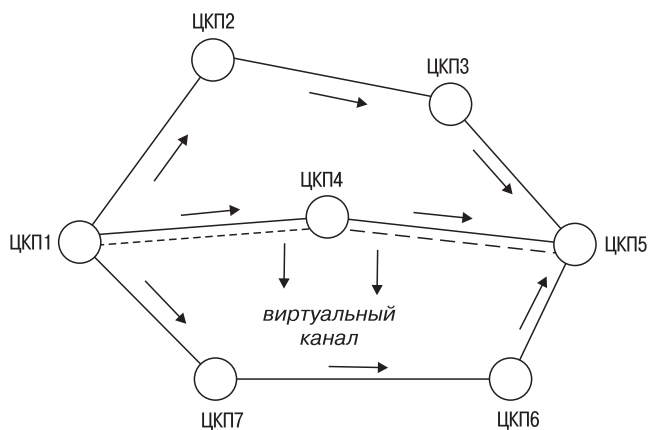


Рисунок 3.83 Принципы маршрутизации в пакетной сети обмена данными

Дейтаграммный (datagram) метод основан на том, что все пакеты передаются и обрабатываются независимо друг от друга. При передаче сообщения между ЦКП1 и ЦКП5 пакеты могут направляться по различным маршрутам, показанным стрелками. В этом случае пакеты могут прибывать в ЦКП5 в последовательности, отличающейся от того порядка, в котором они покидали ЦКП1. Проблемы формирования исходного сообщения, включая переспрос потерянных пакетов, обычно решаются в терминальном оборудовании пользователя. Фаза установления соединения в дейтаграммном методе отсутствует.

Метод организации виртуальных каналов подразумевает предварительный выбор маршрута, по которому будут последовательно передаваться все пакеты, относящиеся к одному сообщению. На рисунке 3.83 выбранный маршрут между ЦКП1 и ЦКП5 показан пунктирной линией. Каждый пакет содержит сведения о виртуальном канале, по которому он должен передаваться. Соответствующий набор битов называется идентификатором виртуального канала.

Организация виртуальных каналов похожа на коммутацию каналов. Правда, ресурсы виртуального канала не закрепляются на период всего сеанса связи – передачи сообщения. Метод организации виртуальных каналов – при правильном проектировании сети обмена данными – гарантирует меньшие задержки пакетов. В мультисервисной сети происходит обмен трафиком, критичным ко времени задержки. Поэтому перспективная технология коммутации будет, скорее всего, похожа на метод организации виртуальных каналов.

В сетях обмена данными используются различные протоколы. В последнее время большую популярность завоевал стек протоколов ТСІ/ІР. Это объясняется рядом причин, среди которых основной можно считать успешное развитие Internet. Успешное развитие ІР телефонии фактически предрешило дискуссию о выборе пакетной технологии для NGN, хотя ситуация может измениться, если появятся какие-нибудь новые идеи. Тем не менее, в следующем параграфе под пакетным методом распределения информации будет подразумеваться именно ІР технология.

3.5.4. Выбор технологии распределения информации

Сначала мы проведем формальное сравнение технологий "коммутация каналов" и "коммутация пакетов". Требования к перспективной инфокоммуникационной системе будут обсуждаться отдельно. Коль скоро сравнение технологий осуществляется только по формальным показателям, проще всего использовать табличную форму представления оцениваемых характеристик. Таблица 3.12 содержит перечень основных показателей для обеих технологий и соответствующие оценки. Предполагается, что условия сравнения корректны, то есть инфокоммуникационная сеть для обеих технологий спроектирована с учетом всех предъявляемых к ней требований.

Таблица 3.12

| Оцениваемые характеристики для обеих технологий, существенные для инфокоммуникационной сети | Коммутация каналов | Коммутация пакетов |
|---|--------------------|--------------------|
| Использование ресурсов транспортной сети | Меньше | Больше |
| Длительность установления соединения | Больше | Меньше |
| Доля передаваемой дополнительной информации | Меньше | Больше |
| Вероятность потери части передаваемого сообщения | Меньше | Больше |
| Возможность изменения скорости передачи информации | Меньше | Больше |

Понятно, что для выбора перспективной технологии такое сравнение нельзя считать информативным. Более того, если слова "меньше" и "больше" конкретизировать, то ситуация качественно не изменится. Следует также учитывать, что обе рассматриваемые технологии развиваются, стараясь минимизировать имеющиеся недостатки. Так, были разработаны технологии "быстрой коммутации каналов", известной по аббревиатуре FCS (Fast Circuit Switching), и Dynamic Synchronous Transfer Mode (DTM) – динамический синхронный режим переноса [197]. Технология "коммутация пакетов" также развивается. В частности, идея быстрой коммутации пакетов привела к разработкам технологий ATM и MPLS (многопротокольная коммутация по меткам).

Для выбора перспективной технологии распределения информации целесообразно использовать иной подход. Такое предложение было навеяно интересной статьей В.О. Шварцмана, опубликованной в журнале "Электросвязь" [198]. Мне показалось, что эту работу целесообразно дополнить рядом соображений, изложенных ниже.

Выделим пять основных участников инфокоммуникационного рынка: Пользователи, Операторы сетей электросвязи, Поставщики дополнительных услуг, Поставщики информационных ресурсов и Производители оборудования. Каждый из них (в том числе и вроде бы нейтральный Пользователь, но испытывающий давление рекламы) имеет свою – правильную – точку зрения. Более того, если сеть Оператора разделить на несколько компонентов по видам выполняемых

задач, то также можно получить ряд различных правильных решений.

В этом параграфе рассматривается проблема выбора оптимальной технологии коммутации с позиции Оператора. Такое решение обусловлено ролью Оператора, который обязан согласовывать позиции остальных участников инфокоммуникационного рынка. Причем считается, что Оператор придерживается современного принципа работы, который можно сформулировать в виде такого девиза: "Неполученные доходы – это убытки". На рисунке 3.84 показана упрощенная модель деятельности Оператора сети электросвязи.

Пользователь (в телефонной сети – абонент) заинтересован в получении ряда инфокоммуникационных услуг. Большинство из них (за исключением вызова экстренных спецслужб и, возможно, некоторых других видов соединения) он оплачивает Оператору сети связи. Поставщики дополнительных услуг и информационных ресурсов также оплачивают услуги Оператора сети связи. В данном случае Оператор взимает с них плату за доступ на рынок инфокоммуникационных услуг. Чтобы построить сеть связи, которая обеспечит обслуживание пользователей и возможность участия в ней Поставщиков дополнительных услуг и информационных ресурсов Оператор приобретает комплекс технических средств у Производителей оборудования.

Предлагаемая модель основана на ряде допущений. В частности, в состав участников рынка не включены дилеры, не учтен тот факт, что Оператор сам может предоставлять некоторые виды услуг, не раскрыты прочие особенности бизнес-процессов в современной



Рисунок 3.84 Модель деятельности Оператора инфокоммуникационной сети

электросвязи. Тем не менее, используемая модель вполне приемлема с точки зрения вопросов, рассматриваемых в этом параграфе.

Это утверждение относится и к нижней части первого рисунка. Функции коммутации заключаются в установлении постоянных или временных соединений между терминалами в соответствии с требованиями, которые заданы пользователями. Как правило, оборудование коммутации выполняет также и функции концентрации трафика.

Блок "Обработка" в данном случае включает функции анализа и преобразования информации для обслуживания вызовов. Типичным и самым простым примером может служить обработка сигнальной информации для выполнения операций, касающихся коммутации. В качестве примера более сложных функций можно назвать преобразование информации вида "text-to-speech", то есть текстовых сообщений в речевой сигнал.

Функции передачи связаны с перемещением сигналов между передатчиками и приемниками информации с заранее заданными требованиями качества и надежности. Если функции концентрации трафика выполняются эффективно, то Оператор может сэкономить на транспортных ресурсах.

Система технического обслуживания обеспечивает снижение затрат, связанных с эксплуатационными процессами. Следует помнить, что самые существенные ресурсы коммутационного оборудования (значительный объем программного обеспечения) задействованы в системе технического обслуживания.

Поставленную задачу можно сформулировать следующим образом: выбрать технологию коммутации так, чтобы она удовлетворяла требования как всех участников инфокоммуникационного рынка, так и основных компонентов сети связи. Речь идет о компромиссе, но не всегда решением будет выбор единственной технологии коммутации. Понятно, что в сетях связи неизбежны периоды времени, когда сосуществуют старые и новые технологии.

Хорошо известно, что соотношения затрат на различные компоненты сети связи заметно различаются по уровням иерархии [2, 188]. Например, в сетях международной и междугородной связи самые большие затраты Оператора приходятся на организацию транспортных ресурсов – блок "Передача" на рисунке 3.84. В городских телефонных сетях самые существенные затраты связаны со станционным оборудованием – блок "Коммутация". Поэтому, говоря об изменении стоимости каких-либо компонентов сети, необходимо помнить об иерархии сети.

Общая тенденция для сетей всех уровней иерархии – снижение затрат на функции передачи информации. Тарифы на телекоммуникационные услуги все менее зависят от расстояния между источником и приемником информации. Это явление породило уже упоминавшуюся гипотезу, названную в [53] "смертью расстояний". Следовательно, блок "Передача" не будет существенно влиять на выбор технологии коммутации. Технически это можно обосновать следующим образом: при передаче речи эффективность технологии VoIP будет примерно

такой же, как для технологии "коммутация каналов" при установке в транспортной сети оборудования типа DCME.

Подтверждение этих соображений можно найти в [199], где приведена таблица характеристик ряда технологий, используемых для обслуживания трафика речи между Японией и Бразилией. Наиболее интересные характеристики воспроизведены в таблице 3.13.

Таблица 3.13

| Технология обслуживания трафика речи | Максимальное число параллельных соединений | Стоимость одной минуты соединения, доллары США |
|--------------------------------------|--|--|
| Коммутация каналов | 30 | 0,187 |
| Та же со сжатием речи | 180 | 0,031 |
| Выделенный IP канал | 180 | 0,031 |
| Internet | 120 | 0,005 |

Таким образом, для выбора перспективной технологии коммутации существенны затраты, относящиеся к блокам "Обработка" и "Техническое обслуживание". Решению соответствующей задачи должны предшествовать серьезные исследования. Правда, можно воспользоваться методом экспертных оценок. Результаты опроса представляют определенный практический интерес. Вопрос, который следует задавать экспертам, не так просто сформулировать. Поэтому я просто беседовал с разработчиками современных аппаратно-программных средств, пытаюсь выяснить их мнение. Конечно, объем данных, полученных в результате этих бесед, невелик, но предварительные выводы сделать можно. Если отбросить искусственно созданную эйфорию, касающуюся качественных преимуществ IP технологии, то возможная экономия затрат при переходе на пакетную коммутацию оценивается в диапазоне 10 – 20%.

Этот диапазон величин мне представляется реальным. Он отличается от оценки, данной компанией Siemens: сети NGN обеспечивают снижение затрат, необходимых для создания инфокоммуникационной системы, на 60% [200]. Правда, мы не учли возможную экономию затрат Оператора, обусловленную снижением стоимости оборудования – правый верхний блок на рисунке 3.84. Сравнение стоимости целесообразно проводить для однотипного оборудования, в качестве которого – в настоящее время – лучше всего выбрать УАТС.

Современные IP УАТС поддерживают широкий спектр услуг, фактически выполняя функции интегрированной системы производственной связи. Классические цифровые УАТС, поддерживая множество услуг (полезных и совсем ненужных), остаются все же системами телефонной связи. Как сравнивать эти два поколения УАТС? Для одного Заказчика актуальна задача замены старой УАТС, а какие-либо изменения в недавно созданной сети Ethernet, подключенной на выгодных условиях в Internet, он даже не хочет обсуждать. Возможно, что в этом случае установка IP УАТС окажется экономически не выгодной. Для другого Заказчика интересна задача комплексной

модернизации системы производственной связи. Тогда установка IP УАТС будет оптимальным решением всех проблем Заказчика.

Общее мнение коллег, с которыми я обсуждал эти вопросы, сводится к следующему. В среднем, для гипотетического Заказчика экономический эффект будет практически нулевым. Правда, эта оценка обладает существенной дисперсией, что объясняется двумя факторами. Во-первых, очень существенны характеристики конкретной сети в помещении пользователя, которую необходимо модернизировать. Во-вторых, значительно расходятся мнения экспертов о динамике снижения цен на IP УАТС.

Изложенные соображения касаются стоимости инфокоммуникационной системы на базе IP технологии. Скорее всего, приведенные оценки будут соответствовать реальной ситуации со стоимостными характеристиками оборудования. Это означает, что ощутимой экономии затрат на оборудование Операторам ждать не стоит. Зато с доходами ситуация может сложиться иначе.

Обратимся к трем первым блокам, показанным в верхней части рисунка 3.84. Рынок услуг значительно расширяется за счет многих возможностей IP технологии. В первую очередь, следует выделить информационные услуги. Они напрямую связаны с переходом к информационной экономике [59, 201, 202], которая становится катализатором для дальнейшего развития IP технологий.

Интересно, что мнение специалистов, с которыми обсуждался возможный рост доходов Оператора, активно использующих IP технологию (в том числе – коммутацию), хорошо совпадает с оценкой компании Siemens [200] – 20%. Правда, будет не лишним еще раз отметить, что число экспертов было невелико. Необходимы тщательные исследования спроса и предложения информационных услуг. Результаты подобных исследований будут представлять практический интерес не только для участников инфокоммуникационного рынка.

Итак, предварительный вывод – постепенный перевод ТФОП на новый способ коммутации, основанный, скорее всего, на IP технологии. Слова "скорее всего" вставлены в предыдущее предложение не случайно. В этой уже поминалась работа [51], в которой высказана следующая гипотеза: следующее поколение систем распределения информации будет более похоже на оборудование с коммутацией каналов. В [198], опираясь, правда, на иные соображения, сформулировано похожее предположение. Допустим, что трактовка цифровой коммутационной станции, предложенная в конце параграфа 3.5.2, справедлива. Тогда различие в технологиях коммутации каналов и пакетов (для способа организации виртуальных каналов) не столь уж существенно.

Заметно сложнее другая задача. Как заменять эксплуатируемые коммутационные станции (аналоговые и цифровые) на оборудование, которое будет использовать пакетную технологию распределения информации? Речь идет о разработке стратегии NGNзации ТФОП (введем такой термин, подобный словам "цифровизация" и "АТМмизация"). Эти вопросы будут рассматриваться в четвертой главе монографии.

*Лицом к лицу лица не увидеть.
Большое видится на расстоянии.
(Сергей Есенин)*

3.6. Дополнительные аспекты модернизации ТФОП

3.6.1. План нумерации в российской ТФОП

3.6.1.1. Общие положения, касающиеся плана нумерации

Разработка оптимального плана нумерации ТФОП – одна из самых сложных задач, возникающих перед Операторами. Изменение плана нумерации связано с решением ряда организационных, экономических, технических и, в некоторых случаях, психологических задач. Модернизацию плана нумерации желательно осуществлять превентивно по отношению к общему процессу эволюции электросвязи. Это, в свою очередь, возможно при условии, что изменения, ожидаемые в системе электросвязи, прогнозируются с достаточной для практики точностью.

Основные особенности плана нумерации, используемого в российской ТФОП, были определены Администрацией связи СССР. Администрации связи большинства развитых стран стремились разрабатывать план нумерации, рассчитанный на несколько десятилетий. Некоторые Администрации даже декларировали период действия системы нумерации от 50 до 100 лет [203 – 205]. Развитие электросвязи – как с количественной, так и с качественной точек зрения – привело к тому, что за последние годы планы нумерации в развитых странах претерпели существенное изменение [204 – 210]. Аналогичные процессы характерны и для российской ТФОП.

Основные задачи изменений в планах нумерации российской ТФОП можно свести к совокупности следующих причин:

- ♦ интеграция с европейской и мировой инфокоммуникационной системами подразумевает внесение некоторых изменений в план нумерации;
- ♦ рост емкости некоторых ГТС стимулирует увеличение числа цифр, которые образуют местный номер, что порождает ряд проблем для сетей большой емкости [211];
- ♦ активное развитие сетей мобильной связи требует выделения значительного ресурса номерной емкости ТФОП;
- ♦ либерализация инфокоммуникационного рынка также означает выделение новым Операторам ресурса номерной емкости ТФОП;
- ♦ предоставление некоторых видов услуг ориентировано на негеографические коды [212], которые ранее не предусматривались;
- ♦ интеграционные процессы в электросвязи стимулировали разработку нового плана нумерации, известного по аббревиатуре ENUM [213].

Специальная комиссия Европейского сообщества разработала перспективный план нумерации [214], учитывающий те основные

требования, которые будут характерны для инфокоммуникационной системы начала XXI века. Из этих требований следует выделить особенности, существенные для развития плана нумерации в российской ТФОП:

- ♦ выход на автоматическую междугородную сеть (префикс доступа к АМТС) должен осуществляться набором цифры "0";
- ♦ выход на автоматическую международную сеть (префикс доступа к МЦК) должен осуществляться набором комбинации "00";
- ♦ для связи с оператором "Службы спасения" выделяется трехзначный номер "112";
- ♦ цифра "1" предназначена для нумерации информационно-справочных служб и некоторых видов услуг.

В настоящее время ни одно из этих требований российской ТФОП не выполняется. К этой проблеме мы еще вернемся, но сначала необходимо изложить основные принципы плана нумерации, действующего в России.

3.6.1.2. Действующий план нумерации

План нумерации, используемый в отечественной ТФОП, определяется рядом РД, которые были приняты Администрацией связи России. Основным документом считается "Система и план нумерации на сетях связи 7-ой зоны всемирной нумерации". Этот РД был утвержден в 1999 году [215]. Его название целесообразно прокомментировать. Во-первых, надо определить смысл словосочетания "система нумерации". Обычно оно указывает на некие базовые положения (например, закрытая и открытая системы нумерации в СТС, о которых мы будем говорить в этом параграфе). Во-вторых, в названии РД фигурируют слова "7-ая зона всемирной нумерации". Это связано с тем, что МСЭ выделил цифру "7" в качестве международного кода для связи с телефонной сетью бывшего СССР. В настоящее время цифра "7" используется для входящей международной связи с ТФОП России и республики Казахстан.

ТФОП России делится на зонные сети, каждой из которых выделяется код АВС (код автоматической междугородной связи). В качестве "А" не могут использоваться цифры "1" и "2"; на значения "В" и "С" ограничения не накладываются. Национальный номер абонента российской ТФОП состоит из десяти цифр – верхний фрагмент рисунка 3.85. Обычно его обозначают следующим образом: АВСаbxxxx. Код АВС "привязан" к территории субъекта Федерации. Поэтому его иногда называют географическим кодом нумерации. Большинству субъектов Федерации выделен один код АВС. Иногда один код АВС используется для города и области, даже если они являются самостоятельными субъектами Федерации.

Семизначный абонентский номер зонной сети состоит из двухзначного кода местной телефонной сети (или кода соты тысячной группы абонентов) и пятизначного номера абонента данной местной сети (или соответствующей соты тысячной группы). Эти компоненты семизначного номера принято обозначать латинскими буквами "ab" и "xxxxx" соответственно. В качестве индекса (префикса)

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | a | b | x | x | x | x | x |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

а) Национальный набор абонента российской ТФОП

| | | | | | |
|---|---|-----|---|---|---|
| o | y | или | o | y | z |
|---|---|-----|---|---|---|

б) Нумерация для входа к экстренным и информационно-справочным службам

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | E | F | d | e | x | x | x | x | x |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

в) Номер абонента для негеографического плана нумерации

Рисунок 3.85 Нумерация абонентов в российской телефонной сети

выхода на АМТС используется цифра "8". Для выхода на МЦК выделен двухзначный код "10", набираемый после индекса "8".

В ГТС используется закрытая пяти-, шести- или семизначная система нумерации. Термин "закрытая" означает, что в пределах ГТС число знаков набираемого номера всегда одинаково. Номера абонентов ГТС и СТС не могут начинаться с цифр "8" и "0", выделенных в качестве индексов (префиксов) выхода на АМТС и УСС соответственно. В СТС применяются: закрытая пятизначная нумерация, открытая нумерация без индекса выхода и открытая нумерация с индексом выхода. Перспективной считается закрытая пятизначная система нумерации, при которой номер абонента СТС всегда имеет вид "xxxxx". Код "ab" однозначно определяет СТС в зонной сети.

Все УАТС, подключаемые к коммутационным станциям ГТС или СТС, должны использовать план нумерации, принятый для соответствующей местной сети. В пределах УАТС может использоваться сокращенная нумерация. Выход абонентов УАТС в местную сеть рекомендуется осуществлять набором префикса "9".

Выход абонентов ГТС и СТС к экстренным службам ранее осуществлялся по двухзначным номерам (01 – при пожаре, 02 – милиция, 03 – скорая медицинская помощь, 04 – аварийная служба газовой сети). В конце 2003 года было принято логичное решение по объединению основных экстренных служб под эгидой Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС). Для общей службы выделен номер "01". Для информационно-справочных служб, доступ к которым осуществляется через УСС, обычно используют двух- или трехзначные номера – центральный фрагмент рисунка 3.85. Эти номера обозначены символами 0y и 0yz.

В таблице 3.14 приведены примеры нумерации при установлении различных видов соединений. Предполагается, что для СТС используется закрытая пятизначная система нумерации. План нумерации ГТС – семизначный.

Таблица 3.14

| Местоположение вызывающего абонента | Нумерация при вызове абонента или оператора-телефониста: | | | |
|-------------------------------------|--|----------------------------|--------------------------------|-------------------|
| | ГТС своей зонной сети | СТС своей зонной сети | ГТС или СТС другой зонной сети | УСС (МЧС) |
| МС в ГТС | abxxxxx | 8-2-abxxxxx | 8-ABC-abxxxxx | 01 |
| МС в СТС | 8-2-abxxxxx | xxxxx ¹⁾ | 8-ABC-abxxxxx | 01 |
| УАТС в ГТС | 9-abxxxxx | 98-2-abxxxxx ²⁾ | 98-ABC-abxxxxx ²⁾ | 901 ²⁾ |

Примечания:

1) Предполагается, что вызываемый абонент включен в одну из коммутационных станций этой же СТС.

2) Префикс "9" может не набираться, если такое решение приемлемо для используемой УАТС.

Таблица 3.14 – применительно к СТС – составлена для закрытой пятизначной системы нумерации. Некоторые типы координатных АТС, используемые в сельских сетях, поддерживают только открытые системы нумерации – с индексом выхода и без него [216]. В таких случаях используются специфические планы нумерации. Примеры открытой системы нумерации без индекса (префикса) выхода приведены в таблице 3.15. Входящая связь от абонентов других зональных сетей не имеет специфики (всегда набирается комбинация 8-АВСаbxxxxx). Поэтому нумерация для входящей связи в таблице 3.15 не приводится. Для внутривызовной связи вызывающий абонент набирает три цифры, а для межстанционной – пять. Абоненты ЦС для местной связи всегда набирают пять цифр, то есть используют закрытую систему нумерации. В качестве "х" может использоваться любая цифра.

Таблица 3.15

| Станция вызывающего абонента | Нумерация при вызове абонента или оператора-телефониста: | | |
|------------------------------|--|---------------------------|-----------|
| | Своей станции | ЦС или других станций СТС | УСС (МЧС) |
| ЦС всех типов | сxxxx ¹⁾ | сxxxx | 01 |
| УС всех типов | dxx ²⁾ | сxxxx | 01 |
| ОС всех типов | dxx | сxxxx | 01 |

Примечания:

1) В качестве "с" не должны использоваться цифры, с которых начинаются сокращенные номера (то есть с ≠ d).

2) Значения "с" и "d" не должны совпадать с цифрами "8" и "0".

Примеры открытой системы нумерации с индексом (префиксом) выхода приведены в таблице 3.16. Префикс выхода обозначен символом ПМ. Для внутривызовной связи вызывающий абонент набирает две или три цифры, а для межстанционной – пять (после индекса выхода). Абоненты ЦС для местной связи всегда набирают пять цифр, то есть используют закрытую систему нумерации. В качестве "х" может использоваться любая цифра.

Таблица 3.16

| Станция вызывающего абонента | Нумерация при вызове абонента или оператора-телефониста: | | |
|-------------------------------|--|---------------------------|-------------------|
| | Своей станции | ЦС или других станций СТС | УСС (МЧС) |
| ЦС всех типов | xxxxx | xxxxx | 01 |
| УС всех типов | xx, xxx или dxx | П _М xxxxx | П _М 01 |
| ОС первого типа ¹⁾ | xx или xxx | П _М xxxxx | П _М 01 |
| ОС второго типа ²⁾ | dxx | П _М xxxxx | П _М 01 |

Примечания:

1) К ОС первого типа относятся все типы сельских станций за исключением

АТСК-50/200М, АТСК-100/2000 и МС с программным управлением.
2) К ОС второго типа относятся АТСК-50/200М, АТСК-100/2000 и все МС с программным управлением.
3) В качестве первого знака сокращенного номера не должна использоваться цифра, выделенная для индекса P_M .

В конце XX века началось интенсивное развитие сотовых сетей и формирование платежеспособного спроса на некоторые услуги, поддерживаемые ИС. Это стимулировало введение негеографических кодов, которые обозначаются латинскими буквами DEF [215]. Такое обозначение подчеркивает их различие с географическими кодами ABC.

Каждый код DEF, выделенный Оператору сотовой сети, позволяет – теоретически – пронумеровать восемь миллионов пользователей. Существенно то, что эта емкость может распределяться по всей территории, границы которой определяются лицензией, выданной Оператору. Конечно, использованию плана нумерации с кодом DEF присущи недостатки, обусловленные специфическими особенностями российской ТФОП. Кроме того, многие абоненты предпочитают местный план нумерации. Операторы сотовых сетей – пока с помощью тарифной политики – регулируют соотношение абонентов, использующих различные планы нумерации.

Для услуг ИС и некоторых других приложений негеографический код DEF несет информацию, определяющую характер обслуживания вызова. Семь цифр, следующих за кодом DEF, интерпретируются как логический номер, который обычно никак не связан с местом включения в ТФОП какого-либо терминала. К этому вопросу мы еще вернемся в четвертой главе монографии при обсуждении концепции ИС.

3.6.1.3. Перспективный план нумерации

Перспективы развития плана нумерации целесообразно рассматривать, по крайней мере, с двух точек зрения. Во-первых, необходимо учитывать все те новые требования, которые формируются в процессе развития ТФОП. Они, как правило, отражаются МСЭ в рекомендации E.164 [217]. Во-вторых, целесообразно обратить внимание на новые виды связи, которые прямо или косвенно зависят от плана нумерации ТФОП и влияют на него.

На рисунке 3.86 показана структура международного номера, которая предложена в рекомендации МСЭ E.164. Эта структура сформирована в результате работ МСЭ по переходу к плану нумерации, который допускает использование пятнадцати знаков. Возможность обработки такого "длинного" номера обеспечивается эксплуатируемыми коммутационными станциями.

В верхней части рисунка показана структура международного номера для ранее упоминавшихся географических зон. Для России выделена одна цифра кода страны – семерка. Это означает, что национальный номер может достигать четырнадцати цифр. Напомним, что в настоящее время длина этого номера составляет десять цифр.



CC - код страны для географических зон
NDC - национальный код зоны
SN - номер абонента
N - число цифр в коде страны



CC - код страны для глобальных услуг
GSN - глобальный абонентский номер

Рисунок 3.86 Структура международного номера, рекомендованная МСЭ

В нижней части рисунка представлена структура международного номера для так называемых глобальных услуг (Global Services), о которых мы поговорим в последней главе монографии. Код страны в данном случае состоит из трех цифр. Максимальная длина глобального абонентского номера составляет двенадцать цифр.

Функциональные возможности, определенные в рекомендации МСЭ Е.164, можно считать перспективными для развития цифровой ТФОП. Для тех телефонных сетей, в которых эксплуатируется существенная доля аналоговых коммутационных станций, план нумерации, рекомендуемый МСЭ, не решает основных проблем. Это утверждение можно проиллюстрировать на примере шести задач модернизации плана нумерации российской ТФОП, сформулированных выше.

Первая задача — внесение некоторых изменений в план нумерации для интеграции с европейской и мировой инфокоммуникационными системами. Безусловно, важны все четыре изменения, перечисленные в параграфе 3.6.1.1, но приоритет следует отдать использованию общеевропейского номера "Службы спасения" — комбинации "112". В этом плане организация единой службы спасения с номером "01" может рассматриваться как промежуточное решение. Более того, некоторое время целесообразно использовать оба номера, чтобы абоненты привыкли набирать номер 112. Модель обслуживания тех вызовов, которые направляются в "Службу спасения", представлена на рисунке 3.87. Она иллюстрирует возможность выхода к соответствующему Call или Contact Center двумя путями.

Из коммутационного поля МС в УСС организуются два пучка СЛ. Так называемый "Нулевой" пучок обслуживает все вызовы, направляемые в УСС. В их число входят и вызовы, адресованные операторам "Службы спасения". Из УСС эти вызовы по пучку "112" поступают в соответствующий Call или Contact Center. В "Первом" пучке СЛ можно выделить направление (несколько каналов), которое обслуживает вызовы, направляемые в "Службу спасения". Эту группу каналов целесообразно включить в УСС, хотя можно организовать и прямое включение в Call или Contact Center.

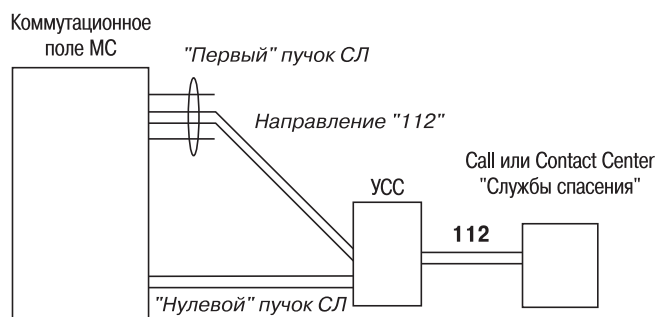


Рисунок 3.87 Модель обслуживания вызовов, направляемых в "Службу спасения"

Когда вызовы по номеру 01 прекратятся, то можно перейти к следующей фазе модернизации плана нумерации. Необходимо освободить цифру "1" для нумерации всех видов услуг. Этот процесс можно начать параллельно с работами по организации новой "Службы спасения" с доступом по номеру 112. Далее необходимо изменить план нумерации для всех услуг, доступ к которым осуществляется набором комбинаций "0у" и "0yz". В результате "освободится" цифра "0", которую можно задействовать в качестве префиксов выхода к АМТС и МЦК. Временно для междугородной и международной связи можно оставить старые префиксы выхода (8 и 10), действующие параллельно с комбинациями "0" и "00". Затем цифру "8" можно использовать в качестве первого знака местного номера.

Вторая задача — увеличение числа цифр местного номера. Для сетей с пяти- или шестизначной нумерацией решение этой задачи хорошо известно. Оно часто связано с большими затратами Оператора, но не вызывает серьезных проблем технического характера. Иная ситуация связана с ГТС, которая использует семизначную нумерацию. Первая отечественная сеть, для которой такая задача стала актуальной, — столичная ГТС. Результаты исследований, которые кратко изложены в [211], определили оптимальный сценарий модернизации плана нумерации ГТС в Москве. Он сводится к выделению для столицы России нескольких кодов АВС. В 2003 году были опубликованы официальные документы, в которых сообщалось, что предложенный сценарий начал воплощаться в жизнь.

Третья задача — расход номерной емкости, передаваемой Операторам сотовых сетей. Значительная часть деловых абонентов, пользующихся мобильной связью, по вполне понятным причинам предпочитают местные номера. В результате, во многих ГТС стал быстро "таять" запас номерной емкости. Простейший выход — переход к плану нумерации с большим числом знаков, но такое решение имеет ряд минусов. Другое решение заключается в ограничении ресурса местных номеров, передаваемых Операторам сотовых сетей. Это означает, что большинство абонентов будут использовать номера, называемые федеральными. Их можно представить комбинацией DEFabxxxx. Коды DEF выделены всем Операторам сотовых сетей. Местный номер представлен в "старой" форме. Это объясняется тем, что (по крайней мере, в настоящее время) абоненту, имеющему местный номер, можно позвонить, используя оба кода — DEF и АВС. Использование федеральных номеров также имеет ряд недостатков. В частности, проблематично установление входящего соединения абонентами ГТС и СТС.

Четвертая задача — выделение новым Операторам ресурса номерной емкости ТФОП. С точки зрения расхода номерной емкости последствия можно считать теми же, что и в предыдущем случае. Правда, Операторы — в отличие от ситуации с рынком сотовой связи — будут иметь запас во времени для оптимального решения

возникающих проблем. Вряд ли процесс либерализации местной связи приведет к резкому росту соответствующего рынка.

Пятая задача — формирование рынка услуг, для которых должны быть выделены негеографические коды. С точки зрения ресурса этих кодов серьезных проблем, скорее всего, не будет. В седьмой зоне, выделенной России и республике Казахстан, остался достаточный запас кодов для негеографической нумерации. Сложности могут возникать (еще один возможный перевод слова "mapping") между номерами в ТФОП и в других сетях. В частности, упоминаются номера мобильных телефонов, факсимильных аппаратов, терминалов системы ПРВ, а также адреса Internet и электронной почты [213]. Эту задачу стоит рассмотреть более детально.

Шестая задача — введение нового плана нумерации, определяемого концепцией ENUM. Эта аббревиатура образована из слов tElephone NUmber Mapping, которые можно перевести как преобразование телефонного номера. Речь идет о правилах установления соответствия (еще один возможный перевод слова "mapping") между номерами в ТФОП и в других сетях. В частности, упоминаются номера мобильных телефонов, факсимильных аппаратов, терминалов системы ПРВ, а также адреса Internet и электронной почты [213]. Эту задачу стоит рассмотреть более детально.

Попытка унификации различных номеров (и адресов), используемых одним абонентом, предпринимается не впервые. В концепции "Универсальная персональная связь", разработанной МСЭ, также предполагается использование единого номера для различных видов связи [218]. Правда, эта концепция создавалась до активной экспансии Internet. Поэтому в ней не нашли отражение современные варианты отображения номеров, назначаемых абонентам ТФОП в соответствии с рекомендацией МСЭ E.164, в доменные имена сети Internet. Для этой цели подходит система доменных имен — DNS.

Здесь необходимо сделать небольшое терминологическое отступление, связанное с рядом понятий, которые порождены сетью Internet. В предыдущих разделах третьей главы в основном использовались термины, присущие телефонии. Для анализа технологии ENUM приходится оперировать терминами, характерными для сети Internet. Саму идею Internet мы будем обсуждать в четвертой главе монографии, а некоторые термины придется изложить в этом параграфе. Для перевода терминов на русский язык были использованы различные словари (в том числе, — электронные), а также монографии [112, 133, 192, 219]. Все приведенные ниже термины отражают точку зрения автора, то есть не претендуют на объективность. Более того, трактовка большинства понятий дана с точки зрения телефонии.

В первую очередь, необходимо определить: что такое Internet? В технической литературе можно встретить различные трактовки этого феномена. С некоторыми из них можно согласиться, другие не выдерживают никакой критики. В этом параграфе уместно следующее определение: Internet — это глобальная сеть компьютерных

и информационных ресурсов с коллективным доступом на основе использования единой стандартной схемы адресации. Итак, выбрано определение, в котором фигурируют важные слова с точки зрения плана нумерации.

Второй часто встречающийся термин скрывается под аббревиатурой WWW (World Wide Web). Иногда – в качестве иного сокращения – используется слово Web. Под WWW – дословно всемирная паутина – обычно подразумевают совокупность гипертекстовых и иных документов, доступных по всему миру через сеть Internet. Иногда WWW рассматривают как глобальную систему гипертекстовой связи. Гипертекст (hypertext) – многоуровневый способ представления информации при помощи связей между документами.

Третий термин, существенный для вопросов нумерации, – унифицированный указатель информационного ресурса. Он известен пользователям Internet по аббревиатуре URL (Uniform Resource Locator). URL представляет собой стандартизованную строку символов, указывающую на местонахождение документа в сети Internet.

Четвертое важное понятие связано с доменными именами. В технической литературе встречается аббревиатура DNS, которая служит сокращением для двух терминов: сервер доменных имен (Domain Name Server) и система доменных имен (Domain Name System). Задача сервера, в качестве которого используется служебный компьютер, состоит в том, чтобы перевести имена компьютеров, представленных в доменных записях, в IP адреса. Задача программы установить соответствие между IP адресами и текстовыми именами. Словосочетание Domain Name System чаще переводят как служба доменных имен. Мне представляется, что перевод слова "system" как "программа", что является возможным переводом в современном английском языке, точнее отражает смысл функций DNS.

IP адрес состоит из четырех байтов. Он состоит из набора цифр, то есть формально похож на номер абонента ТФОП. Практически все пользователи Internet оперируют символьными доменными именами. В качестве примера можно назвать тот адрес, по которому можно найти дополнительные материалы к монографии – <http://www.teleinfo.ru>. Система доменных имен преобразует их в IP адреса.

Теперь, когда введены основные понятия, вернемся к концепции ENUM, акцентируя основное внимание на те новые возможности, которые получают потенциальные клиенты инфокоммуникационной системы. ENUM дает пользователям возможность, набрав в окне Web-браузера (средство просмотра информации в сети Internet) номер телефона, найти соответствующий идентификатор URL, адреса IP или электронной почты [220]. Способ входящей связи абонент может выбирать, указывая вид терминала, который – в данное время или для конкретного вызова – будет участвовать в соединении [221]. Кстати, такая возможность была предусмотрена и в концепции "Универсальная персональная связь" [218].

Концепция ENUM в настоящее время дорабатывается

совместными усилиями IETF и МСЭ. Это позволит учесть интересы всех заинтересованных сторон. Безусловно, такая возможность подразумевает принятие компромиссных решений. Правда, для конечных пользователей процедуры установления соединений остаются сравнительно простыми.

Правила преобразования номеров ТФОП в IP адреса хорошо изложены в [213]. Мы остановимся на заключительной фазе этого процесса. Например, номеру +7 (812) 315-4873 (Центральный музей связи имени А.С. Попова в Санкт-Петербурге) будет соответствовать следующий IP адрес: 3.7.8.4.5.1.3.2.1.8.7.e164.агра. Очевидно, что правила преобразования достаточно просты. Цифры международного номера записываются в противоположном порядке — начиная с последней. Это отражает принцип формирования доменных имен. В отличие от кода страны в ТФОП (первая цифра номера) в IP адресе аналогичные данные приводятся в самом конце. В частности, международные номера абонентов российской ТФОП начинаются с цифры "7", а домен "ru", также свидетельствующий о регистрации URL в нашей стране, помещается в самом конце IP адреса. МСЭ выделил домен "e164.агра" для номеров всемирной телефонной сети. Обозначение "e164" указывает на рекомендацию МСЭ, которая посвящена плану нумерации в ТФОП.

3.6.2. Принципы использования УАТС в ГТС и в СТС

Более пятидесяти лет УАТС была основным элементом системы производственной связи. Традиционно УАТС – аналоговые, а потом и цифровые – были ориентированы на услуги телефонной связи [222]. Интересна классификация терминального оборудования, которая используется Операторами ТФОП в Северной Америке [223]:

- ♦ ТА, модемы, а также дополнительные устройства (автоответчики, средства автоматического набора и прочие);
- ♦ клавишные системы телефонной связи (Key Telephone Systems – KTS);
- ♦ УАТС.

Это означает, что УАТС рассматривается Оператором как один из возможных видов терминального оборудования. Такая трактовка совпадает с моделью МСЭ, предложенной для ГИИ, – рисунок 3.88. Подобная модель уже приводилась в первой главе монографии.

Действительно, и простой ТА, и сколь угодно сложная УАТС представляют собой один элемент инфокоммуникационной системы – сеть в помещении пользователя. В ряде старых публикаций на английском языке можно найти иное общее название – extension. Перевод этого термина зависит от рассматриваемых аспектов функционирования сети. Если речь идет о тракте обмена информацией, то можно говорить о некоем его "продолжении" в той сети, которая размещается в помещении пользователя. При анализе плана нумерации термин "extension" лучше переводить как расширение. Теперь термин "extension" чаще переводится как дополнительный ТА.

Интересно, что классификация терминального оборудования, которая используется Операторами ТФОП в Северной Америке, связана также с правами собственности. Терминалы, установленные в жилищах, обычно принадлежат абонентам – физическим лицам, которые заключили официальный договор с Оператором ТФОП. УАТС – обычно собственность юридического лица, также заключившего официальный договор с Оператором ТФОП.

В некоторых случаях отдельные виды терминального оборудования выдаются бесплатно во временное пользование. Например, во Франции к 1995 году у абонентов находилось около 7 млн. терминалов Minitel [224], реализующих функции справочных систем типа Videotex [225]. Это оборудование Оператор устанавливал всем желающим бесплатно, получая дополнительные доходы за счет роста абонентской нагрузки. В настоящее время во всем мире популярна иная форма предоставления ресурсов сложного и дорогостоящего терминального оборудования (включая УАТС) – аутсорсинг [226].

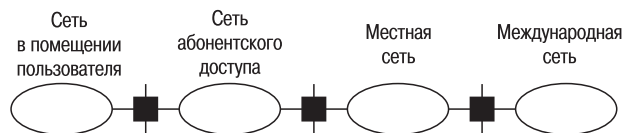


Рисунок 3.88 Иерархические уровни в телефонной сети

Об этом мы поговорим в четвертой главе монографии, но в этом параграфе будут изложены специфические аспекты аутсорсинга для организации производственной связи – услуги CENTREX [45, 227].

Клавишные системы телефонной связи (KTS), упомянутые в начале этого параграфа, в отечественной технической литературе обычно называются мини-АТС или АТС малой емкости, малые УАТС [228 – 231]. Системы KTS, по выполняемым ими функциям, следует отнести к УАТС. Включение этих УАТС осуществляется по двухпроводным линиям в АК местных коммутационных станций – верхний фрагмент рисунка 3.89. Далее рассматриваются варианты включения УАТС в цифровые коммутационные станции, что представляется более перспективным решением по ряду очевидных соображений.

УАТС1, представляющая собой – в используемой модели – систему KTS, не должна иметь емкость свыше 128 номеров [228]. Характерная особенность систем KTS – способ установления входящих соединений. Включение в АК не позволяет автоматически – без использования (как правило, нестандартных) ухищрений – устанавливать соединение с требуемым абонентом. Входящие вызовы, в зависимости от плана нумерации УАТС1 и принципов работы учреждения, могут обслуживаться различными способами:

- ♦ на звонок отвечает оператор (секретарь) или любой сотрудник, на рабочем месте которого установлен ТА;
- ♦ вызывающий абонент получает инструкции от автосекретаря (встроенного в УАТС или внешнего);
- ♦ используется процедура непосредственного доступа к абоненту УАТС, более известная по аббревиатуре DISA.

Второй и третий способы обслуживания входящего трафика подразумевают набор дополнительных цифр. Этот набор должен осуществляться в тоновом режиме (частотным способом).

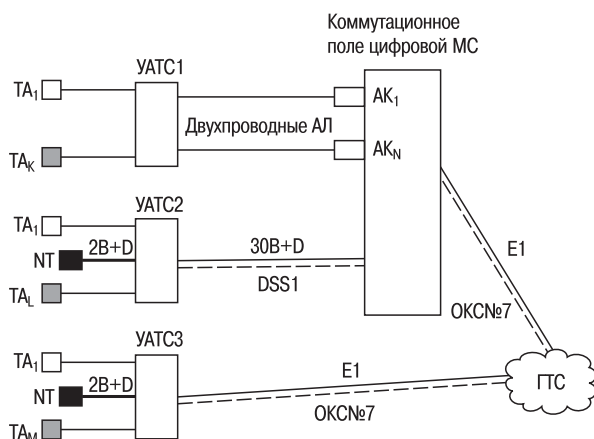


Рисунок 3.89 Основные варианты включения УАТС в местные телефонные сети

На рисунке 3.89 показано включение двух типов терминалов в УАТС1. Первый тип (он показан в качестве TA_1) – аналоговый двухпроводный терминал, который может включаться в любые коммутационные станции. Второй тип терминалов (он показан в качестве TA_K) обычно называется "системным". Это определение указывает на тот факт, что терминал предназначен для работы не со всеми коммутационными станциями. Он может быть четырехпроводным (аналоговым или цифровым) и использоваться для связи с коммутационной станцией специфическую систему сигнализации. Кроме того, почти все "системные" терминалы имеют дополнительные кнопки для доступа к ДВО, дисплеи и прочие атрибуты.

"Системные" терминалы используются во многих видах УАТС. На рисунке 3.89 эти терминалы показаны и для УАТС2 (TA_L), и для УАТС3 (TA_M). Основное различие в способах включения для трех типов УАТС объясняется их емкостью. Практически всегда справедливо следующее неравенство: $M > K > L$.

УАТС2, помимо обычных и "системных" терминалов, обеспечивает подключение оконечных устройств ЦСИО по стыку 2B+D. В этом случае включение в цифровую МС осуществляется по стыку 30B+D, а система сигнализации должна соответствовать спецификации DSS1; допускается применение стандарта QSIG [8]. Возможны и другие варианты интерфейса и систем сигнализации. Существенно то, что каждому терминалу, имеющему право выхода в ТФОП, присваивается собственный номер той местной сети, в границах которой расположена УАТС2. Входящая связь к такому терминалу из местной телефонной сети устанавливается автоматически без участия оператора.

Вариант включения, показанный в средней части рисунка 3.89, может быть реализован при емкости УАТС менее 6000 номеров [228]. В данном случае учитываются лишь те терминалы, которые имеют право выхода в ТФОП. Если численность терминалов с правом выхода в ТФОП превышает 6000, то УАТС включается на правах РАТС – нижний фрагмент рисунка 3.89. Для связи с другими коммутационными станциями и узлами ГТС используются тракты E1. Передача сигналов управления и взаимодействия осуществляется по ОКС.

Каковы побудительные мотивы использования УАТС? Они заметно изменились с момента установки первых – тогда еще ручных – станций. Рассмотрим рисунок 3.90. Он поможет ответить на этот вопрос с точки зрения минимизации расходов на телефонную связь.

Слева показан простейший вариант организации телефонной связи. Если в компании необходимо установить N терминалов, то она может запросить Оператора местной сети выделить ей такое же количество номеров. УАТС в этом случае не используется. Затраты компании складываются из разовой установочной платы (C_N) за N двухпроводных (или организованных иным способом) АЛ

и ежемесячных платежей (C_M). Величина этих платежей для местных соединений определяется соответствующей нагрузкой. До введения повременной системы оплаты за местные соединения величина C_M была фиксированной, но периодически пересматривалась Оператором (особенно активно после 90-х годов). Для внутрипроизводственной связи сотрудники компании должны набирать полный местный номер.

Справа представлен другой вариант организации телефонной связи. Компания приобретает и устанавливает УАТС, что связано с некими затратами – C_0 . Кроме тех ТА, которые имеют право выхода в ТФОП, можно подключить еще Z терминалов, лишенных такой возможности, но весьма полезных с точки зрения бизнес-процессов компании. Емкость УАТС, таким образом, составляет $(N+Z)$ терминалов. Теперь для выхода в ТФОП необходимо V линий (пучок СЛ). Емкость пучка СЛ определяется, в основном, трафиком на выходе и входе УАТС. Обычно число СЛ в несколько раз меньше численности ТА, имеющих право выхода в ТФОП; иногда – на порядок. Плата за одну СЛ – даже без повременного учета стоимости местных соединений – выше, чем за одну АЛ. С другой стороны, плата за пучок из V линий (C_V) всегда меньше, чем аналогичные расходы за N АЛ. Для внутрипроизводственной связи сотрудники компании набирают сокращенный (двух-, трех-, четырех- или пятизначный) номер. Признаком выхода в ТФОП служит префикс, в качестве которого рекомендуется цифра "9".

Используя стандартные методики экономического анализа, несложно оценить саму целесообразность приобретения УАТС, а также определить важные для компании показатели (например, срок окупаемости затрат на приобретение аппаратно-программных средств, эксплуатационные расходы на их поддержку). Такой расчет долгое время мог считаться достаточным условием для принятия решений по использованию УАТС. Дело в том, что первые УАТС – в отличие, кстати, от ручных станций – не поддерживали никаких ДВО. Обслуживание исходящего и, тем более, входящего трафика оператором позволяло существенно повысить эффективность телефонных соединений. В качестве примера можно назвать гостиничные УАТС, в большинстве которых входящий трафик всегда обслуживается операторами. Многие ДВО цифровых АТС направлены на



Рисунок 3.90 Два варианта организации телефонной связи для абонентов делового сектора

то, чтобы приблизить обслуживание трафика к тому уровню, который характерен для систем, функционирующих с участием оператора.

Многие дополнительные услуги, присущие современным УАТС, поддерживаются цифровыми коммутационными станциями, в которых реализованы функции CENTREX. Эти функции позволяют создавать своего рода виртуальные УАТС без установки в помещении компании соответствующих аппаратно-программных средств. Это означает, что компания будет платить за поддержку функций CENTREX. Зато можно сэкономить на оборудовании УАТС и – что в некоторых случаях весьма важно – на эксплуатационных расходах.

В первой главе монографии уже упоминалось о практике одного из Операторов ТФОП в Гонконге по стимулированию услуг CENTREX. В частности, в гостиницах установлены выносные концентраторы вместо УАТС. Естественно, что все функции технической эксплуатации осуществляются Оператором ТФОП. Тарифная политика и уровень сервиса таковы, что владельцу гостиницы действительно выгодно использовать функциональные возможности CENTREX, а не приобретать собственную УАТС.

Некоторые Операторы поддерживают услуги CENTREX в пределах местной сети, что выгодно тем компаниям, которые расположены на нескольких разнесенных друг от друга площадках. Альтернатива услугам CENTREX – создание сети, объединяющей УАТС. Построение таких сетей может осуществляться различными способами. Можно выделить два характерных варианта построения сетей УАТС. Первый вариант основан на аренде транспортных ресурсов у Оператора ТФОП и/или построении собственных линий передачи.

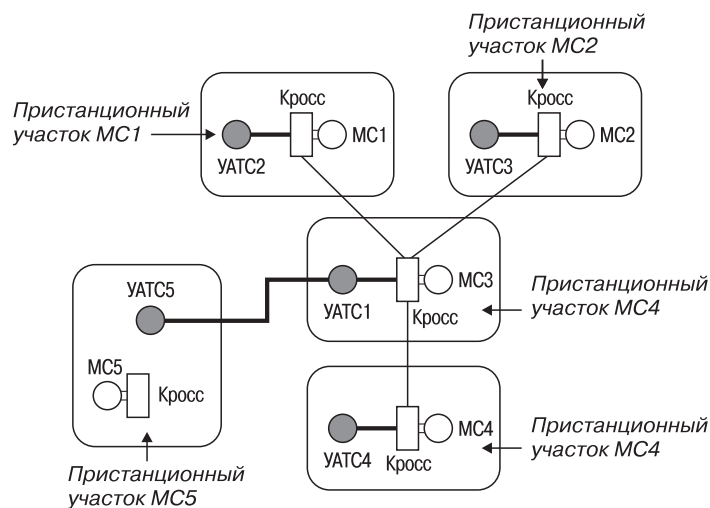


Рисунок 3.91 Построение сети, состоящей из пяти УАТС

Такое решение для пяти УАТС показано на рисунке 3.91. Вторым вариантом основан на идее VPN (виртуальная частная сеть). Этот вариант будет рассматриваться в четвертой главе монографии.

Каждая из пяти УАТС расположена в границах пристанционного участка разных МС. Необходимо организовать сеть УАТС с единой системой нумерации. Главной станцией вновь создаваемой сети становится УАТС1, расположенная в одном из офисов компании. Выбор офиса обычно определяется местом размещения руководства компании. Другие четыре УАТС размещены в филиалах компании. Главная станция обеспечивает выход всем абонентам сети производственной связи в ТФОП.

Предполагается, что УАТС2, УАТС3 и УАТС4 могут быть связаны со своей главной станцией за счет арендованных линий. Эти линии проходят через кроссы трех МС. Следует подчеркнуть, что УАТС2, УАТС3, УАТС4 и УАТС5 не связаны с МС, которые находятся с ними в границах одного пристанционного участка. Таким образом, связь этих четырех УАТС с главной станцией осуществляется по арендованным линиям, которые состоят из трех фрагментов:

- ♦ тракт до кросса ближайшей МС;
- ♦ тракт между кроссами двух МС;
- ♦ тракт от кросса МС3 до УАТС1.

Допустим, что между МС3 и МС5 нет возможности арендовать транспортные ресурсы. Это означает, что компания организует собственный цифровой тракт между УАТС1 и УАТС5.

В результате формируется звездообразная сеть УАТС, в центре которой находится главная станция. Для обеспечения высокой надежности такой сети еще одна УАТС может выполнять функции резервной головной станции. Задача построения сети УАТС не так проста, как может показаться. Мы рассмотрели весьма простую модель. Ряд проблем возникает также с точки зрения технической эксплуатации сети УАТС [232].

Развитие бизнес-процессов большинства компаний привело к тому, что многие ДВО и новые функциональные возможности УАТС стали действительно востребованы. В это время УАТС стали использовать программное управление, а также цифровые технологии для передачи, обработки и распределения информации. УАТС стали заметно различаться по перечню функциональных возможностей, что отразилось на стоимости оборудования. В [233] приведены цены на порт для двух модификаций УАТС, которые различаются почти в три раза. Это вызвано тем, что в более дорогой модификации УАТС реализованы система голосовой почты, возможность включения беспроводных терминалов, которые соответствуют стандарту DECT, обеспечивается бесперебойное электропитание. Поэтому сравнение различных типов УАТС без анализа их функциональных возможностей нельзя считать корректным.

В конце этого параграфа целесообразно привести ряд соображений, касающихся основных направлений эволюции УАТС.

Соответствующие процессы определяются теми перспективными требованиями, которые предъявляют потенциальные клиенты к системе производственной связи, и общими направлениями развития инфокоммуникационной системы.

В разделе 3.2 упоминался термин "triple-play services" [15], означающий три вида услуг: речь, данные и видеоинформация. Их можно рассматривать как некие векторы развития системы производственной связи. Кроме того, необходимо учитывать еще один вектор эволюции "triple-play services" – поддержку мобильности. Для речевых услуг мобильность рассматривается с двух точек зрения. Мобильность терминала может обеспечиваться использованием терминалов DECT, а также установкой GSM шлюзов. Персональная мобильность поддерживается за счет использования различных ДВО. Для обмена данными мобильность чаще всего обеспечивается за счет различных систем беспроводного доступа, среди которых заметная роль отводится технологии Wi-Fi [151].

Понятно, что для экономичной поддержки услуг, касающихся обмена речью, данными и видеоинформацией, целесообразно использовать аппаратно-программные средства, которым свойственна разумная интеграция технических решений. В некоторых публикациях для обозначения таких аппаратно-программных средств используется новое название – коммуникационный сервер [234].

Интеграция в системах производственной связи – также как и в сетях общего пользования – осуществляется на основе IP технологии. Изменение технологической базы, в значительной мере, было продиктовано логикой развития производственной связи. Иными словами, IP технология в сетях, которые расположены в помещении пользователя, начинает применяться для оптимального решения задач по обслуживанию клиентов производственного сектора. Такой вывод позволяет представить основные движущие силы, определяющие переход к IP технологии, – рисунок 3.92.

С одной стороны (элемент "Сеть в помещении пользователя") IP технология нужна для эффективной организации всей системы производственной связи. С другой стороны (элемент "Междугородная сеть") выбор IP технологии целесообразен для экономичного обслуживания трафика дальней связи. Другие элементы инфокоммуникационной системы испытывают давление с двух сторон, что стимулирует изменение технологической базы. Эти соображения нам пригодятся в четвертой главе для разработки сценариев перехода к NGN и их анализа.

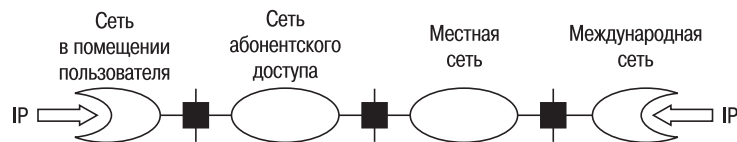


Рисунок 3.92 Основные движущие силы, определяющие переход к IP технологии

3.6.3. Взаимодействие ТФОП с другими сетями

Название этого параграфа допускает различную интерпретацию. Дело в том, что слова "взаимодействие сетей" применяется к различным аспектам функционирования инфокоммуникационной системы. Для того, чтобы определить перечень рассматриваемых вопросов, целесообразно привести классификацию задач взаимодействия. Весьма удачной мне представляется классификация, предложенная в [235]. Она приведена на рисунке 3.93 в несколько адаптированном виде с учетом особенностей ТФОП.

Проблемы преемственности услуг очень существенны для абонентов. Кроме того, преемственность услуг влияет на конкурентоспособность Операторов. Примером может служить взаимодействие абонентов двух сетей, первая из которых не поддерживает даже самых простых ДВО, а вторая способна предоставить множество самых современных услуг. Если в точке сопряжения этих двух сетей (или в другом месте) не используются дополнительные аппаратно-программные средства, то никакие новые возможности абонентам не доступны. Для абонентов, включенных в первую сеть, обычно устанавливаются более высокие тарифы. Естественно, что у многих из них складывается впечатление о невысоком уровне обслуживания в сети Оператора.

Преемственность по услугам – по крайней мере, частично – может быть обеспечена за счет упомянутых выше дополнительных аппаратно-программных средств. Например, установка устройств, осуществляющих преобразование текста в речи (text – to – speech), позволит абонентам телефонной сети, которая построена на электромеханических АТС, пользоваться рядом современных инфокоммуникационных услуг.

Для преемственности услуг важна также идентичность процедур, которые должен выполнять абонент. Например, заказ одного и того же ДВО целесообразно унифицировать для всех сетей вне зависимости от статуса Оператора.

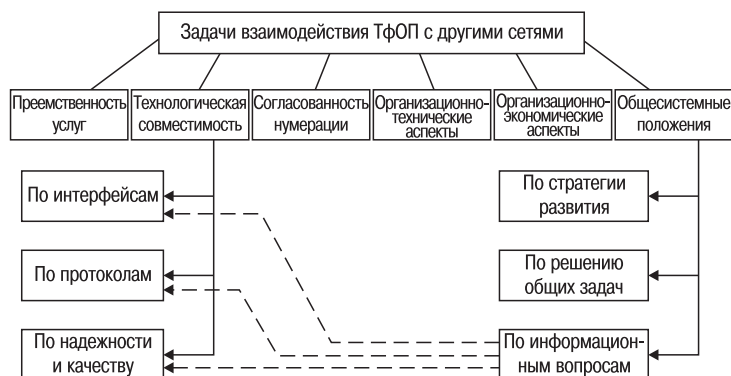


Рисунок 3.93 Классификация задач взаимодействия ТФОП с другими сетями

Для технологической совместимости на рисунке 3.93 выделены три направления. В [235] они определены аналогично требованиям рекомендаций МСЭ серии I.500 [236, 237]. В этих рекомендациях используется модель межсетевого взаимодействия, показанная на рисунке 3.94. В левой части рисунка изображена ТФОП, а в правой части – сеть, которой присвоено условное название "X". Между взаимодействующими сетями определен стык, которому в рекомендациях МСЭ серии I.500 присвоено название K_X [237]. Для этой точки определяются функции взаимодействия сетей, известные по англоязычной аббревиатуре IWF (Interworking Functions).

Словосочетание "совместимость по интерфейсам" чаще всего употребляется для трактов, связывающих две сети. В современной сети телефонной связи, как правило, используются транспортные ресурсы, в которых создаются тракты E1. Именно такие тракты включаются в коммутационное поле цифровых станций ТФОП. Поэтому для ТФОП точка K_X обычно определяет параметры стандартного тракта ЦСП с пропускной способностью 2048 кбит/с.

Выражение "совместимость по протоколам" для ТФОП эквивалентно термину "взаимодействие систем сигнализации". Этот аспект технологической совместимости – с учетом особенностей российской ТФОП – подробно рассматривается в [238]. Там же можно найти и другие материалы, касающиеся систем сигнализации. В этой монографии подобные вопросы не рассматриваются.

Последнее направление, относящееся к технологической совместимости, включает аспекты надежности и качества. Понятно, что соответствующие показатели, которые определены для обеих взаимодействующих сетей, должны быть подобными. Если в одной из сетей будут часто происходить отказы или создаваться чрезмерные помехи, то связь абонентов станет неприемлемой. Идеальное функционирование второй сети не исправит положение. Аспекты надежности и качества очень важны для нормальной работы любой инфокоммуникационной системы. Поэтому данные вопросы (применительно к ТФОП) рассматриваются отдельно, в следующем параграфе.

Вопросы согласованности нумерации изложены в параграфе 3.6.1. Организационные аспекты, технические и экономические, – четвертый и пятый блоки на рисунке 3.93 – связаны с вопросами географической доступности, мобильности, аренды транспортных ресурсов, тарифной политики и рядом других проблем [235]. Эти вопросы можно считать предметом переговоров между

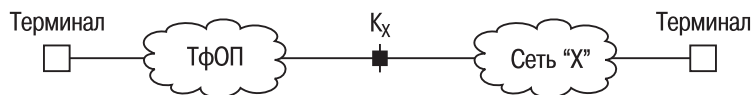


Рисунок 3.94 Модель межсетевого взаимодействия, используемая МСЭ

Операторами. Мы не будем на них останавливаться, а более подробно рассмотрим общесистемные положения взаимодействия. Как отмечено в [235], эти положения наименее проработаны, а они становятся все более важными для эффективного развития инфокоммуникационной системы. Общесистемные положения разделены на три направления.

Взаимодействие по стратегии развития подразумевает некую общность целей тех видов сетей, которые должны взаимодействовать друг с другом. В некотором смысле взаимодействие по стратегии развития охватывает все предыдущие блоки, показанные на рисунке 3.93. Отличие состоит в том, что речь идет о перспективных решениях, которые повлияют на эффективность взаимодействия сетей в ближайшее время или в отдаленной перспективе.

Взаимодействие по решению общих задач включает, в свою очередь, несколько направлений. Во-первых, существует совокупность элементов, обычно относящаяся к инфраструктуре сети, которую целесообразно развивать всем Операторам вместе или, по крайней мере, тщательно координировать свои действия. Во-вторых, либерализация инфокоммуникационного рынка требует пересмотра принципов взаимодействия между Операторами, что подразумевает проведение сложных переговорных процессов. Эти проблемы в настоящее время обсуждаются ВТО, МСЭ и другими международными организациями [239]. В-третьих, речь идет о проведении серьезных исследований, для которых необходимы значительные финансовые ресурсы.

Взаимодействие по информационным вопросам представляет особый интерес. Это объясняется возрастающей ролью информационных ресурсов в экономике, что отражается на требованиях к телекоммуникационным сетям. Эти требования, в простейшем случае, влияют на технологическую совместимость, что показано пунктирными стрелками в нижней части рисунка 3.93. Более сложные вопросы связаны с принципами сбора, хранения, обработки, защиты информации, а также с соответствующими экономическими аспектами.

3.6.4. Качество обслуживания ТФОП

3.6.4.1. Основные термины

Словосочетание "качество обслуживания" часто встречается в отечественной технической литературе. Не реже оно попадает в публикации на английском языке (Quality of Service – QoS). Авторы книг, статей и официальных документов на обоих языках употребляют эти слова при описании различных аспектов функционирования телефонных сетей. Ряд специалистов руководствуется рекомендацией МСЭ E.800 [240], которая посвящена терминологии в области качества обслуживания. Правда, переводы этой рекомендации часто разнятся между собой. Ряд терминов, используемых в этом параграфе, был предложен В.А. Соколовым, чье знание обоих языков – русского и английского – представляется мне лучшим среди коллег, работающих в области связи. Безусловно, речь идет о людях, с которыми я знаком.

Относительно перевода терминов следует сказать еще пару слов. В документах МСЭ термины приводятся на английском, французском и испанском языках. В некоторых случаях целесообразно анализировать не только вариант текста на английском языке. Дело в том, что в ряде ИК терминологией занимаются специалисты, для которых родным языком является французский или испанский. Не исключено, что в таких случаях более точный смысл содержится в терминах, приведенных не на английском языке.

Рекомендация E.800 разработана более десяти лет назад. Последние изменения были приняты МСЭ в 1994 году. Это означает, что предлагаемые термины считаются многими организациями, участвующими в работе МСЭ, устоявшимися. Термины, содержащиеся в рекомендации МСЭ E.800, применимы ко всем телекоммуникационным услугам и ко всем видам оборудования, которое используется в сетях электросвязи.

Основным понятием считается качество обслуживания. Оно рассматривается МСЭ как результат совместного проявления характеристик обслуживания. Этот результат определяет степень удовлетворенности пользователя предоставленной ему услугой. Вместе с тем, МСЭ не рекомендует использовать термин "качество обслуживания" ни для сравнительной оценки, ни для каких-либо количественных соотношений.

На рисунке 3.95, заимствованном из рекомендации E.800, показана модель, которая определяет компоненты качества обслуживания и их взаимные связи. Пунктирная линия делит рисунок на две части. В верхней части показаны основные характеристики качества обслуживания. Качество работы сети иллюстрируется в нижней части модели. Во всех блоках указаны только названия на русском языке. В тексте после рисунка 3.95 приведены термины и на языке оригинала, что позволит читателю – при желании – сделать собственный перевод.

Большинство пользователей не представляют себе ни принципы Операторской деятельности, ни работу инфокоммуникационной системы. Они, используя терминалы, считают, что обращаются к некому Поставщику инфокоммуникационных услуг. Степень удовлетворенности уровнем обслуживания может оцениваться такими характеристиками:

- ♦ обеспечение обслуживания (service support);
- ♦ управляемость обслуживания (service operability);
- ♦ возможности обслуживания (serveability);
- ♦ безопасность обслуживания (service security).

Характеристики обеспечения обслуживания отражают способность Оператора предоставить услуги и способствовать их использованию. Характеристики управляемости обслуживания оценивают удобство и простоту пользования услугами. Возможности обслуживания, в свою очередь, делятся на три группы, для которых в рекомендации МСЭ E.800 предлагаются такие характеристики:



Рисунок 3.95 Модель МСЭ, объясняющая термины в области качества обслуживания

- ♦ доступность услуг (service accessibility);
- ♦ непрерывность обслуживания (service retainability);
- ♦ полноценность обслуживания (service integrity).

Характеристики доступности услуг оценивают возможность их получения (с заранее специфицированными допусками и с соблюдением других заданных условий) по запросу пользователя. Характеристики непрерывности обслуживания определяют возможность пользования полученной услугой с заданными атрибутами в течение запрошенного интервала времени. Характеристики полноценности обслуживания – меры того, что обслуживание, будучи полученным, происходит без значительного ухудшения.

Характеристики безопасности отсутствовали в прежней редакции рекомендации МСЭ E.800. Они связаны со следующими аспектами функционирования сети связи: несанкционированный мониторинг, жульническое использование, злонамеренное повреждение, неправильное применение, ошибка человека, стихийное бедствие.

Все перечисленные выше характеристики обслуживания зависят от качества работы сети, а также от ее функциональных возможностей. Соответствующие связи показаны на рисунке 3.95.

Характеристики начисления платы (Charging Performance) оцениваются проще, чем в ряде других международных документов. Они определяются как вероятность корректного начисления платы с точки зрения вида связи, пункта назначения, времени суток и длительности соединения.

Характеристики пропускной способности (Trafficability Performance) определяют способность технических средств с известными свойствами обслуживать трафик с определенными параметрами. Эти характеристики разделены на три группы. Термины для первой группы – "Ресурсы и оборудование" – еще не определены. МСЭ считает, что соответствующая работа должна быть выполнена в ближайшее время.

Во вторую группу, названную "Работоспособность" (Dependability), входят такие характеристики:

- ♦ готовность (availability) – способность технического средства быть в состоянии выполнять требуемые функции в данный момент времени, или в любой момент внутри заданного интервала времени (при наличии соответствующих внешних ресурсов, если они необходимы);
- ♦ надежность (reliability) – способность технического средства выполнять требуемые функции при заданных условиях в течение определенного интервала времени;
- ♦ восстанавливаемость (maintainability) – пригодность технического средства к тому, чтобы в установленных условиях его использования техническое обслуживание, проводящееся с применением установленных процедур и ресурсов, обеспечивало поддержание или восстановление такого состояния этого средства, в котором оно может выполнять требуемые функции;

- ♦ обеспеченность техобслуживания (maintenance support) – способность Оператора, при заданных правилах технического обслуживания, предусмотреть и, если нужно, задействовать ресурсы, необходимые для поддержания работоспособности определенного технического средства.

К третьей группе относятся характеристики передачи (Transmission Performance). Они определяются как уровень воспроизведения сигнала, переданного через систему связи, которая находится в работоспособном состоянии, при заданных условиях. В рекомендации МСЭ E.800 выделены характеристики среды распространения сигналов (propagation performance). Они определяются как способность этой среды обеспечивать прохождение сигнала с заданными допусками (в отношении шума, помех, колебаний уровня и прочих) без искусственного регулирования этого процесса.

Количественные показатели, соответствующие рассмотренным выше характеристикам, могут либо относиться к некоторому моменту времени (мгновенные значения), либо выражаться как среднее значение за какой-то временной интервал. Эти показатели могут быть связаны с событиями (например, повреждение, восстановление), с состояниями (в частности, хорошее, плохое, нерабочее) или с действиями (операциями по техническому обслуживанию). Ниже приводятся некоторые примеры количественных показателей.

Первая группа примеров относится к характеристикам временных перерывов в обслуживании. Основным понятием для этих характеристик можно считать простой в обслуживании (interruption; break of service) – временная невозможность обеспечить обслуживание в течение периода, превышающего допустимый, обусловленная тем, что по крайней мере один из параметров, необходимых для нормального обслуживания, вышел за установленные для него пределы. Возможные причины – повреждение технических средств, ухудшение характеристик передачи, слишком высокий спрос на обслуживание. К количественным показателям относятся:

- ♦ время между простоями (time between interruptions) – промежуток времени между окончанием одного простоя и началом следующего;
- ♦ длительность простоя (interruption duration) – продолжительность времени простоя;
- ♦ среднее время между простоями (mean time between interruptions) – математическое ожидание времени между простоями;
- ♦ средняя длительность простоя (mean interruption duration) – математическое ожидание времени простоя.

Вторая группа примеров связана с количественными показателями доступности услуг (service accessibility):

- ♦ вероятность успешного доступа к услуге (service access probability) – вероятность того, что нужная услуга будет получена пользователем (с заданными допусками и с соблюдением других условий) по его запросу;
- ♦ средняя длительность задержки получения доступа к услуге

(mean service access delay) – математическое ожидание длительности интервала времени между первым запросом пользователя на предоставление услуги и моментом, когда он получил к ней доступ и при этом обслуживание оказалось соответствующим заданным допускам и условиям;

- ♦ вероятность получения неверного соединения (misrouting probability) – вероятность того, что при правильно набранном номере пользователь получит соединение не с тем адресатом.

В предыдущем параграфе мы говорили о необходимости соответствия (подобия) характеристик для взаимодействующих сетей. С точки зрения качества обслуживания такая задача рассматривается в рекомендации МСЭ E.801 [241]. Она посвящена соглашению о качестве обслуживания (service quality agreement – SQA). В четвертой главе монографии будет рассматриваться соглашение об уровне обслуживания, известное по аббревиатуре SLA [242]. Это соглашение можно рассматривать как адаптацию SQA для сетей с коммутацией пакетов. Для разработки соглашений SQA в рекомендации МСЭ E.801 предлагается процедура, которая показана на рисунке 3.96.

Идея, предложенная МСЭ, не нуждается в комментариях, но рисунок позволяет перейти к важному аспекту качества обслуживания – управлению взаимоотношениями с клиентами (CRM), упоминавшемуся в первой главе монографии.

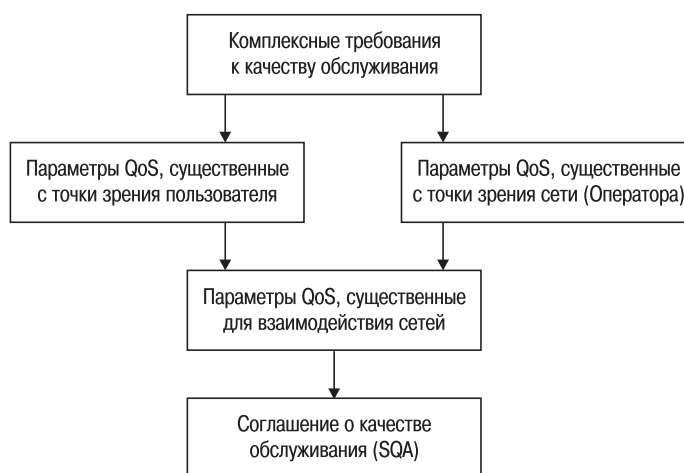


Рисунок 3.96 Процедура разработки соглашения об уровне обслуживания

3.6.4.2. Система CRM и качество обслуживания

Конечно, идея CRM связана не только с качеством обслуживания. Если, например, обслуживающий персонал будет по-хамски общаться с клиентами, то никакие системы CRM не предотвратят отток клиентов к конкурентам. С другой стороны, без соблюдения норм, касающихся качества обслуживания, реализация системы CRM также не приведет к желаемым результатам.

Стратегия CRM основана на следующих компонентах [243, 244]:

- ♦ наличие единого хранилища информации и системы, в которые мгновенно помещаются оперативно доступные сведения обо всех случаях взаимодействия с клиентами;
- ♦ координированное управление всеми видами (каналами) взаимодействия (то есть, используются организационные процедуры, которые четко регламентируют использование этой системы и информации в каждом подразделении Оператора);
- ♦ постоянный анализ собранной информации о клиентах и принятие соответствующих организационных решений (например, приоритетное обслуживание некоторых абонентов, выработка индивидуального подхода к клиентам в соответствии с их специфическими потребностями и так далее).

Оператор, реализуя на практике стратегию CRM, инвестирует существенные средства для последующего долгосрочного развития своего бизнеса. Стратегия CRM позволяет решить ряд важных задач, среди которых следует выделить такие аспекты:

- ♦ сохранение имеющейся клиентской базы;
- ♦ привлечение новых клиентов;
- ♦ реструктуризация некоторых бизнес-процессов [79, 80] на основе анализа поступающей от клиентов информации.

Конкуренция на телекоммуникационном рынке в последние годы заметно возросла. Критичной становится проблема удержания клиентов. Согласно статистике IDC Research Group [244], уменьшение даже на 5% в год численности клиентов, которые уходят к конкурентам, приводит к росту прибыли от 25% до 55% в зависимости от отрасли. Тенденцию к работе с одним Оператором специалисты по CRM определяют термином "лояльность абонента". Она обеспечивается за счет перехода на методы управления, которые получили название "клиент-ориентированные". Эти методы обеспечивают высокую лояльность абонентов. Совершенствование "клиент-ориентированных" методов считается наиболее экономичным способом развития бизнеса. Это весьма важно, учитывая, что удержание уже работающего клиента стоит в 7 – 10 раз меньше, чем привлечение нового абонента [245]. По данным компании IBM на 2001 год, соотношение затрат на удержание клиента, привлечение нового пользователя и возвращение "старого" клиента, ранее перешедшего к другому Оператору, может быть представлено такими пропорциями – 1:3:10.

Привлечение новых клиентов направлено на расширение бизнеса. Стратегия CRM способствует привлечению новых абонентов двумя

основными способами. Во-первых, непосредственное обращение нового Оператора к потенциальным клиентам может привести к их переходу. Это возможно в том случае, если новый Оператор предложит более привлекательные — с точки зрения потенциального абонента — условия подключения и обслуживания. Во-вторых, действенной (и практически бесплатной) рекламой становится оценка Оператора "старыми" клиентами, которые остались в своей эксплуатационной компании.

Обычно различают три основных вида CRM — оперативный, аналитический и коллаборационистский. В настоящее время значительная доля используемых CRM систем ориентирована на оперативный CRM. Этот вид CRM ориентирован на решение текущих задач Оператора. Для его реализации необходим оперативный доступ к информации по каждому клиенту. Результатом оперативного CRM обычно являются оптимальные решения по обслуживанию клиента.

Аналитический CRM предназначен для обработки больших массивов данных с целью поиска статистических закономерностей в бизнес-процессах. В результате, разрабатываются оптимальные решения, касающиеся, в первую очередь, маркетинга. Для аналитического CRM разработаны специализированные программные средства.

Коллаборационистский (ориентированный на сотрудничество) CRM подразумевает предоставление клиенту значительных возможностей, касающихся процессов его обслуживания Оператором. Данный вид CRM основан на установлении "обратной связи" с клиентами.

Именно такое решение — обратная связь с клиентом — позволяет контролировать степень удовлетворения абонентов качеством обслуживания. Пока большинство местных телефонных сетей не испытывают необходимости в таком контроле. Совсем иная ситуация складывается на рынках коммутируемого доступа в Internet по предоплаченным картам и мобильной связи. Я обменивался с коллегами мнениями по работе Провайдеров услуг коммутируемого доступа в Internet в начале 2004 года. Оказалось, что у ряда весьма солидных компаний заметно упало качество услуг, предоставляемых по предоплаченным картам (в частности, доступность и непрерывность обслуживания). Некоторые мои коллеги стали приобретать карточки других компаний. Кстати, общение по телефону с обслуживающим персоналом Провайдеров услуг Internet не вызвало у участников этого мини опроса существенных нареканий.

Намерение сменить Провайдера услуг Internet подтверждается результатами опроса, которые публиковались на сайте Администрации связи России. По данным на 7 февраля 2004 года более 25% респондентов собирались перейти к другому Провайдеру. Кроме того, свыше 13% респондентов считали, что отрицательных аспектов в работе их Провайдера больше, чем положительных.

3.6.4.3. Показатели качества обслуживания вызовов для ГТС и СТС

Качество обслуживания вызовов оценивается потерями и задержками. Эти величины определяются для различных участков сети. В частности, устанавливаются нормы для сети в целом (от терминала до терминала для различных видов соединений), ее фрагментов, коммутационных станций и, при необходимости, функциональных блоков АТС. В качестве этих норм могут использоваться средние значения, квантили ФР и другие параметры.

Простейшим примером может служить вероятность отказа при установлении соединения между двумя терминалами – P_S . Подобные показатели в англоязычной технической литературе известны по термину "end-to-end" [4, 5, 240]. Их нормирование осуществляется различными способами. Обычно ищется компромисс между приемлемой для абонента величиной потерь, задержек или им подобных атрибутов и допустимыми затратами Операторов на поддержку установленных норм. Модель, которая используется для иллюстрации принципов нормирования потерь, показана на рисунке 3.97. Будем рассматривать сеть с коммутацией каналов.

В соединении между двумя терминалами могут участвовать несколько сетей. Поэтому необходимо установить нормы на показатели качества обслуживания для всех сетей, используемых для предоставления услуг. Кроме того, в пределах каждой сети эти нормы необходимо распределить по основным элементам, также определяющим качество обслуживания. Это необходимо для правильного планирования инфокоммуникационной сети. На рисунке показан принцип распределения общей нормы на вероятность отказа P_S для соединения, которое устанавливается через три сети. Такая ситуация может считаться типичной для междугородной связи. В этом случае соединение устанавливается через междугородную и две местные сети.

Вызов может быть потерян в каждой из трех сетей с вероятностями P_1 , P_2 и P_3 соответственно. Если эти вероятности являются

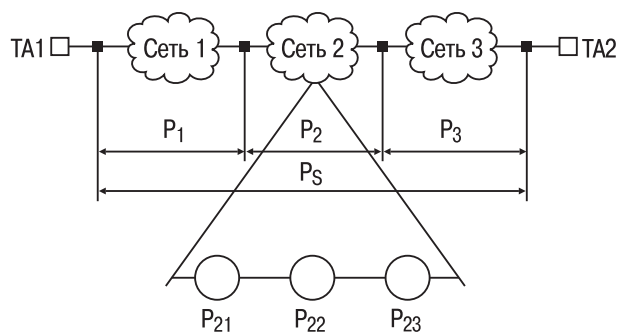


Рисунок 3.97 Нормирование потерь вызовов в сети с коммутацией каналов

взаимно независимыми случайными величинами [14], то значение P_S определяется по следующей формуле:

$$P_S = 1 - (1 - P_1)(1 - P_2)(1 - P_3). \quad (3.7)$$

Предположение о независимости справедливо для стационарного состояния сети [139], которое рассматривается при нормировании показателей QoS. В режиме перегрузки такое допущение не считается справедливым.

На рисунке 3.97 показаны три элемента второй сети, в которых вызов может быть потерян с вероятностями P_{21} , P_{22} и P_{23} . Обычно эти вероятности также являются взаимно независимыми случайными величинами. Поэтому вероятность потери вызова во второй сети определяется следующим образом:

$$P_2 = 1 - (1 - P_{21})(1 - P_{22})(1 - P_{23}). \quad (3.8)$$

Если вероятности потери вызова во всех элементах второй сети одинаковы и равны R , то формула (3.8) для N элементов представима в таком виде:

$$P_2 = 1 - (1 - R)^N \quad (3.9)$$

В этом случае задача нормирования вероятности потери для одного элемента сети решается очень просто. Искомое значение R определяется из следующего соотношения:

$$R = 1 - (1 - P_2)^{1/N}. \quad (3.10)$$

В действующих РД [246, 247] определены нормы потерь для вызовов различной природы. В таблице 3.17 воспроизведены некоторые величины допустимых суммарных потерь вызовов [247]. Речь идет о ситуациях, когда нормируются величины, подобные показателю P_S .

Таблица 3.17

| Вид соединения | Суммарные потери |
|--|---------------------------|
| между терминалами, включенными в станции ГТС | 2,0% |
| то же, но один терминал включен в УАТС | 2,5% |
| между терминалом и УСС | 1,0% |
| между терминалом и АМТС (по пучку ЗСЛ) | 2,0% |
| между терминалами, включенными в станции СТС | 3,0% / 7,0% ¹⁾ |
| между терминалами в пределах зонной сети | 4,0% / 8,0% ¹⁾ |

Примечание:

1) В числителе указана перспективная норма потерь, а в знаменателе – действующая для эксплуатируемых сетей.

Нормы, касающиеся длительности задержки различных этапов обслуживания вызовов, приведены, например, в рекомендации МСЭ Q.543 [248]. В этой рекомендации все нормы приводятся для двух значений нагрузки на СЛ. Их часто называют эталонными нагрузками "А" и "В". Для ТФОП эталонная нагрузка "А" определяется величиной 0,7 Эрл для одной СЛ. Для эталонной нагрузки "В" число попыток вызова увеличивается в 1,2 раза, а ее интенсивность составляет 0,8 Эрл. Для ЦСИО эти величины определяются иначе [248].

Ниже приведена таблица из рекомендации МСЭ Q.543, в которой даны нормы для процесса установления соединения. Эти нормы относятся к исходящему соединению, устанавливаемому по аналоговой АЛ.

Таблица 3.18

| Наименование показателя | Эталонная нагрузка "А" | Эталонная нагрузка "В" |
|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Среднее значение, не более | 300 мс | 500 мс |
| Для 95% вызовов, не более | 400 мс | 800 м |

Основной инструмент для решения задач, связанных с нормированием показателей качества обслуживания вызовов, — теория массового обслуживания. Специалисты по телефонии часто пользуются другим названием: теория телетрафика. Вопросам, прямо или косвенно относящимся к нормированию показателей качества обслуживания вызовов, посвящено множество монографий, диссертаций и статей. Тем не менее, остается ряд малоизученных вопросов. Возникают и совершенно новые задачи. В частности, для IP телефонии качество обслуживания определяется иными показателями, что, в свою очередь, стимулирует разработку новых математических моделей и их исследование. К этому вопросу мы вернемся в четвертой главе монографии.

3.6.4.4. Показатели качества передачи речи

Правый нижний блок на рисунке 3.95 назван "Характеристики передачи". Качество передачи речи определяется именно этими характеристиками. Строго говоря, качество речи при телефонной связи оценивается множеством показателей [85, 86, 249]. Влияние характеристик передачи на качество речи – весьма сложный процесс [250]. Эти вопросы в МСЭ обсуждаются специалистами ИК-12, которые выпускают рекомендации серии "Р".

В этом параграфе мы ограничимся теми аспектами качества передачи речи, которые важны с точки зрения планирования местных сетей. Речь идет о распределении затухания. В настоящее время затухание нормируется на частоте 1000 Гц. В старых РД приведены нормы, определенные на частоте 800 Гц. Приведенные ниже варианты распределения затухания приняты для классической телефонии. Вопросы качества передачи речи для технологии "коммутация пакетов" будут рассматриваться в четвертой главе монографии.

Таблица 3.7, приведенная в параграфе 3.2.5.4, свидетельствует, что требования абонентов к качеству передачи речи возрастают. Это подтверждается и новыми нормами, установленными Администрацией связи России [247].

Использование систем передачи для построения местных транспортных сетей позволяет существенно уменьшить затухание между коммутационными станциями. В частности, для устойчивой работы цифрового тракта обмена информацией целесообразно устанавливать остаточное затухание 7 дБ [7]. Эта величина не зависит от численности коммутационных станций в организованном цифровом тракте. Для соединений, которые устанавливаются в цифровой телефонной сети, затухание между терминалами (A_0) будет определяться следующей суммой:

$$A_0 = 7 + 2 A_{SN}. \quad (3.11)$$

В формуле (3.11) величина A_{SN} – допустимое затухание в сети абонентского доступа. Цифровизация ГТС и СТС подразумевает использование ЦСП в местных транспортных сетях. Это означает, что можно увеличить допустимое затухание в сети абонентского доступа. Ранее для этого фрагмента ГТС и СТС устанавливались величины остаточного затухания в 4,5 дБ, а при использовании кабеля с диаметром жил 0,32 мм – 3,5 дБ. Для цифровой телефонной сети допускается затухание АЛ до 6 дБ. На рисунке 3.98 иллюстрируются три варианта распределения затухания в местных телефонных сетях.

Вариант (а) типичен для небольших городов, телефонная сеть которых состоит из одной цифровой МС. Суммарное затухание не превышает 19 дБ. Эта величина, вполне приемлемая для абонентов, превышает затухание, которое характерно для аналоговой сети такой структуры. Для подобных сетей ранее были установлены такие нормы [146]:

- ♦ затухание АЛ – не более 4,5 дБ (или 3,5 дБ при использовании кабелей с диаметром жил 0,32 мм);
- ♦ затухание коммутационного оборудования – не более 1,0 дБ.

Это означает, что максимальное затухание между терминалами составляет 10 дБ. Правда, в большинстве ГТС и СТС переход к цифровой технике передачи и коммутации обеспечивает снижение затухания между терминалами при правильном планировании телефонной и транспортной сетей.

Вариант (б) относится к цифровой районированной сети. Затухание в 7 дБ относится ко всему коммутируемому цифровому тракту. В данном случае эта величина относится к участку сети между цифровым оборудованием УАТС и концентратора. Тогда норма в 6 дБ приходится на двухпроводную цепь, используемую для подключения терминалов в АК концентратора и УАТС соответственно. Суммарное затухание между терминалами также не превышает 19 дБ.

Вариант (в) иллюстрирует распределение затухания в смешанной сети, в которой используется аналоговое и цифровое коммутационное оборудование. В зависимости от типа абонентского кабеля затухание между аналоговой РАТС и ТА может составлять 4,0 и 5,0 дБ. Затухание, вносимое аналоговым коммутационным оборудованием (в данном случае – УИВС и РАТС), составляет 1,0 дБ. Допустимое затухание СЛ между УИВС и РАТС равно 4,5 дБ. Это означает, что суммарное затухание между терминалами может достигать 24,5 дБ.

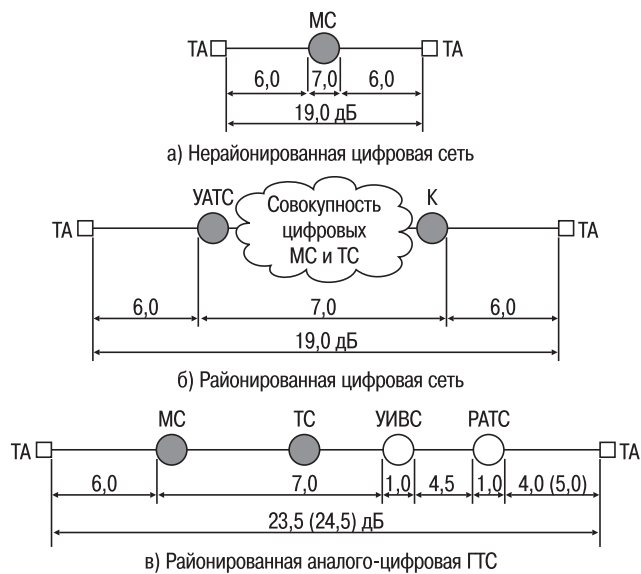


Рисунок 3.98 Примеры распределения затухания в местных телефонных сетях

Качество передачи речи можно рассматривать, используя математические категории "необходимо и достаточно". Понятно, что соблюдение норм по затуханию следует считать необходимым условием. Чтобы произнести слово "достаточно" придется описать весьма внушительный ряд других характеристик. Фундаментальной работой в этой области можно считать монографию [86].

3.6.5. Etc.

В этой главе, по ряду причин, не рассмотрен ряд вопросов развития телефонных сетей. Название параграфа 3.6.5 свидетельствует о том, что в нем мы поговорим о тех аспектах эволюции ТФОП, которые не нашли отражения в тексте третьей главы. Конечно, речь пойдет лишь о некоторой части проблем, возникающих в процессе эволюции телефонии. Включение этого параграфа в состав третьей главы объясняется знакомством с практикой разработки рекомендаций МСЭ. Если остается "белое пятно", то в тексте рекомендации формулируется проблема и приводится стандартный текст: "for further study" – для дальнейшего изучения.

После того, как телефонная сеть спроектирована и построена, начинается процесс ее эксплуатации. Часть соответствующих задач необходимо решать на этапе проектирования сети. Кроме того, эксплуатационные требования необходимо учитывать при разработке аппаратно-программных средств коммутации и передачи. Технологии эксплуатации постоянно совершенствуются [8, 48, 251]. Изложение ряда основных положений, которые определяют принципы технической эксплуатации инфокоммуникационных сетей, можно найти в рекомендациях МСЭ серии М.

Несомненно, важный вопрос развития телефонных сетей – совершенствование системы сигнализации. Она, по образному выражению одного из специалистов, подобна нервной системе в живом организме. Материалы по основным вопросам развития систем сигнализации можно найти в [238, 252]. В цифровой телефонной сети возникает также ряд новых проблем, которые не были свойственны аналоговой ТФОП. Одна из таких проблем – синхронизация. Информацию можно найти в [45, 253, 254]. Кроме того, в 1995 году Администрация связи России выпустила руководящий технический материал (РТМ), посвященный организации системы тактовой синхронизации.

Можно перечислить еще ряд направлений развития ГТС и СТС, которые не были рассмотрены в этой главе: принципы маршрутизации, введение системы повременной оплаты местных соединений и другие. Соответствующую информацию можно найти в монографиях и журналах, которые прямо или косвенно связаны с вопросами развития инфокоммуникационных систем. Иногда интересные сведения попадают и в Internet.

В заключение мне бы хотелось остановиться на некоторых проблемах развития сетей абонентского доступа, которые не были рассмотрены в разделе 3.3. В первую очередь, следует отметить целесообразность тщательного анализа принципов такого развития сетей абонентского доступа, которые учитывают специфику клиентской базы. В частности, в [255] анализируются технологии широкополосного доступа, которые будут оптимальны для группы пользователей, обычно обозначаемых аббревиатурой SOHO. Это сокращение используется для указания на малочисленные



Рисунок 3.99 Распространенность систем охранной сигнализации в Европе

группы абонентов, которые работают в организациях, относящихся к мелкому бизнесу, или дома. Принципы развития сетей абонентского доступа будут, по всей видимости, существенно диверсифицироваться в зависимости от вида клиентской базы.

Важная функция сети абонентского доступа – поддержка систем охранной и пожарной сигнализации [256]. В Европе спрос на услуги охраны жилищ колеблется в широких пределах даже среди стран с идентичным уровнем развития. На рисунке 3.99 показаны статистические данные для 1996 года, характеризующие долю жилищ, которые оборудованы системой охранной сигнализации.

В России установка системы охранной сигнализации пользуется спросом. Косвенно это подтверждается тем, что в некоторых городских районах абоненты квартирного сектора ждут очереди на установку охранного оборудования. Причины, заставляющие россиян обращаться в управление вневедомственной охраны для установки оборудования охраны жилищ, не нуждаются в комментариях.

Можно назвать и другие актуальные задачи развития сетей абонентского доступа, которые не вошли в состав раздела 3.3. Часть этих задач касается перехода к NGN. Соответствующие вопросы – с точки зрения принципов дальнейшей модернизации инфокоммуникационной системы – будут анализироваться в четвертой главе монографии.

Литература к главе 3

1. ITU-TS. Introduction of new technologies in local networks. – Geneva, 1993.
2. Н.А. Соколов. Эволюция местных телефонных сетей. – Издательство ТОО Типография "Книга", Пермь, 1994.
3. S.D. Personick. The Evolving Role of Telecommunications Switching. – IEEE Communications Magazine, January 1993.
4. R. A. Thompson. Telephone Switching Systems. – Artech House, Boston, London, 2000.
5. S.R. Ali. Digital Switching Systems: System Reliability and Analysis. – McGraw-Hill, Inc, 1998.
6. П. Чачин. Инфокоммуникации России в 2002 году. – Компьютерная неделя, 18-24 марта 2003.
7. Квазиэлектронные и электронные АТС / М.Ф. Лутов, М.А. Жарков, П.А. Юнаков – 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Радио и связь, 1988.
8. Б.С. Гольдштейн. Системы коммутации. – Санкт-Петербург, БХВ, 2003.
9. Н.А. Соколов. Сети абонентского доступа. Принципы построения – Пермь, "Энтер-профи", 1999.
10. <http://www.lucent.ru>.
11. <http://www.huawei.com>.
12. А.А. Новоселов. Математическое моделирование финансовых рисков: теория измерения. – Новосибирск, Наука, 2001.
13. И.М. Жданов, Е.И. Кучерявый. Построение городских телефонных сетей. – М.: Связь, 1972.
14. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1984.
15. S. Hawley. Access networks for triple-play services. – TelephonyOnline.com, November 15, 2002.
16. В.С. Лагутин. Итоги деятельности ОАО МГТС в 2002 г. и задачи на 2003 г. – Электросвязь №4, 2003.
17. <http://svyazinvest.ru>.
18. Б.С. Гольдштейн, О.П. Орлов, А.Т. Ошев, Н.А. Соколов. Цифровизация ГТС и построение мультисервисной сети. – Вестник связи, №4, 2003.
19. Б.С. Гольдштейн, О.П. Орлов, А.Т. Ошев, Н.А. Соколов. Модернизация сетей доступа в эпоху NGN. – Вестник связи, №6, 2003.
20. Б.С. Гольдштейн, О.П. Орлов, А.Т. Ошев, Н.А. Соколов. Эволюция услуг в сетях следующего поколения. – Вестник связи, №7, 2003.
21. J. Hills. Telecommunications and Democracy: the International Experience. – Telecommunication Journal, Vol. 60, I/1993.
22. <http://www.protei.ru>.
23. M. Cavill. Rural Telecommunications. – Telecommunication Journal of Australia, Vol. 49, No 2, 1999.

24. P. Grut. Rural Network and the First Mile. – Презентация компании Ericsson на семинаре в ОАО "Гипросвязь-СПб", Санкт-Петербург, 1998.
25. B.L. Egan. Improving Rural Telecommunications Infrastructure. – Paper prepared for TVA Rural Studies University of Kentucky.
26. Г.З. Максимов, А.П. Пшеничников, Е.Н. Харитонов. Автоматическая сельская электросвязь. – М.: Радио и связь, 1985.
27. Теория сетей связи. Под редакцией В.Н. Рогинского. – М.: Радио и связь, 1981.
28. <http://cdma.vov.ru>.
29. И.М. Лифиц. Теория и практика оценки конкурентоспособности товаров и услуг. – М.: "Юрайт", 2001.
30. S. DeZoysa. India's rural reality. – Telecommunications International, November, 2001.
31. S. J. Slater. Congress debates new loans for rural telcos. Telephony, V.219, N4, July 23, 1990.
32. "Оператор. Новости связи", № 1-2, 25 декабря 2001 года – 14 января 2002 года.
33. А.Г. Ромский. Состояние и перспективы развития сельской телефонной связи. – Тезисы доклада на Всероссийской конференции "Вопросы развития инфраструктуры связи в сельской местности", Казань, 2002.
34. К. Хаксевер, Б. Рендел, Р. Рассел, Р. Мердик. Управление и организация в сфере услуг. – Санкт-Петербург, "Питер", 2002.
35. Н.А. Соколов. Применение цифровых коммутационных станций на СТС. – Электросвязь, №6, 1993.
36. K. Sutcliffe, A.E. Hayes, K. Newbegin. The Modernisation of the Rural Network. – British Telecommunications Engineering, Vol. 9, January 1991.
37. Телефонизация сельских и отдаленных районов: есть решение! – Технологии и средства связи, №5, 2000.
38. A. Jhunjhunwala. Connecting Rural India. – TeNet Group, 2003.
39. J. Belmont. S. Souleres. New Opportunities for the Satellites in Telecommunication Systems. – Alcatel Telecommunications Review, 1st Quarter 2003.
40. А. Трещановский. Абонентское уплотнение на больших расстояниях. – Connect! Мир связи, №4, 2003.
41. Д.Г. Мирошников. Технологии "последней мили". Сравнительный анализ. – Вестник связи, №10, 1998.
42. П.Г. Терещенко, С.Е. Кондаков. Телефонизация городских и сельских районов с помощью WLL. Мнение Операторов. – Техника средств связи, №4, 2000.
43. Р.Н. Вадзинский. Справочник по вероятностным распределениям. – Санкт-Петербург, Наука, 2001.
44. И.М. Кузнецов. Основные направления развития телефонной связи в сельской местности. – Электросвязь, №7, 2001.

45. J.C. Bellamy. Digital Telephony. Third Edition. – John Wiley & Sons, Inc, 2000.
46. R.A. Allen. A View of Divestiture, Ten Years Later. – IEEE Communications Magazine, December 1993.
47. <http://ivb.unact.ru>.
48. R. Horak. Communications systems and networks. – M&T Books, New York, 1997.
49. International Telecom Statistics. Status: December 31, 2000, Siemens, 2002.
50. P.E. White. The Changing Role of Switching Systems in the Telecommunications Network. – IEEE Communications Magazine, January 1993.
51. A.R. Modarressi, S. Mohan. Control and Management in Next-Generation Networks: Challenges and Opportunities. – IEEE Communications Magazine, October 2000.
52. А.В. Шапарев, Т.П. Сергеева. Перспективы построения иерархических и неиерархических междугородных телефонных сетей общего пользования в России. – Электросвязь, №1, 2001.
53. F. Cairncross. The Death of Distance. – Harvard Business School Publishing, 1997.
54. Р. Кох, Г. Яновский. Эволюция и конвергенция в электросвязи. – М.: Радио и связь, 2001.
55. <http://www.rostelecom.ru>.
56. А.С. Миков, Н.А. Соколов. Региональные сети электросвязи. – Вестник связи International, №6, 1999.
57. Экономическое районирование. – Большая Советская Энциклопедия, том 29.
58. Л.Е. Варакин. Закон Парето и Правило 20/80: распределение доходов и услуг связи. – Труды МАС, №1, 1997.
59. Л.Е. Варакин. Распределение доходов, технологий и услуг. – М.: МАС, 2002.
60. J.C. Crimi. Next Generation Network (NGN) Services. – A Telcordia Technologies White Paper, 2002.
61. "Оператор. Новости связи", №28, 5 – 14 июля 2003 года.
62. British Telecom showed the best profit improvement from 2000-2002 among global telecoms operators. – <http://www.pyramid.com>.
63. <http://www.datamonitor.com>.
64. Communications Markets in Poland. List updated March 2002. – Pyramid Research, 2002.
65. Отрасль связи в 2002 г.: итоги и надежды. – Вестник связи International, №5, 2003.
66. <http://www.sotovik.ru>.
67. <http://www.setevoi.ru>.
68. <http://www.ovum.com>.
69. M. Wilkinson. Broadband Entertainment Serviced over ADSL. – The Journal of The Communications Network. Volume I, Part 3. October-December 2002.

70. Б.С. Лившиц, А.П. Пшеничников, А.Д. Харкевич. Теория телетрафика. – М.: Связь, 1979.
71. <http://www.adl.com>.
72. T. Stronge. Bandwidth 2001: Supply, Demand, and Price. – TeleGeography Pricing and Traffic Seminar, Washington, DC, May 15, 2001.
73. Д. Браун. IP-телефонизация: быстрая замена или постепенная модернизация? – Сети и системы связи, №11, 1999.
74. А.М. Гнатив. Современная аппаратура концентрации цифровых каналов. – Электросвязь, №9, 2000.
75. Ю. Волкова. Поговорим о воздушных замках. – Сети, №12, 2000.
76. ITU-T. Pulse code modulation (PCM) of voice frequencies. Recommendation G.711. – Geneva, 1988.
77. Б.С. Гольдштейн, А.В. Пинчук, А.Л. Суховицкий. IP телефония. – М.: Радио и связь, 2001.
78. А. Полунин. Пакетная телефония: иллюзии и реальность. – Сети, февраль 2000.
79. M. Hammer, J. Champy. Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. New York: HarperCollins, 1993.
80. S. Joosten, G. Aussems, M. Duitshof, R. Huffmeijer, E. Mulde. WA-12 an Empirical Study about the Practice of Workflow Management/University of Twente Centre for Teleinformatics and Information Technology, 1994.
81. E. Written. Who's hot, who's not in the Telecom Top 100. – Communications Week International, September 2001.
82. В.К. Шульцева. Антология телекоммуникаций малых стран. – Информ Курьер Связь (ИКС), №3, март 2000
83. Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. Моделирование систем. – М.: Высшая школа, 1998.
84. В.А. Филиппов. Интеллектуальный анализ данных: методы и средства. – М.: Эдиториал УРСС, 2001.
85. Г.В. Вемян. Качество телефонной передачи и его оценка. – М.: Связь, 1970.
86. Г.В. Вемян. Передача речи по сетям электросвязи. – М.: Радио и связь, 1985.
87. ITU-T. 7 kHz audio-coding within 64 kbit/s. Recommendation G.725. – Geneva, 1988.
88. ITU-T. System aspects for the use of the 7 kHz audio codec within 64 kbit/s. Recommendation G.725. – Geneva, 1988.
89. S. McCarthy. Reliability keeps up with network growth. – Telephony, June 1995.
90. С. Браднер. Так сколько же девяток нужно? – Computerworld, №34, 1998.
91. В фокусе – регионы. – Информ Курьер Связь (ИКС), №9, сентябрь 2000.
92. Future Opportunities for Telephony and Interactive Services Provision to UK Broadcaster. – White Paper, Steelside BT agilemedia, 2003.

93. Д. Зимоглядов. Назад в будущее. – Connect! Мир связи, №3, 2003.
94. В.Ю. Карасик. Телефон. – М.: "Топливо и энергетика", 2000.
95. CCITT manual "Local Network Planning". – ITU, Geneva, 1979.
96. Е.В. Мархай. Основы технико-экономического проектирования городских телефонных сетей. – М.: Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1953.
97. M. Haidar. Wireless Local Loop and the Techno-Economic Considerations in its Implementation. – INTER COMM ® 97. Congress Proceedings.
98. W. B. Smith. Network Access Development. – INTER COMM ® 97. Congress Proceedings.
99. G. Yilmaz, G. Durusoy. Studies on Application Possibility of Local Telephone Cables for 2 Mbit/s ISDN Transmission. – ITC'96 Conference Record. Vol. 1, Istanbul-Turkiye, 14 – 17 April 1996.
100. M. Philpott. Broadband Technologies and Rural Areas. – The Journal of The Communications Networks, Volume 2, Part 1, 2003.
101. В.Ф. Катин. Некоторые аспекты проектирования сетей. – Телекоммуникационное поле регионов, №1, 2003.
102. ISO Standards Compendium "ISO 9000 Quality Management, Sixth Edition", 1996.
103. Владимирова В.В., Фомин И.А. Основы районной планировки. – М.: Высшая школа, 1995.
104. E.M Olsson. A System for Flexible Service-Independent Access Network Solution. – Ericsson Review, N 3, 1995.
105. Смолянский М.Е. Проектирование линейных сооружений ГТС. – М.: Радио и связь, 1989.
106. Дубровский Е.П. Канализационно-кабельные сооружения связи. – М.: Высшая школа, 1991.
107. Овсянников А.И., Колесников В.А., Цыбулин М.К. Основы проектирования сооружений связи: Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1991.
108. В. Коржов. Как сделать сеть домашней? – Computerworld Россия – Сети, Апрель 2001.
109. Соколов Н.А., Крендзель А.В. Структурные характеристики абонентских сетей. – Электросвязь, № 11, 1997.
110. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. – М.: Наука, 1969.
111. 58. Сборник справочных материалов по проектированию С.2.-022-88. – Гипросвязь-2, Ленинград, 1988 г.
112. И.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Издательство "Питер", 2000.
113. Городская телефонная связь: Справочник / Б.З. Берлин, А.С. Брискер, Л.С. Васильева и др.; под ред. А.С. Брискера и К.П. Мельникова – М.: Радио и связь, 1987.

114. <http://www.xdsl.ru>.
115. Е. Евдокименко. ADSL пошел по стране. – Сетевой журнал, №5, 2003.
116. В.В. Угрюмов, С.Б. Сметанин. Новейшая технология передачи данных и телефонии по одной медной паре. – Вестник связи, №6, 2003.
117. LMDS сеть "Комбелга" в Петербурге. – ТелеМультимедиа, февраль, 2003.
118. В. Варгазин. Первая в России сеть LMDS широкополосного беспроводного доступа. – ТелеМультимедиа, октябрь, 2002.
119. H.A. Willebrand, B.S. Ghuman. Fiber Optics Without Fiber. – IEEE Spectrum, August 2001.
120. Е.Н. Чепусов, С.Г. Шаронин. Лазерная связь – новый экономичный способ беспроводной связи. – Сети и системы связи, №2, 1997.
121. Y. Maeda, K. Okada, D. Faulkner. FSAN OAN-WG and Future Issue for Broadband Optical Access Network. – IEEE Communications Magazine, December 2001.
122. M. Schrope. Fiber to the Curb Reaches Business Centers. – IEEE Spectrum, May 2001.
123. А.В. Гришин. Доступ в Интернет и телефонная связь через сети КТВ. – Информ Курьер Связь, №7, 2002.
124. S. Dravida, D. Gupta, S. Nanda, K. Rege, J. Strombosky, M. Tabdon. Broadband Access over Cable for Next-Generation Services: A Distributed Switch Architecture. – IEEE Communications Magazine, August 2002.
125. А. Сериков. Новые технологии доступа. – Connect! Мир связи, №9, 2001.
126. <http://www.remoteaccess.ru>.
127. С. Орлов. Оптика вплотную к клиентам. – Журнал сетевых решений LAN, Май 2003.
128. Д. Аллен. Активное наступление пассивных оптических сетей. – Журнал сетевых решений LAN, №1, 2001.
129. А.Н. Зинченко. Технологии создания спутниковых мультисервисных сетей. – Технологии и средства связи, №6, 2002.
130. N. Pavlidou, A.J. H. Vinck, J. Yazdani, B. Honary. Power Line Communications: State of the Art and Future Trends. – IEEE Communications Magazine, April 2003.
131. А. В. Никифоров. Технология PLC – телекоммуникации по сетям электропитания. – Сети и системы связи, №5, 2002.
132. ETSI. EN 301 199 V1.2.1. Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction Channel for Local Multi-point Distribution Systems (LMDS).
133. О. Ибе. Сети и удаленный доступ. – М.: ДМК Пресс, 2002.
134. И.М. Котиков. Технологии проводного абонентского доступа для мультисервисных сетей связи. – Технологии и средства связи, №3, 2003.

135. А.В. Крендзель. Планирование перспективных сетей доступа. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, СПб, ГУТ, 2001.
136. <http://www.etsi.org>.
137. С. А. Анфилофьев. ETSI: десять лет европейской стандартизации электросвязи. – Электросвязь, №4, 1999.
138. Ф. Юнг. Перспективы развития инфокоммуникаций. – СПб.: "Петеркон", 2003.
139. М.А. Шнепс. Системы распределения информации. Методы расчета: Справочное пособие. – М.: Связь, 1979.
140. ITU-T. ISDN user-network interfaces – Structures and network capabilities. Recommendation I.412. – Geneva, 1988.
141. П. Боккер. Цифровая сеть с интеграцией служб. Понятия, методы, системы. – М.: Радио и связь, 1991.
142. А. Kemos, А. Zaganiaris. Economic Prospects of Advanced Telecommunications Services. – British Telecommunications Engineering, Vol. 2, Part 3, 2001.
143. Е. Евдокименко. Мультисервисное завтра городских сетей. – Сетевой журнал, №5, 2003.
144. Подборка оперативной информации по связи, 17 – 23 октября 2003 года.
145. И.М. Кузнецов. Внутрипроизводственная связь в сельском хозяйстве. – М.: Связь, 1977.
146. Руководящий документ по общегосударственной системе автоматизированной телефонной связи (ОГСТФС). Книга II. – М.: Прейскурантиздат, 1988.
147. P. Morris. Telecommunications and 3Rs: Competition and Enterprise in Regional, Rural and Remote Australia. – Telecommunication Journal of Australia, Vol. 49, No 2, 1999.
148. Broadband Access Networks. Edited by L. A. Ims. – Chapman & Hall, 1998.
149. <http://www.e-russia.ru>.
150. Подборка оперативной информации по связи, 04 – 10 июля 2003 года.
151. Й. Шиллер. Мобильные коммуникации. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002.
152. Подборка оперативной информации по связи, 27 июня – 03 июля 2003 года.
153. Подборка оперативной информации по связи, 18 – 24 июля 2003 года.
154. Телефонная связь дошла до окраин Якутии. – <http://www.ysia.ru>.
155. ITU-D. New Technologies for Rural Applications. – Final Report of ITU-D Focus Group 7, 2000.
156. International Benchmarking of Remote, Rural and Urban Telecommunications Services. – Productivity Commission, Research Report, 2001.
157. <http://www.ntca.org>.

158. J. Monnesland. Regional policies for remote areas in Norway. – II ASA Workshop "European Rural Development: Problems, Changes, Research Needs", Warszawa, 2001.
159. B. Henderson. Ensuring Rural and Remote Telecommunications Access: Technology, Community and History. – Paper presented at First Roundtable of Emerging Markets Forum, Stanford University, 2000.
160. <http://www.iec.org>.
161. <http://www.crc.ca>.
162. A. Durkins, M. Cary. Telemedicine and Telehealth: Principle, Policies, Performance, and Pitfalls. – Springer Publishing Company, New York, 2000.
163. С. Бендин. К вопросу о "Последней миле": аэростатные телекоммуникационные платформы. – Connect! Мир связи, №3, 2003.
164. Г. Селье. От мечты к открытию. Как стать ученым. – М.: "Прогресс", 1987.
165. <http://encycl.yandex.ru>.
166. <http://www.glossary.ru>.
167. В.Н. Волкова, А.А. Денисов. Основы теории систем и системного анализа. – СПб: Издательство СПбГТУ, 1999.
168. К.Р. Макконнелл, С.Л. Брю. Экономикс: Принципы, проблемы и политика. – М.: ИНФРА-М, 2001.
169. V. Hedfors. The future is now. – Proceedings "Global Communications Asia 2001".
170. Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле. Интеллектуальные сети. – М.: Радио и связь, 2000.
171. А.Д. Баженов. Область формирования информационных ресурсов, подготовки информационных продуктов, предоставления информационных услуг. – <http://www.registru.md>.
172. Е. Папкова. CRM: как попасть в цель? – Биллинг. Компьютерная телефония, №2, 2002.
173. <http://www.parex.ru>.
174. А. Непершин. Древо желаний. – Connect! Мир связи, №8, 2003.
175. <http://www.oss.ru>.
176. "Оператор. Новости связи", №22, 24 – 30 мая 2003 года.
177. Е. Покатаева. Технология DSL. Реальный шанс для развития бизнеса традиционных Операторов связи. – Connect! Мир связи, №8, 2003.
178. Новый интернет-бум обнаружили "дочки" "Связьинвеста" / Ведомости. – <http://www.mforum.ru>.
179. Д.А. Громов, А.П. Пшеничников. Параметры трафика Интернет в г. Москве. – Документальная электросвязь, №2, 2003.
180. Д.М. Броннер. Разработка метода расчета пропускной способности коммутируемого доступа в Интернет. – Автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук, М.: МТУСИ, 2002.

181. В. Van Doorselaer, Т. Coppens. Broadband Gaming: It Is a Serious Business. – Alcatel Telecommunications Review, 2st Quarter 2003.
182. С. Ермилов. SMS-сервисы для абонентов ТФОП. – Вестник связи, №11, 2002.
183. <http://www.akm.ru>.
184. Б.С. Гольдштейн, В.А. Фрейкман. Call-центры. – М.: Радио и связь, 2002.
185. А.Т. Гургенидзе, В.И. Кореш. Мультисервисные сети и услуги широкополосного доступа. – Санкт-Петербург, Наука и техника, 2003.
186. <http://www.ihl.ru>.
187. Г. Галкин. Унифицированные коммуникации. – Сетевой журнал, №9, 2001.
188. Г.Б. Давыдов, В.Н. Рогинский, А.Я. Толчан. Сети электросвязи. – М.: Связь, 1977.
189. П. Чачин. Газета со скоростью света – PC Week, 18 – 24 февраля 2003.
190. Б.С. Лившиц, Я.В. Фидлин, А.Д. Харкевич. Теория телефонных и телеграфных сообщений. – М.: Связь, 1971.
191. И.А. Мизин, Л.С. Уринсон, Г.К. Храмешин. Передача информации в сетях с коммутации сообщений. – М.: Связь, 1972.
192. В. Столлингс. Современные компьютерные сети. – Санкт-Петербург, Питер, 2003.
193. Развитие связи в СССР. Под ред. Н.Д. Псурцева. – М.: Связь, 1967.
194. <http://www.bobofon.ru>.
195. П. Иванов. Voice over DSL: в поисках нового Клондайка. – Сети, №2, 2001.
196. ITU-T. General structure – General description of asynchronous transfer mode. Recommendation I.150. – Geneva, 1999.
197. А.Ф. Мансуров. ДТМ: объединяя преимущества PDH, SDH и АТМ. – Вестник связи, № 1, 2003.
198. В.О. Шварцман. Выбор технологии передачи и коммутации в мультисервисных сетях на основе оптических кабелей. – Электросвязь, №8, 2003.
199. А. Гольшко. Неизвестная высота IP-телефонии. – Connect! Мир связи, №8, 2003.
200. В.И. Шельгов. Siemens представляет NGN-решения. – Сети и системы связи, №3, 2003.
201. М. Кастельс. Информационная эпоха: экономика, общество и культура. – М.: ГУ ВШЭ, 2000.
202. В.Д. Москвитин. Информационное общество: критерии, пути перехода. В книге "Связь в России в XXI веке" / под ред. проф. Л.Е. Варакина. – М.: Международная Академия Связи, 1999.
203. Н.А. Соколов. Перспективная система нумерации для

- телефонной сети общего пользования. – Научно-технический сборник "Телекоммуникационные технологии", 1996, выпуск 2.
204. N.A.C. McLeod. Development of the National Code Change. – British Telecommunications Engineering, Vol. 10, January 1992.
205. A. Croft. Implementing the National Code Change. – British Telecommunications Engineering, Vol. 10, January 1992.
206. A.H. Lindstrom. Bellcore proposes 640 new North American area codes. Telephony, March 2, 1992.
207. P. Bernier. They have your number. – Telephony, July 18, 1994.
208. S.O. Johansson. Development of Telecom Network during 1990s. – Tele, N2, 1990.
209. F. Delahunt, V. Humphries. The AUSTEL Telephone Numbering Plan. – Telecommunication Journal of Australia, Vol. 44, No. 1, 1994.
210. K.F. Nielsen. Numbering Plan Denmark 1994-2100. – Teleteknik, 1994.
211. Н.А. Соколов. План нумерации для ГТС большой емкости. – Вестник связи, №5, 1998.
212. Н.С. Мардер. Структура сетей связи негеографических зон нумерации телефонной сети общего пользования Российской Федерации. – М.: ИРИАС, 2003.
213. В.А. Ефимушкин, Т.В. Ледовских. От E.164 к ENUM. – Электросвязь, №7, 2002.
214. Green Paper "On a Numbering Policy for Telecommunications services in Europe". – Commission on the European Communities, Brussels, 1996.
215. Руководящий документ "Система и план нумерации на сетях связи 7-ой зоны всемирной нумерации". – М.: Госкомсвязи России, 1999.
216. Сельская телефонная связь: Справочник/ Ю.А. Алексеев, В.А. Бирюков, А.С. Брискер и др.; Под ред. К.П. Мельникова и Ю.А. Парфенова – М.: Радио и связи, 1987.
217. ITU-T. The international public telecommunication numbering plan. Recommendation E.164. – Geneva, 1997.
218. Л.Е. Варакин, Н.А. Соколов. Универсальная Персональная Связь. – Электросвязь, № 7, 1993.
219. В. Buchanan. Handbook of Data Communications and Networks. – Kluwer Academic Publishers, 1999.
220. К. Д. Марсан. Протоколы Enum и SIP дополняют друг друга. – Computerworld, №25, 2001.
221. А. Москалюк. Enum – конвергенция в коммуникационном пространстве. – Компьютерное Обозрение, №22, 2001.
222. D. Krupinski, C. Schick, B. McConnell. Next Generation Phone Systems. – CMP Media, Inc., 2001.
223. VOC Notes on the LEC Networks – 1990, Issue 1, March 1991: Chapter 4 "Network Design and Configuration".

224. M. Feneyrol. Telecommunication in the 21st Century. The Real and the Virtual. – Springer, London, 1998.
225. ITU-T. Teleservices supported by an ISDN: Videotex. Recommendation I.241.5. – Geneva, 1998.
226. Д. Б. Хейвуд. Аутсортинг. В поисках конкурентных преимуществ – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002.
227. Ч. Гуанхуа. Услуги CENTREX. – Вестник связи, №11, 2001.
228. Руководящий документ "По применению сложного оборудования связи на сетях электросвязи, входящих в состав взаимовязанной сети связи Российской Федерации". – Решение Госкомсвязи РФ N 38 от 30 сентября 1998 года.
229. П. Иванов. УПАТС: фрагменты функционального портрета. – Сети, №5-6, 1999.
230. Д.В. Долотов. Рынок малых УАТС. Вчера, сегодня, завтра. – Технологии и средства связи, №4, 2002.
231. В.Ю. Гойхман. Учрежденческие АТС сегодняшнего и следующего поколения. – Технологии и средства связи, №4, 2003.
232. Д. Джейншигг. Управление сетью УАТС. – Сети и системы связи, №13, 2003.
233. Д.В. Корнилов. Малые УАТС – свежее мнение. – Мобильные системы, №12, 2002.
234. Д.В. Долотов, В.Л. Дагович. Мультисервисные УПАТС. – Вестник связи, №11, 2001.
235. Л.Е. Варакин, В.Д. Москвитин, В.Н. Николаенко, С.А. Анфилофьев. Обзор задач взаимодействия систем и сетей связи. – Мобильные системы, №8, 1999.
236. ITU-T. General structure of the ISDN interworking Recommendations. Recommendation I.500. – Geneva, 1993.
237. ITU-T. Definitions and general principles for ISDN interworking. Recommendation I.510. – Geneva, 1993.
238. Б.С. Гольдштейн. Сигнализация в сетях связи. Том 1, 3-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Радио и связь, 2001.
239. О. Ходасевич. Взаимоподключение Операторов электросвязи: теория и практика. – Вестник связи International, № 2, 2003.
240. ITU-T. Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability. Recommendation E.800. – Geneva, 1994.
241. ITU-T. Framework for Service quality agreement. Recommendation E.801. – Geneva, 1996.
242. М.А. Шнепс-Шнеппе. SLA: гарант прав потребителей. – Connect! Мир связи, №7, 2003.
243. В. Голубев. От управления отношениями с клиентами – к отношениям, управляемым клиентами: парадигма в сфере обслуживания клиентов. – Биллинг. Компьютерная телефония, №5, 2001.

244. В. Демин. CRM нельзя купить, CRM – это стратегия Вашего бизнеса. – <http://www.novamedia.ru>.
245. <http://www.spklabs.com>.
246. Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации на перспективу до 2005 года. Книга 3 "Основные положения развития телефонной сети общего пользования". – М.: Государственная комиссия по электросвязи при Министерстве связи Российской Федерации, 1996.
247. Нормы технологического проектирования "Городские и сельские телефонные сети". – Руководящий документ отрасли (РД 45.120-2000, НТП 112-2000), Министерство Российской Федерации по связи и информатизации, 2000.
248. ITU-T. Digital exchange performance design objectives. Recommendation Q.543. – Geneva, 1993.
249. С.Ф. Быков, В.И. Журавлев, И.А. Шалимов. Цифровая телефония. – М.: Радио и связь, 2003.
250. ITU-T. Effect of transmission impairment. Recommendation P.11. – Geneva, 1993.
251. В.А. Нетес, Н.В. Трубникова. Управление сетями: стандарты, проблемы и перспективы. – Вестник связи, №2, 2000.
252. Б.С. Гольдштейн. Протоколы сети абонентского доступа. Том 2. 2-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Радио и связь, 2002.
253. С. Брени. Синхронизация цифровых сетей связи. – М.: Мир, 2003.
254. Н. Слепов. Синхронизация цифровых сетей. Методы, терминология, аппаратура. – Электроника-НТБ, № 2, 2002.
255. О.А. Дьякова, С.Г. Шаронин. Технологии широкополосного доступа для рынка SOHO. – Технологии и средства связи, №4, 2003.
256. В.И. Андрианов, А.В. Соколов. Охранные устройства для дома и офиса. – СПб.: БХВ-Петербург: Арлит, 2002.
257. F. Bullingen. Telecommunications and Elderly-Shaping Telecommunications Technology for the Benefit of the Aging Society. – ITS, Eleventh Biennial Conference, Spain, June 16 – 19, 1996.



Н.А. Соколов около тридцати лет занимается исследовательской работой, связанной построением и развитием телекоммуникационных сетей. В 1982 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. В 1988 году присвоено ученое звание "Старший научный сотрудник". Им опубликованы две монографии по актуальным вопросам развития электросвязи и свыше 70 научных работ в отечественных и в зарубежных журналах. Член IEEE. Дважды приглашался руководством журнала "IEEE Communications Magazine" в качестве редактора для подготовки статей, посвященных развитию телекоммуникационных сетей в России и в странах Восточной Европы.

Николай Александрович Соколов
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ

*Монография в 4-х главах
Часть 3 (Глава 3)*

Информацию о распространении этой книги можно получить
на сайте проекта “БЕСЕДЫ О ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ”
www.teleinfo.ru или в компании “ИМАГ”:
тел.: (495) 362-7714, www.emag.ru

ООО “Альварес Пабблишинг”
Тел./факс: (495) 251-9423. E-mail: welcome@alvares.ru
Лицензия ИД № 02846 от 18.09.2000. ISBN 5-94439-093-X

Подписано в печать 23.11.2004. Формат 84*108/32.
Объем 6 п.л. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Тираж 4500 экз. Заказ № 5273.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленных диапозитивов
в ОАО “Можайский полиграфический комбинат”.
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.