

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 1 (Глава 1)

**Принципы построения  
телекоммуникационных систем**

Москва  
2003

УДК 621.395

ББК 32.882 С594

**Н.А. СОКОЛОВ**  
**ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ – М,**  
**Альварес Пабблишинг, 2003, – 128 с.**

ISBN

Монография Н.А. Соколова издается в 4-х главах. В этом выпуске печатается глава 1. Она посвящена анализу современного состояния и возможных путей развития ВСС России. Рассматриваются тенденции дальнейшего развития электросвязи и концепции, предлагаемые как основа этого развития. Уделено внимание историческим аспектам, терминологии, вопросам стандартизации и планирования.

ББК 32.882 С594

ISBN

© Н.А. СОКОЛОВ, 2003  
© Оформление, ООО “ИМАГ”, 2003

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| Предисловие   | 4   |
| 1. Принципы построения телекоммуникационной системы                 | 7   |
| 1.1. Немного истории  | 7   |
| 1.2. Основные термины   | 13  |
| 1.3. Международные и национальные стандарты                         | 21  |
| 1.3.1. Международный Союз Электросвязи                              | 21  |
| 1.3.2. Европейский Институт ETSI                                    | 27  |
| 1.3.3. Некоторые аспекты стандартизации электросвязи в России       | 30  |
| 1.4. Структура ВСС РФ   | 32  |
| 1.4.1. Общие положения  | 32  |
| 1.4.2. Транспортные сети  | 37  |
| 1.4.3. Коммутируемые сети   | 42  |
| 1.5. Статистика местных сетей                                       | 48  |
| 1.6. Зарубежные местные сети  | 64  |
| 1.7. Общие тенденции развития электросвязи                          | 71  |
| 1.7.1. Что нас ждет в начале XXI века?                              | 71  |
| 1.7.1.1. Четыре игрока инфокоммуникационного рынка                  | 71  |
| 1.7.1.2. Дополнительные соображения, касающиеся<br>игрока "Абонент" | 75  |
| 1.7.2. Концепции компании NTT                                       | 81  |
| 1.7.3. Глобальная Информационная Инфраструктура                     | 85  |
| 1.7.4. Концепция NGN  | 93  |
| 1.7.5. Основные направления развития электросвязи в России          | 100 |
| 1.7.5.1. Общие положения  | 100 |
| 1.7.5.2. Технические аспекты развития сетей электросвязи            | 102 |
| 1.7.5.3. Вопросы планирования инфокоммуникационной<br>системы       | 110 |
| Литература к главе 1  | 120 |

*Более поздние мысли обычно  
бывают и более разумными.  
(Цицерон)*

## **Предисловие**

В 1994 году, благодаря финансовой и организационной помощи открытого акционерного общества (ОАО) "Уралсвязьинформ", была опубликована моя первая книга "Эволюция местных телефонных сетей". А. С. Миков, работавший в то время Техническим директором ОАО "Уралсвязьинформ", прочитал рукопись и предложил издать книгу в Перми. Это освободило меня от сложных и кропотливых забот, с которыми приходится сталкиваться многим авторам. Речь идет о работе, которая начинается после редактирования рукописи и заканчивается тем приятным моментом, когда автор получает книгу из типографии.

С момента окончания работы над рукописью книги прошло десять лет. Пожалуй, до середины 80-х годов за такой срок в телекоммуникационной системе не происходили столь существенные изменения. Затем ситуация резко изменилась. В начале 2001 года (через семь лет после публикации) я пролистал книгу "Эволюция местных телефонных сетей" и понял, что ее целесообразно переписать, уточнив и дополнив большинство разделов всех глав. Кроме того, каждую главу теперь завершает раздел "Дополнительные комментарии ...", который будет регулярно обновляться. Новые материалы этих разделов будут размещаться на сайте <http://www.teleinfo.ru>. Там же содержится список сокращений.

В новой книге изменилось не только название. В процессе работы над рукописью мне хотелось решить две задачи. Во-первых, отразить те новые направления в развитии городских (ГТС) и сельских (СТС) телефонных сетей, которые свойственны началу XXI века. Во-вторых, критически переосмыслить те положения, которые были сформулированы в книге "Эволюция местных телефонных сетей". Эти соображения объясняют выбор эпитафии к Предисловию.

Монография состоит из четырех глав. Каждая глава печатается в виде отдельной брошюры. Это позволяет ускорить публикацию уже готовых разделов монографии.

В первой главе изложены главные принципы построения телекоммуникационной системы в России. Естественно, что основное внимание уделяется тем аспектам ее развития, которые имеют прямое или косвенное отношение к вопросам, рассматриваемым в монографии. Существенно - по сравнению с книгой "Эволюция местных телефонных сетей" - переработан раздел по терминологии.

Вторая глава посвящена транспортным сетям, которые ранее назывались первичными. Транспортные сети часто сравнивают с фундаментом, на который опирается телекоммуникационная система. На этом фундаменте создаются коммутируемые сети; их ранее именовали вторичными. Как правило, транспортные сети создают и эксплуатируют Операторы телефонной сети общего пользования (ТФОП). Поэтому соображения, связанные с вопросами построения транспортных сетей в городах и в сельской местности, также изложены в монографии наряду с вопросами телефонии.

В третьей главе рассматриваются вопросы развития ГТС и СТС. Естественно, что основное внимание уделяется принципам использования современной цифровой коммутационной техники. С момента выхода книги "Эволюция местных телефонных сетей" доля цифровых коммутационных станций в монтированной емкости ГТС и СТС заметно выросла. Опыт, накопленный исследовательскими центрами, проектными институтами и Операторами, позволяет уточнить ряд системных решений, определяющих стратегию и тактику развития ГТС и СТС.

Четвертая глава посвящена перспективным телекоммуникационным технологиям, имеющим практическое значение для дальнейшего развития ГТС и СТС. Естественно, что излагаемый материал существенно отличается от текста, приведенного в последней главе книги "Эволюция местных телефонных сетей". Во-первых, значительные изменения произошли в обсуждавшихся ранее направлениях. В качестве характерных примеров можно назвать цифровую сеть интегрального обслуживания (ЦСИО) и Интеллектуальную сеть (ИС), представления о которых за истекшие семь лет существенно изменились. Во-вторых, появились новые технологии, которые могут радикально трансформировать всю систему телефонной связи. Вы, вероятно, догадались, что речь идет о технологиях, связанных с Internet.

В заключение я бы хотел подчеркнуть, что излагаемые в монографии положения следует рассматривать как субъективное восприятие автором весьма сложного процесса эволюции системы телефонной связи. Известно, что россиянам присуща "патологическая" доверчивость к печатному слову. Пожалуйста, не считайте прочитанное Вами истиной в последней инстанции. Если у Вас появятся вопросы, пишите мне по адресу [nsokolov@teleinfo.ru](mailto:nsokolov@teleinfo.ru).

*Плохо то решение, которое  
не может быть изменено.  
(Публилий Сир)*

## **1. Принципы построения телекоммуникационной системы**

*Чем больше будем знать, тем понятнее все будет  
глупцам, тем непонятнее умным и тем тяжелее.  
(Марк Алданов)*

### **1.1. Немного истории**

В монографии будут часто использоваться существительные и прилагательные, образованные от слова "телефон". Энциклопедии и словари свидетельствуют о его греческих корнях. Первая часть слова (от греческого  $\tau\eta\lambda\epsilon$  - далеко) часто используются в русском языке, указывая на дальность или действие на большом расстоянии. Вторая часть слова (от греческого  $\phi\omega\upsilon\eta$ ) переводятся как звук, голос.

Принято считать, что развитие телефонной связи в мире началось с 14 февраля 1876 года. В этот день в 11 часов была зарегистрирована заявка Александра Грэхема Белла на изобретение электромагнитного телефона. Из истории развития техники известно, что похожие изобретения были сделаны задолго до 1876 года. По ряду причин эти разработки не были официально зарегистрированы. Следуя общепринятым нормам патентования, Александр Грэхем Белл считается первооткрывателем телефонной связи.

Телефон быстро нашел практическое применение. Уже в 1878 году в городе Нью-Хейвен (США) открылась первая в мире телефонная станция.

Интерес к изобретению А.Г. Белла был проявлен учеными и инженерами многих стран и, в том числе, российскими специалистами. В 1883 году русский инженер П.М. Голубицкий разработал усовершенствованный микрофон с угольным порошком. В 1885 году он предложил способ питания микрофонов телефон-

ных аппаратов от центральной батареи. В 1887 году инженер К.М. Мосцицкий разработал автоматическую телефонную станцию (АТС) малой емкости. В мастерской Одесского университета в 1893 году был собран макет АТС с шаговыми искателями С.М. Бердичевским-Апостоловым и М.Ф. Фрейденбергом. Ими был получен патент на АТС с шаговыми искателями в Великобритании и США.

Первые телефонные станции были построены на ряде заводов Уфимской губернии в 1880 году для частного применения. Городские телефонные станции появились в 1882 году в Санкт-Петербурге, Москве и Одессе, а в 1885 году - в Киеве. Построенная на однопроводных коммутаторах московская телефонная станция к 1916 году достигла емкости 60000 номеров. Контроль государства в области телефонной связи начался в 1881 году. Правительство утвердило "Основные условия устройства и эксплуатации городских телефонных сообщений".

Газета "Санкт-Петербургские ведомости", выпуск 12 июля 1997 года, накануне 115 годовщины установления первого соединения между абонентами столицы Российской Империи опубликовала любопытную информацию. В 1908 году в Санкт-Петербурге насчитывалось 16990 абонентов. Еще 417 человек ожидали своей очереди на установку телефона, внося 25 рублей в качестве аванса. Каждый десятый из них ждал уже второй год. В 1906 году плата за телефон была следующей: 49,5 рублей в месяц за индивидуальный (заработная плата высококвалифицированного рабочего), 65 рублей за коллективный (например, в подъезде дома) и 71,5 рублей за так называемый "публичный" (в магазине или конторе).

Развитие кабельной техники началось несколько раньше, так как организация линий связи потребовалась при создании телеграфной сети. Опыт организации телеграфной связи был использован и при создании телефонных сетей. В 1882 году построена первая междугородная линия связи между Санкт-Петербургом и Гатчиной (ее длина составила 45 километров) для "переговоров высочайших особ" и слушания опер из Мариинского театра. Аппаратура русского изобретателя Е.И. Гвоздева нашла применение при организации телефонной связи между городами Одесса - Николаев (1893 год) и Ростов - Таганрог (1895 год).

31 декабря 1898 года состоялось официальное открытие теле-



фонной связи между Санкт-Петербургом и Москвой - самой длинной в то время междугородной линии в Европе. В течение первой недели в сутки осуществлялось около 60 переговоров, но уже в следующую неделю нагрузка удвоилась. К 1914 году в крупных городах России были созданы телефонные сети, сыгравшие значительную роль в социальной сфере и научно-техническом прогрессе страны. Их общая емкость превышала 230 тысяч телефонных аппаратов. Последовавшие затем I Мировая и, особенно, гражданская войны существенно затормозили развитие телефонной связи России.

История развития телефонной связи в России до и после 1917 года изложена достаточно подробно [1 - 7]. В этих работах - очевидно по идеологическим соображениям - утверждается, что развитие телефонной связи началось, практически, только после 1917 года. Сравнение экстенсивных показателей уровней развития телефонной связи до 1917 года и в наши дни вряд ли уместно, но анализ темпов роста некоторых характеристик весьма показателен.

На рисунке 1.1 показан график, иллюстрирующий темпы роста номерной емкости ГТС в Российской Империи. Для построения графика использованы статистические данные, приведенные в [3].

Уровень телефонизации, соответствующий 1917 году, принят за 100%. Это сделано для того, чтобы читатель смог сравнить динамику роста емкости ГТС в разные периоды времени. Рисунок 1.1 свидетельствует о том, что до 1917 года российская телефонная сеть развивалась весьма динамично. Этому есть и другие доказательства.

Газета "Санкт-Петербургские ведомости" 30 октября 1999 года опубликовала интересную статью "Как Петроград лишился телефонов". Материал посвящен пожару, который случился 5 октября 1921 года в помещении Центральной телефонной станции на улице Большая Морская. Город остался

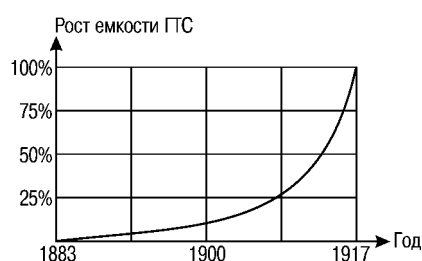


Рисунок 1.1 Темпы развития телефонной связи в Российской Империи

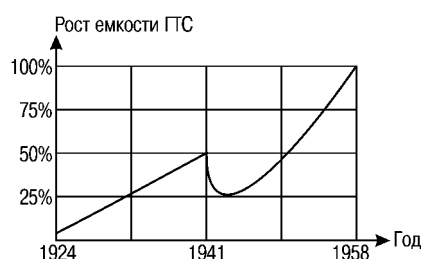


Рисунок 1.2 Темпы развития телефонной связи в России с 1924 по 1958 год

без телефонной связи. Надо ли говорить, что 7 октября 1921 года городские власти начали поиск виновных с публикации обращения под характерным для большевиков названием "Следите за врагами!"? В 1917 году сеть Санкт-Петербурга насчитывала примерно 57 тысяч

номеров. В начале 1922 года удалось ввести только 504 номера.

В годы Советской власти подобные факты в печати не приводились. Напротив, публикации по истории связи содержат оптимистические пассажи, касающиеся развития телекоммуникационных сетей в СССР.

Один из итогов гражданской войны - сокращение емкости ГТС на 62% [6] по сравнению с уровнем 1917 года. Только в 1929 году городская телефонная связь достигла показателей России до октябрьского переворота [6]. В том же году начался монтаж первой АТС. Эта станция емкостью 6000 номеров была установлена в Ростове-на-Дону. В 1930 году запущены две АТС в Москве. К 1941 году доля АТС в общей емкости ГТС составила 36,1% [6].

В годы Великой Отечественной войны многие ГТС были полностью или частично разрушены. Это видно из графика, приведенного на рисунке 1.2, который составлен на основе публикаций [6, 8, 9]. Рассматриваемый период составляет 34 года, как в предыдущем примере.

В послевоенные годы в ГТС появились декадно-шаговые АТС. Первая декадно-шаговая станция была введена в эксплуатацию в 1949 году. Процесс автоматизации в ГТС перевалил рубеж 50% в 1958 году. В том же году началось внедрение усовершенствованных декадно-шаговых АТС. Им на смену пришли координатные станции. Освоение этого типа коммутационной техники началось с установки подстанций, включавшихся в декадно-шаговые АТС. Координатные АТС используются в ГТС с 1967 года.

В сельской местности АТС появились только в начале 50-х го-

дов. Это были релейные станции на 40 и 80 номеров. С 1957 года развитие СТС осуществлялось за счет внедрения декадно-шаговых АТС. В 1962 году началось внедрение сельских координатных АТС, которые стали устанавливаться на всех уровнях иерархии СТС.

Параллельно совершенствовались и местные транспортные сети. В городах стали прокладываться многопарные кабели. Для повышения дальности связи были использованы усилители, позволившие отказаться от прокладки кабелей с большим диаметром жил или пупинизации [2]. Позже в городской связи стали использовать системы передачи.

В сельской местности долгое время основу транспортных сетей составляли воздушные линии. Более того, до 50-х годов часто использовались так называемые однопроводные цепи. В [5] приводятся такие данные: "За период с 1951 г. по 1957 г. произведена замена около 400000 километров ветхих проводов, протяженность однопроводных телефонных сетей уменьшилась в 24 раза".

Позднее стали использоваться кабели связи, а затем и радиорелейные линии (РРЛ). Пучки соединительных линий (СЛ) между сельскими станциями, в большинстве случаев, были мелкими. Это стимулировало применение систем передачи малой емкости - от двух до двенадцати каналов.

В семидесятые годы местные телефонные сети в России развивались преимущественно за счет координатных АТС, но основные исследования и разработки были связаны с новым поколением коммутационной техники. Первые попытки создать полностью электронную АТС с программным управлением не увенчались успехом. В результате появились квазиэлек-

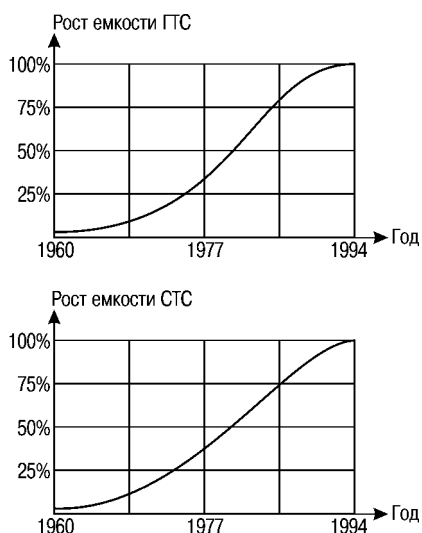


Рисунок 1.3 Темпы развития телефонной связи в России с 1960 по 1994 год

тронные АТС. Коммутационные системы этих АТС строились, в основном, на герконах или гезаконах [10].

Цифровые коммутационные станции начали активно завоевывать телекоммуникационный рынок в восьмидесятые годы. В это же время качественно изменились технические средства, используемые для создания и развития транспортных сетей. Доминировать стали цифровые системы передачи (ЦСП). В качестве среды передачи сигналов началось использование оптических волокон (ОВ).

Давайте остановимся на этих мажорных пассажах. Дальнейшее развитие местных сетей - уже не история. Процессы, характерные для современной электросвязи, требуют детального анализа; соответствующие результаты - предмет второй и третьей глав монографии. В заключение данного раздела мне бы хотелось привести рисунок 1.3, иллюстрирующий темпы роста номерной емкости ГТС с 1960 по 1994 год, то есть опять-таки за тридцатичетырехлетний период.

Мне показался интересным факт почти полного совпадения темпов развития ТФОП в городах и в сельской местности. Если же посмотреть абсолютные величины емкости ГТС и СТС и, тем более, значения телефонной плотности, то ни о каких совпадениях речи быть не может.

К подобным иллюстрациям мы еще вернемся. Аналогичные графики можно будет найти в разделе 1.5, который посвящен статистике местных сетей. Если Вы не бросите чтение монографии до первого раздела четвертой главы, то еще раз обнаружите знакомые по форме картинки. Речь пойдет о прогностических оценках, касающихся дальнейшего развития местных сетей электросвязи.

*Язык есть вековой труд  
целого поколения.  
(Владимир Даль)*

## **1.2. Основные термины**

Итак, мы переходим к разделу "Основные термины". Если Вы знакомы с монографией "Эволюция местных телефонных сетей", то наверняка вспомните, что в ней есть аналогичный раздел. Тем не менее, я бы посоветовал не пропускать раздел "Основные термины". Дело, безусловно, не в том, что он хорошо написан. Напротив, более всего мне в монографии не нравится именно этот раздел. Причина в другом. Терминология, по сравнению с используемой в монографии "Эволюция местных телефонных сетей", существенно изменилась.

Почти все представленные ниже термины заимствованы, как правило, из трех основных источников:

- ♦ словарь основных терминов и определений из руководящего документа по построению российской телекоммуникационной системы [11];
- ♦ рекомендации Международного Союза Электросвязи (МСЭ) и стандарты Европейского Института Телекоммуникационных Стандартов ETSI (European Telecommunications Standards Institute);
- ♦ отечественная и зарубежная научно-техническая литература, прямо или косвенно связанная с аспектами терминологии.

Для объяснения некоторых терминов целесообразно рассмотреть модель российской ТФОП, представленную на рисунке 1.4. Эта модель не включает ряд элементов, которые не существенны с точки зрения терминологии.

Терминал (Т) используется абонентом для выхода в ТФОП, а в ряде случаев - в другую телекоммуникационную сеть. В качестве терминала в ТФОП чаще всего используется телефонный аппарат (ТА). Абонентская линия (АЛ) соединяет терминал с местной станцией (МС) или с учрежденческой АТС (УАТС). Второй вариант обычно используется для включения в ТФОП абонентов производственного сектора.

В настоящее время мы все еще оперируем разными терминами, говоря о городской и сельской связи. В ГТС местная станция

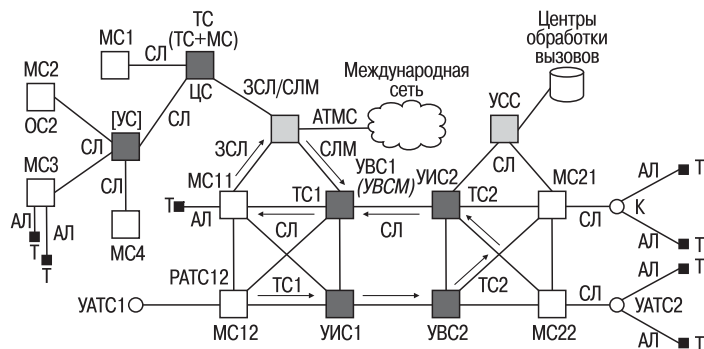


Рисунок 1.4 Модель российской ТФОП

называется районной АТС (РАТС). Говоря о СТС, используют аббревиатуру ОС (оконечная станция). Для МС12 в ГТС и МС2 в СТС на рисунке 1.4 сохранены еще используемые ныне названия - РАТС12 и ОС2 соответственно.

В городах МС могут соединяться между собой без установки транзитных станций (ТС), являющихся пока неотъемлемой частью крупных ГТС. В этом случае все МС связываются между собой по принципу "каждая с каждой" пучками соединительных линий (СЛ). Использование ТС подразумевает деление местной сети на несколько узловых районов [12]. В нижней части рисунка 1.4 показаны два района. В период развития ГТС на базе декадно-шаговых и координатных АТС использовались транзитные станции, выполняющие функции узлов входящего (УВС) и исходящего (УИС) сообщения. Для ТС1 и ТС2 на рисунке 1.4 приведены также номера соответствующих УВС и УИС. Кроме того, стрелками показаны маршруты, используемые для установления исходящих и входящих соединений.

Для выхода на автоматическую междугородную телефонную станцию (АМТС) используется пучок заказно-соединительных линий (ЗСЛ). Входящее междугородное соединение устанавливается через СЛМ - соединительную линию междугородной связи. Пучок этих линий включается в одноименный узел входящего сообщения (УВСМ), который на рисунке 1.4 совмещен с ТС1 (его название выделено курсивом).

В административном центре сельского района устанавливается

либо ТС, либо комбинированная станция, выполняющая также и функции МС. В первом случае телефонисты старой закалки говорят, что используется УСП - узел сельско-пригородной связи, а во втором - центральная станция (ЦС). В любом случае связь с АМТС осуществляется по пучку ЗСЛ/СЛМ.

Для СТС характерен еще один вид транзитных станций - узловы (УС). На рисунке 1.4 это название приведено в квадратных скобках. Это означает, что принципы дальнейшего развития СТС предусматривают постепенный отказ от использования такого рода ТС. В настоящее время УС еще используются. На рисунке 1.4, в его верхней части, показано включение МС1 непосредственно в ТС, а МС2, МС3 и МС4 соединены с УС.

Вы уже заметили, что коммутационные станции, изображенные на рисунке 1.4, отмечены одним из трех оттенков. Прозрачные квадраты и круги обозначают МС и УАТС. Самые темные квадраты - местные транзитные станции. Светло-серый оттенок использован для указания на АМТС и узел спецслужб (УСС), который обеспечивает связь абонентов ТФОП с различными центрами обработки вызовов. В первую очередь УСС предназначен для выхода на экстренные службы для вызова пожарной команды, милиции, скорой медицинской помощи и аварийной бригады газовой сети.

К приведенным выше терминам мы вернемся, предварительно рассмотрев еще два рисунка. В этом месте мне показалось уместным маленькое лирическое отступление. Читатель, знакомый с отечественной технической литературой, уже заметил, что некоторые термины отличаются от тех, к которым он привык. Это действительно так. Более того, не все используемые в монографии термины соответствуют тем, что приняты в руководящих документах (РД) Администрации связи России. Если термин, предлагаемый какими-либо документами, не представлялся мне удачным, я руководствовался старинной аксиомой: "Caesar non supra grammaticos" - Цезарь не выше грамматики.

Теперь рассмотрим один из фундаментальных принципов построения телекоммуникационной системы, который имеет очень интересную историю. Речь пойдет о транспортной (первичной) и коммутируемых (вторичных) сетях. Термин "Транспортная сеть" - перевод с английского языка словосочетания "Transport Network".

В [11] используется термин "Первичная сеть", предложенный российскими учеными в начале шестидесятых годов [13]. Этот термин был введен как название совокупности каналов и трактов, ресурсы которых используются различными вторичными сетями - телефонной, телеграфной и другими.

Выделение в телекоммуникационной системе двух компонентов - единой первичной и ряда вторичных сетей - долго не прижилось среди большинства специалистов по местным сетям. Мне кажется, что этому способствовали два обстоятельства. Во-первых, первичные сети создавались Операторами телефонной связи. Они повторяли структуру ГТС и СТС. Первичные сети практически полностью использовались для обслуживания речевого трафика. Во-вторых, такое деление сетей не использовалось зарубежными специалистами - *In patria natus non est propheta vocabus* (нет пророка в своем отечестве). Когда термины "Transport Network" и "Switched Network" появились в англоязычной технической литературе, они начали свое "возвращение" в Россию.

Далее в монографии будут использоваться термины "Транспортная сеть" и "Коммутируемая сеть". Более подробные комментарии на эту тему можно найти в разделе 1.8, который размещен в Internet. Для дальнейших рассуждений воспользуемся моделью, представленной на рисунке 1.5. Модель иллюстрирует принципы использования ресурсов транспортной сети для организации телефонной связи и передачи данных (ПД). В данном примере рассматривается гипотетическая сеть ПД, основанная

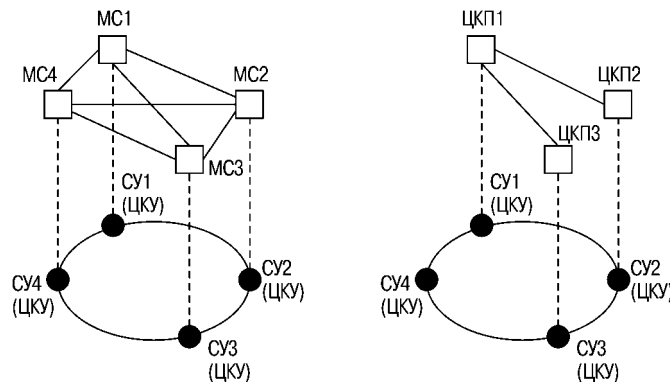


Рисунок 1.5 Транспортная и коммутируемые сети



на тех же транспортных ресурсах, что и ТФОП. Некоторые современные технологии обмена данными предполагают использование иных транспортных ресурсов. Эти вопросы изложены в четвертой главе монографии.

Рисунок 1.5 состоит из двух фрагментов. Левый фрагмент иллюстрирует принципы построения гипотетической ГТС, состоящей из четырех МС. Правый фрагмент показывает идею построения сети ПД, образуемой тремя центрами коммутации пакетов (ЦКП).

Нижние части левого и правого фрагментов идентичны, так как отображают общую транспортную сеть, которая состоит из двух основных элементов - сетевых узлов (СУ) и объединяющих их линий передачи. Исторически сложилась так, что оборудование СУ располагается в тех же зданиях, где устанавливается коммутационное оборудование ТФОП. По этой причине число СУ в рассматриваемой модели равно числу МС.

На рисунке 1.5 показана кольцевая структура транспортной сети, но это не единственно возможное решение. Этот вопрос мы будем подробно рассматривать во второй главе монографии. Там же будут изложены основные характеристики оборудования СУ. В нашей модели предполагается, что СУ построены на базе цифровых кроссовых узлов (ЦКУ). Важная особенность ЦКУ - возможность оперативного установления полупостоянных соединений для того, чтобы всем коммутируемым сетям были предоставлены необходимые ресурсы для обмена информацией.

ЦКУ позволяют формировать коммутируемые сети любой структуры. Левый фрагмент рисунка 1.5 показывает структуру ГТС, в которой все МС связаны между собой по принципу "каждая с каждой". Гипотетическая сеть ПД - правый фрагмент рисунка 1.5 - содержит три ЦКП, которые образуют структуру типа "звезда" [13].

Итак, мы рассмотрели два рисунка, предваряющие перечень терминов, которые необходимы для изложения большинства разделов монографии. Перечень терминов составлен по такой схеме. Сначала приводится термин на русском языке. В скобках указывается соответствующий термин на английском языке, если, конечно, таковой имеется. Далее предлагается определение термина; в некоторых случаях приводится также соответствующий текст на английском языке. Большинство терминов сопровождается примечанием, что позволяет уточнить некоторые детали.

1. Сетевой узел (Network Node) - комплекс технических средств, который обеспечивает формирование и полупостоянную коммутацию каналов и трактов, используемых коммутируемыми сетями электросвязи.  
Примечание: в [11] предлагается аналогичное определение, но вводится также термин "Сетевая станция", который представляется мне лишним.
2. Линия передачи (Transmission Line) - совокупность каналов и/или трактов, соединяющих сетевые узлы между собой.  
Примечание: в [11] приводится подобное определение, в котором подчеркивается необходимость общности среды распространения сигналов и линейных сооружений; мне кажется, что это не существенно.
3. Транспортная сеть (Transport Network) - совокупность СУ и линий передачи, которая обеспечивает коммутируемые сети необходимыми ресурсами для обмена информацией.  
Примечание 1: данное определение основано на формулировке, приведенной в рекомендации МСЭ G.805 [14].  
Примечание 2: транспортные сети целесообразно классифицировать по уровню иерархии; в монографии будут рассматриваться транспортные сети городские (ТСГ), сельские (ТСС) и доступа (ТСД).
4. Коммутационная станция (Switching Exchange) - совокупность аппаратно-программных средств, обеспечивающих установление соединений для обмена информацией.  
Примечание: данное и три следующих определения основаны на формулировках, которые приведены в рекомендации МСЭ Q.9 [15].
5. Местная станция (Local Exchange) - коммутационная станция, обеспечивающая подключение абонентских терминалов.
6. Транзитная станция (Transit Exchange) - коммутационная станция, предназначенная для установления соединений между другими станциями.
7. Комбинированная станция (Combined Local/Transit Exchange) - коммутационная станция, выполняющая функции как местной, так и транзитной станций.  
Примечание: в технической литературе иногда используется аббревиатура ОТС - опорно-транзитная станция или ОПТС.

8. Коммутируемая сеть (Switched Network) - определенная совокупность коммутационных станций и часть ресурсов транспортной сети, которые предназначены для обмена одним или более видами информации.  
Примечание: коммутируемые сети могут быть классифицированы по основному виду передаваемой информации (телефонная, телеграфная и другие) или по способу ее распределения (коммутация каналов, пакетов, сообщений).
9. Телефония (Telephony) - вид электросвязи, предназначенный, в основном, для обмена речевой информацией  
Примечание: данное определение основано на формулировке, которая приведена в рекомендации МСЭ В.13 [16].
10. Телефонная сеть (Telephone Network) - коммутируемая сеть, которая предназначена, в основном, для установления соединений между телефонными аппаратами вызывающего и вызываемого абонентов.  
Примечание: телефонные сети целесообразно классифицировать по уровню иерархии; в монографии будут рассматриваться ГТС и СТС, а также сети абонентского доступа.
11. Интегральная цифровая сеть (Integrated Digital Network) - сеть, в пределах которой информация передается и распределяется в виде цифровых сигналов.
12. Сеть интегрального обслуживания (Integrated Services Network) - сеть, которая поддерживает широкий спектр услуг электросвязи.  
Примечание: данное определение основано на формулировке, которая приведена в рекомендации МСЭ I.112 [17].
13. Цифровая сеть интегрального обслуживания (Integrated Services Digital Network) - сеть интегрального обслуживания, которая обеспечивает цифровые соединения между интерфейсами пользователь-сеть.  
Примечание: данное определение основано на формулировке, которая приведена в рекомендации МСЭ I.112 [17].
14. Услуга электросвязи (Telecommunication Service) – то,

что предлагается Оператором для удовлетворения коммуникативных потребностей абонентов.

Примечание 1: данное определение основано на формулировке, которая приведена в рекомендации МСЭ I.112 [17].

Примечание 2: "коммуникативные потребности" входят в группы как личных, так и социальных потребностей [18], иерархия которых предложена, в частности, американским психологом А. Маслоу.

15. Качество обслуживания (Quality of Service) - общая оценка абонентом уровня обслуживания.

Примечание: данное определение основано на формулировке, которая приведена в рекомендации МСЭ E.800 [19].

16. Абонент (Subscriber) - физическое или юридическое лицо, которому предоставлена возможность использования услуг электросвязи.

Примечание: в последнее время часто используется термин "Пользователь" - перевод с английского слова "User"; такая замена целесообразна, в частности, в том случае, когда обмен информацией, включая процедуры установления соединения, осуществляется персональными компьютерами без участия человека.

Итак, даны определения шестнадцати терминов. Мне показалось, что именно эти термины существенны для большинства разделов монографии. Ряд терминов, менее общего характера, будет, при необходимости, вводиться в других разделах. А теперь настала пора перейти к вопросам стандартизации в электросвязи.

*Национальной науки нет, как нет  
национальной таблицы умножения.  
(А.П. Чехов)*

### **1.3. Международные и национальные стандарты**

#### **1.3.1. Международный Союз Электросвязи**

Этот параграф, в значительной мере, основан на материалах, которые доступны всем пользователям Internet. Если у Вас есть доступ в Internet и Вы легко читаете технические тексты на английском языке, то можете пропустить параграф 1.3.1, обратившись к первоисточнику по адресу: <http://www.itu.int>. На сайте МСЭ Вы найдете интересную информацию, анализ которой не входит в перечень вопросов, рассматриваемых в монографии.

17 мая 1865 года двадцать стран подписали первый международный документ, касающийся телеграфной связи. Был учрежден Международный Телеграфный Союз (International Telegraph Union). Этот день считается датой основания МСЭ. В 1885 году Международный Телеграфный Союз приступил к работам, касающимся регулирования в области телефонной связи. Практическое применение радиосвязи, называемое в XIX веке беспроволочным телеграфом (Wireless telegraphy), также стимулировало разработку международных норм.

В 1924 году был организован Международный Консультативный Комитет по Телефонии. Одним годом позже начал свою работу Международный Консультативный Комитет по Телеграфии. В 1927 году был создан Международный Консультативный Комитет по Радиосвязи (МККР).

Международный Телеграфный Союз был переименован в МСЭ 1 января 1934 года. Решение об этом приняла конференция в Мадриде, которая состоялась в 1932 году. С 1947 года МСЭ работает под эгидой Организации Объединенных Наций. Штаб-квартира МСЭ в 1948 году переехала из Берна в Женеву.

Большинству российских специалистов хорошо известна аббревиатура МККТТ - Международный Консультативный Комитет по Телеграфии и Телефонии. Он был организован в 1956 году при объединении Комитетов по телеграфной и телефонной

связи. Конференция, проведенная в Ницце в 1989 году, приняла решение об учреждении комитета TDB (Telecommunications Development Bureau), который стал помогать развивающимся странам в создании национальных телекоммуникационных систем.

Существенные изменения в деятельности МСЭ произошли после конференции, проведенной в Женеве в 1992 году. Необходимость этих изменений была продиктована соображениями различного характера - технического, экономического, организационного. В результате сложилась новая структура МСЭ, фрагмент которой представлен на рисунке 1.6.

С 1 марта 1993 года упразднены существовавшие ранее комитеты МСЭ, а их функции распределены между тремя секторами. Давайте остановимся на Секторе Стандартизации Электросвязи (ССЭ), который, с точки зрения рассматриваемых в монографии вопросов, представляет наибольший интерес. Соответствующий прямоугольник на рисунке 1.6 иллюстрирует структуру ССЭ.

Всемирная конференция ССЭ проводится один раз в четыре года. В период ее работы обсуждаются главные направления дея-

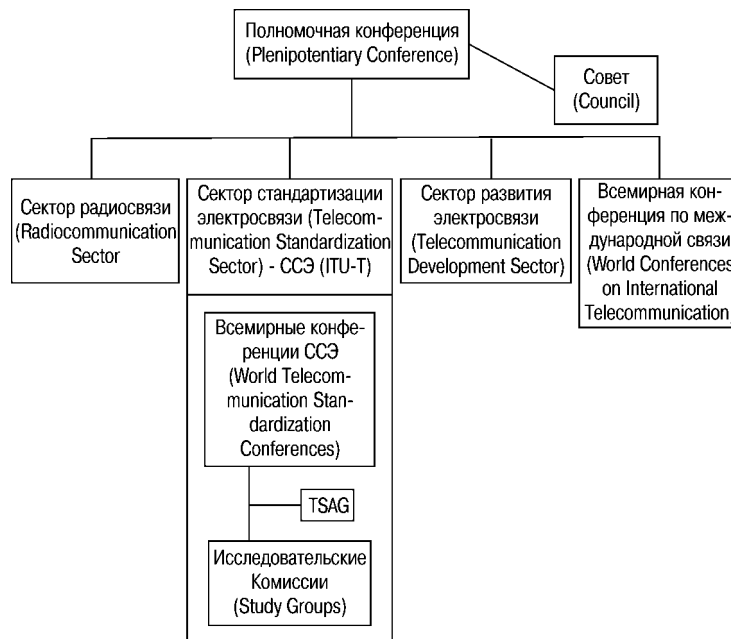


Рисунок 1.6 Фрагмент структуры Международного Союза Электросвязи

тельности ССЭ в течение следующих четырех лет. Конференция образует Исследовательские Комиссии (ИК) и согласовывает программы их работы. Консультативная группа по стандартизации TSAG (Telecommunication Standardization Advisory Group) осуществляет координацию деятельности всех ИК, включая выбор приоритетов в подготовке стандартов, разработку руководящих документов, составление отчетов для руководства МСЭ.

Основная работа по составлению рекомендаций МСЭ выполняется в ИК, которые состоят из нескольких рабочих групп. Эти рабочие группы, при необходимости, разбиваются на подгруппы. В 2003 году в ССЭ работали тринадцать ИК:

- ♦ ИК-2 "Технические аспекты предоставления услуг, работы сетей и характеристик функционирования" (Operational aspects of service provision, networks and performance);
- ♦ ИК-3 "Принципы тарифов и учета, включая соответствующие экономические и стратегические вопросы" (Tariff and accounting principles including related telecommunications economic and policy issues);
- ♦ ИК-4 "Эксплуатационное управление системой электросвязи, включая TMN" (Telecommunication management, including TMN);
- ♦ ИК-5 "Защита от внешних электромагнитных влияний" (Protection against electromagnetic environment effects);
- ♦ ИК-6 "Линейно-кабельные сооружения" (Outside plant);
- ♦ ИК-9 "Интегрированные широкополосные кабельные сети, передача телевизионных и звуковых сигналов" (Integrated broadband cable networks and television and sound transmission);
- ♦ ИК-11 "Требования к сигнализации и протоколы" (Signalling requirements and protocols);
- ♦ ИК-12 "Характеристики сетей и терминалов с точки зрения сквозной передачи информации" (End-to-end transmission performance of networks and terminals);
- ♦ ИК-13 "Многопротокольные и IP-сети; их взаимодействие" (Multi-protocol and IP-based networks and their internetworking);
- ♦ ИК-15 "Оптические и иные транспортные сети" (Optical and other transport networks);
- ♦ ИК-16 "Мультимедийные услуги, системы и терминалы" (Multimedia services, systems and terminals);

- ♦ ИК-17 "Сети обмена данными и программное обеспечение телекоммуникационных систем" (Data Networks and Telecommunication Software);
- ♦ Специальная ИК "ИМТ-2000 и следующее поколение" (Special Study Group "ИМТ-2000 and Beyond").

МСЭ был задуман как организация, занимающаяся изучением интерфейсов между национальными сетями телеграфной и телефонной связи, чтобы обеспечить оптимальный процесс установления соединений между абонентами разных стран. Сначала функции сопряжения между национальными сетями могли быть реализованы в международных коммутационных станциях. По мере модернизации сетей электросвязи и расширения их функциональных возможностей стандартизация охватила интерфейсы, реализуемые даже в терминальном оборудовании. Этот закономерный процесс развития электросвязи привел к существенному росту числа рекомендаций МСЭ.

Все рекомендации МСЭ распределены по сериям, которые обозначаются одной буквой латинского алфавита, от "А" до "Z". Некоторые ИК разрабатывают рекомендации МСЭ, которые входят в одну серию. Часть ИК готовит рекомендации, попадающие в разные серии. В настоящее время все рекомендации МСЭ распределены следующим образом:

- ♦ серия "А" - Organization of the work of the ITU-T (Организация работы в ССЭ);
- ♦ серия "В" - Means of expression: definitions, symbols, classification (Средства выражения: определения, символы, классификация);
- ♦ серия "С" - General telecommunications statistics (Общая статистика электросвязи);
- ♦ серия "D" - General tariff principles (Общие принципы определения тарифов);
- ♦ серия "Е" - Overall network operation. Telephone service, service operation and human factors (Общая эксплуатация сети. Услуги телефонной связи, управление услугами и человеческие факторы)
- ♦ серия "F" - Non-telephone telecommunication services (нетелефонные услуги электросвязи);
- ♦ серия "G" - Transmission systems and media, digital systems and networks (Системы и среда передачи, цифровые системы и сети);



- ♦ серия "H" - Audiovisual and multimedia systems (Аудиовизуальные и мультимедийные системы);
- ♦ серия "I" - Integrated services digital network (Цифровая сеть интегрального обслуживания);
- ♦ серия "J" - Cable networks and transmission of television, sound programme and other multimedia signals (Кабельные сети, передача телевизионных и звуковых программ, а также других мультимедийных сигналов);
- ♦ серия "K" - Protection against interference (Защита от помех);
- ♦ серия "L" - Construction, installation and protection of cables and other elements of outside plan (Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений);
- ♦ серия "M" - TMN and network maintenance: international transmission systems, telephone circuits, telegraphy, facsimile, and leased circuits (TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, каналы телефонной, телеграфной и факсимильной связи, арендованные каналы);
- ♦ серия "N" - Maintenance: international sound programme and television transmission circuits (Техническое обслуживание: международные каналы передачи телевизионных и звуковых программ);
- ♦ серия "O" - Specifications of measuring equipment (Требования к измерительному оборудованию);
- ♦ серия "P" - Telephone transmission quality, telephone installation, local line networks (Качество передачи речи, установки телефонной связи, абонентские сети);
- ♦ серия "Q" - Switching and signalling (Коммутация и сигнализация);
- ♦ серия "R" - Telegraph transmission (Передача телеграфных сообщений);
- ♦ серия "S" - Telegraph services terminal equipment (Терминальное оборудование для услуг телеграфии);
- ♦ серия "T" - Terminals and telematic services (Терминалы и телематические услуги);
- ♦ серия "U" - Telegraph switching (Коммутация в телеграфной связи);
- ♦ серия "V" - Data communication over telephone network (Обмен данными по телефонной сети);
- ♦ серия "X" - Data network and open system communications

(Сети обмена данными и взаимодействие открытых систем);

- ♦ серия "Y" - Global information infrastructure and Internet protocol aspects (Глобальная Информационная Инфраструктура и аспекты протокола Internet);
- ♦ серия "Z" - Languages and general software aspects for telecommunication systems (Языки программирования и основные аспекты программного обеспечения телекоммуникационных систем).

Собрания ИК проводятся обычно один-два раза в год. По некоторым вопросам, изучение которых носит постоянный или долговременный характер, ИК назначает Специальных Докладчиков. Их функции заключаются в координации всех аспектов стандартизации порученного им вопроса. Специальные Докладчики ведут работу как на собраниях ИК, так и по переписке с другими специалистами, заинтересованными в разработке соответствующего вопроса.

Национальные Администрации связи и организации, являющиеся членами ССЭ, вносят свои предложения по разработке и уточнению рекомендаций в виде стандартизованных по форме документов, называемых вкладами. Вклады, поступающие в секретариат ССЭ до оговоренного заранее срока, печатаются и официально рассылаются всем потенциальным участникам собрания ИК. Вкладам, полученным секретариатом позже установленного срока, присваивается статус "Задержанный вклад". Раньше эти документы получали только участники собрания ИК. Теперь они в электронном виде хранятся в базе данных МСЭ, условия доступа к которой можно прочесть в Internet по указанному в начале данного параграфа адресу.

В течение собрания ИК рабочие группы и Специальные Докладчики анализируют все полученные вклады. Результатами проведенной работы являются отчеты рабочих групп, утверждаемые на пленарном собрании ИК. В этих отчетах могут содержаться проекты новых рекомендаций, уточненные тексты разработанных ранее рекомендаций, документы, направляемые на согласование в другие ИК ССЭ.

Администрация связи России - член МСЭ. Российские специалисты активно участвуют в работе ССЭ, занимая руководящие должности в ряде ИК и выполняя функции Специальных Докладчиков. От лица Администрации связи России поданы проекты рекомендаций, которые были утверждены ССЭ.

### 1.3.2. Европейский Институт ETSI

Европейский Институт Телекоммуникационных Стандартов - далее в тексте монографии будет использоваться соответствующая аббревиатура на английском языке (ETSI) - основан в 1988 году. Основная цель создания ETSI - разработка общеевропейских телекоммуникационных стандартов. Эти стандарты призваны обеспечить совместимость национальных систем электросвязи, что, в свою очередь, рассматривается как одно из условий эффективности интеграционных процессов в Европе.

Подробную информацию, касающуюся организационных и технических аспектов работы ETSI, можно найти в Internet по адресу: <http://www.etsi.org>. В этом параграфе будут затронуты только те направления деятельности ETSI, которые необходимы для изложения материалов следующих глав монографии.

Обычно в структуре ETSI выделяют четыре основных компонента: Генеральная Ассамблея (General Assembly), Совет (Board), Техническая Организация (Technical Organization) и Секретариат (Secretariat). Техническая организация, в свою очередь, состоит из Проектов ETSI (ETSI Projects), Технических Комитетов (Technical Committee), и Специальных Комитетов (Special Committees). Они разрабатывают и утверждают телекоммуникационные стандарты. Рисунок 1.7 иллюстрирует структуру ETSI. В этой структуре наибольший интерес для нас представляют Проекты ETSI и Технические Комитеты.

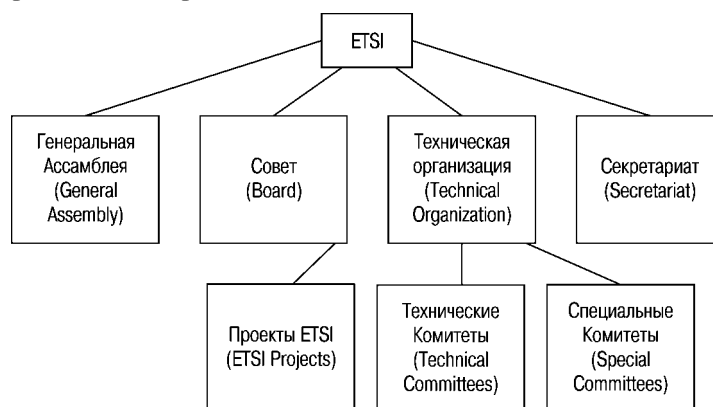


Рисунок 1.7 Структура ETSI

В разработке находится несколько Проектов ETSI. Мне бы хотелось выделить три проекта, которые интересны с точки зрения рассматриваемых в монографии вопросов. Проект TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks) связан с IP-телефонией. Это направление развития электросвязи рассматривается в четвертой главе монографии. Проект UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) посвящен так называемому третьему поколению систем связи с подвижными объектами. Этот вопрос также рассматривается в четвертой главе монографии. Проект BRAN (Broadband Radio Access Networks) касается реализации широкополосных сетей абонентского радио доступа. Принципы построения сетей абонентского доступа рассматриваются в третьей главе монографии.

В 2003 году в ETSI было шестнадцать Технических Комитетов (Technical Committee - TC). В отличие от ИК, созданных МСЭ, Технические Комитеты не имеют номеров. Они идентифицируются своими названиями:

- ♦ Доступ и терминалы (Access and Terminals - AT);
- ♦ Информация по стандартизации и телекоммуникационные системы (Standardizing information and communication systems - ESMATC32);
- ♦ Моделирование условий эксплуатации (Environmental Engineering - EE);
- ♦ Вопросы электромагнитной совместимости и спектра (EMC and Radio Spectrum Matters - ERM);
- ♦ Электронная подпись и инфраструктура (Electronic Signature & Infrastructures - ESI);
- ♦ Человеческие факторы (Human Factors - HF);
- ♦ Объединенный технический комитет EBU/CENELIC/ETSI по вопросам радиовещания (EBU/CENELIC/ETSI on Broadcasting - JTC Broadcast);
- ♦ Правомерный перехват информации (Lawful Interception - LI);
- ♦ Группа стандартизации мобильной связи (Mobile Standard Group - MSG);
- ♦ Методы тестирования и составления спецификаций (Methods for Testing and Specifications - MTS);
- ♦ Связь по линиям электропередачи (Power Line Telecommunications - PLT);

- ♦ Безопасность оборудования электросвязи (Telecommunications Equipment Safety - Safety);
- ♦ Системы и наземные станции спутниковой связи (Satellite Earth Stations & Systems - SES);
- ♦ Услуги и протоколы для перспективных сетей (Service and Protocol for Advanced Networks - SPAN);
- ♦ Речевая информация: аспекты обработки, передачи и качественных показателей (Speech processing, Transmissions & Quality aspects - STQ);
- ♦ Передача и мультиплексирование (Transmission and Multiplexing - TCM).

В названиях ряда комитетов используются три аббревиатуры, под которыми скрыты названия следующих европейских организаций:

- ♦ Европейский комитет электротехнических стандартов CENELIC (Comite Europeen de Normalisation Electrotechnique);
- ♦ Европейская ассоциация производителей вычислительной техники - ECMA (European Computer Manufactures Association);
- ♦ Европейский союз радиовещания – EBU (European Broadcasting Union).

ETSI, кроме стандартов, публикует технические отчеты (ETSI Technical Report - ETR), которые очень интересны специалистам, занимающимся научно-исследовательскими работами. Дело в том, что стандарт ETSI, как и все документы подобного рода, содержит некую совокупность положений без подробных комментариев. В ряде случаев выбор технических решений не аргументируется. В отчетах можно найти обоснования принимаемых решений и другую полезную информацию.

Среди членов ETSI более половины - производители оборудования связи, что, несомненно, сказывается на работе Технических Комитетов. Этим ETSI отличается от ССЭ, в котором доминируют Администрации связи стран, входящих в МСЭ. Технические решения по важнейшим вопросам развития электросвязи принимаются и в ETSI, и в МСЭ после взаимных консультаций.

Администрация связи России является членом ETSI. Российские специалисты участвуют в работе нескольких Технических Комитетов ETSI.

### 1.3.3. Некоторые аспекты стандартизации электросвязи в России

В этом параграфе мне бы хотелось выделить те аспекты стандартизации, которые прямо или косвенно связаны с вопросами построения и развития транспортных и телефонных сетей. Так сложилось, что принципы построения телекоммуникационных сетей в значительной мере определяются руководящими документами, а не государственными (ГОСТ) или отраслевыми (ОСТ) стандартами. По этой причине Вы не найдете в монографии ни перечня действующих и разрабатываемых стандартов, ни, тем более, технических требований к телекоммуникационному оборудованию.

На рисунке 1.8 приведены несколько классов документов, которые влияют на российские стандарты электросвязи. Верхние четыре прямоугольника представляют международные документы. Понятно, что два первых места отведены рекомендациям МСЭ и стандартам ETSI. Третий прямоугольник назван "Документы других международных организаций". Примерами таких организаций могут служить Международная Электротехническая Комиссия и упоминавшаяся в предыдущем параграфе ЕСМА (Европейская ассоциация производителей вычислительной техники). Последний прямоугольник из верхнего ряда - документы ряда недавно созданных консорциумов, именуемых английским словом "Forum", которому предшествует название изучаемого объекта. В технической литературе часто используется буква "х" для объединения всех возможных вариантов аббревиатур, предшествующих основному слову.

По краям нижней части рисунка 1.8 размещены два прямоугольника. Левый прямоугольник назван "Другие российские



Рисунок 1.8 Примеры документов, влияющих на российские стандарты электросвязи

стандарты". Безусловно, речь идет о тех отраслях, которые косвенно влияют на телекоммуникационные стандарты. В качестве примеров можно назвать стандарты, принятые в электротехнике и электронике. В нижней части рисунка 1.8 использованы двунаправленные стрелки, чтобы подчеркнуть взаимное влияние стандартов, используемых в смежных отраслях.

Правый нижний прямоугольник искусственно выделен из множества "Другие российские стандарты". Такое решение продиктовано тем весьма существенным влиянием, которое оказывают друг на друга вычислительная техника, информатика и связь. Недавно в технической литературе появился новый термин - "Инфокоммуникации", объединяющий эти три дисциплины [20].

Управление всей работой по стандартизации в области электросвязи осуществляется Администрацией связи России. Основные положения по стандартизации в электросвязи определяются ОСТ 45.59-98 [21]. С точки зрения вопросов, которые рассматриваются в монографии, целесообразно выделить три задачи из общего перечня, сформулированного в ОСТ 45.59-98:

- ♦ взаимопонимание между разработчиками, изготовителями, продавцами (поставщиками) и потребителями средств и услуг электросвязи;
- ♦ рациональные требования к номенклатуре и качественным показателям средств и услуг связи;
- ♦ полная совместимость (в частности, конструктивная, электромагнитная, электрическая, информационная, программная), а также взаимозаменяемость средств электросвязи.

Практически все эти вопросы, с различной степенью детализации, были рассмотрены при составлении последней редакции руководящего документа по взаимоувязанной сети связи Российской Федерации (ВСС РФ). Этот документ определяет основные принципы построения телекоммуникационной системы в России [22]. Его разработка была выполнена большим коллективом специалистов научно-исследовательских институтов, проектных организаций и высших учебных заведений Администрации связи России. Последняя редакция руководящего документа состоит из двенадцати книг и двух справочных приложений. Следующий раздел первой главы монографии основан (в числе других публикаций) на второй [23] и третьей [24] книгах, в которых изложены принципы построения транспортных (первичных) и телефонных сетей общего пользования.

*Всему есть определенные границы.  
(Гораций)*

## **1.4. Структура ВСС РФ**

### **1.4.1. Общие положения**

Существующая структура ВСС России во многом была предопределена системными решениями, принятыми более тридцати лет назад. В этом нет ничего удивительного: крупные телекоммуникационные сети относятся к классу консервативных сложных технических систем [25]. В шестидесятые и семидесятые годы цифровая техника передачи и коммутации, а также современные среды распространения сигналов практически не использовались. По всей видимости, основные системные и сетевые решения, принятые ранее, были оптимальны, учитывая функциональные возможности используемого оборудования электросвязи.

Каждое следующее поколение телекоммуникационного оборудования, как правило, стимулирует поиск новых принципов построения транспортных и коммутируемых сетей. Принятый в 1996 году руководящий документ, который регламентирует основные принципы развития ВСС РФ [22], содержит ряд новых положений, касающихся построения транспортных и коммутируемых сетей. Упомянутый руководящий документ определяет принципы развития ВСС РФ до 2005 года, но некоторые сетевые решения целесообразно уточнить уже сейчас. Соответствующие предложения будут сформулированы во второй и третьей главах монографии.

Обратимся к рисунку 1.9, который представляет основные компоненты ВСС РФ. Эта структура подробно анализируется в [22, 25]. В данном параграфе мы рассмотрим только те аспекты основных компонентов ВСС РФ, которые представляют интерес для изложения материала двух следующих параграфов.

В состав ВСС РФ входят сети двух видов. В левой части рисунка 1.9 показаны сети общего пользования, которые должны быть доступны всем физическим и юридическим лицам. Сети связи ограниченного пользования, расположенные в правой части рисунка



ка 1.9, делятся на две большие группы. Первая группа - ведомственные сети связи, создаваемые для обмена различного рода информацией, которая необходима для решения производственных задач. Во вторую группу входят сети связи специального назначения, цель которых - создание надежной системы связи для органов управления, безопасности и им подобных структур. Возможность и правила использования ресурсов сетей связи ограниченного применения определяются их Операторами.

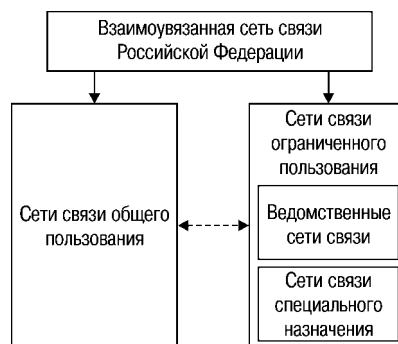


Рисунок 1.9 Основные компоненты ВСС РФ

Взаимодействие сетей связи общего и ограниченного пользования может осуществляться различными способами. В частности, могут арендоваться ресурсы транспортной сети - постоянно или в случае каких-либо отказов. Другой пример - создание общей системы технической эксплуатации.

Принципы взаимодействия сетей связи общего и ограниченного пользования претерпевают существенные изменения, которые обусловлены экономическими, административными и техническими факторами. Технические факторы - количественные и качественные изменения, происходящие в телекоммуникационных сетях. К этому вопросу мы вернемся в параграфе 1.7.1, а пока ограничим все последующие (в разделе 1.4) рассуждения сетями общего пользования.

Давайте вернемся к рисунку 1.5 (раздел 1.2) и вспомним о транспортной и коммутируемых сетях. Это двухуровневое разделение сетей основано на различии их функционального назначения. И транспортную, и коммутируемые сети часто делят по иерархическим уровням. На рисунке 1.10 показаны четыре уровня иерархии, обычно выделяемые в сети электросвязи.

Эта модель отличается от той, что предлагается в [22]. Она основана на анализе ряда публикаций, который приведен в [26]. Первый элемент модели - сеть в помещении пользователя

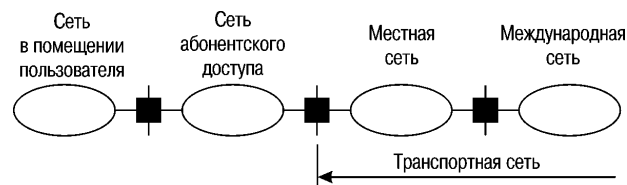


Рисунок 1.10 Иерархические уровни в сети электросвязи

(Customer Premises Equipment - CPE). Сеть абонентского доступа (Access Network) является вторым элементом рассматриваемой модели. Она обеспечивает выход в транзитную сеть, которая обычно делится на два уровня - местный (Local) и междугородный (Long-distance). В [22] выделяется еще один уровень иерархии - внутризоновая сеть, что, как мне кажется, - лишнее.

Последнее утверждение необходимо прокомментировать. Зоновая сеть обычно (но не всегда!) создается в границах территории субъекта РФ. Отличительный признак зоны – выделение географического кода "ABC" в плане нумерации российской ТФОП. В каждой зоне ТФОП все эксплуатируемые АЛ идентифицируются семизначным номером abxxxxx. В зоне организуются несколько ГТС и СТС. Связь между абонентами разных местных сетей одной зоны ТФОП называется внутризоновой. Это означает, что внутризоновая сеть располагается между АМТС зоны и взаимодействующей с ней коммутационной станцией местной телефонной сети.

В городах выделение линий внутризоновой сети (ЗСЛ и СЛМ) в самостоятельный элемент телекоммуникационной системы не представляется разумным. Эти линии отличаются от СЛ между коммутационными станциями ГТС только типами используемых систем сигнализации. Унификация систем сигнализации постепенно стирает все имеющиеся различия.

В сельской местности линии внутризоновой связи, располагающиеся на участке АМТС - ЦС (УСП), могут иметь значительную длину. Тем не менее, расстояние между ЦС и ОС также может быть весьма существенным [27]. Более того, в последнее время некоторые коммутационные станции, расположенные в сельской местности, включаются непосредственно в ГТС. Совокупность этих аргументов позволяет отказаться от "внутризоновой сети" как

уровня иерархии в современной телекоммуникационной системе.

Такой подход позволяет рассматривать АМТС как комбинированную станцию, выполняющую три основные функции:

- ♦ установление коммутируемых соединений между абонентами разных местных телефонных сетей одной зоны ТФОП;
- ♦ установление коммутируемых соединений между абонентами разных зон ТФОП;
- ♦ выход на международный центр коммутации (МЦК) для установления соединений с абонентами других стран.

В большинстве зарубежных ТФОП на АМТС возлагаются также функции транзитной станции местной сети. В этом случае никакие другие ТС в ГТС и СТС не создаются. Подробнее этот вопрос рассматривается в третьей главе монографии.

Вернемся к рисунку 1.10. Сеть в помещении пользователя, как правило, не входит в сферу ответственности Администрации связи. Самый простой пример реализации этой сети - подключение одного ТА. В этом случае границей между сетями в помещении пользователя и абонентского доступа становится телефонная розетка. Устранение неисправности терминала, включая телефонный шнур, не входит в компетенцию эксплуатационной компании, хотя такие работы могут выполняться на договорной основе. Один из самых сложных примеров сети в помещении пользователя - УАТС и локальная вычислительная сеть (ЛВС или LAN). В этом случае интерфейс между сетями в помещении пользователя и абонентского доступа становится достаточно сложным. Поддержка заданных показателей функционирования сети в помещении пользователя силами эксплуатационной компании ТФОП становится весьма проблематичной.

Теперь рассмотрим два средних эллипса на рисунке 1.10. При анализе экономических характеристик ТФОП и при выборе оптимального варианта Операторской деятельности их иногда объединяют. Мы поступим так же для анализа инвестиций и доходов, приходящихся на три вида телефонной связи - местная, междугородная и международная. Соответствующее распределение показано на рисунке 1.11, известном как "треугольники Дюка" или "пирамиды Дюка". Все численные оценки, приведенные на этом рисунке, взяты из [22]. Очевидно, что нормальное развитие телекоммуникационной системы возможно только в том случае, если

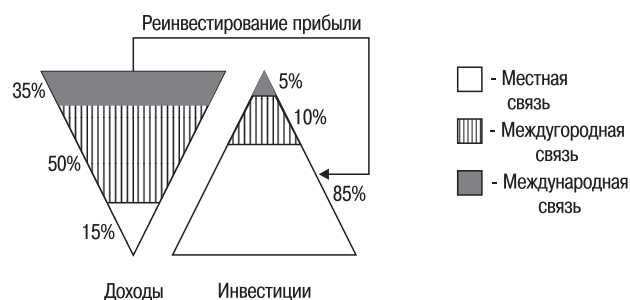


Рисунок 1.11 Распределение доходов и инвестиций в сетях электросвязи

часть прибыли от обслуживания междугородного и международного трафика будет направляться на модернизацию местных сетей. Эта задача проще всего решается при рациональной организации Операторской деятельности. Более подробно этот вопрос рассматривается в третьей главе монографии.

Рисунок 1.11 представляет стоимостные оценки без разделения соответствующих иерархических уровней на транспортную и коммутируемую (в данном случае - телефонную) сети. Их соотношение для каждого уровня иерархии сети изменяется в широких пределах. В частности, в международной и междугородной сетях основные затраты приходятся на транспортные средства, то есть на системы передачи и линейные сооружения (кабели связи или РРЛ). Для ГТС (если в ее состав не включать сети абонентского доступа) основные затраты приходятся на коммутационные станции, то есть на МС и ТС.

Теперь целесообразно перейти к параграфу 1.4.2, который посвящен транспортным сетям, входящим в ВВС РФ. В основном, мы будем рассматривать транспортные сети, создаваемые в городах и в сельской местности - ТСГ и ТСС. В их состав входят и транспортные сети доступа - ТСД (эти три аббревиатуры были введены в разделе 1.2). Структуры ТСГ и ТСС распространяются до сетевого узла, в помещении которого размещается АМТС зоны.

### 1.4.2. Транспортные сети

Текст этого раздела основан на монографиях [13, 28, 29] и книге по ВСС РФ, посвященной транспортным сетям [23]. Если Вы знакомы хотя бы с одной из этих публикаций, то без всякого для себя ущерба можете пропустить данный параграф. Основные вопросы построения ТСГ и ТСС изложены во второй главе, а в этом параграфе содержатся самые общие положения, касающиеся места и роли транспортных сетей в телекоммуникационной системе.

Местные транспортные сети, в настоящее время, создаются Операторами ТФОП и кабельного телевидения (КТВ). В некоторых (весьма специфических) случаях местные транспортные сети организуются за счет систем спутниковой связи [30]. В последние годы стали создаваться транспортные сети (преимущественно - ТСД) за счет установки оборудования LMDS - Local Multipoint Distribution Services (услуги распределения информации для группы терминалов местной сети). И, наконец, вновь заявила о себе старая идея использования линий электросетей для обмена информацией.

Этот параграф - часть раздела, посвященного ВСС РФ. По этой причине в нем рассматриваются преимущественно те транспортные сети, которые создавались Операторами ТФОП. Назначение транспортной сети иллюстрирует рисунок 1.12, в левой части которого показаны три основных потребителя ее ресурсов.

Каналы и тракты могут арендоваться другими Операторами для создания своих транспортных сетей. Обратите внимание, что для варианта аренды ресурсов транспортной сети использована двухсторонняя стрелка. Это сделано для того, чтобы подчеркнуть возможность аренды каналов или трактов (например, для резервирования каких-либо фрагментов транспортной сети) у других Операторов.

Два других потребителя ресурсов транспортной сети – коммутируемые сети. Основная доля каналов транспортной сети в настоящее время предназначена для ТФОП. В этом смысле ТФОП включает также и те ре-

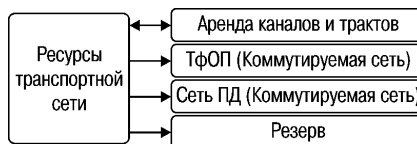


Рисунок 1.12 Использование ресурсов транспортной сети

сурсы, которые необходимы для ЦСИО, сотовых сетей и им подобных приложений. Некоторая часть ресурсов транспортной сети остается в резерве, необходимом для ее дальнейшего развития и поддержки требуемой пропускной способности на время восстановления отказов в каких-либо линиях передачи.

В транспортной сети иногда выделяют два вида СУ [23], которые различаются выполняемыми ими функциями. Если в СУ осуществляется полупостоянная коммутация каналов и трактов, то их называют сетевыми узлами переключения. Некоторые СУ осуществляют только выделение каналов и трактов из общего пучка линий передачи. Такие СУ обычно называют сетевыми узлами выделения.

Типичный пример СУ переключения - ЦКУ; в англоязычной технической литературе он известен по аббревиатуре DXC (Digital Cross Connect). Кроме ЦКУ в транспортных сетях широко используется мультиплексор выделения каналов (МВК). В отечественной технической литературе часто используется название этого вида СУ на английском языке - Add-Drop Multiplexer (ADM). МВК можно рассматривать как хороший пример СУ выделения. Современные ЦКУ и МВК становятся все более похожими друг на друга, выполняя практически идентичные функции.

ЦКУ и МВК относятся к классу цифровых СУ. Эксплуатируемые транспортные сети содержат также аналоговые СУ, которые постепенно заменяются современными ЦКУ и/или МВК. Темпы замены аналоговых СУ можно оценить на основе данных, приведенных в таблице 1.1 [23].

*Таблица 1.1*

| <b>Доля цифровых каналов, %</b> | <b>1993 год</b> | <b>2000 год</b> | <b>2005 год</b> |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ТСГ                             | 61              | 85              | 90              |
| ТСС                             | 44              | 75              | 85              |

В качестве линий передачи ТСГ и ТСС могут применяться тракты, образованные аналоговыми и цифровыми системами передачи. Эти системы передачи - применительно к ТСГ и ТСС - сейчас используют практически все известные среды распространения сигналов. В перспективе транспортные сети будут развиваться за счет применения ЦСП, относящихся к классу синхрон-

ной цифровой иерархии (СЦИ), которая российским специалистам более известна по аббревиатуре SDH (Synchronous Digital Hierarchy). Это утверждение относится к эксплуатируемым транспортным сетям, построенным на аналоговых и цифровых системах передачи. Организация транспортных ресурсов без использования каналообразующего оборудования типа SDH рассматривается в четвертой главе монографии.

Для кабельных линий наиболее перспективной средой распространения сигналов считается ОВ. Важную роль в развитии ТСГ и ТСС будут играть беспроводные (wireless) технологии. Они используются в цифровых РРЛ (конфигурация "точка - точка" или "point-to-point" в англоязычной технической литературе), а также в различных системах множественного (многостанционный) доступа (конфигурация "точка - множество точек", известная также по названию "point-to-multipoint"). В некоторых случаях в местных транспортных сетях (преимущественно - в ТСС) могут применяться каналы спутниковой связи.

Один из важнейших вопросов дальнейшего развития ТСГ и ТСС - выбор оптимальной структуры. Руководящий документ по ВСС РФ, основываясь на ряде исследований, рекомендует кольцевые структуры ТСГ и ТСС [23] в качестве основной топологии. К вопросу выбора оптимальной топологии местной транспортной сети мы вернемся во второй главе монографии, а в этом параграфе ограничимся простейшей моделью, иллюстрирующей ис-

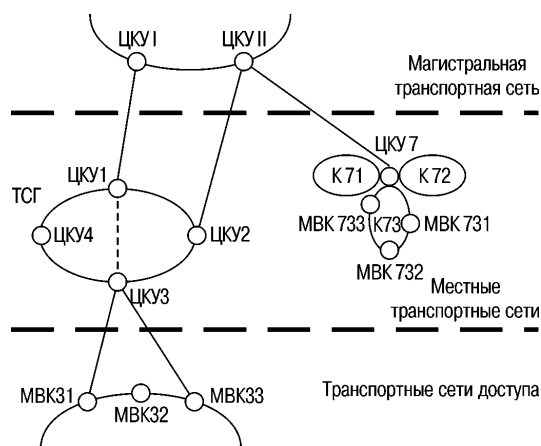


Рисунок 1.13 Кольцевые структуры в местных транспортных сетях

пользование кольцевых структур в ТСГ и ТСС - рисунок 1.13.

Фрагмент гипотетической транспортной сети, типичной для большей части субъектов Федерации, состоит из трех основных уровней. Верхний уровень - та часть магистральной транспортной сети, которая расположена на территории данного субъекта Федерации. На рисунке 1.13 показаны два ЦКУ, пронумерованные римскими цифрами I и II. В помещении этих двух ЦКУ находятся зонные АМТС, а также МЦК, если таковой установлен в административном центре данного субъекта Федерации.

Средний уровень рассматриваемой модели состоит из двух фрагментов. Первый (левая часть рисунка 1.13) фрагмент - модель ТСГ, состоящая из четырех ЦКУ, образующих кольцо. В этом кольце есть хорда между ЦКУ1 и ЦКУ3, введение которой может оказаться необходимым для обеспечения заданных показателей надежности ТСГ. Выход на магистральную транспортную сеть организуется через ЦКУ1 и ЦКУ2. Это означает, что существуют две независимые (с точки зрения надежности) точки сопряжения между магистральной и местной транспортными сетями. В помещениях ЦКУ, как правило, будут располагаться МС, а также иные системы распределения информации, используемые другими коммутируемыми сетями.

Второй (правая часть рисунка 1.13) фрагмент - модель ТСС, состоящая из трех колец. В центре расположен ЦКУ, который устанавливается в одном помещении с ЦС (УСП) районного центра. В модели этому ЦКУ присвоен номер "7". Номера колец состоят из двух цифр. Первая цифра совпадает с номером ЦКУ, а вторая определяет номер кольца. Для третьего кольца показано включение трех МВК. Последняя цифра определяет номер МВК в кольце. МВК используются для подключения ОС, концентраторов и других выносных модулей (ВМ) к ЦС (УСП) ТФОП или иным системам распределения информации других коммутируемых сетей.

Пример использования кольцевой структуры в сетях абонентского доступа приведен только для ТСГ. В левой нижней части рисунка 1.13 изображены три МВК, используемые для включения различного рода ВМ - концентраторов, мультиплексоров и УАТС. Все ВМ взаимодействуют с МС, которая, в нашем примере, расположена в одном помещении с ЦКУ3. По этой причине все линии передачи от МВК идут к ЦКУ3. На рисунке показаны две ли-



нии передачи к ЦКУЗ - от МКВ31 и МКВ33, что обеспечивает высокую надежность связи между МС и ее ВМ.

Безусловно, модель, приведенная на рисунке 1.13, не охватывает всех возможных вариантов применения кольцевых структур в транспортных сетях. Тем не менее, она дает основные представления о топологии перспективных ТСГ и ТСС.

На этом мне бы хотелось закончить изложение общих принципов построения местных транспортных сетей, используемых в ВСС РФ. Более подробный материал, как неоднократно упоминалось выше, Вы, при желании, можете найти во второй главе монографии. А теперь мы переходим к общим принципам построения коммутируемых сетей в ВСС РФ. Основное внимание уделяется местным телефонным сетям.

### 1.4.3. Коммутируемые сети

Прежде всего, мне бы хотелось немного поговорить о термине "Сеть". Слово "Network" с английского языка мы всегда переводим как "Сеть", подразумевая, при этом, комплекс технических средств, состоящий из оборудования коммутации, передачи, среды распространения сигналов и других элементов. Слова "создание сети" ассоциируются со строительством линейных сооружений, установкой коммутационного оборудования и им подобными работами. Применительно к ТФОП, такая трактовка правомерна. Речь действительно идет о построении сложной системы, которая включает в себя большой комплекс технических средств.

Если же мы говорим о ЦСИО, то ситуация существенно меняется. Новая сеть, на самом деле, не создается. В цифровую коммутационную станцию вводятся дополнительные аппаратно-программные средства, а у пользователя ЦСИО устанавливается новое оборудование. Аналогичная картина складывается при введении услуг ИС. Иными словами, говоря о построении ЦСИО или ИС, мы подразумеваем модернизацию ТФОП, а не создание новой сети. В этом смысле, ТФОП представляет собой развивающуюся систему, поддерживающую услуги, которые существенно превышают функциональные возможности традиционной телефонии.

Таким образом, ТФОП включает в себя также ЦСИО, ИС и ряд других сетей. Очень похожая картина складывается с другими

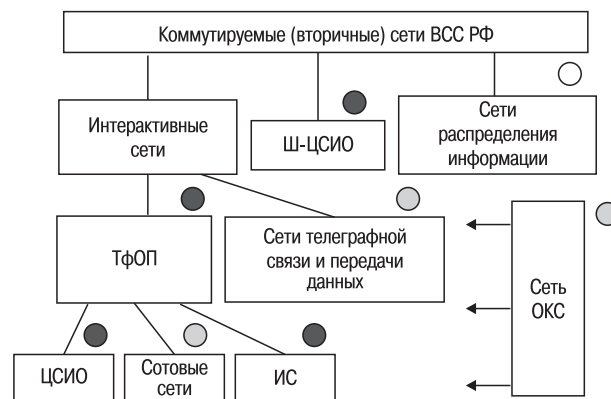


Рисунок 1.14 Классификация коммутируемых сетей

коммутируемыми сетями ВСС РФ. На рисунке 1.14 приведена классификация коммутируемых сетей, которая удобна с точки зрения рассматриваемых в монографии вопросов, но она ни в коей мере не претендует на универсальность.

Все коммутируемые сети ВСС РФ можно разделить на два больших класса - интерактивные и распределения информации. Похожая классификация используется в рекомендациях МСЭ серии I.200, которые связаны с услугами широкополосной цифровой сети интегрального обслуживания (Ш-ЦСИО). Блок с надписью "Ш-ЦСИО" помещен немного ниже двух прямоугольников - "Интерактивные сети" и "Сети распределения информации". Этим мне хотелось подчеркнуть тот факт, что Ш-ЦСИО еще не существует, но с точки зрения функциональных возможностей ее можно рассматривать как самостоятельную сеть, входящую в ВСС РФ.

Сети распределения информации (телевидение, звуковое вещание и другие) в монографии не рассматриваются. На рисунке этот факт отмечен прозрачным кружком. Темными кружками отмечены те сети, которым – в третьей и четвертой главах монографии - мы будем уделять основное внимание. Светлые кружки расположены возле названия тех сетей, анализ которых носит самый общий характер.

Из блока "Сети телеграфной связи и передачи данных" мы с Вами будем рассматривать только Internet; этой информационной суперсистеме посвящен отдельный раздел в четвертой главе. Сотовые сети в этой монографии представляют интерес как средство, поддерживающее функции мобильности терминала (Terminal Mobility). Сеть общих каналов сигнализации (ОКС) выделена на рисунке 1.14 как самостоятельный элемент. Она предназначена для поддержки процессов передачи служебной информации, необходимой для работы почты почти всех современных интерактивных сетей, входящих в ВСС РФ.

В оставшейся части параграфа 1.4.3 будут кратко изложены принципы построения ТФОП на территории субъектов Федерации. О других сетях, отмеченных на рисунке 1.14, непрозрачными кружками, мы поговорим в третьей и четвертой главах монографии.

На рисунке 1.15 показана структура телефонной сети на территории типичного субъекта Федерации, который

включает республиканский, краевой или областной центр и несколько сельских административных районов. Размещение всех типов коммутационного оборудования ТФОП увязано с расположением СУ транспортной сети, структура которой была изображена на рисунке 1.13.

В каждой зоне ТФОП устанавливается как минимум одна АМТС. Рассматриваемая модель содержит две АМТС, пронумерованные латинскими цифрами I и II. Они обеспечивают выход на АМТС других зональных сетей, а для организации международной связи - на МЦК. Желательно, чтобы все коммутационные станции, через которые осуществляется междугородная связь, были соединены с обеими АМТС. Это решение может быть реализовано постепенно, по мере развития ТФОП.

В средней части рисунка 1.15 показаны модели перспективных местных телефонных сетей. Нумерация коммутационных станций и концентраторов (К) такая же, как у соответствующих элементов транспортной сети. ГТС состоит из четырех МС, связанных между собой по принципу "каждая с каждой". СТС содержит ЦС, в которую включены две ОС и один концентратор. Структуры ГТС и СТС создаются за счет установления полупостоянных соединений в коммутационных полях ЦКУ и МВК.

Пунктирными линиями показаны два вида связи: ЦС7 и МС2, МС2 и К21. Если между ЦС и какой-либо МС существует значи-

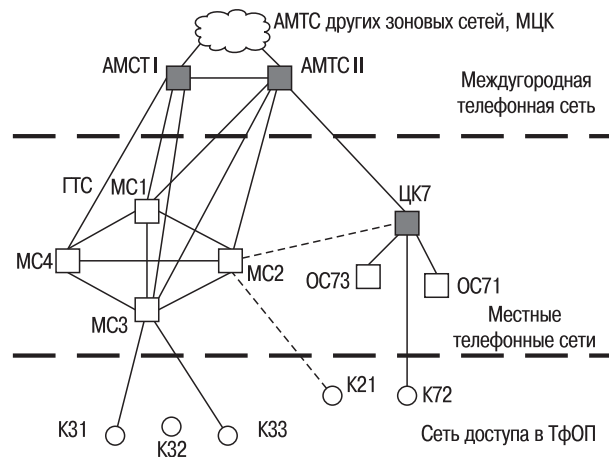


Рисунок 1.15 Модель телефонной сети на территории субъекта Федерации

тельное тяготение, то за счет соответствующих возможностей транспортной сети может быть организован прямой пучок СЛ, соединяющий эти станции. В этом случае соединение между абонентами ЦС и МС может осуществляться без использования ресурсов АМТС, а также пучков ЗСЛ и СЛМ. Прямой пучок СЛ между МС2 и К21 означает, что данный концентратор включен в ГТС, хотя он расположен в сельской местности. Анализ подобных сценариев организации телефонной связи в сельской местности содержится в разделе 3.2.

Организация непосредственных связей ЦС7 с МС2 и МС2 с К21 вовсе не означает, что между соответствующими узлами транспортной сети строятся новые линии передачи. Для создания прямых пучков СЛ используются функциональные возможности ЦКУ и МВК. Например, линия передачи между МС2 и ЦС7 может быть организована за счет полупостоянной коммутации цифровых каналов или трактов, проходящих через ЦКУ2, ЦКУП и ЦКУ7.

Модель, показанная на рисунке 1.15, более всего подходит для анализа ТФОП на завершающем этапе ее цифровизации. Аналогично, рассмотренная в предыдущем параграфе модель характерна для транспортной сети, в которой используются системы передачи семейства СЦИ. Такое решение, как мне кажется, отвечает основной задаче второй и третьей глав монографии - изложить основные принципы развития транспортных и коммутируемых сетей. Информацию, касающуюся принципов построения аналоговых ГТС и СТС, Вы можете найти в [10, 13, 22, 23, 24, 29, 30, 31], а также в статьях, которые были опубликованы в журналах "Электросвязь" и "Вестник Связи" в 70-х и 80-х годах.

В процессе модернизации местных телефонных сетей необходимо решить комплекс сложных задач. ТФОП создавалась для телефонной связи, но она все в большей мере используется для обмена неречевой информацией. Во-первых, через ТФОП передаются факсимильные сообщения. Во-вторых, определенные фрагменты ТФОП используются в сетях ПД для выхода на соответствующие центры коммутации. В-третьих, бурное развитие Internet стимулировало поиск эффективных средств доступа к этой информационной системе. Самыми популярными в России (по соотношению "цена-качество") оказались местные телефон-

ные сети, а в США активно используется доступ по сетям КТВ.

Это означает, что теперь ТФОП должна обеспечивать более высокие показатели качества передачи информации и обслуживания вызовов. ТФОП, кроме совершенствования качественных показателей, должна предоставлять своим абонентам широкий спектр услуг. Поддержка такого рода требований возможна только при существенной качественной модернизации транспортной и телефонной сетей.

В заключение этого параграфа мне хотелось остановиться на одном важном вопросе - специфических особенностях российской ТФОП, которые она наследовала от системы электросвязи бывшего СССР. Эти особенности, обусловленные как объективными, так и субъективными факторами, можно разделить на две большие группы - рисунок 1.16.

Первую группу образуют системно-сетевые решения, обусловленные несоблюдением требований, сформулированных в рекомендациях МСЭ и других международных организаций. Наиболее ярким примером можно считать "доморощенные" системы сигнализации и используемые принципы технического обслуживания телефонных сетей. С первой группой особенностей российской ТФОП связисты столкнулись при внедрении импортного оборудования коммутации и передачи, которое полностью соответствовало рекомендациям МСЭ и (в ряде случаев) стандартам ETSI. Решение возникших проблем стало предметом комплекса работ по адаптации импортного телекоммуникационного оборудования.

Здесь, вероятно, следует упомянуть проблемы, порожденные некоторыми ведомственными стандартами. Мне в последние годы не довелось принимать участия в работах, касающихся развития сетей ведомственной связи. Поэтому судить о целесообразности поддержки соответствующих стандартов не берусь. С другой

стороны не могу не отметить, что ряд специалистов, мнению которых я доверяю, критически оценивают значительную часть ведомственных стандартов.

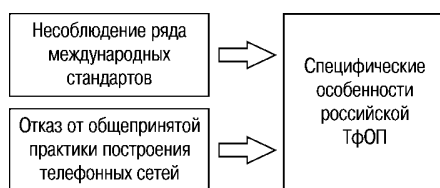


Рисунок 1.16 Специфические особенности российской ТФОП

Вторая группа особенностей российской ТФОП возникла вследствие игнорирования апробированной в развитых странах практики создания и дальнейшего развития телефонных сетей (структура сети, принципы обработки вызовов, система тарификации и т.п.). Эта группа особенностей нашей ТФОП начинает создавать новые проблемы только сейчас. Характерный пример - обработка номера вызываемого абонента на АМТС после набора префикса "8". В частности, в ИС используется такой план нумерации, когда вызывающий абонент должен набрать префикс "8", негеографический код АВС и семь знаков. В российской ТФОП эта процедура будет означать установление соединения через АМТС, хотя основная доля вызовов "остается" в пределах местной телефонной сети.

Для дальнейшего развития ТФОП и телекоммуникационной системы в целом необходимо провести работы, направленные на устранение существующих различий в самой системе телефонной связи. В первую очередь должны быть решены проблемы с алгоритмами обработки вызовов, которые становятся тормозом при внедрении новых телекоммуникационных технологий. И уж конечно впредь нельзя допускать никакой самодельности в столь важном процессе, которым является развитие национальной системы электросвязи.

Почти все приведенные в разделе 1.4 рассуждения не подкреплены количественными оценками. Отчасти этот недостаток должен устранить раздел 1.5, в котором приводятся статистические данные о развитии местных телефонных сетей и, отчасти, всей системы электросвязи России.

*Есть три разновидности лжи: ложь,  
звусная ложь и статистика.  
(Бенджамин Дизраэли)*

## 1.5. Статистика местных сетей

Давайте начнем анализ статистических данных с географических, демографических и экономических показателей для России. Затем рассмотрим некоторые подобные показатели для ее регионов (экономических районов) и ряда субъектов Федерации. Зачем это нужно? Дело в том, что значительная часть географических, демографических и экономических показателей существенно влияет на развитие национальной телекоммуникационной системы.

Общая площадь России составляет примерно 17,1 миллиона квадратных километров [33], а численность населения – около 145,537 млн. человек (по предварительным данным Всероссийской переписи населения 2002 года). Среди них почти три четверти (74%) составляет городское население. Поверхностная плотность населения составляет, в среднем, 8,6 человека на один квадратный километр. Это очень низкая величина. Специалисты по построению сетей понимают, что при таком значении поверхностной плотности затраты на построение сетей электросвязи весьма существенны.

Сразу же заметим, что величина 8,6 человека на один квадратный километр - среднее значение. Просматривая характеристики субъектов Федерации, можно обнаружить, что эта величина колеблется в широких пределах. Статья 65 Конституции России содержит перечень всех 89 субъектов Федерации: 21 республика, 6 краев, 49 областей, 1 автономная область, 10 автономных округов и 2 города федерального значения. Эти субъекты входят в одиннадцать регионов (экономических районов) - таблица 1.2. Указом Президента Российской Федерации введено деление страны на семь Федеральных округов.

*Таблица 1.2*

| <b>Название региона<br/>(экономического района)</b> | <b>Площадь,<br/>%</b> | <b>Населе-<br/>ние, %</b> | <b>Поверхностная<br/>плотность</b> |
|---|-----------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Волго-Вятский                                       | 1,5                   | 5,7                       | 32,2 чел/кв.км                     |
| Восточно-Сибирский                                  | 24,4                  | 6,2                       | 2,2 чел/кв.км                      |



Таблица 1.2 (продолжение)

| Название региона (экономического района) | Площадь, % | Население, % | Поверхностная плотность |
|--|------------|--------------|-------------------------|
| Дальневосточный                          | 36,3       | 6,2          | 2,2 чел/кв.км           |
| Западно-Сибирский                        | 14,2       | 10,1         | 6,2 чел/кв.км           |
| Поволжский                               | 3,1        | 11,1         | 30,7 чел/кв.км          |
| Северный                                 | 8,6        | 4,1          | 4,2 чел/кв.км           |
| Северо-Западный                          | 1,1        | 5,6          | 42,2 чел/кв.км          |
| Северо-Кавказский                        | 2,2        | 11,4         | 45,0 чел/кв.км          |
| Уральский                                | 4,8        | 13,8         | 24,7 чел/кв.км          |
| Центрально-Черноземный                   | 1,0        | 5,2          | 46,2 чел/кв.км          |
| Центральный                              | 2,8        | 20,6         | 62,8 чел/кв.км          |

Для вопросов, рассматриваемых в разделе 1.5, удобнее использовать деление страны на регионы (экономические районы). Статистические данные по регионам, приведенные в таблице 1.2, позволяют оценить неравномерность поверхностной плотности проживания населения и других показателей.

В таблице 1.3 представлены математическое ожидание (среднее значение) и коэффициент вариации [34] для величин площади, численности населения и поверхностной плотности проживания в российских регионах. Численные оценки, приведенные во втором столбце таблицы, можно рассматривать как характеристики некоего "среднего" российского региона. Величины из третьего столбца говорят о мере отклонения соответствующих характеристик от своих средних значений. Очевидно, что наиболее заметно различие между регионами по занимаемой ими площади. Тем не менее, и численность населения, и поверхностная плотность его проживания, судя по величинам коэффициента вариации, также значительно отличаются от своих средних значений.

Таблица 1.3

| Характеристики                       | Математическое ожидание | Коэффициент вариации |
|--------------------------------------|-------------------------|----------------------|
| Площадь, млн. кв. км                 | 1,55                    | 1,21                 |
| Население, млн. человек              | 13,36                   | 0,52                 |
| Поверхностная плотность, чел./кв. км | 27,16                   | 0,74                 |

Если "углубиться" в изучение аналогичных характеристик для субъектов Федерации, то легко обнаружить такой же заметный

разброс интересующих нас величин. Возьмем, в качестве примера, Красноярский край, входящий в Восточно-Сибирский регион. В таблице 1.4 представлены средние значения для выбранных ранее показателей. Во втором столбце таблицы численные оценки отражают средние значения по России в целом. Для третьего столбца взяты статистические данные по всем субъектам Федерации, входящим в Восточно-Сибирский регион. Статистические данные по Красноярскому краю представлены в последнем столбце таблицы 1.4.

*Таблица 1.4*

| <b>Характеристика</b>                | <b>в России</b> | <b>в регионе</b> | <b>в Красноярском крае</b> |
|--------------------------------------|-----------------|------------------|----------------------------|
| Площадь, тыс. кв. км.                | 192             | 698              | 2401                       |
| Население, тыс. чел.                 | 1650            | 1630             | 3612                       |
| Поверхностная плотность, чел./кв. км | 8,59            | 2,34             | 1,50                       |

Таблица наглядно свидетельствует о значительных различиях между Красноярским краем и "среднестатистическим" субъектом Федерации. Особенно впечатляют численные оценки, касающиеся площади. Противоположный пример (если говорить о территории) характерен для Москвы и Санкт-Петербурга, которые являются самостоятельными субъектами Федерации. Занимаемая ими площадь, по сравнению со всеми другими субъектами Федерации, - величина очень малая. В то же время, в этих городах проживает не многим менее 10% населения России.

Площадь, занимаемую субъектами Федерации, как и численность проживающего в них населения, можно представить соответствующими функциями распределения (ФР). На рисунке 1.17 показана ФР площадей субъектов Федерации. Характер кривой говорит о наличии большого числа компактных субъектов Федерации. С другой стороны, "хвост" ФР (принятое среди математиков выражение) свидетельствует о существовании нескольких субъектов Федерации, занимающих значительную территорию.

Рисунок 1.18 представляет ФР численности населения в субъектах Федерации. Эта кривая имеет некоторое сходство с нормальным законом распределения случайной величины [34]. Доля как малонаселенных, так и густонаселенных субъектов Федерации относительно невелика. Большинство субъектов Федерации схожи между собой

по численности проживающего в них населения.

Развитие электросвязи в значительной мере определяется состоянием экономики, которое принято оценивать величиной валового национального (ВНП) или внутреннего (ВВП) продукта [18]. Еще в 1963 году А. Джипп опубликовал статью "Благополучие нации и телефонная плотность". В этой работе была доказана зависимость между телефонной плотностью и ВНП, приходящимся на душу населения. Фундаментальные исследования этого вопроса, проведенные для задач развития электросвязи в XXI веке, Вы можете найти в [35] и ряде других работ профессора Л.Е. Варакина.

Перейдем теперь к статистическим данным, имеющим прямое отношение к электросвязи. Я хочу сразу же предупредить читателей, что до этого места использовались достоверные исходные данные, подтвержденные несколькими независимыми источниками. К сожалению, этого нельзя сказать о статистике, касающейся электросвязи. В официальной и технической литературе можно найти статистические данные по одному и тому же показателю, которые заметно отчаются друг от друга. В частности, в одной солидной книге у разных авторов я нашел две величины емкости российской ТФОП в 1999 году - 30,5 млн. номеров и 27,3 млн. номеров.

Чем же обусловлены подобные расхождения? Мне кажется, что существует несколько причин, из-за которых снижается достоверность статистических данных. Во-первых, нет четкого определения некоторых показателей, вследствие чего используются различные принципы сбора и обработки статистических

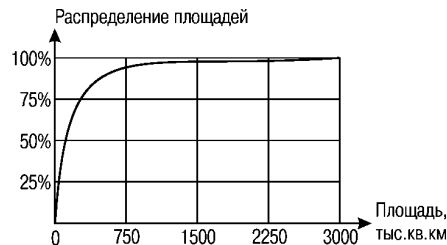


Рисунок 1.17 Функция распределения площадей субъектов Федерации

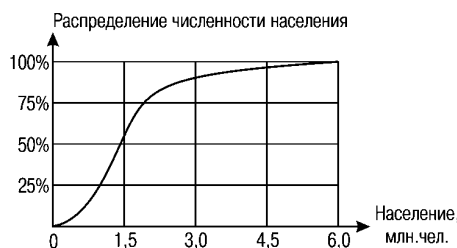


Рисунок 1.18 Функция распределения численности населения в субъектах Федерации

данных. Во-вторых, исходная информация иногда содержит ошибки, порожденные как объективными, так и субъективными причинами. В-третьих, встречаются, к сожалению, случаи преднамеренного искажения статистики.

Давайте рассмотрим два примера, касающихся влияния неточности определения исследуемых показателей на достоверность статистических данных. Первый пример - емкость ТФОП. В официальной статистике МСЭ используется термин "Main Line", который дословно переводится как "Основная линия". В отечественной технической литературе используется адаптированный вариант перевода - основной телефонный аппарат (ОТА). В жилом или производственном помещении может быть несколько телефонных терминалов. Если они подключены к одной АЛ, которой (что весьма существенно) присвоен индивидуальный номер в плане нумерации ТФОП, то речь идет об одном ОТА. Иными словами число ОТА совпадает с величиной использованной емкости коммутационных станций ТФОП.

Операторы ТФОП в субъектах Федерации иногда используют величину монтированной емкости коммутационных станций, вычислить которую намного проще. В этом случае емкость ТФОП будет немного завышена. В ряде случаев емкость ТФОП в субъекте Федерации немного занижается, когда к ней забывают прибавить две величины:

- емкость сотовых сетей, входящих в план нумерации местных телефонных сетей;
- часть АЛ присоединяемых сетей (ведомственной телефонной связи и других), которые также входят в план нумерации местных телефонных сетей.

Итак, есть несколько факторов, способных увеличить или уменьшить истинное значение емкости ТФОП. Кроме того, в официальной статистике МСЭ и отчетах Операторов развитых стран всегда (если особо не оговорена иная дата) приводится емкость ТФОП по состоянию на 31 декабря указываемого года. В отечественных публикациях часто указывается только год, и Вам приходится гадать - это данные на 1 января или на 31 декабря?

Второй пример - телефонная связь в так называемых поселках городского типа (ПГТ), которых в России насчитывается более двух тысяч. Для организации телефонной связи в большинстве ПГТ используются сельские координатные АТС. Эти станции включаются

в СТС как ОС или УС. Тем не менее, они относятся к ГТС. Такое решение было сделано много лет назад, когда принадлежность к ГТС была выгодна для получения дефицитных видов оборудования и для повышения заработной платы обслуживающего персонала.

Такая ситуация искажает статистические данные по ГТС и СТС. Емкость ГТС несколько завышается, а СТС - занижается. Кроме того, уменьшается величина средней емкости коммутационных станций ГТС, так как в ПГТ часто используются сельские координатные АТС, рассчитанные, как правило, на подключение нескольких десятков или сотен АЛ.

Итак, статистические данные, непосредственно касающиеся местных телефонных сетей, могут отличаться от истинных значений. Какова же ошибка? Некоторые предварительные исследования, заключавшиеся в тщательной проверке статистических данных, поступивших из ряда субъектов Федерации, показали, что относительная ошибка не превышает 10%. Для большинства задач такой уровень точности исходных данных представляется вполне приемлемым.

Теперь, после долгих рассуждений о точности исходной информации, вернемся к статистическим данным, имеющим прямое отношение к электросвязи. В комментариях к рисунку 1.10 уже упоминалось, что Российская ТФОП разделена на зоны нумерации. Там же говорилось, что территория, в границах которой создается зона нумерации, чаще всего является субъектом Федерации. Зоны нумерации не созданы, например, в оми-Пермяцком, Корякском и ряде других автономных округов. Для Москвы и Московской области (два самостоятельных субъекта Федерации) выделены три зонных кода "АВС". Городу Череповец, входящему в состав Вологодской области, выделен отдельный зонный код.

В настоящее время в российской ТФОП насчитывается 88 зон нумерации [36]. В каждой реально работающей зоне нумерации устанавливается, как минимум, одна АМТС. В таблице 1.5 представлены статистические данные по численности АМТС и их качественному составу [37, 38]. Мне бы хотелось отметить две очень важные тенденции. Во-первых, установка современных цифровых АМТС осуществляется весьма высокими, по российским меркам, темпами. Во-вторых, сокращается общее число АМТС. Это происходит за счет замены устаревших аналоговых станций, рассчитанных на включение небольшого числа каналов, цифровыми коммутационными станциями большой производительности.

Таблица 1.5

| Год                      | 1992 | 1993 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|
| Численность АМТС         | 98   | 98   | 105  | 106  | 109  | 97   |
| Доля цифровых АМТС, %    | 2,0  | 4,1  | 13,3 | 24,5 | 47,7 | 78,4 |
| Доля цифровых трактов, % | –    | –    | 4.9  | 9.1  | 35.3 | 47,6 |

Темпы модернизации магистральной транспортной сети были не столь высоки. К 2003 году ситуация изменилась. Цифровизация АМТС практически завершилась. Доля цифровых магистральных трактов возросла до 92% [39]. Можно считать, что междугородный уровень ВСС РФ в целом обновляется достаточно быстро.

Цифровизация местных транспортных и телефонных сетей началась раньше, но этот процесс протекает медленнее. В местных телефонных сетях доля цифровых станций к началу 2003 года составила 40% [39]. Уровень цифровизации местных телефонных сетей к началу 1999 года оценивался величиной 21% [37]. Эти показатели позволяют оценить качественный уровень развития местных сетей - транспортных и телефонных. В большинстве развитых стран значения этих показателей близки к 100%. В частности, в странах Западной Европы уже к концу 1998 года более 95% всех АЛ были включены в цифровые коммутационные станции [40]. Комментарии, как мне представляется, не нужны.

Количественным показателем уровня развития местных транспортных сетей может, по всей видимости, служить их способность обеспечивать потребности коммутируемых сетей. Если местная транспортная сеть создается Оператором, который собирается предоставлять только услуги телефонной связи, то интересующий нас показатель выбрать достаточно просто. Совершенно иная ситуация складывается в том случае, когда Оператор планирует поддерживать широкий спектр услуг. К этому вопросу мы вернемся во второй главе монографии.

Для количественной оценки уровня развития местных телефонных сетей существует универсальный показатель - телефонная плотность. В англоязычной литературе чаще всего используются два термина: telephone penetration и teledensity (или просто density). Величина телефонной плотности обычно измеряется в числе ОТА, приходящихся на 100 жителей. Для абонентов так называемого "квартирного сектора" [12] иногда используется показатель, определяемый как численность ОТА на одно жилище

(habitation). В производственной сфере часто оперируют величиной ОТА на одного работника.

К началу 2003 года телефонная плотность в России составляла примерно 25,6 ОТА на 100 жителей [39]. По данным, приведенным в [40], лидером 2001 года по величине телефонной плотности был Люксембург - 77,6 ОТА на 100 жителей. Далее, с небольшим отставанием, шли Норвегия, Швеция, Дания и Швейцария. Приходится констатировать, что и по этому показателю российская ТФОП заметно отстает от телефонных сетей развитых стран.

Величины телефонной плотности различаются по субъектам Российской Федерации, а также в городах и в сельской местности. Что касается субъектов Федерации, то заметно выделяются Москва и Санкт-Петербург. В Москве (по информации, размещенной на сайте <http://www.mgts.ru>) телефонная плотность в 2003 году перевалила отметку 50 ОТА на 100 жителей. В Северной столице по данным на I квартал 2003 года на 100 жителей приходилось около 40 ОТА. Судя по информации, которая опубликована в [41], можно отметить, что к началу 2003 года:

- ♦ максимальной величины телефонной плотности добились компании, входящие в ОАО "Северо-Западный Телеком";
- ♦ минимальная величина телефонной плотности была в компаниях ОАО "Сибирь-Телеком".

Любопытно, что при таких весьма низких величинах телефонной плотности суммарная очередь на установку телефона в России на начало 1999 года составляла 1,2 млн. заявлений [42]. Это явление, скорее всего, объясняется так называемым "отложенным спросом". Не исключено, что величина 1,2 млн. заявок - опечатка. Несколько ранее в [43] была приведена другая оценка очереди на установку телефона (7,2 млн. заявок в 1997 году), которая мне кажется более реалистичной.

Несомненно, помимо телефонной плотности существует ряд иных статистических показателей, которые, прямо или косвенно, позволяют оценить уровень развития местных телефонных сетей. В таблице 1.6 представлен ряд интересных статистических показателей [38, 41]. К моменту подготовки рукописи к печати были известны данные на 2001 год. На сайте <http://www.teleinfo.ru>, после публикации монографии, можно будет найти новые статистические данные о развитии телекоммуникационной системы России.

Таблица 1.6

| Показатели развития ТФОП   | 1997  | 1998  | 1999  | 2000  | 2001  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Число телефонных станций, тыс.   | 34,5  | 37,5  | 42,9  | 42,6  | 43,1  |
| из них в городских сетях, тыс.   | 7,5   | 10,5  | 15,6  | 15,4  | 15,9  |
| из них в сельских сетях, тыс.  | 27,0  | 27,0  | 27,3  | 27,2  | 27,2  |
| Общая монтированная емкость телефонных станций, млн. номеров           | 28,3  | 32,1  | 35,5  | 36,1  | 37,9  |
| из них в городских сетях, млн. номеров                                 | 24,0  | 27,7  | 31,0  | 31,6  | 33,3  |
| из них в сельских сетях, млн. номеров                                  | 4,2   | 4,3   | 4,5   | 4,5   | 4,6   |
| Доля емкости цифровых АТС в ГТС, %                                     | 27,0  | 35,5  | 39,0  | 41,5  | 46,0  |
| Доля емкости цифровых АТС в СТС, %                                     | 12,0  | 13,7  | 15,3  | 17,4  | 19,0  |
| Число ОТА (включая таксофоны) в ТФОП или имеющих на нее выход, млн.    | 28,6  | 30,2  | 31,9  | 33,0  | 34,7  |
| Число домашних ОТА в ТФОП или имеющих на нее выход, млн.               | 21,0  | 22,4  | 23,9  | 25,0  | 26,2  |
| Обеспеченность населения домашним и ОТА (в расчете на 100 жителей)     | 19,5  | 20,6  | 21,8  | 22,8  | 24,1  |
| в городах  | 23,3  | 24,7  | 26,4  | 27,4  | 29,1  |
| в сельской местности   | 9,0   | 9,3   | 9,6   | 10,1  | 10,6  |
| Удельный вес ОТА с автоматической междугородной связью:                |       |       |       |       |       |
| в городских сетях, %   | 96,0  | 93,0  | 93,0  | 93,4  | 94,0  |
| в сельских сетях, %  | 55,0  | 64,0  | 72,0  | 79,6  | 85,6  |
| Число таксофонов местной связи (включая универсальные таксофоны), тыс. | 191,0 | 191,0 | 189,0 | 192,8 | 188,8 |

Примечание: данные заимствованы из "Российского статистического ежегодника" и других источников.

Некоторые численные оценки, приведенные в таблице 1.6, необходимо прокомментировать.

Увеличение числа коммутационных станций в городских сетях в 1998 году объясняется, скорее всего, изменением правил их подсчета (вероятно, были приплюсованы ведомственные станции, входящие в план нумерации городов). Небольшие расхождения между величинами и их суммой, полученной сложением данных по ГТС и СТС, объясняются ошибками округления. Следует иметь в виду, что телефонные сети районных центров (а они, как правило, имеют статус города) считаются городскими, то есть статистические данные по сельской связи относятся к тому фрагменту телекоммуникационной системы, который расположен ниже районного центра. Уменьшение удельного веса ОТА в городах, имеющих



возможность выхода на АМТС и через нее на МЦК, в 1998 году объясняется включением в состав ГТС тех ведомственных станций, которые ранее не предусматривали такие виды услуг.

В России, по данным Большой энциклопедии Кирилла и Мефодия, насчитывается 1066 городов. Некий "среднестатистический" город имел (к началу 1999 года) ГТС емкостью примерно 24672 номера. Эта гипотетическая ГТС насчитывала 10,1 телефонных станций. Статистические данные 1992 года, которые были использованы при подготовке монографии [29], дали такие величины: средняя емкость российской ГТС - 17560 номеров, а численность АТС - 6,2.

В обоих случаях средняя емкость городской АТС получается невероятно малой величиной: 2832 номера по статистическим данным 1992 года и 2443 номера спустя шесть лет. Мне кажется, что такие величины получены из-за включения в состав ГТС тех телефонных сетей, которые созданы в ПГТ. Их, по данным Большой энциклопедии Кирилла и Мефодия, насчитывается 2270. Если исключить соответствующие телефонные сети из состава ГТС, то наши оценки кардинально изменятся. Как правило, в ПГТ устанавливается только одна АТС, емкость которой лежит в пределах, характерных для сельских телефонных станций.

Правда, и при этом подходе общая емкость городских АТС не превышает 31 тысячу номеров, а средняя ГТС будет состоять из 8 телефонных станций. Средняя емкость городской АТС, таким образом, приближается к уровню 4 тысячи номеров. Конечно, на практике это значение будет несколько выше, так как на общую картину влияют коммутационные станции других Министерств и ведомств. Часто эти коммутационные станции имеют сравнительно малую емкость. В таблице 1.7 приведены аналогичные величины для ТФОП Чехии, Японии и Китая. Они были вычислены на основе статистической информации, которая ежегодно публикуется компанией Siemens [40].

*Таблица 1.7*

| <b>Средняя емкость станции, номеров</b> | <b>1997 год</b> | <b>1998 год</b> | <b>1999 год</b> |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|
| ТФОП России                             | 820             | 850             | 874             |
| гипотетическая российская ГТС           | 3200            | 2565            | 2636            |
| гипотетическая российская СТС           | 156             | 159             | 162             |
| ТФОП Чехии                              | 1174            | 1272            | –               |
| ТФОП Китая                              | –               | 12588           | –               |
| ТФОП Японии                             | 7611            | –               | –               |

Интересно отметить, что для российской ТФОП характерна очень низкая величина средней емкости коммутационной станции. Понятно, что такая ситуация обусловлена наличием большого числа сельских станций малой емкости. Тем не менее, очевидны и низкие темпы роста этой величины по мере цифровизации ТФОП. Достаточно сравнить соответствующие величины с ТФОП в Чехии, где процесс цифровизации далек от завершения.

ТФОП Китая и Японии - полностью цифровые сети. Почему же в Китае средняя величина емкости цифровой коммутационной станции в 1,65 раза выше? Вероятно, дело в том, что Китай начал модернизировать свою сеть существенно позже. Операторы ТФОП в Китае воспользовались опубликованными в 90-х годах результатами [44 - 47], которые наглядно говорят о целесообразности использования коммутационных станций большой емкости. Кстати, в Шанхае, в проектно-отделе ГТС, висит лозунг, который на русский язык можно перевести так: "Меньше станций, больше емкость станции". Процесс цифровизации ТФОП в России идет с некоторым отставанием. Этот недостаток можно обратить в преимущество: использовать опыт Китая и ряда других стран по применению коммутационных станций большой емкости.

Увеличение емкости устанавливаемых цифровых коммутационных станций - очень важная задача модернизации ГТС и СТС. Судя по данным, приведенным в таблице 1.7, местные телефонные сети планируются по старой методике. Правда, отдельные российские Операторы ориентируются на более крупные станции, но этот процесс идет медленно. Их украинские коллеги оказались более восприимчивы к новым тенденциям планирования местных телефонных сетей. В частности, в Луганске установлена коммутационная станция С-32, емкость которой будет доведена до 70 тысяч номеров. Белорусские связисты также собираются использовать коммутационные станции С-32 большой емкости. В Витебске уже в 1998 году была установлена станция емкостью 30 тысяч номеров. В ближайшее время она достигнет своей проектной мощности - 50 тысяч номеров.

Еще один важный аргумент в пользу установки коммутационных станций большой емкости - снижение затрат на модернизацию аппаратно-программных средств. Как правило, стоимость та-

кой модернизации определяется Поставщиком коммутационного оборудования в расчете на одну станцию. Это означает, что затраты Оператора на модернизацию телекоммуникационной системы зависят не столько от емкости сети, сколько от числа установленных коммутационных станций. В частности, для ГТС емкостью 50000 номеров, состоящей всего из одной коммутационной станции, стоимость модернизации будет примерно в пять раз меньше, чем для такой же сети при установке десятитысячных РАТС.

Производители телекоммуникационного оборудования, хорошо понимая потенциальные требования Операторов, готовы поставлять станции очень большой емкости. Хорошо известный в России поставщик оборудования электросвязи Siemens AG довел предельную емкость своей коммутационной станции EWSD до 600000 номеров [44]. Китайская компания HUAWEI разработала современную цифровую коммутационную станцию C&C08, предельная емкость которой составляет 800000 абонентских линий (АЛ) или 180000 СЛ. Другие производители телекоммуникационного оборудования также повышают производительность своих коммутационных станций.

Приведенные в предыдущем абзаце численные оценки следует рассматривать как меру пропускной способности перспективных коммутационных станций. Это означает, что ресурсы аппаратно-программных средств могут использоваться не только для включения большего числа АЛ. Часть ресурсов может быть ориентирована на поддержку новых видов услуг. Иными словами, причины повышения производительности цифровых коммутационных станций обусловлены не только новыми принципами планирования телефонных сетей.

Вернемся к статистическим данным, приведенным в таблице 1.6, и вычислим характеристики некой гипотетической российской СТС. Среднее значение емкости сельской АТС (УС и ОС) составляет примерно 112 номеров. Емкость среднестатистической СТС оценивается величиной 1950 номеров (не считая абонентов ГТС районного центра). СТС, в среднем, состоит из 17,3 сельских АТС. Запомним и эти величины. Они также понадобятся нам в третьей главе монографии.

Заметный рост международного трафика свидетельствует о существенных изменениях в экономике, что, в свою очередь, позволяет прогнозировать ряд важных характеристик для перспективных теле-

коммуникационных сетей. Любопытно также и тенденция спада телеграфного обмена. Подробный анализ этого процесса - предмет отдельного исследования. Здесь же уместно отметить только два момента. Уменьшение числа переданных телеграмм свидетельствует:

- ♦ о хорошем уровне развития ТФОП, которая позволяет также передавать факсимильные сообщения, отчасти заменяющие телеграммы;
- ♦ об активном проникновении в нашу жизнь новых видов документальной электросвязи, среди которых первенство следует отдать "Электронной почте" (по данным, приведенным в [43], с персональных компьютеров уже в 1999 году передавалось на порядок больше сообщений, чем с факсимильных аппаратов).

Качественный уровень развития местных телефонных сетей можно оценить через удельный вес коммутационных станций с программным управлением, к которым относятся цифровые и квазиэлектронные АТС. В [43] на начало 1998 года приведены следующие данные – таблица 1.8. Квазиэлектронные станции рассматриваются как аналоговое оборудование. В скобках указаны величины, соответствующие 2002 году [48].

*Таблица 1.8*

| <b>Тип АТС</b>  | <b>Аналоговые, %</b> | <b>Цифровые, %</b> |
|-----------------|----------------------|--------------------|
| Число АТС в ГТС | 82,8                 | 17,2               |
| Число АТС в СТС | 98,5                 | 1,5                |
| Емкость ГТС     | 77,9 (54,6)          | 22,1 (45,4)        |
| Емкость СТС     | 96,8 (87,9)          | 3,2 (12,1)         |

Если сравнивать эти показатели со статистическими данными бывшего СССР, то прогресс очевиден. А как обстоит дело в странах, входивших когда-то в состав СССР? Ответить на этот вопрос весьма сложно, но некоторые сведения, приведенные в таблице 1.9, позволяют нарисовать общую картину. Таблица составлена с учетом статистических данных компании Siemens на 31 декабря 2001 года [40]. Распределение государств, входивших ранее в состав СССР, по уровню телефонной плотности с 1985 года изменилось несущественно. Иная ситуация складывалась с темпами роста телефонной плотности. Практически удвоилось значение телефонной плотности в Беларуси, Латвии, Литве, Молдове, России, Украине и Эстонии. В других странах (республиках бывшего СССР) этот процесс идет медленнее.

Таблица 1.9

| Страна       | Число ОТА на 100 жителей | Место |
|--------------|--------------------------|-------|
| Армения      | 13,9                     | 9     |
| Азербайджан  | 11,1                     | 11    |
| Белоруссия   | 28,2                     | 4     |
| Грузия       | 16,1                     | 8     |
| Казахстан    | 12,1                     | 10    |
| Кыргызстан   | 7,7                      | 12    |
| Латвия       | 30,6                     | 3     |
| Литва        | 31,2                     | 2     |
| Молдова      | 15,5                     | 7     |
| Россия       | 24,1                     | 5     |
| Украина      | 17,4                     | 6     |
| Узбекистан   | 6,6                      | 13    |
| Таджикистан  | 3,5                      | 15    |
| Туркменистан | 6,3                      | 14    |
| Эстония      | 35,2                     | 1     |

Давайте рассмотрим некоторые статистические данные, характеризующие ГТС Санкт-Петербурга и СТС Ленинградской области. Анализ этих данных был одним из этапов работы, проведенной группой специалистов ЛОНИИС и ОАО "Гипросвязь СПб" в 1998 - 1999 годах. Цель всей работы - составление концепции, определяющей пути дальнейшего развития телекоммуникационных сетей на территории этих двух субъектов Федерации.

По данным, приведенным на сайте <http://www.government.spb.su>, территория Санкт-Петербурга составляет 606 кв. км, а с ближайшими пригородами - 1439 кв. км. Протяженность Северной Столицы с севера на юг равна 44 км, а с запада на восток - 25 км. По предварительным данным Всероссийской переписи населения 2002 года в Санкт-Петербурге проживает 4,669 млн. человек. Емкость ГТС к началу 2003 года составляла примерно 1,96 млн. номеров.

На сайте ГТС Санкт-Петербурга была размещена информация по типам коммутационных станций, используемых для включения абонентов. Интересно, что в общий перечень вошли установленные в Санкт-Петербурге подстанции ПСК-1000, сельские станции АТСК 100/2000 и АТС малой емкости. Их общая численность была равна 68, а доля в монтированной емкости ГТС - 3,38%. В это же время численность цифровых коммутационных станций со-

ставляла 74, координатных - 129 и декадно-шаговых - 33. Доли этих типов коммутационных станций в монтированной емкости ГТС составляли 26,96%, 48,41% и 11,25% соответственно. Заметим, что в настоящее время уровень цифровизации ГТС Северной столицы составляет 33% (<http://www.svyazinvest.ru>).

Давайте поступим так: не будем учитывать подстанции, сельские станции и АТС малой емкости. В этом случае, "оставшаяся" часть сети будет состоять из 236 станций, из которых 28,0% являются цифровыми, 60,4% - координатными и 11,6% - декадно-шаговыми. Существенно то, что теперь можно получить более объективную оценку средней емкости коммутационной станции. Для ГТС Санкт-Петербурга она составляет примерно 8,5 тысяч номеров. Ранее были получены очень маленькие значения средней емкости коммутационной станции в ГТС. Было высказано предположение, что такая ситуация сложилась из-за включения телефонных сетей ПГТ в состав ГТС. Теперь можно говорить и о другой причине - включение в состав парка коммутационного оборудования ГТС подстанций и АТС малой емкости.

Итак, средняя величина емкости городской АТС, по всей видимости, не так уж мала, как нам представлялось ранее. Иная картина, более пессимистичная, складывается с величиной средней емкости цифровой коммутационной станции. По данным для Санкт-Петербурга она меньше, чем аналогичная величина для координатной АТС. Такая ситуация характерна для многих российских ГТС. Хорошо известно (этот вопрос будет подробно рассматриваться в третьей главе монографии), что цифровое коммутационное оборудование эффективно только при его использовании для построения АТС большой емкости. Это, кстати, очень хорошо усвоили Операторы китайской ТФОП. Весной 2000 года по приглашению фирмы HUAWEI мне довелось посетить КНР. Там были показаны действующие коммутационные станции емкостью в несколько десятков тысяч номеров.

Вернемся к статистическим данным для ГТС Санкт-Петербурга. Что можно отметить? Обратимся к сайту ОАО "Связьинвест", где приведены (к моменту написания этого раздела монографии) данные, соответствующие первому кварталу 2003 года.

Во-первых, телефонная плотность в Санкт-Петербурге заметно выше, чем в среднестатистическом российском городе. Она составила 40,48 ОТА на 100 жителей Северной столицы.

Во-вторых, уровень цифровизации ГТС в Санкт-Петербурге (33%) уступает среднестатистическому российскому показателю - таблица 1.6. Несколько лет назад Северная столица была лидером в деле модернизации ГТС. Следует подчеркнуть, что замена всех аналоговых АТС в больших российских городах - длительный процесс. Поэтому показатель цифровизации ГТС нельзя считать точным индикатором эффективности работы Оператора.

В-третьих, коммутационное оборудование используется в ГТС не самым эффективным способом. В первом квартале 2003 года емкость сети составляла 1960755 номеров. Абоненты были включены в 325 АТС. Это означает, что средняя емкость коммутационной станции равна 6033 номера.

Теперь рассмотрим статистические данные для Ленинградской области. Она занимает площадь, равную 85,9 кв. км. На начало 1997 года в Ленинградской области проживало 1679 тыс. человек. Примерно 66% населения проживает в городах и 34% - в сельской местности.

ОАО "Ленсвязь", основной Оператор связи, состоит из 7 филиалов. Телефонная плотность к началу 2002 года составляла 24,89 ОТА на 100 жителей. В городах области эта величина была выше - 29,94 ОТА на 100 жителей. В СТС телефонная плотность равнялась 15,01 ОТА на 100 жителей.

По данным, которые мне были любезно предоставлены специалистами из ОАО "Типросвязь СПб", можно составить следующую картину на 2002 год:

- ♦ примерно 78% емкости телефонной сети Ленинградской области сосредоточено в районных центрах и других городах;
- ♦ среднестатистический абонент 65,7% своих вызовов направляет в Санкт-Петербург, 10,6% трафика замыкается в пределах области, а за ее пределы уходит 23,7% телефонной нагрузки.

Теперь, когда представлены некоторые характеристики ТФОП в России, целесообразно рассмотреть зарубежный опыт. К сожалению, в технической литературе теперь весьма редко попадаются публикации, в которых подробно изложены характеристики зарубежных ГТС и СТС. Тем не менее, имеющаяся информация позволяет извлечь несколько полезных уроков.

*Ученость сама по себе дает указания чересчур  
общие, если их не уточнить опытом.  
(Фрэнсис Бэкон)*

## **1.6. Зарубежные местные сети**

Все изложенное в этом разделе не следует рассматривать ни как аналитический обзор принципов построения зарубежных местных сетей, ни как дополнение предыдущего раздела статистическими данными, характерными для развитых стран. Ни для первой, ни для второй задач мне, к сожалению, не удалось получить информацию в необходимом объеме.

Включение раздела 1.6 в состав первой главы монографии преследует две основные цели:

- ♦ проанализировать, используя имеющуюся информацию, общие принципы построения местных сетей в развитых и развивающихся странах;
- ♦ выделить характерные черты их эволюции, имеющие практическое значение для ВСС РФ.

Относительно городских транспортных и телефонных сетей очень интересная информация представлена в статье, посвященной модернизации Лондонской телефонной сети [49]. Эта ГТС покрывает площадь 2927 квадратных километров, что эквивалентно квадрату с длиной ребра примерно 54 километра. Емкость Лондонской телефонной сети на 1990 год составляла 4,6 миллиона номеров, что, при численности населения столицы Великобритании в 8 миллионов человек, соответствовало телефонной плотности 57,5 ОТА на 100 жителей.

ГТС большой емкости, как правило, разбиваются на телефонные районы. Лондонская сеть была разделена на 6 телефонных районов [49]. В 248 специальных зданиях были установлены 500 РАТС, преимущественно аналоговых. Это означает, что средняя емкость АТС составляла 9200 номеров, то есть, превышала аналогичную величину для российских городов.

Транспортная сеть была построена преимущественно на многопарных кабелях связи, хотя процесс применения ЦСП в Великобритании начался задолго до модернизации Лондонской сети. Значительная доля пучков СЛ была, таким образом, организована по двухпроводным физическим цепям. Фактически именно с транс-



портной сети и началась модернизация системы связи в Лондоне.

Отличительной чертой новой транспортной сети авторы статьи [49] считают объединение десяти крупных СУ за счет прокладки кабеля, состоящего из 96 ОВ. Семь крупных СУ образовали внешнее кольцо. Остальные три СУ вошли во внутреннее кольцо. СУ разных колец имеют прямые связи; такая структура сравнивается в [49] со спицами в колесе.

В 1980 году, когда емкость Лондонской ГТС составляла 3,29 миллиона номеров, в качестве коммутационного оборудования использовались преимущественно декадно-шаговые (77,5%) и координатные (16,7%) АТС. Первая цифровая коммутационная станция (System X) была введена в 1985 году и обслуживала только 3500 АЛ. План модернизации Лондонской сети предусматривал полное замещение всех аналоговых АТС цифровыми к середине 1992 года. Такой подход был обусловлен необходимостью улучшения технико-экономических показателей телефонной связи. Кроме того, цифровизация ГТС создавала базу для реализации функциональных возможностей ЦСИО и введения других перспективных услуг электросвязи.

При модернизации Лондонской телефонной сети изменился и план нумерации. Вопросы нумерации в ГТС и СТС будут рассмотрены в третьей главе монографии.

Интересные сетевые решения были использованы Оператором Hutchison Telecom, который обслуживает часть деловых абонентов в Гонконге и ряде прилегающих к этому острову территорий. Этот Оператор использует цифровые коммутационные станции производства китайской компании Huawei Technologies, которая приводит в своих рекламных проспектах такие данные:

- ♦ к маю 1999 года в сети Оператора Hutchison Telecom эксплуатировалось 11 коммутационных станций C&C08, три из которых будут расширяться;
- ♦ общая емкость сети, реализованной на базе коммутационных станций C&C08, составляла 250000 номеров;
- ♦ в эксплуатируемые станции для эффективного построения сети доступа включено более 300 выносных модулей;
- ♦ соединение коммутационных станций между собой осуществляется через транспортную сеть кольцевой структуры, для построения которой использован кабель с ОВ, уплотненным оборудованием СЦИ;

- ♦ кольцевые структуры транспортной сети использованы и для включения выносных модулей в коммутационные станции.

Отметим два момента. Во-первых, средняя емкость коммутационной станции составляет примерно 23 тысячи номеров; с учетом расширения емкости трех станций эта величина будет возрастать. Во-вторых, в каждую станцию включается примерно 27 выносных модулей. Полученная оценка средней емкости цифровой коммутационной станции, по всей видимости, не вызывает недоумения. Иное дело - численность выносных модулей. Здесь есть один нюанс. Администрация связи Гонконга ориентирует своих клиентов на использование услуг CENTREX [50] вместо установки УАТС. По этой причине некоторые выносные модули используются как УАТС. К этому вопросу мы вернемся в третьей главе при анализе принципов включения цифровых УАТС в коммутационные станции ГТС.

В [51] приводятся некоторые данные, позволяющие оценить развитие ГТС в Берлине. Цифровизация телефонной сети восточной части Берлина проходила существенно позже, чем в Лондоне. Еще в начале 1990-х годов РАТС в большинстве своем были аналоговыми. В декабре 1997 года ГТС Берлина стала полностью цифровой.

Это преобразование было выполнено за счет создания новой сети, в которой были заменены даже средства доступа. К 2000 году Берлинская сеть насчитывала 2,2 млн. абонентов телефонной сети и 75000 пользователей ЦСИО. Телефонная плотность составила 65 ОТА на 100 жителей. Введено в эксплуатацию более 68000 мультиплексов ЦСИО, 8800 цифровых таксофонов. Проложено примерно 141000 км кабелей с ОВ.

Данные, имеющиеся по ГТС в Торонто [52], позволяют оценить одно из важнейших направлений в процессе цифровизации ТФОП - сокращение численности РАТС при одновременном росте емкости сети. Соответствующие величины представлены в таблице 1.10.

*Таблица 1.10*

| Показатель      | 1990 год | 1991 год | 1992 год | 1993 год |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|
| Число РАТС      | 67       | 61       | 45       | 38       |
| Число пучков СЛ | 5502     | 4622     | 3057     | 2140     |

Оператор ГТС за три года почти вдвое уменьшил численность РАТС, что означает (даже при небольшом росте численности новых абонентов) удвоение емкости коммутационной станции.

Более чем вдвое сократилось число пучков СЛ, что упрощает процессы обслуживания линейно-кабельных сооружений.

Между городскими сетями России и развитых стран существует много общего, обусловленного, в первую очередь, сходными принципами градостроения. По этой причине значительная часть опыта, накопленного Операторами в развитых странах, может быть непосредственно использована при разработке проектов модернизации ГТС в России.

Существенные различия в принципах организации сельской связи в развитых странах, объясняемые как способом организации производства, так и совокупностью географических факторов, предполагают более осторожное отношение к возможности применения соответствующих системно-сетевых решений в российских условиях. Обнадеживающий фактор - неизбежный переход от колхозно-совхозной системы к более прогрессивным способам сельскохозяйственного производства. Такое развитие событий позволяет в большей мере использовать международный опыт по модернизации системы сельской связи.

Традиционная практика телефонизации в сельской местности бывшего СССР, в основном, сводилась к установке ОС в колхозе, совхозе или другом сельскохозяйственном предприятии. Эта коммутационная станция выполняла, в определенном смысле, две функции: сельской АТС ТФОП и УАТС, которая служила базой для так называемой системы внутрипроизводственной телефонной связи [53]. Выбор оптимальной емкости ОС осуществлялся, скорее, в интересах внутрипроизводственной телефонной связи. По этой, и ряду других причин, в отечественных СТС используются ОС малой емкости.

Подобное решение и в эпоху развития координатной техники не являлось оптимальным. В 70-х годах сельские сети США (страна с существенно более низкой поверхностной плотностью сельского населения) строились на базе АТС, имеющих среднюю емкость на порядок выше [54]. В условиях цифровизации СТС это различие (судя по данным, приведенным в [55], где изложены примеры модернизации сельской сети в Великобритании) достигает уже двух порядков. Эти соотношения можно также подтвердить и расчетами для моделей СТС, рекомендованных МСЭ [56, 57].

Целесообразность внедрения цифровых АТС большой емкости

на любых уровнях иерархии национальной телефонной сети в настоящее время рассматривается как очевидный факт, подтвержденный практикой. Но применительно к СТС у многих специалистов остается уверенность в целесообразности разработки цифровых коммутационных станций малой емкости. Это мотивируется тем обстоятельством, что часто даже минимальная емкость существующей координатной АТС, составляющая 50 номеров, используется далеко не полностью.

Вероятно, такая позиция объясняется, в большинстве случаев, подменой понятий. Ситуация, которую следовало бы сформулировать как необходимость предоставления услуг электросвязи малой группе абонентов, трактуется как целесообразность установки АТС малой емкости. К этому вопросу мы еще вернемся в третьей главе монографии.

В [58] приведен пример модернизации телекоммуникационной системы в канадской провинции New Brunswick. К сожалению, структуры ТСС и СТС не рассматриваются, но несколько интересных положений позволяют составить общую картину развития сельской связи. Территория провинции New Brunswick составляет 72000 кв. км; численность населения - 753 тысячи человек. Это означает, что поверхностная плотность размещения потенциальных абонентов равна 10,5 человек на один квадратный километр. Сравните эту величину с данными, приведенными в таблице 1.2. Вы увидите, что по рассматриваемому показателю провинция New Brunswick занимает промежуточное место между западными и восточными экономическими регионами России.

Значительная доля населения проживает в городах. В частности, в двух самых крупных городах (Saint John и Moncton) проживает примерно по 110000 человек, то есть почти 30% населения провинции. В столице провинции живут 70000 человек. В настоящее время транспортная и коммутируемая (телефонная) сети являются полностью цифровыми. Телефонная сеть базируется на 8 крупных цифровых коммутационных станциях DMS производства Nortel. Только 2% всех абонентов используют АЛ со спаренным включением. Планы Оператора подразумевают использование в обозримой перспективе только индивидуальных АЛ. Интересно, что технология ЦСИО в провинции New Brunswick не используется. Кстати, интегральное обслуживание непопу-

лярно практически на всей территории Северной Америки.

Известно, что сельская связь, как правило, непривлекательна с точки зрения телекоммуникационного бизнеса. По этой причине необходима поддержка государства. Программы развития сельской связи, реализуемые, в том числе, при активном участии государства, существуют во многих странах. Тем, кто интересуется подобным опытом, я бы рекомендовал заглянуть на сайт <http://www.ntca.org>. Этот сайт принадлежит Ассоциации NTCA, которая активно работает над проблемами развития связи в сельской местности. Некоторые материалы этой Ассоциации будут использованы в третьей и четвертой главах монографии.

В монографии [59] описана типичная сельская местность в скандинавских странах. Поверхностная плотность потенциальных абонентов составляет примерно 1000 абонентов на один квадратный километр. Обычно 80% абонентов живут в небольших поселках. Численность абонентов в таких поселках колеблется от 50 до 500. Если считать, что территория их проживания подобна кругу, то его радиус может изменяться от 1 до 9 км. Поверхностная плотность оценивается на уровне 100 абонентов на 1 кв. км. Остальные 20% абонентов распределены по маленьким кластерам с числом жилищ от 1 до 50.

Пригородная зона (suburban area) лежит в радиусе порядка 5 км от границы города; поверхностная плотность составляет 100 - 1000 абонентов на 1 кв. км. В радиусе 0,5 км эта величина превышает 1000 абонентов на 1 кв. км.

Опыт развитых и развивающихся стран по модернизации системы сельской связи периодически обобщается МСЭ. В справочных материалах МСЭ в [56, 57] содержатся интересные сведения. В частности, примечателен тот факт, что унифицируются многие сетевые решения для городов и сельской местности. В большей степени это касается транспортных сетей, которые - для всех уровней иерархии - базируются на кольцевой топологии. Унификация, хотя и не так отчетливо, прослеживается и в отношении структур, рекомендуемых для построения телефонных сетей. Сближаются и принципы создания перспективных сетей абонентского доступа [26].

Что можно сказать, завершая этот раздел? Некоторые полезные сведения, я так надеюсь, Вы в нем найдете. В целом же мне не уда-

лось найти в технической литературе информацию по наиболее интересным (в контексте рассматриваемых в монографии вопросов) направлениям развития местных сетей в зарубежных странах. Этому, как мне кажется, есть ряд причин, которые продиктованы как коммерческими соображениями, так и требованиями безопасности национальной телекоммуникационной системы.

Большой беды в этом нет. Основные принципы развития местных сетей (транспортных и коммутируемых) понятны и без конкретных примеров. До их изложения, чему посвящены вторая и третья главы монографии, нам осталось рассмотреть весьма важный вопрос — общую тенденцию развития электросвязи в начале XXI века.

*Фантазия важнее знания.  
(Альберт Эйнштейн)*

## **1.7. Общие тенденции развития электросвязи**

### **1.7.1. Что нас ждет в начале XXI века?**

#### **1.7.1.1. Четыре игрока инфокоммуникационного рынка**

Попробуем ответить на этот вопрос с точки зрения основных игроков инфокоммуникационного рынка. На рисунке 1.19 каждому из этих игроков поставлен в соответствие куб. На фронтальных гранях каждого куба указаны основные движущие силы для каждого игрока инфокоммуникационного рынка.

Требования абонентов, по понятным причинам, можно считать самыми важными. Сформулировать точку зрения абонентов на систему связи XXI века проще всего в виде трех вполне очевидных положений.

Первое положение заимствовано из концепции, которая была предложена специалистами японской компании NTT [60] в начале 90-х годов. Хотя прошло уже более десяти лет, концепция VI&P не потеряла свою актуальность. Основная идея VI&P состоит в том, что перспективная система связи должна обеспечивать обмен видеоинформацией, обладать высоким интеллектом и адаптироваться к персональным требованиям абонентов. Концепция VI&P отражает точку зрения абонентов. В этом, как мне кажется, ее отличие от большинства других концепций, ориентированных скорее на Операторов, Производителей оборудования или Поставщиков инфокоммуникационных услуг. Основные идеи VI&P рассматриваются в следующем параграфе.

Второе положение объясняется естественными требованиями для каждого игрока инфокоммуникационного рынка. Соответствующие вопросы хорошо изложены в классических работах по экономике.

Третье положение отражает рост требований потенциальных абонентов к системе связи. На рисунке 1.19 упомянуты три характерные тенденции этого процесса. Во-первых, абоненты заинтересованы в высоком качестве связи (низкий уровень шума

при телефонной связи, приемлемый коэффициент ошибок по битам при обмене данными и так далее). Во-вторых, возрастают требования к надежности сетей связи - коэффициенту готовности, времени восстановления работоспособности и другим показателям [61]. В-третьих, становится все более актуальной конфиденциальность связи, в чем весьма заинтересованы и корпоративные клиенты, и частные лица.

Операторы сетей электросвязи играют две очень важные роли на инфокоммуникационном рынке. Во-первых, Оператор - один из ключевых игроков. Во-вторых, он выполняет функции основного посредника для других игроков. На фронтальной грани соответствующего куба перечислены три основных условия успешной работы Оператора.

Первое условие - формирование справедливых правил игры на рынке. Я понимаю, что это условие может считаться очень важным, но его анализ не входит в перечень вопросов, которые



Рисунок 1.19 Основные игроки инфокоммуникационного рынка



рассматриваются в монографии. Читатель несомненно найдет ряд интересных публикаций по проблемам деятельности Операторов на российском инфокоммуникационном рынке в журналах по связи или на сайтах Internet.

Второе условие включает два аспекта. Во-первых, каждый Оператор заинтересован в лояльности клиентов, то есть в сохранении своей абонентской базы. Один из эффективных инструментов решения данной задачи - концепция CRM (управление взаимоотношениями с клиентами). По вопросам CRM в последние годы опубликовано множество работ, где даются разные толкования этой концепции. Наиболее удачным мне представляется определение, которое сформулировано специалистами из Phillips Group [62]: "CRM - это оперативное управление взаимоотношениями между клиентом и Оператором, представляющее собой ряд процессов, направленных на оптимальное обслуживание клиента. Эти процессы осуществляются совместно системами и людьми таким образом, чтобы достичь максимальной выгоды и для клиента, и для Оператора". Во-вторых, для Оператора очень важен уровень спроса на его услуги.

Третье условие включает очевидный тезис. Оператор стремится покупать качественное оборудование связи, но, конечно, по приемлемым ценам. Он также заинтересован, чтобы тарифы на те инфокоммуникационные услуги, которые он "покупает" у Поставщиков, гарантировали ему приемлемый доход как посреднику.

Три условия эффективной работы для Производителей оборудования на инфокоммуникационном рынке не нуждаются в каких-либо дополнительных комментариях. Следует, пожалуй, подчеркнуть одно обстоятельство. Во многих странах именно Производители оборудования располагают самыми мощными научно-исследовательскими центрами. Поэтому формирование перспективных предложений для инфокоммуникационного рынка XXI века в значительной мере осуществляется Производителями оборудования.

Из трех требований к инфокоммуникационному рынку, характерных для Поставщиков услуг, особый интерес представляет последний пункт. Его анализ содержится в параграфе 1.7.3, который посвящен глобальной информационной инфраструктуре (ГИИ).

Для всех участников инфокоммуникационного рынка

(за исключением ряда сегментов среди множества "Абоненты") очень важны качественные и количественные прогностические оценки на длительную перспективу. Коль скоро мы решили поговорить о начале XXI века, то речь пойдет об отрезке времени от пяти до двадцати лет.

Если Вы помните, в качестве эпиграфа к разделу 1.5 были выбраны слова Бенджамина Дизраэли: "Есть три разновидности лжи: ложь, гнусная ложь и статистика". Как Вы думаете, что бы сказал автор популярной цитаты, известный политический деятель и писатель, о прогнозировании? Вместо ответа на этот риторический вопрос я хочу воспроизвести три прогноза, которые сегодня кажутся нелепыми. Все цитаты заимствованы из материалов семинара "Лаборатории Белла. Прошлое. Настоящее. Будущее", который был проведен в Москве осенью 1998 года.

Томас Ватсон, руководивший в свое время корпорацией IBM, в 1943 году высказал такое мнение: "Во всем мире понадобится примерно пять компьютеров". В 1949 году журнал "Popular Mechanics Magazine" опубликовал статью, в которой содержался такой прогноз: "В будущем могут появиться компьютеры весом менее 1,5 тонн". Наконец, в 1984 году Билл Гейтс заявил, что "... 640К - объем памяти, достаточный для всех".

Сегодня проще всего посмеяться над подобными прогнозами. Труднее — найти причины ошибок. Еще сложнее — создать условия, позволяющие свести к минимуму ошибки долгосрочного прогнозирования.

Избежать их нельзя. Как минимизировать ошибки прогнозирования? Это уже не риторический вопрос. Блестящий ответ дал на него Конфуций: "Единственная настоящая ошибка — не исправлять своих прошлых ошибок". Несомненно, что и IBM, и Microsoft поступили так, как рекомендовал Конфуций примерно две с половиной тысячи лет назад. Свидетельства тому - известные всем успехи этих компаний на мировом рынке.

### 1.7.1.2. Дополнительные соображения, касающиеся игрока "Абонент"

Игрок, названный на рисунке 1.19 именем "Абонент", на самом деле многолик. Простейшая классификация подразумевает выделение двух больших групп - производственный и квартирный секторы. Подобный подход был предложен более пятидесяти лет назад [4, 12]. Для того уровня развития системы телефонной связи он вполне приемлем.

В настоящее время, как показали результаты анализа трафика и перечня используемых услуг, целесообразно выделять несколько классов абонентов в производственном и квартирном секторах. На рисунке 1.20 показан пример классификации, апробированной в ряде исследовательских работ, которые были проведены консалтинговой группой "КОНТЕЛ" в последние годы. Подобные варианты классификации потенциальных абонентов можно найти в документах многих исследовательских центров.

В левой части рисунка 1.20 показано распределение абонентов в двух основных секторах. Доля абонентов делового сектора составляет примерно 20%, но они создают самую значительную долю доходов (правда, менее 80%) - правая часть модели. Соответствующие статистические данные могут служить хорошей иллюстрацией для правила Парето [63].

Сектор деловых абонентов целесообразно разделить на три группы. В самую малочисленную группу "X" входят абоненты, генерирующие большой объем исходящего трафика (в том числе -

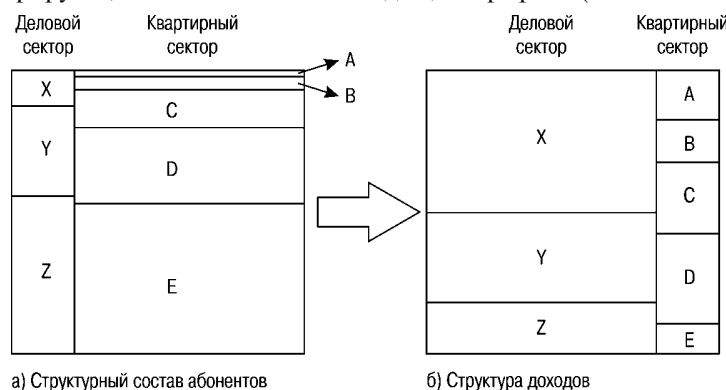


Рисунок 1.20 Классификация потенциальных абонентов ГТС и СТС

обслуживаемого междугородной и международной сетями). Для этой группы абонентов характерен также высокий уровень платежеспособного спроса на многие другие услуги, которые приносят Оператору существенные доходы. Группа "Y" насчитывает большее число абонентов, но их обслуживание приносит Оператору более скромные доходы. Еще меньшие доходы можно ожидать от группы "Z", самой крупной в секторе деловых абонентов

Характерным примером группы "X" можно считать совокупность тех абонентов, которые работают в компаниях, чей бизнес связан с активным использованием современных инфокоммуникационных услуг. Государственные организации образования и здравоохранения могут служить примером группы "Z".

В секторе квартирных абонентов можно выделить пять групп. Самый большой удельный доход приносит Оператору абонент, входящий в группу "A". Численность абонентов этой группы незначительна. Обслуживание группы "E", самой крупной в квартирном секторе, связано с минимальными доходами. Более того, в ряде случаев обслуживание этой группы квартирных абонентов может быть убыточно.

В группу "E" входят абоненты, использующие только возможности ГТС, касающиеся местной связи и выхода к бесплатным информационным и справочным службам. Для абонентов этой группы характерно снижение исходящего местного трафика после введения повременной оплаты местных соединений. Группа "A" состоит из абонентов, которые генерируют большой трафик (международный, междугородный и местный), используют ГТС для доступа в Internet и заинтересованы в различных видах дополнительных услуг. Часто эти абоненты, формально входящие в квартирный сектор, используют возможности инфокоммуникационной системы для работы в домашних условиях.

Оператор заинтересован в повышении лояльности тех абонентов, которые обеспечивают ему максимальные доходы. С другой стороны, Оператор обязан обслуживать все абонентские группы. Развитие инфокоммуникационной системы должно осуществляться так, чтобы Оператор имел возможность эффективно обслуживать все абонентские группы, учитывая тенденции по их дальнейшей диверсификации. Иными словами, процесс "расслоения" абонентов на различные группы будет, скорее всего, продолжаться. Диверсификация клиентской базы, характерная для



Рисунок 1.21 Пирамида потребностей по А. Маслоу

системы связи в XXI веке, обусловлена скорее развитием национальной экономики, чем внутренними процессами, которые определяют модернизацию инфокоммуникационных сетей.

С другой стороны, далеко не все требования абонентов определяются с помощью экономических показателей. Рассмотрим пирамиду потребностей, предложенную Абрахамом Маслоу [64, 65], – рисунок 1.21.

Пирамиде потребностей, как и всякой модели, свойственны некоторые ограничения. Во-первых, она может не подходить для анализа потребностей конкретного человека. Во-вторых, большинство людей меняет приоритеты своих потребностей в течение жизни или под влиянием каких-либо обстоятельств. В-третьих, существует эффект наложения уровней, что отмечает сам автор идеи, Абрахам Маслоу. Тем не менее, пирамида потребностей считается весьма эффективным инструментом для проведения различных исследований.

Физиологическим потребностям соответствует пятый (нижний) иерархический уровень в пирамиде. Реализация этих потребностей связана с поддержкой жизни - воздух, вода, еда, одежда, жилье, секс. Считается, что физиологические потребности, когда их хронически не удовлетворяют, доминируют над всеми остальными. Вероятно, что для человечества в целом (или для большой группы людей) такая трактовка правомерна.

К потребностям в защищенности относятся личная физическая безопасность, защита от диких животных, преступников, экстремальных температур и природных катаклизмов. Сюда также относятся желания здоровья, порядка, стабильности, знакомой среды. Потребности в защищенности находятся на четвертом иерархическом уровне.

Социальные потребности, расположенные на третьем уровне иерархии, включают любовь, дружбу, духовное родство. К этой группе обычно относят и коммуникативные потребности [18]. В левой части первого рисунка коммуникативные потребности выделены курсивом. Они относятся к значительному числу телекоммуникационных услуг, связанных с возможностью общения между людьми.

Второй иерархический уровень отведен потребностям в уважении. К ним относятся желание силы (в широком смысле этого слова), достижений, доверия, независимости и свободы. Сюда также включаются желание хорошей репутации (престижа), признания, внимания, важности и понимания.

Потребность в самоутверждении занимает высший уровень иерархии. В [65] эта категория связана с ярко выраженной индивидуалистической целью - быть тем, кем может стать только один человек. Возможно, что этот уровень в пирамиде потребностей тесно связан с вечным вопросом о смысле жизни.

Коммуникативные потребности - первое, что ассоциируется с функциями инфокоммуникационной системы. В большей мере такая аналогия уместна для абонентов квартирного сектора. Действительно, состоявшийся телефонный разговор, доставленная телеграмма, письмо, полученное по "электронной почте", можно считать типичными примерами реализации коммуникативных потребностей. На самом деле, средства связи могут использоваться для удовлетворения потребностей, находящихся во всех пяти уровнях иерархии. Конечно, коммуникативные потребности будут и далее играть роль одной из основных движущих сил развития инфокоммуникационных систем.

Рассмотрим рисунок 1.22. Он содержит несколько характерных примеров тех видов потребностей, для удовлетворения которых могут быть использованы различные средства связи. Величина  $P_i$  определяет вероятность применения средств электросвязи на  $i$ -ом уровне иерархии пирамиды потребностей. По всей видимости, значения  $P_i$  для отдельных абонентских групп будут существенно различаться, что объясняется психологическими, экономическими и другими факторами. Примеры, приведенные для четырех нижней уровней пирамиды, не нуждаются в дополнительных комментариях. Пояснения необходимы для словосочетания "Персонифицированные инфокоммуникации", использованного в качестве примера для пятого уровня пирамиды

потребностей. Мы рассматриваем потребности гипотетической группы абонентов, в которой каждый индивид формулирует специфические требования ко всей сфере услуг. Вероятно, такие абоненты будут предъявлять к инфокоммуникационной системе заметно различающиеся требования. Перед Оператором возникает задача предоставить возможность некоторым абонентам самим "конструировать" некоторые инфокоммуникационные услуги.

В принципе, такая возможность, с рядом ограничений, предусмотрена в уже упоминавшихся концепциях VI&P [60] и ИС [66]. Для рассматриваемого уровня потребностей можно назвать три таких вида новых "конструкций" инфокоммуникационных услуг:

- ♦ фильтрация входящих вызовов с учетом информации о вызываемом абоненте, времени суток и других атрибутов, а также гибкий алгоритм их обработки;
- ♦ автоматизированный поиск необходимой информации, используя ряд собственных алгоритмов анализа доступных данных;
- ♦ организация таких сеансов связи (с различным числом участников), для которых характерен высокий уровень "эффекта присутствия".

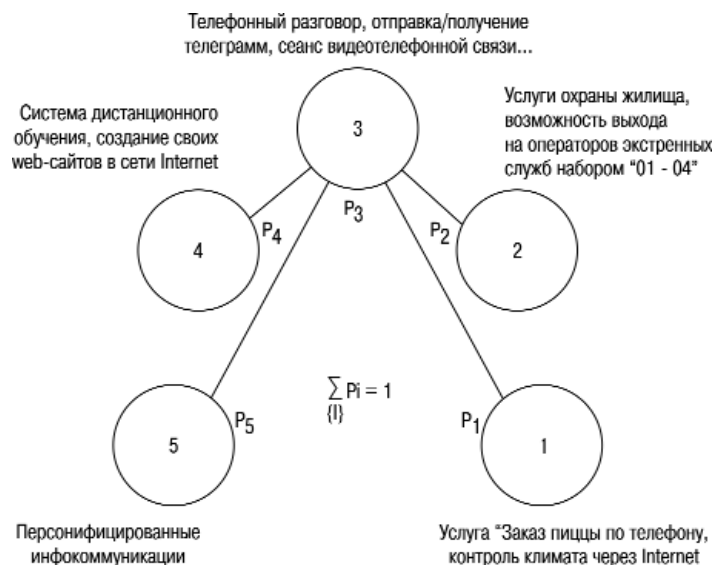


Рисунок 1.22 Примеры потребностей, удовлетворение которых может быть связано с инфокоммуникационной системой

Развитие инфокоммуникационной системы создает технические (но не всегда доступные по финансовым соображениям) возможности для реализации множества потребностей. В обозримой перспективе инфокоммуникационная сеть сможет передавать информацию, связанную со всеми пятью органами чувств человека (зрение, слух, вкус, обоняние и осязание). Это означает, что эффективность коммуникаций может достичь очень высокого уровня.

Оценка эффективности коммуникаций может осуществляться различными способами. Простейшие оценки, часто публикуемые в технической литературе, оперируют, например, временем передачи идентичного объема данных для различных технологий. Более интересна другая постановка вопроса: насколько эффективны доступные способы общения? Любопытен график, позволяющий на качественном уровне оценить эффективность шести вариантов общения двух специалистов [67]. Данные, приведенные в [67], показаны на рисунке 1.23 в виде гистограммы.

Эффективность прочтения опубликованной статьи, как и просмотра ауди- или видеозаписей, существенно уступает тем возможностям, которые присущи диалогу у доски. Телефонный разговор и обмен сообщениями по "электронной почте" приближаются, по эффективности, к привычному для академической науки общению у доски. Важная задача инфокоммуникационной системы — обеспечить высокую эффективность общения между пользователями. Причем, функции одного из пользователей могут выполняться аппаратно-программными средствами различного назначения.

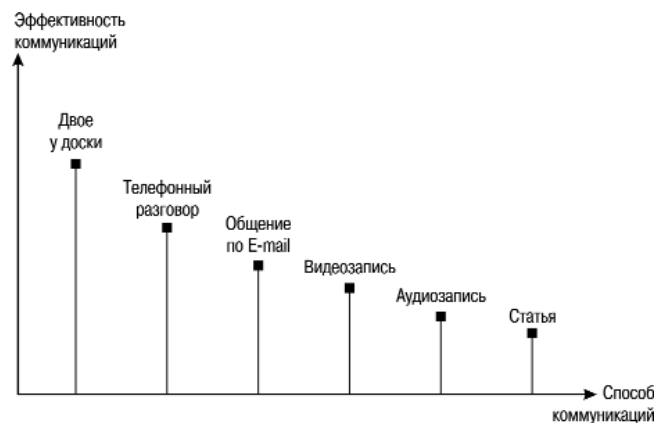


Рисунок 1.23 Эффективность шести вариантов общения двух специалистов



### 1.7.2. Концепции компании NTT

Идея VI&P (Visual, Intelligent & Personal) была разработана японской компанией NTT в начале 90-х годов XX века. Мне представляется, что те основные принципы, которые были сформулированы более десяти лет назад (уникальный прецедент для такого рода прогнозов), можно с минимальными изменениями перенести на первую декаду XXI века.

Авторы концепции VI&P считают, что инфокоммуникационная система должна обеспечивать такие возможности:

- ♦ обмен видеоинформацией (Visual);
- ♦ повышение интеллекта аппаратно-программных средств (Intelligent);
- ♦ предоставление услуг с учетом индивидуальных требований абонентов (Personal).

На рисунке 1.24, в его левой части, показана та база, которая может быть использована для реализации концепции VI&P. Для обмена видеоинформацией роль базовых элементов играют телевизионное вещание и Internet. Различные справочные службы, созданные как Операторами ТФОП, так и Поставщиками информационных ресурсов, а также сайты Internet - своего рода интеллект существующих телекоммуникационных сетей. Наконец, эксплуатируемые сети мобильной связи можно рассматривать как один из важнейших аспектов поддержки персональных требований потенциальных абонентов.

Считается, что почти 90% всей информации, которой располагает человек, получено благодаря органам зрения. Вероятно, именно это обстоятельство и стимулирует широкое развитие телекоммуникационных услуг, связанных с обменом видеоинформацией. К видеоинформации относятся как неподвижные, так и движущиеся изображения. Характерный пример неподвижных изображений — факсимильное сообщение, которое мо-

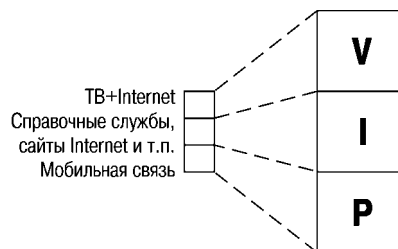


Рисунок 1.24 Построение инфокоммуникационной системы класса VI&P

жет содержать текст и/или иллюстративные материалы. Телевизионные программы содержат движущиеся изображения.

Для обмена неподвижными изображениями, как правило, используются транспортные ресурсы со скоростью передачи не выше 2 Мбит/с. Чаще всего абоненты ориентируются на коммутируемые соединения, то есть на те возможности, которые предоставляет канал тональной частоты. Для обмена движущимися изображениями, в зависимости от используемой технологии, могут потребоваться каналы от 0,7 Мбит/с (кодировка MPEG-4) до нескольких десятков Мбит/с (телевидение высокой четкости). Для видеоконференций в настоящее время используется оборудование, работающее на скоростях 128 и 384 кбит/с.

Возможность получения информации, хорошо воспринимаемой органами зрения, - одна из движущих сил в развитии Internet. Для этой информационной сети характерен также весьма высокий "интеллект", поддерживаемый как свойствами терминала, так и функциональными возможностями поисковых систем.

Переходя ко второму компоненту концепции VI&P, необходимо уточнить перевод слова "Intelligent" на русский язык. Термин "Intelligent Network" в отечественной технической литературе переводится как "Интеллектуальная сеть". Это было бы абсолютно верно для словосочетания "Intellectual Network". Прилагательное "Intelligent" в англоязычной технической литературе обычно используется для того, чтобы подчеркнуть следующие особенности сети и/или оборудования:

- ♦ удобный, с точки зрения пользователя, интерфейс, называемый в ряде публикаций "дружественным";
- ♦ возможность выполнения некоторых функций за счет ресурсов сети, что помогает абоненту в решении ряда задач;
- ♦ способность сети к адаптации при изменении бизнес-процессов, касающихся ввода новых услуг и управления ресурсами.

В концепции VI&P слово "Intelligent" имеет именно такое толкование. Это не исключает и то значение прилагательного "Intelligent", которое свойственно концепции ИС.

Современные сотовые сети и Internet - два бурно развивающихся сектора инфокоммуникационного рынка. С точки зрения некоторых пользователей, особенно старших возрастных групп, работа с соответствующими терминалами вызывает ряд проблем. Поэто-

му повышение интеллекта этих сетей для создания удобного пользовательского интерфейса представляется очень важной задачей.

Приведенный пример связан только с одним из четырех аспектов "интеллектуализации" инфокоммуникационной системы, - облегчение условий труда. Авторы концепции VI&P определили еще три важных направления развития инфокоммуникационной системы, прямо или косвенно относящиеся к ее "интеллектуализации": упрощение доступа к услугам (ИС, в данном случае, можно рассматривать как один из инструментов решения данной задачи), помощь в принятии решений и преодоление языкового барьера.

Эти три направления эволюции инфокоммуникационной системы могут быть реализованы за счет использования различных принципов размещения интеллекта в инфокоммуникационном оборудовании. В [68] анализируются два противоположных принципа размещения интеллекта. Их принципы можно сформулировать таким образом:

- ♦ интеллект в центр сети;
- ♦ интеллект на края сети (вплоть до его размещения исключительно в терминалах пользователей).

Очевидно, что истина, как обычно, лежит посередине. К этому вопросу мы вернемся в последней главе, когда будем рассматривать концепцию "Интеллектуальная сеть". В инфокоммуникационной системе (и не только в ней) интеллект "материализуется" в форме программного продукта. В общем случае, интеллектуализация инфокоммуникационной системы осуществляется за счет использования новых аппаратно-программных средств. Существенно то, что эти аппаратно-программные средства, размещаемые в терминальном и/или в сетевом оборудовании, позволяют решить все (или почти все) задачи интеллектуализации инфокоммуникационной системы.

Третий "килт" концепции VI&P - аспекты персонализации услуг связи. Одним из характерных примеров можно считать услугу "Универсальная персональная связь" [69]. Прилагательное "персональная" иногда используется для указания на возможность мобильности. Такую трактовку можно встретить и в отечественной, и в зарубежной технической литературе. Более точное толкование слова "personal" - предоставление услуг с учетом индивидуальных требований абонентов, хотя вопросы мобильности не

теряют своей значимости. Развивая эти идеи, мы можем снова прийти к термину "персонифицированные коммуникации", использованному в комментариях к рисунку 1.22.

Практическая реализация концепции VI&P порождает множество вопросов, касающихся интеллектуальной собственности, информационной безопасности и других сложных аспектов Операторской деятельности. Ряд этих вопросов будет рассматриваться в четвертой главе монографии.

Концепция VI&P – не единственный вклад компании NTT в разработку принципов развития инфокоммуникационных систем. Новые идеи компании NTT объединены ключевым словом "HIKARI", которое можно перевести как "свет". Правда, авторы соответствующей концепции откровенно признаются, что хотели бы оставить слово "HIKARI" без перевода [70]. Им представляется, что термин "HIKARI" мог бы использоваться специалистами всех стран для обозначения технологии, позволяющей построить некое "широкополосное общество"; в оригинале - "Broadband Society".

### 1.7.3. Глобальная Информационная Инфраструктура

В 1994 году вице-президент США Гор обратился к членам МСЭ с предложением объединить национальные информационные инфраструктуры (НИИ). В результате, родилась идеология ГИИ. Она была одобрена на заседании Совета министров "Большой семерки". МСЭ занялся разработкой рекомендаций, определяющих общие принципы построения ГИИ. В настоящее время разработан ряд соответствующих рекомендаций (серия У). В том же 1994 году был подготовлен доклад комиссии Бангемана [71, 72], который стимулировал работу ETSI по созданию концепции Европейской информационной инфраструктуры (ЕИИ).

Возникновение интереса к ГИИ можно рассматривать как осознание роли информации в жизни современного общества. Телекоммуникационные сети обеспечивают возможности обмена, обработки и хранения информации. В этом плане сети электросвязи можно считать инфраструктурой для информационной экономики [73]. С другой стороны, такая трактовка не может считаться универсальной. В большинстве определений термина "информационная инфраструктура" средства связи фигурируют как неотъемлемый компонент. В частности, в [74] приводится такое определение: "Совокупность информационных и вычислительных ресурсов, предоставляемых для организаций и/или населения, и средств

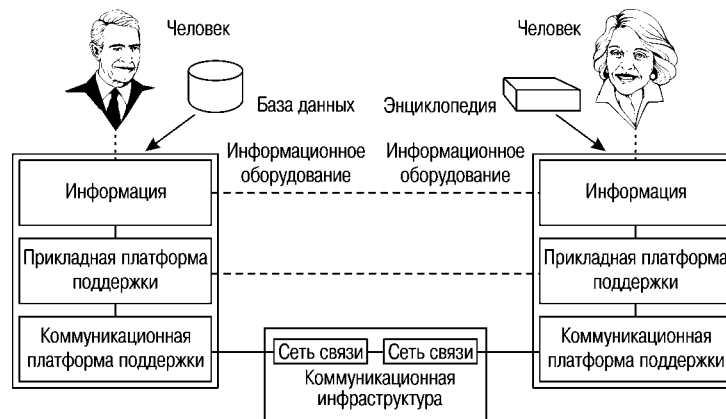


Рисунок 1.25 Модель Глобальной информационной инфраструктуры

доступа (в том числе - дистанционного) к этим ресурсам". Мне представляется, что второе определение более полно представляет общую идею ГИИ. Модель ГИИ, которая предложена МСЭ в рекомендации Y.110 [75], может служить иллюстрацией второго определения – рисунок 1.25.

В данной модели между двумя блоками информационного оборудования расположена коммуникационная инфраструктура. Эта инфраструктура состоит из нескольких сетей связи, которые используются в процессе обмена информацией. Обмен информацией может осуществляться между людьми, между человеком и каким-либо техническим устройством, а также без участия людей.

На рисунке 1.26 представлена та же модель, но для конкретного вида связи - доступ с персонального компьютера (ПК) в "Электронную библиотеку". Конечно, для этой иллюстрации использован ряд упрощений, которые не искажают общую идеологию ГИИ.

Пользователь получает интересующую его информацию на экран (монитор) и может, при необходимости, воспользоваться каким-либо запоминающим устройством (памятью). Функции прикладной платформы поддержки выполняет программное обеспечение (ПО), входящее, например, в состав операционной системы Windows. Модем, установленный в ПК, вместе с соответствующим ПО играет роль коммуникационной системы поддержки.

Использование модема означает, что в коммуникационную инфраструктуру входит ТФОП, через которую обеспечивается доступ к сети обмена данными. В нашем примере предполагается, что такая сеть использует связку технологий IP/ATM. Технологии

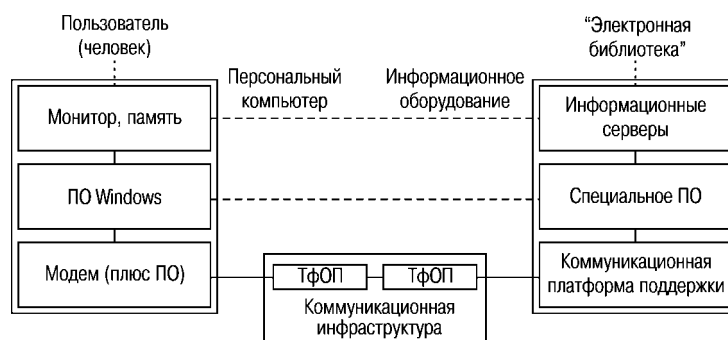


Рисунок 1.26 Получение информации из "Электронной библиотеки"

IP (протокол Internet) ATM (асинхронный режим переноса) будут рассматриваться в следующих главах монографии.

В состав "Электронной библиотеки" входит специализированное ПО, которое обеспечивает ряд функций. Для нас существенно то, что с помощью этого ПО можно получать информацию, хранящуюся на серверах.

В рекомендациях МСЭ серии Y приводятся различные модели ГИИ, что объясняется анализируемыми вопросами. Кроме того, мне бы хотелось обратить внимание читателей на то, что при описании ряда аспектов ГИИ используются специфические термины. Такое положение обусловлено рядом факторов, среди которых следует выделить два момента. Во-первых, ГИИ представляет симбиоз связи и информатики, что порождает терминологические проблемы. Во-вторых, рекомендациям МСЭ, даже после работы специальной редакторской группы, также свойственны неточности в области терминологии, как и любой другой технической литературе.

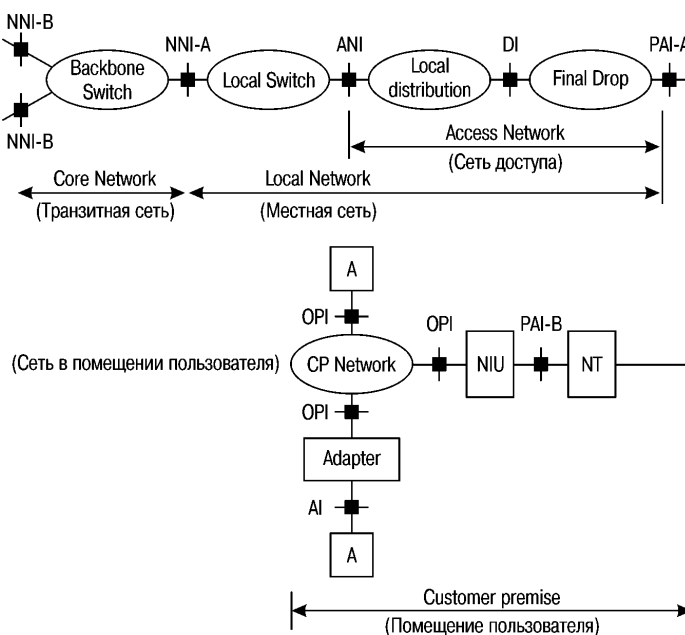


Рисунок 1.27 Модель ГИИ, предложенная в рекомендации МСЭ Y.120

На рисунке 1.27 показана модель ГИИ, предложенная в рекомендации МСЭ Y.120 [76]. Модель интересна в том отношении, что она включает значительное число элементов телекоммуникационной системы. Кроме того, в рекомендации Y.120 введены некоторые интерфейсы, интересные с точки зрения специфики ГИИ. Следует помнить, что рекомендация Y.120 была разработана в 1998 году. Возможно, что некоторые ее положения требуют уточнения.

Интерфейс NNI-B (Network-to-Network Interface type B) определяет параметры сопряжения транзитных сетей. В рекомендации МСЭ Y.120, в первую очередь, упоминаются сети дальней связи. Интерфейс NNI-A (Network-to-Network interface type A) специфицирует параметры взаимодействия между местной и транзитной сетями. Точка ANI (Access Network Interface) - интерфейс между МС и сетью абонентского доступа, которая, в свою очередь разделена на два фрагмента. Можно считать, что интерфейс DI (Drop-Distribution Interface) - это точка, в которой соединяются АЛ и абонентская проводка [26].

Далее расположено оборудование, находящееся в помещении пользователя. Оно взаимодействует с телекоммуникационной сетью через интерфейс PAI (Premise-Attachment Interface). Сетевое окончание (NT) включается в блок сетевых интерфейсов по стыку PAI (Premise-Attachment Interface). Внешним интерфейсом для сети в помещении пользователя является стык OPI (On-Premise Interface). Он используется для подключения оконечного оборудования, с помощью которого обеспечивается доступ у услуг. В рекомендации Y.120 принят общий термин для обозначения оконечного оборудования - Appliance (A). Если какое-либо оконечное оборудование не отвечает требованиям интерфейса OPI, то следует установить адаптер. Интерфейс между адаптером и оконечным оборудованием соответствует стыку AI (Adaptation Interface).

В этой модели введен ряд новых интерфейсов. Точнее, для многих стыков предложены новые (часто менее понятные) названия. Такое решение было принято авторами рекомендаций по ГИИ по ряду причин, из которых следует выделить одну из важнейших - необходимость последующих спецификаций атрибутов, существенных с точки зрения информационных процессов.

Если взглянуть на проблемы Оператора связи, то выясняется, что многие новые интерфейсы и функциональные блоки не нуж-



ны. Это следует из структуры сети абонентского доступа (для стационарного сегмента), приведенной в рекомендации Y.110 [75]. Эта структура воспроизведена на рисунке 1.28. В левой части рисунка показаны семь блоков сетевого окончания (NTU) различного типа. В правой части модели изображено общее оборудование мультисервисного доступа, взаимодействующее со всеми местными сетями через интерфейсы V5.x и Vb5.x [77]. Кроме этих двух типов интерфейсов предусматривается также возможность включения двухпроводной линии.

Предполагается, что в оборудование мультисервисного доступа со стороны сегмента доступа включаются кабели с ОВ. Вторым вариантом организации связи - использование беспроводных технологий; на рисунке показаны две БС, которые работают по радиотракту. Основная связка технологий - ATM/SDH. Напомню, что

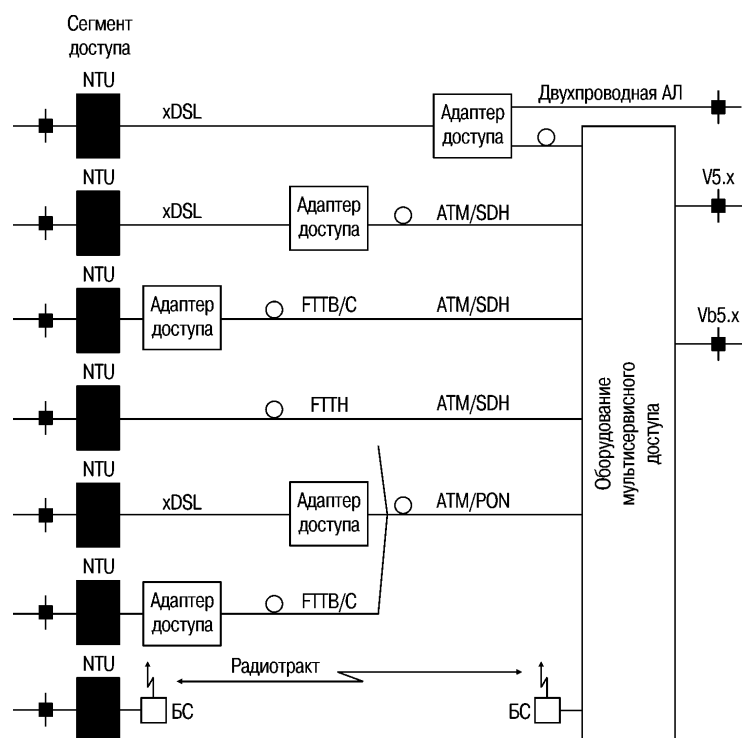


Рисунок 1.28 Структуры сети абонентского доступа для ГИИ

рекомендация Y.120 разработана в 1998 году, когда МСЭ считал технологию АТМ идеальной для ГИИ.

На рисунке 1.28 показана также возможность применения PON - пассивной оптической сети [78]. Это решение (используемое не только для технологии АТМ) будет рассматриваться в третьей главе. Там же можно найти и описание технологий xDSL. Это сокращение используется для обозначения семейства цифровых АЛ, организуемых в кабелях с медными проводниками: ADSL (асимметричная), VSDL (суперскоростная) и прочих.

Кабель с ОВ может доводиться прямо до дома, в котором располагается пользователь. На рисунке 1.28 такое решение названо FTTH (Fiber To The Home). В некоторых публикациях используются другие названия. Технологии вида FTTx также рассматриваются в третьей главе монографии.

По ряду причин кабель с ОВ не всегда прокладывается по принципу FTTH. В таких случаях необходима установка устройств, которые обеспечивают переход от оптических сигналов к электрическим. В [76] эти устройства названы адаптерами доступа. Из множества возможных решений в рекомендации МСЭ Y.120 показаны FTTB и FTTC - технологии доведения волокна до здания и распределительного шкафа соответственно.

Важная роль в концепции ГИИ отводится организации связи в помещении пользователя. На рисунке 1.29 показан первый вариант построения такой сети, который подразумевает

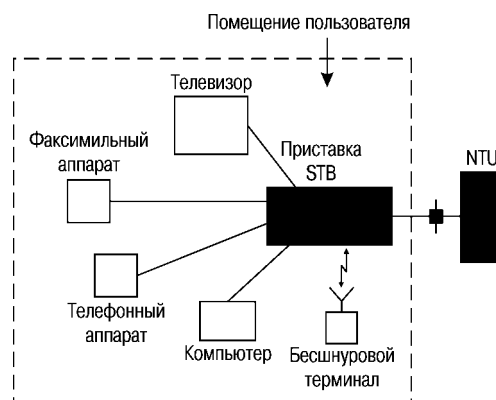


Рисунок 1.29 Структуры сети в помещении пользователя. Первый вариант

наличие нескольких интерфейсов с блоком сетевого окончания. Устройство STB (Set-Top Box) используется в качестве компьютерной приставки к телевизору.

Первый (считая сверху) интерфейс в блоке NTU предназначен, в основном, для видеоинформации. Приставка STB может обеспечивать некоторые функции интерактивности телевидения. Функции второго интерфейса ориентированы на поддержку речевого трафика, а также любой другой информации, передаваемой через ТФОП. Третий интерфейс связан с процессами обмена данными.

Второй вариант построения сети в помещении абонента (рисунок 1.30) подразумевает подключение всех терминалов через приставку STB. Для связи с блоком сетевого окончания необходимо определить один интерфейс. Очевидно, что приставка STB в такой сети будет достаточно сложной. Она должна выполнять множество функций, обеспечивая подключение всех типов оконечных устройств.

Оба варианта построения сети в помещении пользователя не накладывают никаких ограничений на процессы обмена информацией. Кроме рассмотренных выше структур могут быть использованы и другие варианты построения сети в помещении абонента. Практический интерес представляют те решения, которые основаны на концепции "Интеллектуальное здание" - "Intelligent Building" [79]. Это направление развития инфокоммуникационной системы рассматривается в четвертой главе монографии.

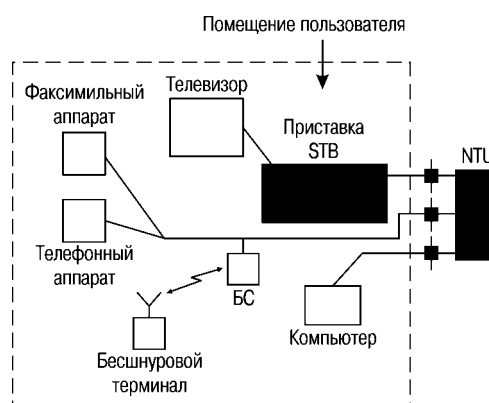


Рисунок 1.30 Структуры сети в помещении пользователя. Второй вариант

Попробуем подвести некоторые итоги краткого изложения концепции ГИИ. Во-первых, следует объяснить термин "инфраструктура". Он образован из двух слов "infra" (ниже, под) и "structura" (строение, расположение). Большая Советская Энциклопедия [80] свидетельствует, что этот термин появился в экономической литературе в конце сороковых годов прошлого века для обозначения комплекса отраслей хозяйства, обслуживающих промышленное и сельскохозяйственное производство. К инфраструктуре относят дороги, каналы, энергетическое хозяйство, железнодорожный транспорт, связь, водоснабжение, общее и профессиональное образование и так далее.

Это означает, что сети электросвязи на территории государства входят в инфраструктуру национальной экономики. Соответственно, общемировая сеть электросвязи может рассматриваться как элемент глобальной инфраструктуры. Если основной акцент сделан на обмен информацией, то словосочетание "Глобальная информационная инфраструктура" становится понятным.

На самом деле проблема существенно сложнее. Идея создания ГИИ, по всей видимости, возникла как следствие процессов глобализации. Плюсы и минусы этого процесса обсуждаются во многих публикациях [81, 82 и других]. Эти вопросы построения ГИИ не относятся к тем техническим аспектам развития инфокоммуникационных систем, которые рассматриваются в монографии. Поэтому мы переходим к концепции NGN - сети связи следующего поколения.

#### 1.7.4. Концепция NGN

Вероятно, большинство читателей отметило некую абстрактность в самой идее ГИИ. Такое мнение складывается при сравнении этой концепции с прагматичными идеями ЦСИО или ИС, которые детально разработаны МСЭ и ETSI. Концепция NGN также не радует четко сформулированными положениями. Пока, как справедливо отмечено в [83], в термин "NGN" и Операторы связи, и Поставщики оборудования вкладывают разный смысл. Иными словами, еще нет четкого определения: "Что же такое NGN?".

Среди всех причин возникновения идеи NGN [83 - 87] самой существенной мне представляется приближающееся (во многих развитых странах) завершение "жизненного цикла" эксплуатируемых цифровых коммутационных станций. Действительно, что делать Операторам тех телефонных сетей, в которых скоро придется демонтировать цифровые АТС, устаревшие морально или физически? На этот вопрос можно дать несколько ответов, среди которых целесообразно выделить два полярных мнения:

- ♦ все демонтируемые АТС заменяются современными цифровыми коммутационными станциями, что означает отсутствие серьезной качественной модернизации ТФОП;
- ♦ начинается радикальная модернизация ТФОП, суть которой состоит в переходе к новой технологии коммутации.

Обычно истина находится посередине, но Оператору нужен конкретный ответ. Общие принципы перехода к NGN будут изложены в четвертой главе монографии. В этом параграфе мы попробуем разобраться в основных принципах NGN. Некоторые зарубежные публикации по NGN содержат в своих названиях три слова-вопроса: What, When, How - Что? Когда? Как? Чтобы разобраться в идеологии NGN, достаточно ответить на первый вопрос, но прежде мне бы хотелось изложить некоторые соображения, касающиеся причин появления этой новой концепции.

В конце восьмидесятых и начале девяностых годов активно обсуждалась концепция Ш-ЦСИО, которая очень многими специалистами расценивалась как основной путь развития телекоммуникационных систем. В то время под эгидой МСЭ были разработаны рекомендации, касающиеся основных аспектов создания Ш-ЦСИО. Кстати, технология АТМ была при-

думана именно для Ш-ЦСИО, но потом стала самостоятельным направлением развития сетей связи. Позднее стало ясно, что практическая реализация этой концепции вряд ли будет осуществляться так, как ожидалось Операторами связи и Производителями оборудования. С другой стороны, было понятно, что создание нескольких сетей для поддержки новых услуг не будет оправданным. Такое решение породит множество проблем технического и экономического характера.

Компромиссным решением стала идея мультисервисной сети, в которой поддерживается значительное число инфокоммуникационных услуг (в идеале - все). МСЭ в рекомендации E.360.1 [88] дал достаточно простое определение мультисервисной сети. Это сеть, в которой различные виды услуг используют общие ресурсы передачи, коммутации, эксплуатационного управления и прочие. В концепции Ш-ЦСИО ключевое значение имеет использование ограниченного набора стандартных интерфейсов пользователь-сеть. В мультисервисной сети такое требование отсутствует, что снимает ряд ограничений, относящихся к сетям абонентского доступа и видам терминального оборудования [89].

Концепция NGN основана на идее мультисервисной сети. Принципы NGN формулируются по-разному. Если обобщить ряд точек зрения [83 – 87], то можно предложить пять характерных особенностей NGN:

- ♦ использование в транспортной сети пакетных технологий для передачи всех видов информации;
- ♦ применение систем коммутации с распределенной архитектурой, которые отличаются от традиционных (функционально ориентированных) телефонных станций;
- ♦ отделение функций, касающихся поддержки услуг, от коммутации и передачи;
- ♦ обеспечение возможности широкополосного доступа для любого пользователя;
- ♦ реализация функций эксплуатационного управления (в том числе делегированных пользователям) за счет Web технологии.

Примечательно, что для оборудования распределения информации не сделан такой же категоричный вывод об использовании пакетных технологий, как для транспортной сети. Некоторые специалисты не исключают возможность появления некой новой

технологии распределения информации. Возможно, что она будет более всего похожа на технологию "коммутация каналов" [90].

Интересную "формулу" для концепции NGN предложила компания Siemens [91]: 80 - 60 - 20. Эти три числа расшифровываются так:

- ♦ сети NGN, по сравнению с существующими сетями, содержат на 80% меньше элементов;
- ♦ сети NGN обеспечивают снижение затрат, необходимых для создания инфокоммуникационной системы, на 60%;
- ♦ сети NGN способны увеличить доход Оператора на 20%.

В настоящее время сложно говорить о достоверности этих оценок, но они представляются слишком оптимистичными. Впрочем, высказывания такого рода свойственны Производителям телекоммуникационного оборудования.

Стандартизацией в области NGN занимаются несколько международных организаций. Определенный вклад вносят МСЭ и ETSI. Активно разрабатывает свои стандарты Международный консорциум пакетной связи - IPCC. Весной 2003 года он стал преемником завершившей свою деятельность организации International Softswitch Consortium. На рисунке 1.31 показана архитектура NGN, предложенная МСЭ в рекомендации Y.1001 [92]. Она содержит ряд новых элементов по сравнению с моделями, привычными для специалистов по телефонии.

Медиа-шлюз выполняет достаточно простые функции преобразования и н ф о р м а ц и о н н ы х потоков. Слева от медиа-шлюза показан RTP-поток, который формируется при использовании транспортного протокола реального времени (Real-Time Transport Protocol),

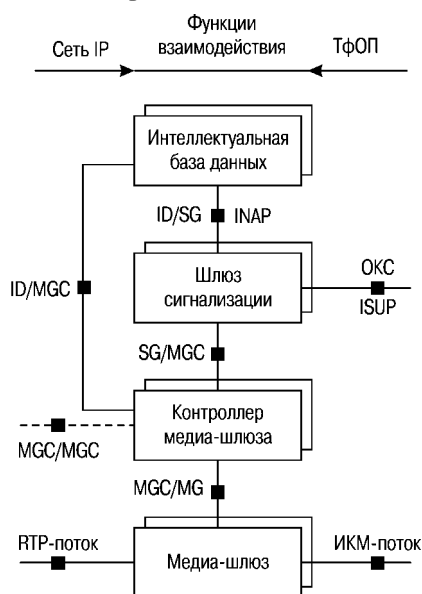


Рисунок 1.31 Архитектура сети NGN по рекомендации МСЭ Y.1001

а справа - поток, образованный системой передачи с импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ). Медиа-шлюз выполняет достаточно простые процедуры, но в крупной сети он должен обладать большой производительностью [93].

Медиа-шлюз управляется соответствующим контроллером - MGC, который теперь более известен по названию Softswitch. Контроллеры могут быть связаны между собой, что показано на рисунке 1.31 пунктирной линией с надписью MGC/MGC. Контроллер взаимодействует также с интеллектуальной базой данных (Intelligent Database - ID).

Над контроллером MGC показан шлюз сигнализации (SG). В сторону ТФОП (или сотовой сети) шлюз сигнализации передает и принимает информацию по сети ОКС. В российской сети ОКС применяется подсистема пользователя ЦСИО - ISUP. Взаимодействие с контроллером MGC осуществляется через интерфейс, обозначенный как SG/MGC. Для связи с интеллектуальной базой данных определен интерфейс ID/SG. Для поддержки услуг ИС используется прикладной протокол Интеллектуальной сети - INAP.

На рисунке 1.32 показана архитектура, предложенная компанией Lucent Technologies для объяснения концепции NGN [94]. Эта архитектура отличается от аналогичных моделей, используемых в сетях телефонной связи и обмена данными. Уровень услуг

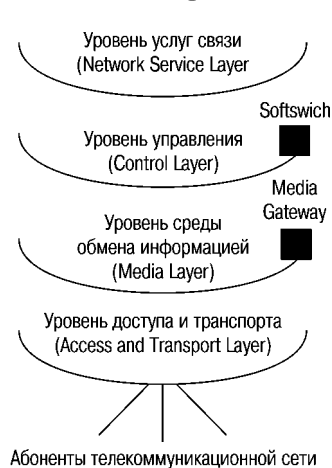


Рисунок 1.32  
Архитектура NGN, предложенная компанией Lucent Technologies

выделяется в самостоятельный элемент архитектуры сети. Он занимает верхнюю плоскость в рассматриваемой модели. В какой-то мере, выделение самостоятельного уровня услуг подобно решению, которое предложено в концепции ИС.

Уровень управления располагается на второй плоскости. В модели NGN этот уровень включает совокупность функций по управлению всеми процессами в телекоммуникационной системе, а также начисление платы за услуги связи и техническую эксплуатацию. Для реали-



зации функций, которые выполняет этот уровень, Производители телекоммуникационного оборудования разработали аппаратно-программные средства, именуемые Softswitch.

Уровень среды обмена информацией находится на третьей плоскости. Функции, выполняемые этим уровнем, включают процедуры установления соединений между пользователями сети и межсетевое взаимодействие. Типичным примером оборудования, которое реализует эти функции в сети NGN, служат аппаратно-программные средства Media Gateway (медиа-шлюза).

Уровень доступа и транспорта располагается на четвертой плоскости. Основные функции этого уровня - перенос информации между конечными пользователями сети NGN. В качестве средств доступа в концепции сети NGN рассматриваются практически все используемые в настоящее время варианты, основанные на различных технологиях.

Термин "Softswitch" можно перевести на русский язык как "коммутатор с программным управлением", что не отражает его функциональное назначение. Судя по выполняемым аппаратно-программными средствами функциям, в первую часть термина (Soft) авторы архитектуры Softswitch заложили значение этого слова, чаще всего употребляемое вне телекоммуникационных понятий - как "гибкий". Если отказаться от строгого перевода, можно использовать термин "Интеллектуальный коммутатор". В монографии будет использоваться термин "Softswitch" без перевода.

В сети NGN предполагается применять только открытые (стандартные) протоколы, которые позволяют, при необходимости, легко менять выполняемые функции. Особенность коммутационных станций ТФОП состоит в том, что они, как правило, имеют стандартные интерфейсы на входе и выходе. Практически все внутренние процессы в коммутационной станции, как в "черном ящике", поддерживались фирменными (нестандартными) протоколами, разработка которых осуществлялась Производителем соответствующих аппаратно-программных средств.

Рисунок 1.33 иллюстрирует различия в архитектуре коммутационных станций ТФОП и Softswitch. Открытые протоколы и интерфейсы прикладного программирования (API) - неотъемлемая особенность архитектуры Softswitch.

Сопоставление коммутационной станции ТФОП и оборудования Softswitch наводят на мысль, что эти аппаратно-программные

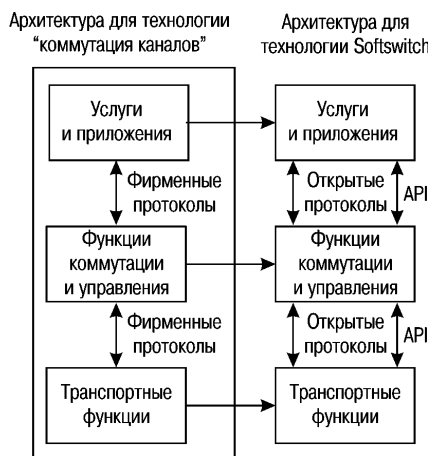


Рисунок 1.33 Архитектура коммутационных станций ТФОП и Softswitch

средства идентичны с точки зрения выполняемых функций. Сходство, на самом деле, действительно есть, но можно выделить ряд существенных различий. Анализ функциональных особенностей Softswitch приведен [95 - 99], а также в других работах.

Для сети NGN определен ряд новых протоколов, часть из которых была разработана ранее. Целесообразно выделить пять следующих протоколов [93]:

1. Протокол H.323. Рекомендация МСЭ H.323 [100] была разработана для обеспечения установления соединения и передачи голосового и видео трафика по пакетным сетям, в частности Internet и intranet [101], которые не гарантируют качества обслуживания (QoS). Используется протокол RTP, разработанный IETF (инженерная группа по проблемам Internet), а также стандартные кодеки, отвечающие требованиям МСЭ, которые изложены в рекомендациях серии G. Протокол H.323 был первым в реализациях технологии IP-телефонии, но сейчас он начал уступать позиции разработанному IETF протоколу SIP (инициирование сеансов связи), который оказался проще и лучше масштабировался.

2. Session Initiation Protocol. Это протокол прикладного уровня, с помощью которого осуществляются такие операции, как установление, изменение и завершение мультимедийных сессий или вызовов по IP-сети. В мультисервисных сетях SIP выполняет функции, аналогичные тем, которые реализованы в протоколе H.323. Сессии SIP могут включать мультимедийные конференции, дистанционное обучение, Internet-телефонию и другие подобные приложения. Сегодня SIP рассматривается многими участниками инфокоммуникационного рынка как международный стандарт.

3. Media Gateway Control Protocol. Протокол MGCP использу-

ется для управления шлюзами MG. Он разработан для архитектуры, в которой вся логика обработки вызовов располагается вне шлюзов, и управление выполняется внешними устройствами, такими, как MGC или агенты вызовов. Модель вызовов MGCP рассматривает медиа-шлюзы как набор конечных точек, которые можно соединить друг с другом.

4. MEGACO/H.248. Этот протокол, по всей видимости, заменит MGCP в качестве стандарта для управления медиа-шлюзами. MEGACO служит общей платформой для шлюзов, устройств управления многоточечными соединениями, а также устройств интерактивного голосового ответа. Модель соединений, используемая MEGACO, более проста, чем для протокола MGCP.

5. Протокол Signalling Transport (SIGTRAN). Это набор протоколов для передачи сигнальной информации по IP-сетям. Он используется как в обоих видах шлюзов, так и в Softswitch. SIGTRAN реализует функции протокола SCTP (Simple Control Transport Protocol) и уровней адаптации (Adaptation Layers). SCTP отвечает за надежную передачу сигнальной информации, осуществляет управление сигнальным трафиком, обеспечивает безопасность. В функции Adaptation Layers входит передача сигнальной информации от соответствующих сигнальных уровней, использующих услуги SCTP. Эти протоколы ответственны за сегментацию и пакетирование пользовательских данных, защиту от имитации законного пользователя, изменения смысла передаваемой информации и ряд других функций.

Возможные сценарии построения NGN рассматриваются в четвертой главе монографии. Выбор оптимального сценария зависит от множества технических и экономических факторов. Кроме того, концепция NGN продолжает развиваться. Могут возникнуть новые идеи, которые повлияют на системные и сетевые решения.

Кроме трех концепций, кратко рассмотренных в этом разделе, можно назвать еще ряд стратегий, которые предложены Администрациями связи, Операторами или Производителями телекоммуникационного оборудования. Чаще всех именно Производители оборудования предлагают свое видение инфокоммуникационного будущего. В [102] представлены основные сведения по концепциям ряда Поставщиков телекоммуникационного оборудования: 2iP (Alcatel), ENGINE (Ericsson), 7R/E (Lucent Technologies), SURPASS (Siemens) и другим.

## 1.7.5. Основные направления развития электросвязи в России

### 1.7.5.1. Общие положения

В конце восьмидесятых - начале девяностых годов XX века перед системой связи России возникли новые задачи, решение которых понятным способом - модернизацией всех эксплуатируемых сетей в сжатые сроки - не представлялось возможным. Качественно новая связь была жизненно необходима экономике. Требования к инфокоммуникационным услугам, соответствующим тем, что были доступны абонентам развитых стран, стали необходимы сравнительно небольшой группе пользователей в России. Выход из создавшегося положения был найден в построении современных цифровых сетей. Операторов, эксплуатирующих эти сети, стали называть альтернативными. На рисунке 1.34 показана общая схема построения системы электросвязи в российских мегаполисах. В крупных городах, как правило, насчитывается несколько сетей альтернативных Операторов.

Множество потенциальных клиентов Операторов связи состоит из двух групп - "X" и "Y". Абоненты группы "X" включены в сеть основного Оператора. Для большинства субъектов Федерации сеть этого Оператора входит в состав телекоммуникационной системы межрегиональной компании (МРК). Абоненты группы "Y" включены в сети альтернативных Операторов. Для большинства регионов России справедливо неравенство  $X \gg Y$ , которое приведено в левой нижней части рисунка 1.34.



Рисунок 1.34 Система электросвязи в российских мегаполисах

Большое преимущество сети основного Оператора - низкие тарифы, что привлекает большинство абонентов. Несомненные плюсы сетей альтернативных Операторов заключаются в высоких (на уровне развитых стран) показателях надежности и качества обслуживания, а также в перечне поддерживаемых услуг. Та-

рифы в сетях альтернативных Операторов пока весьма высоки. По некоторым позициям они превосходят уровень развитых стран, что можно объяснить сравнительно низкой емкостью этих сетей.

Дальнейшее развитие электросвязи в России может осуществляться по пути постепенного слияния этих сетей (в том числе - и поглощения). Этому способствует процесс модернизации сетей, входящих в МРК, и наметившееся сближение тарифных планов, которые устанавливают основные и альтернативные Операторы. Не исключен и другой вариант развития электросвязи в России: некоторая часть сетей, эксплуатируемых альтернативными Операторами, останется для поддержки самых современных видов инфокоммуникационных услуг для сравнительно небольшой группы клиентов. Вероятно, ответ на подобные вопросы могут дать результаты анализа неравномерности распределения доходов, технологий и услуг [82].

Изложенное выше касается некоторых организационных и экономических аспектов развития российской системы электросвязи. Они рассматриваются в этом параграфе по той причине, что оказывают влияние на технические и отчасти технологические решения. Другие вопросы, связанные с организационными и экономическими проблемами, в монографии не затрагиваются. Тем читателям, для которых подобная тематика представляет практический интерес, в первую очередь, следует обратить свое внимание на Федеральный закон "О связи". Кроме того, полезную информацию можно найти в монографиях [103 - 107] и в статьях, публикуемых в журналах по электросвязи.

### 1.7.5.2. Технические аспекты развития сетей электросвязи

Технические аспекты развития связи удобно рассматривать с помощью модели, которая показана на рисунке 1.10. Анализ четырех элементов, которые образуют иерархическую модель сети электросвязи, не будет полным без учета новых технологий. Поэтому процессы развития всех уровней иерархии сети рассматриваются с точки зрения использования новой техники электросвязи и современных технологий. Понятно, что в этих условиях изменяются некоторые принципы построения инфокоммуникационной сети и ее отдельных фрагментов.

Начать анализ модели проще всего с двух элементов, расположенных в правой части рисунка 1.10. Их можно рассматривать вместе, так как тенденции местной и междугородной сетей становятся все более схожими по многим позициям. Эти тенденции, универсальные для сетей, по которым передается различная информация, можно описать совокупностью следующих тезисов:

- ♦ снижение числа уровней иерархии, что повышает надежность сети и качество передачи информации;
- ♦ переход на современные технологии распределения информации, среди которых (в настоящее время) предпочтительнее считается коммутация пакетов;
- ♦ расширение перечня услуг, предоставляемых абонентам;
- ♦ совершенствование системы технической эксплуатации средств электросвязи.

К этому следует добавить усилия Оператора, только косвенно связанные с рассматриваемыми аспектами развития телекоммуникационной системы. Речь идет о тарифной политике, системе CRM (управление взаимоотношениями с клиентами), маркетинге и им подобным направлениям деятельности.

Следующий элемент - сеть абонентского доступа. Для анализа этого компонента сети электросвязи можно воспользоваться рисунком 1.11, который был приведен в [26].

Кривая, которая иллюстрирует процесс роста пропускной способности сети абонентского доступа, начинается с величины 50 Бод. Эта типичная скорость для телеграфии [13]. Переход к полосе пропускания шириной 3,1 кГц связан с созданием первых сетей телефонной связи. На этом этапе развития системы

связи начался переход с цифровых методов передачи (в телеграфии) к аналоговым (в телефонии).

Следующий характерный этап - поддержка услуг ЦСИО. Основной (базовый) доступ в ЦСИО имеет конфигурацию 2В+D. Пользователю предоставляются два прозрачных В-канала (64 кбит/с каждый), предназначенных для передачи различной информации, и один служебный D-канал (16 кбит/с). Информационная скорость в сети абонентского доступа составляет, таким образом, 144 кбит/с. Этот этап, применительно к сети абонентского доступа, можно рассматривать как переход от аналоговых методов передачи к цифровым.

Повышение скорости передачи до 2 Мбит/с позволяет ввести ряд новых телекоммуникационных услуг. В первую очередь, такая пропускная способность необходима для ЦСИО при организации доступа на первичной скорости со структурой 30В+D (скорость передачи по D-каналу в этом случае составляет 64 кбит/с).

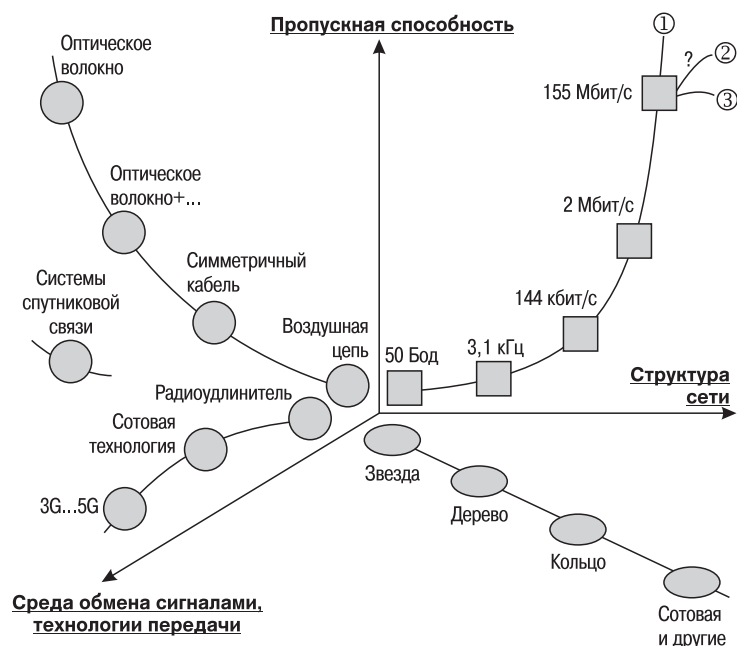


Рисунок 1.35 Качественные тенденции развития для уровня иерархии "Сеть абонентского доступа"

Далее на первой кривой указан номинал пропускной способности 155 Мбит/с. Эта величина соответствует минимальной пропускной способности цифровой системы передачи семейства СЦИ. В принципе, между точками 2 и 155 Мбит/с также можно выделить несколько этапов, касающихся применения оборудования передачи, входящего в семейство xDSL [108].

После номинала 155 Мбит/с поставлен знак "?" и показаны три возможных сценария дальнейшего изменения пропускной способности сети абонентского доступа: оптимистический, прагматический и пессимистический. Первый сценарий назван оптимистическим исходя из предположения, что:

- ♦ эффективность телекоммуникационной системы, с точки зрения пользователя, повышается при росте пропускной способности сети абонентского доступа;
- ♦ доходы Оператора пропорциональны пропускной способности сети абонентского доступа;
- ♦ не разработаны методы существенного сжатия широкополосных сигналов.

Оптимистический прогноз можно рассматривать как модель, в которой учитываются тенденции к передаче информации, связанной практически со всеми органами чувств человека.

Третий сценарий заметно отличается от первого. Он базируется на двух основных предположениях:

- ♦ в обозримой перспективе не ожидается платежеспособный спрос на услуги, требующие существенного (по сравнению со скоростями, нужными для обмена видеоинформацией) расширения пропускной способности сети абонентского доступа;
- ♦ прогресс в области сжатия видеоизображений и иные достижения приведут к снижению требуемой пропускной способности сетей абонентского доступа.

Промежуточное положение занимает второй (прагматический) сценарий. То, по какому сценарию будут развиваться события, на мой взгляд, не так уж существенно. Основной вывод состоит в том, что в обозримой перспективе будут отчетливо проявляться требования к увеличению пропускной способности сети абонентского доступа.

Нижняя плоскость рисунка 1.35 позволяет проанализировать тенденции, касающиеся эволюции тех структур, которые исполь-



зуются для построения сетей абонентского доступа. Если обратиться к терминологии, принятой в теории графов [109], то первые абонентские сети можно рассматривать как структуру типа "Звезда" [13]. По мере роста емкости местных телефонных сетей увеличивались удельные затраты на АЛ. Разработка принципов экономичного построения абонентских кабельных сетей со шкафными районами [110] привела к появлению древовидных структур, которые, как известно, отличаются низкой надежностью.

В современных сетях абонентского доступа появляются отдельные фрагменты, построенные на базе кольцевых структур. Такое решение позволяет экономить кабельную продукцию и обеспечивать высокую надежность сети абонентского доступа [26]. Совокупность колец образует сотовую структуру. Это означает, что структуры стационарных и мобильных сетей доступа становятся идентичными. Сети абонентского доступа могут также создаваться на базе других структур.

Левая плоскость рисунка 1.35 связана с аспектами среды обмена сигналами и технологиями передачи. Первые абонентские сети строились на базе воздушных цепей. Вскоре стало очевидно, что дальнейшее развитие абонентских сетей необходимо осуществлять на базе симметричных кабелей, состоящих из множества пар. Использование ОВ осуществлялось вместе с многопарным (упоминавшаяся технология xDSL) или коаксиальным (технология HFC, которая будет рассматриваться позже) кабелями. Затем ОВ стали доводить до помещения пользователя, то есть сети доступа стали однородными.

Системы спутниковой связи используются в сетях абонентского доступа в редких случаях. Однако появление многофункциональных и экономичных систем типа VSAT [111] позволяет надеяться на более широкое применение спутниковой связи. Для ряда регионов России системы спутниковой связи могут рассматриваться как единственное средство, позволяющее построить сеть абонентского доступа.

Применение радиотехнических средств в сетях абонентского доступа началось давно. Первенцем, по всей видимости, можно считать радиоканал, предназначенный для создания одной АЛ. На жаргоне, используемом в связи, соответствующий комплекс оборудования был назван "радиоудлинителем".

Затем появились многоканальные системы - аналоговые а несколько позже и цифровые. Первые многоканальные системы использовались для организации связи типа "point-to-point"; то есть "точка - точка". Чаще всего, такое решение подразумевает установку оборудования РРЛ для подключения к МС выносного модуля.

Для организации связи с группой терминалов, распределенных по некоторой территории, были разработаны системы типа "point-to-multipoint" [112]. В отечественной технической литературе такая конфигурация называется либо многоточечной, либо "точка - множество точек". В названии таких систем используются слова "Multiple Access". Специалисты по радиосвязи обычно переводят их как многостанционный доступ. Такая трактовка подчеркивает физику процесса. Под станцией, в данном случае, понимается оконечное устройство. Это значит, что система многостанционного доступа обеспечивает возможность обслуживания группы терминалов. Специалисты по проводной связи обычно переводят слова "Multiple Access" как множественный или коллективный доступ. Оба перевода, с точки зрения современной терминологии, можно считать правильными.

Существенные изменения в принципах использования радиосредств в сетях доступа произошли в последние годы. Они связаны с использованием сотовых технологий [112], которые позволяют очень эффективно использовать выделенный Оператору спектр частот. Сотовые сети используются как в мобильных, так и в стационарных системах связи.

Сети мобильной связи активно развиваются во многих странах. Для России характерен быстрый рост численности абонентов [113]. Успехи рынка мобильной связи стимулировали развитие новых технологий. В настоящее время уже строятся сотовые сети третьего поколения (3G) и разрабатываются концепции сетей 4G [114]. Изучаются также основные вопросы построения сетей поколения 5G [115, 116].

Последний элемент - сеть в помещении пользователя. Некоторые тенденции эволюции этого компонента сети электросвязи, существенные с точки зрения рассматриваемых в монографии вопросов, показаны на рисунке 1.36. Этот рисунок по своей форме похож на предыдущую иллюстрацию.

Кривые, расположенные в плоскости "Функциональные воз-

возможности", иллюстрируют основные тенденции развития двух типов терминалов и сетей, которые создаются в пределах предприятий. Телефонные терминалы прошли значительный эволюционный путь - от простейших аппаратов с дисковым номеронабирателем до многофункциональных оконечных устройств, которые обеспечивают поддержку широкого спектра услуг. Развитие компьютерной техники не нуждается в комментариях. В ближайшее время можно ожидать появление нового поколения ПК, что отмечено популярным ныне словом "Next". Верхний график показывает развитие сетей, организуемых предприятиями. Сначала эти сети состояли из обычных УАТС. Затем на многих предприятиях появились локальные сети, повышающие эффективность использования средств вычислительной техники и ряда

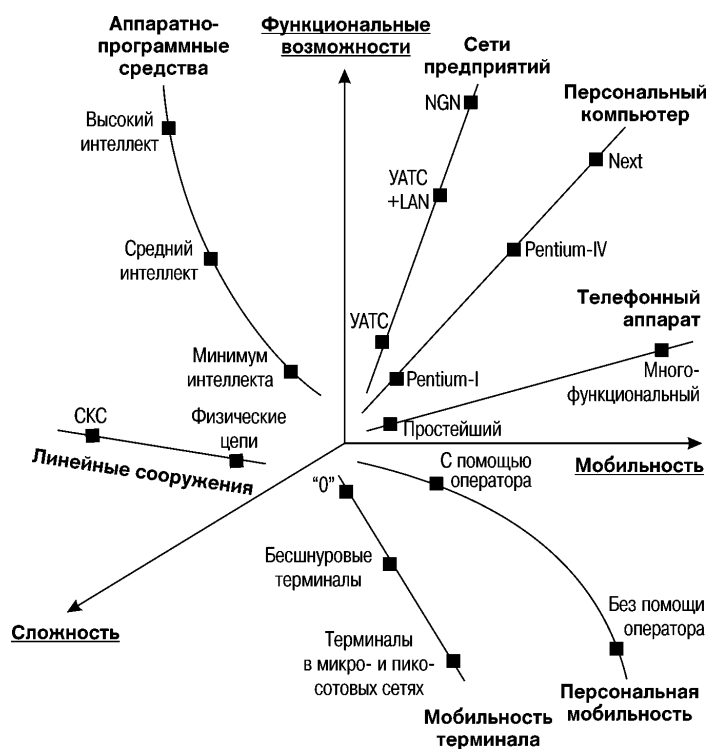


Рисунок 1.36 Качественные тенденции развития для уровня иерархии "Сеть в помещении пользователя"

других устройств. Кроме того, современные УАТС стали обеспечивать значительно большее число услуг, способствующих улучшению условий работы предприятий. Следующее поколение сетей, которые функционируют в помещении пользователя, будет строиться по идеологии NGN.

В плоскости "Сложность" изображены две кривые. На верхнем графике предпринята попытка оценить некий интеллектуальный уровень для сетей в помещении пользователя. В данном случае под уровнем интеллекта понимается обобщенная оценка функциональных возможностей сети с точки зрения клиентов и обслуживающего персонала. Верхняя кривая отражает естественное развитие аппаратно-программных средств, которое заключается в постоянном росте уровня интеллекта используемого оборудования. Нижняя кривая касается линейных сооружений. В данном случае эволюционный процесс связан с переходом от обычных физических цепей (обычно проложенных без соблюдения каких-либо правил) к структурированным кабельным системам (СКС). Информацию по СКС можно найти в монографии [117] и в ряде других публикаций.

Нижняя часть рисунка 1.36 связана с функциями мобильности. Принято различать два вида мобильности [118]:

- ♦ мобильность терминала (terminal mobility) - его способность обеспечивать доступ к услугам электросвязи при различном размещении (включая также возможность сети идентифицировать и подключать такие оконечные устройства);
- ♦ персональная мобильность (personal mobility) - возможность пользователя получать услуги связи на основе личного идентификатора и способность сети обеспечить определенный уровень обслуживания.

Мобильность терминала в сети, которая работает в границах помещения пользователя, стала поддерживаться сравнительно недавно. До этого телефонные терминалы и факсимильные аппараты подключались к розетке шнуром, который и ограничивал возможность перемещения абонента. Этот факт отмечен на соответствующей кривой символом "0" - нулевая мобильность. Около двадцати лет назад появилась возможность более существенной мобильности терминала за счет установки различных типов бесшнуровых (cordless) оконечных устройств. И сейчас такие термини-

налы, соответствующие, в частности, стандарту DECT [112], используются в сетях, функционирующих в помещении пользователя. Если предприятие занимает значительную территорию и число эксплуатируемых бесшнуровых оконечных устройств достаточно велико, то мобильность терминалов может быть обеспечена за счет установки GSM шлюзов [119].

Определение, приведенное выше для термина "персональная мобильность", не полностью раскрывает особенности этого вида обслуживания. Детальный анализ этого вопроса будет сделан в четвертой главе при изложении основных положений концепции УПС - универсальной персональной связи [69, 120]. В этом параграфе мы ограничимся упрощенной трактовкой термина "персональная мобильность". Будем считать, что речь идет о возможности получения услуг (в основном, при входящей связи) вне зависимости от места нахождения. Самая простая реализация такого вида обслуживания может осуществляться с помощью оператора, который фактически выполняет все функции поиска вызываемого абонента. В современных сетях электросвязи аналогичные возможности стали предоставляться и без участия оператора.

Технические аспекты развития сетей электросвязи идентичны для сетей основного и альтернативного Операторов. Основное различие будет заключаться в темпах модернизации инфокоммуникационной системы. Это утверждение, по всей видимости, можно считать справедливым и для технологических аспектов развития сетей электросвязи. Новые телекоммуникационные технологии будут рассматриваться в следующих главах монографии. Заключительная часть этого параграфа посвящена системным вопросам развития сетей электросвязи.

### 1.7.5.3. Вопросы планирования инфокоммуникационной системы

В разделе "Предисловие" транспортная сеть сравнивалась с фундаментом здания. Теперь мы продолжим аналогичные рассуждения. Попробуем найти аналогию между инфокоммуникационной системой и зданием, как построенным объектом. Технические средства, используемые для создания сетей электросвязи, подобны строительным материалам, которые необходимы для постройки дома. Гарантирует ли правильный выбор материалов и технологий строительство здания, отвечающего всем современным требованиям? Конечно, нет. Необходимо, чтобы архитекторы и проектировщики разработали оптимальные решения.

Так же обстоит дело и с инфокоммуникационной системой. Современные технические средства и новейшие технологии следует считать необходимым условием эффективного развития инфокоммуникационной системы, но этого не достаточно. Оптимальное планирование (выбор архитектуры и проектирование) - важнейший фактор развития электросвязи.

Проблеме планирования инфокоммуникационных систем следует посвятить отдельную монографию. В этом параграфе я бы поставил две очень скромные задачи. Во-первых, целесообразно представить общий алгоритм планирования современной инфокоммуникационной системы. Во-вторых, необходимо привести конкретные примеры, подтверждающие необходимость серьезного пересмотра существующей практики развития сетей электросвязи.

Можно выделить две характерные стратегии, используемые Оператором при модернизации эксплуатируемой сети электросвязи. Они показаны на рисунке 1.37 для телефонной сети, состоящей из четырех аналоговых станций, которые связаны между собой по принципу "каждая с каждой".

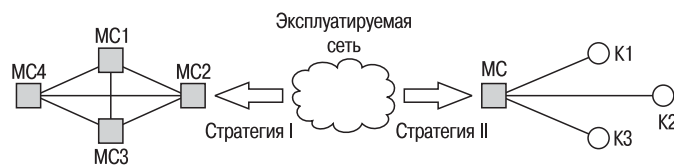


Рисунок 1.37 Две характерные стратегии модернизации сети электросвязи

Левый и правый фрагменты рассматриваемой модели иллюстрируют структуры сети к моменту завершения процесса ее модернизации. Стратегия I подразумевает, что Оператор постепенно заменяет аналоговые АТС цифровыми МС в те моменты времени, когда эксплуатируемое коммутационное оборудование устаревает морально и/или физически. Структура телефонной сети не изменяется.

Стратегия II основана на другом подходе. Оператор сначала оценивает длительность процесса модернизации всей сети. Затем он определяет структуру сети, которая будет оптимальной к моменту завершения процесса замены всех аналоговых станций. Далее разрабатывается план поэтапной модернизации сети, который приведет к заранее известному оптимальному решению. На рисунке 1.37 предполагается, что такое решение заключается в установке одной цифровой МС, в которую включены три концентратора.

В монографии рассматриваются вопросы, связанные, в основном, со второй стратегией Оператора. При выборе Оператором первой стратегии модернизации своей инфокоммуникационной системы серьезные исследования не нужны.

Алгоритм планирования современной инфокоммуникационной системы приведен на рисунке 1.38. Показаны только те этапы процесса планирования, которые существенны с точки зрения вопросов, рассматриваемых в монографии.

Первый этап предлагаемого алгоритма - постановка задачи. Обычно этот этап начинается с того момента, когда Оператор осознает необходимость начала работ по модернизации эксплуатируемой инфокоммуникационной системы. Как правило, четко сформулировать задачу не удастся. Понимание основных проблем приходит в процессе проведения работ по планированию. Желательно, чтобы Оператор определил период, в течение которого будет осуществляться развитие инфокоммуникационной системы, а также сферу своих интересов на рынке услуг.

В международной практике ранее выделяли два периода планирования - на пять и на десять лет. Некоторые специалисты называют два других значения - три и пять лет. Трудно сказать, как лучше определить эти величины с учетом новых тенденций развития электросвязи. Пока будем говорить о двух отрезках времени для среднесрочного ( $T_c$ ) и долгосрочного ( $T_d$ ) прогнозов.

Сфера интересов Оператора (некоторые специалисты предпочитают модные термины "позиционирование" или "миссия") определяется занимаемой нишей на рынке инфокоммуникационных услуг. В большинстве случаев Оператор будет выбирать сферу своих интересов по результатам процесса планирования. Не исключено, что Оператор может заранее определить (хотя бы и приближенно) те виды услуг, на которые он ориентируется в периоды времени  $T_C$  и  $T_D$ . В этом случае процесс планирования несколько упрощается.

Второй этап рассматриваемого алгоритма связан с прогнозированием тех требований, которые различные группы пользователей будут предъявлять к инфокоммуникационной системе в периоды времени  $T_C$  и  $T_D$ . Возможно, что полученные прогностические оценки заставят Оператора изменить (уточнить) постановку задачи. Эта возможность отмечена на рисунке пунктирной линией между первым и вторым блоками.



Рисунок 1.38 Алгоритм планирования инфокоммуникационной системы



На третьем этапе алгоритма планирования выполняется анализ основных показателей всех эксплуатируемых сетей. Результаты этого анализа существенны с точки зрения полученных ранее прогностических оценок. Необходимо оценить (на качественном уровне) масштабы модернизации инфокоммуникационной системы.

Четвертый этап связан с выделением группы задач, которые необходимо решить в процессе планирования. В некотором смысле, только на этом этапе можно говорить о постановке общей задачи.

Практически все сформулированные задачи могут решаться различными способами. Речь идет не о математических методах, а о вариантах построения сети или системных вопросах. Обычно специалисты по планированию сетей в таких случаях говорят о различных сценариях решения задачи. Смысл пятого этапа планирования состоит в разработке набора сценариев, каждый из которых может быть выбран Оператором для практической реализации.

Для каждого сценария необходимо решить ряд задач, который делится на две основные группы. В первую группу входят задачи, которые можно решить с помощью экономико-математических методов. Величины ошибок в полученных результатах (при использовании математического аппарата, адекватного модели) обычно приемлемы с точки зрения практической работы. Во вторую группу входят задачи, которые приходится решать без привлечения математического аппарата. Обычно этот процесс выполняется лицом, принимающим решение (ЛПР).

Решение всех поставленных задач осуществляется на шестом и седьмом этапах планирования. Не исключено, что полученные результаты приведут к пересмотру постановки общей задачи - возврату к первому этапу планирования. На седьмом этапе обычно разрабатываются основные решения по принципам модернизации инфокоммуникационной системы. На рисунке 1.38 показан еще один блок - "Постановка новой задачи". Это подчеркивает тот факт, что процесс планирования должен осуществляться постоянно, а не от случая к случаю.

Для шестого этапа приведены три примера задач, которые следует решать с помощью современных экономико-математических методов. Первый пример - выбор оптимальных структур для единой транспортной и всех коммутируемых сетей. Если Вы

взгляните на рисунок 1.5, то постановка задачи станет очевидной. Не совсем ясен путь решения такой задачи, но это тема другой монографии. В качестве второго примера выбрана задача, касающаяся технологий, которые будут использоваться для поддержки новых инфокоммуникационных услуг. Такого рода задачи можно решить методом перебора всех возможных вариантов, так как множество конкурирующих технологий не превышает пяти. Для каждого варианта необходимо построить графики чистой текущей стоимости (NPV), которые дают исчерпывающую информацию для ЛПР. Третий пример связан с анализом экономических показателей для рассматриваемых сценариев развития инфокоммуникационной системы. Существенно то, что такой анализ должен выполняться на основе того подхода, который принят в современной экономике [65].

Алгоритм, приведенный на рисунке 1.38, нельзя считать полным по ряду причин. Во-первых, в нем не затронуты вопросы, которые не рассматриваются в монографии. Во-вторых, последовательность этапов выбрана произвольно - на основе моего опыта участия в некоторых работах по тематике "Планирование сетей электросвязи". Кроме того, следует подчеркнуть один существенный факт. Уже не одно десятилетие ни алгоритмы планирования сетей, ни методы расчета не публикуются в зарубежной научно-технической литературе в том объеме, который запомнился специалистам, заставшим активное обсуждение методов решения знаменитой задачи Раппа [121, 122]. Дело, по всей видимости, в том, что на рынке появился спрос на решения, представленные в форме пакета программ, а не в виде формул и алгоритмов. Такие пакеты теперь продают многие компании. Пользоваться ими удобно, но Продавец, как правило, не сообщает сведений об используемых алгоритмах. В некоторых случаях проверить точность предлагаемых решений невозможно.

Теперь перейдем к трем примерам, которые иллюстрируют необходимость изменения ряда принципов планирования инфокоммуникационной системы и разработки новых направлений для решения возникающих задач.

Первый пример связан с использованием кабеля с ОВ в сети абонентского доступа. Можно выделить две характерные причины, стимулирующие этот процесс:

- ♦ кабель с медными жилами должен быть заменен, потому что его характеристики не соответствуют установленным требованиям;
- ♦ определенной группе пользователей необходимо предоставить широкополосный доступ, что невозможно при использовании эксплуатируемого кабеля с медными жилами.

Для подобных случаев были разработаны стратегии FTTC и FTTR - доведение кабеля с ОВ до распределительного шкафа и удаленного модуля (концентратора или YATC) соответственно. Эти стратегии подразумевают замену кабеля с медными жилами на магистральном участке абонентской сети. Такое решение, на первый взгляд, представляется разумным. Распределительные кабели имеют сравнительно малую емкость [31]. Поэтому прокладывать кабель с ОВ на одноименном участке абонентской сети вроде бы неразумно. Доля пользователей, которым нужен широкополосный доступ, прогнозировалась на уровне нескольких процентов. Для малочисленной группы пользователей можно ограничиться оборудованием типа xDSL.

Такой подход имеет ряд недостатков, из которых следует выделить два момента. Во-первых, рост спроса на широкополосный доступ оказался выше ожидаемого. Во-вторых, не всегда корректно проводилось сравнение различных вариантов модернизации сети абонентского доступа. Эти утверждения можно проиллюстрировать двумя тенденциями развития сетей абонентского доступа.

Первая тенденция связана с реальным спросом на широкополосный доступ. МСЭ сообщил, что за 2002 год число подписчиков широкополосного доступа в Internet выросло по всему миру на 72% и достигло 62 миллионов [123]. В результате их число превысило за 10% от общего количества пользователей этой информационной системы. Лидирует Южная Корея, где 21% пользователей Internet устанавливают широкополосные соединения, следом идет Гонконг - 15%. На третьем месте находится Канада с 11%; сведения по США не были приведены. Примечательно, что основное число новых подписчиков составили домашние пользователи. Кстати, в [124] приведены данные FCC (Федеральная Комиссия Связи США) о развитии широкополосного доступа, несколько отличающиеся от информации МСЭ. Статистические данные FCC будут рассматриваться в третьей главе монографии.

Статистические данные МСЭ [123] свидетельствуют о высоких темпах роста спроса на широкополосный доступ. Этот пример говорит о том, что использование кабеля с ОВ только на магистральном участке вскоре может стать препятствием для дальнейшего использования тех линейных сооружений, которые построены Оператором ТФОП, для высокоскоростного доступа в Internet. В свою очередь, это чревато потерей конкурентоспособных преимуществ [125], объективно присущих сетям абонентского доступа, которые создаются и эксплуатируются Операторами ТФОП.

Вторая тенденция относится к технико-экономическим оценкам. Затраты Оператора на модернизацию магистрального участка сети абонентского доступа ( $C_m$ ) можно представить такой суммой:

$$C_m = C_{\text{овм}} + C_{\text{допм}}. \quad (1.1)$$

Слагаемое  $C_{\text{овм}}$  - стоимость кабеля, включая все то, что связано с его прокладкой, а величина  $C_{\text{допм}}$  - все дополнительные расходы, связанные с модернизацией магистрального участка сети абонентского доступа. Величина дополнительных расходов, которую определяют проектирование, подготовка и организация работы, различные согласования, другие подобные мероприятия, - может быть весьма ощутимой. Очевидно, что через некоторое время ( $T_x$ ) придется заменять кабель с медными жилами на распределительном участке. Соответствующие затраты Оператора ( $C_p$ ) будут определяться следующим образом:

$$C_p = C_{\text{овр}} + C_{\text{допр}}. \quad (1.2)$$

Слагаемые в правой части формулы (1.2) имеют тот же смысл, что и в предыдущем выражении. Буква "Р" указывает на то, что затраты относятся к распределительному участку.

При быстром росте спроса на широкополосный доступ в некоторых сетях абонентского доступа величина  $T_x$  может стать слишком малой. Это означает, что возникают проблемы с окупаемостью проекта по модернизации магистрального участка сети доступа. Примечателен тот факт, что при одновременной замене эксплуатируемого кабеля на обоих участках дополнительные

затраты ( $C_{\text{доп}}$ ) существенно меньше суммы  $C_{\text{допм}} + C_{\text{допр}}$ .

Поэтому активно формирующийся спрос на услуги, которые подразумевают использование широкополосного доступа, во многих случаях определяет выбор стратегий использования технологий ФТТВ (волокно до здания), ФТТО (волокно до офиса), и ФТТН (волокно до жилого дома).

Второй пример связан с расчетом пропускной способности транспортной сети. В классических работах по проектированию телекоммуникационных систем можно найти постулаты о необходимости соответствия ресурсов транспортной и коммутируемых сетей. Что это означает? Если всему множеству коммутируемых сетей  $\{N\}$  в настоящее время необходимо  $(V_1 + V_2 + \dots + V_N)$  каналов, то емкость транспортной сети ( $V_{\text{тс}}$ ) определяется следующим образом:

$$V_{\text{тс}} = \lceil V_1 + V_2 + \dots + V_N \rceil. \quad (1.3)$$

Запись  $\lceil X \rceil$  означает, что величина "X" округляется в большую сторону до значения, которое определяется из ряда  $X_1, X_2, \dots, X_L$ . Этот ряд определяется типом оборудования передачи, которое используется для создания транспортной сети. Рассмотрим простейшую ситуацию: ресурсы транспортной сети предназначены для телефонной связи и выделенных каналов доступа в Internet. Допустим, что для потребителей ресурсов транспортной сети необходимы 190 и 30 основных цифровых каналов (ОЦК) соответственно. Если в транспортной сети Оператор устанавливает системы передачи типа ИКМ-120, то интересующий нас ряд состоит из чисел, кратных 120. Это означает, что  $V_{\text{тс}} = 240$ , то есть необходимо установить две системы передачи выбранного Оператором типа. Двадцать ОЦК останутся в резерве.

Для дальнейших рассуждений рассмотрим рисунок 1.39 [126]. Он, как мне кажется, отражает весьма примечательный факт для планирования транспортной сети. При разработке всех трех прогнозов были получены те оценки, которые следует отнести к пессимистическим.

Один из таких прогнозов в результате привел к тому, что трафик Internet стал существенно ухудшать характеристики качества обслуживания ТФОП. Один из типичных случаев такого влияния

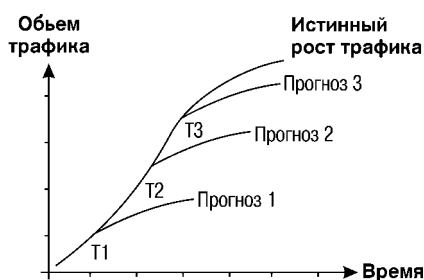


Рисунок 1.39 Характерные ошибки при прогнозировании трафика

трафика Internet был зафиксирован в штате Калифорния [127].

Решение подобных проблем стало возможным благодаря снижению затрат на оборудование систем передачи. Об этом мы поговорим в следующей главе монографии. Операторы некоторых ТФОП стали создавать транс-

портные сети с большим запасом пропускной способности. В частных беседах ряд Операторов местных сетей в Западной Европе говорили о резерве на уровне 200 - 300%. Из этих рассуждений можно сделать вывод о быстром росте пропускной способности транспортной сети.

Третий (последний) пример касается одной из важнейших характеристик ТФОП и инфокоммуникационной системы в целом - телефонной плотности [35]. Дело в том, что смысл этого показателя различен для стационарной и мобильной сетей телефонной связи. В настоящее время для стационарной сети чаще стали использоваться оценки телефонной плотности, отличающиеся от привычной - численности ОТА на 100 человек.

Для квартирного сектора абонентов ТФОП обычно оценивается процент домовладений (квартир, жилищ), в которых установлен хотя бы один телефон. В [128] приводятся такие сведения: доля домовладений в США, имеющих доступ в ТФОП, достигла уровня 95,3%. Кстати, важно то, что различие между лидером (штат Мэн, 98,3%) и аутсайдером (штат Нью-Мексико, 90,3%) не существенно.

Такое изменение способа оценки телефонной плотности для стационарной сети представляется весьма удачным. Действительно, живет ли в квартире один человек или большая семья - необходимо иметь хотя бы один ОТА. Это не исключает установку нескольких телефонов в одном домовладении. Кстати, некоторые жилища в США оборудованы двумя, тремя и даже четырьмя АЛ [46].

Все такие жилища рассматриваются как телефонизированные без учета истинной численности ОТА. Такой подход позволяет точнее определить уровень обеспеченности населения услугами телефонной связи.

Для сетей мобильной связи численность терминалов на 100 человек более точно отражает уровень развития соответствующего рынка. Поэтому ожидаемое некоторыми российскими специалистами равенство численности абонентов в стационарной и мобильной сетях на самом деле не свидетельствует об уровне их развития. Рассмотрим многоквартирный дом, в котором проживает 100 семей. Пусть каждая семья состоит из четырех человек: муж, жена и двое детей. Допустим, что одному ребенку еще рано иметь сотовый телефон. При установке 100 ОТА, подключенных в местную сеть, задачу обеспечения населения услугами телефонной связи можно считать выполненной. Доля домовладений (в данном случае - квартир), подключенных к ТФОП, равна 100%, но по старым меркам телефонная плотность составляет только 25 ОТА на 100 жителей. Если жители многоквартирного дома используют 200 мобильных телефонов (только 66,7% потенциальных клиентов), то говорить о насыщении рынка рано, хотя формально телефонная плотность в сотовой сети будет в два раза выше.

На этом заканчивается первая глава монографии "Телекоммуникационные сети". На сайте <http://www.teleinfo.ru> Вы найдете раздел 1.8. В нем будут приведены изменения и дополнения к первой главе. В частности, предполагается регулярно обновлять статистические данные и представлять для обсуждения некоторые новые соображения о развитии инфокоммуникационных систем в России и в других странах.

## Литература к главе 1

1. "Связь". - Большая Советская Энциклопедия, Том 23, М.: "Советская Энциклопедия", 1976.
2. "Телефонная Связь". - Большая Советская Энциклопедия, Том 25, М.: "Советская Энциклопедия", 1976.
3. Развитие связи в СССР. Под ред. Н.Д. Псурцева. - М.: Связь, 1967.
4. Автоматическая коммутация и телефония. Ч. I. Основы телефонии и автоматической коммутации. Под ред. Г.Б. Метельского. М.: - Связь, 1968.
5. Связь страны социализма. Сборник материалов о развитии средств связи в СССР. Под редакцией Н.Д. Псурцева. - М.: Связь, 1969.
6. М.Р. Резников. 50 лет советской связи. - М.: Связь, 1967.
7. О.А. Ануфриева. Из истории развития городской телефонной связи. - В кн.: Системы управления информационных сетей. М.: Наука, 1983.
8. Транспорт и связь СССР. Статистический сборник. - М.: Финансы и статистика, 1990.
9. Связь СССР за 50 лет. Статистический сборник. - М.: Связь, 1968.
10. Квазиэлектронные и электронные АТС / М.Ф. Лутов, М.А. Жарков, П.А. Юнаков - 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Радио и связь, 1988.
11. Основные положения развития Взаимовязанной сети связи Российской Федерации на перспективу до 2005 года. Справочное приложение 2 "Словарь основных терминов и определений". - М.: Государственная комиссия по электросвязи при Министерстве связи Российской Федерации, 1996.
12. И.М. Жданов, Е.И. Кучерявый. Построение городских телефонных сетей. - М.: Связь, 1972.
13. Г.Б. Давыдов, В.Н. Рогинский, А.Я. Толчан. Сети электросвязи. - М.: Связь, 1977.
14. ITU-T. Generic functional architecture of transport networks. Recommendation G.805. - Geneva, 1995.
15. ITU-T. Vocabulary of switching and signalling terms (Extract from the Blue Book). Recommendation Q.9. - Geneva, 1993.
16. ITU-T. Terms and definitions (Extract from the Blue Book). Recommendation B.13. - Geneva, 1993.
17. ITU-T. Vocabulary of terms for ISDNs. Recommendation I.112. - Geneva, 1993.



18. Курс экономики: Учебник / Под ред. Б.А. Райзберга. - ИНФРА-М, 1997.
19. ITU-T. Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability. Recommendation E.800. - Geneva, 1994.
20. Л.Е. Варакин. Введение к книге "Связь России в XXI веке". - М.: Международная Академия Связи, 1999.
21. ОСТ 45.59-98. Система стандартизации отрасли. Основные положения. - М.: Госкомсвязи, 1998.
22. Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации на перспективу до 2005 года. Книга 1 "Концептуально-целевые основы развития и общие организационно-технические положения". - М.: Государственная комиссия по электросвязи при Министерстве связи Российской Федерации, 1996.
23. Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи Российской Федерации на перспективу до 2005 года. Книга 2 "Основные положения развития первичной сети общего пользования". - М.: Государственная комиссия по электросвязи при Министерстве связи Российской Федерации, 1996.
24. 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.
25. В.Б. Булгак, Л.Е. Варакин, Ю.К. Ивашкевич, В.Д. Москвитин, В.Г. Осипов. Концепция развития связи Российской Федерации. - М.: Радио и связь, 1995.
26. Н.А. Соколов. Сети абонентского доступа. Принципы построения - Пермь, "Энтер-профи", 1999.
27. Н.А. Соколов, С.А. Дмитриева. Структурные характеристики сельских телефонных сетей. Сборник научных трудов ЦНИИС "Сети с интеграцией служб", 1990.
28. Теория сетей связи: Учебник для вузов связи / Рогинский В.Н., Харкевич А.Д., Шнепс М.А. и др.; Под ред. В.Н. Рогинского. - М.: Радио и Связь, 1981.
29. Н.А. Соколов. Эволюция местных телефонных сетей. - Издательство ТОО "Типография "Книга", Пермь, 1994.
30. Л.М. Невдяев, А.А. Смирнов. Персональная спутниковая связь. - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998.
31. Городская телефонная связь: Справочник/ Б.З. Берлин, А.С.

- Брискер, Л.С. Васильева и др.; Под ред. А.С. Брискера и К.П. Мельникова. - М.: Радио и связи, 1987.
32. 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.
  33. Регионы России 2000. - Госкомстат России, 2001 (электронная версия).
  34. Справочник по прикладной статистике. В 2-х томах. Том 1. Пер. с англ. под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана, Ю.Н. Тюрина. - М.: Финансы и статистика, 1989.
  35. Л.Е. Варакин. Основы теории развития инфокоммуникаций и ее практическое применение. В книге "Связь в России в XXI веке / под ред. проф. Л.Е. Варакина. - М.: Международная Академия Связи, 1999.
  36. Руководящий документ "Система и план нумерации на сетях связи стран 7-ой зоны всемирной нумерации", утверждены 20.04.99 г. приказом №71 Государственного комитета Российской Федерации по связи и информатизации. - М.: ЦНТИ "Информсвязь", 1999.
  37. Телекоммуникации и национальная безопасность. - Вестник связи, №1, 1999.
  38. Н.А. Соколов. Цифровизация телефонных сетей. В книге Перспективные телекоммуникационные технологии. Потенциальные возможности // Под ред. Л.Д. Реймана, Л.Е. Варакина. - М.: МАС, 2001.
  39. "ОПЕРАТОР. НОВОСТИ СВЯЗИ", №10 (181), 1 - 7 марта 2003 года.
  40. International Telecom Statistics. Status: December 31, 1999, Siemens, 2000, December 31, 2000, Siemens, 2001, December 31, 2001, Siemens, 2002..
  41. Одобрение отчетов. - Вестник связи International, №7, 2003.
  42. Транспорт и связь в России: Статистический сборник / Госкомстат России. - М.: 1999.
  43. Российские телекоммуникации (Бизнес-справочник). - М., 1999.
  44. J. Weber. EWSD innovations - the driving force. - Telecom report, N 1, 1997.
  45. S.D. Personick. The Evolving Role of Telecommunications Switching. - IEEE Communications Magazine, January 1993.
  46. R. A. Thompson. Telephone Switching Systems. - Artech House, Boston, London, 2000.
  47. S.R. Ali. Digital Switching Systems: System Reliability and Analysis. - McGraw-Hill, Inc, 1998.

48. "ОПЕРАТОР. НОВОСТИ СВЯЗИ", №28 (199), 5 - 11 июля, 2003 года.
49. B. Haigh, W. Medcraft. Modernisation of the London Network. - British Telecommunications Engineering, Vol. 9, August 1990.
50. Ч. Гуанхуа. Услуги CENTREX. - Вестник связи, №11, 2001.
51. <http://www.berlin.de>.
52. O. W. McAleer. Meeting Canadian Customer Needs through Advanced Switching Technologies. - ISS'92. Proceedings.
53. Основные положения системы сельской телефонной связи. - М.: Радио и Связь, 1986.
54. R.E. Mosher. Bell and Rural Telecom in U.S. - Telephony, March 12, 1979.
55. K. Sutcliffe, A.E. Hayes, K. Newbegin. The Modernisation of the Rural Network. - British Telecommunications Engineering, Vol. 9, Jan. 1991.
56. CCITT. Supplement to the Handbook on Rural Telecommunications, Vol. II. - Geneva, 1990.
57. CCITT. Supplement to the Handbook on Rural Telecommunications. Vol. III. - Geneva, 1989.
58. M. Cavill. Telecommunications as Catalyst for Regional Development: the New Brunswick Example - Telecommunication Journal of Australia, Vol. 49, No 2, 1999.
59. Broadband Access Networks. Edited by Leif Aarthur Ims. - Chapman & Hall, 1998.
60. K. Adachi. Future Outlook for Visual Communications Services. - NTT Review, Vol. 3, No 5, 1991.
61. В.К. Попков. Математические модели живучести сетей связи. - Изд. СО АН СССР, Новосибирск, 1990.
62. В. Голубев. От управления отношениями с клиентами - к отношениям, управляемым клиентами: парадигма в сфере обслуживания клиентов. - Биллинг. Компьютерная телефония, №5, 2001.
63. Л.Е. Варакин. Закон Парето и Правило 20/80: распределение доходов и услуг связи. - Труды МАС, №1, 1997.
64. А.Г. Маслоу. Мотивация и личность. - Санкт-Петербург, "Евразия", 2001.
65. К. Хаксевер, Б. Рендер, Р.С. Рассел, Р.Г. Мердик. Управление и организация в сфере услуг. - Санкт-Петербург, Питер, 2002.
66. Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле. Интеллектуальные сети. - М.: Радио и связь, 2000.
67. А. Коуберн. Каждому проекту своя методология. - <http://www.maxkir.com>.
68. Б.С. Гольдштейн. Э(Ре)волюция коммутационной техники. - Ве-

- стник связи, № 11, 2002.
69. Л.Е. Варакин, Н.А. Соколов. Универсальная Персональная Связь. - Электросвязь, 1993, № 7.
  70. NIKARY Opens the Way Ahead for Broadband Society. - <http://www.ntt.co.jp>.
  71. Europe and Global Information Society. Recommendations of the high-level group on the information society to the Corfu European Council (Bangemann group). European Commission. 1994.
  72. <http://www.polpred.ru/>
  73. М Капельс. Информационная эпоха: Экономика, Общество и Культура. - М.: ГУ ВШЭ, 2000.
  74. А.И. Бойченко. Модельные представления информационной инфраструктуры. - <http://www.cplire.ru>.
  75. ITU-T. Global Information Infrastructure principles and framework architecture. Recommendation Y.110. - Geneva, 1998.
  76. ITU-T. Global Information Infrastructure scenario methodology. Recommendation Y.120. - Geneva, 1998.
  77. Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, В.Б. Кадыков, Р.Д. Рерле. Интерфейсы V5.1 и V5.2. - СПб.: BHV-Санкт-Петербург, 2003.
  78. U. Killat. Access to B-ISDN via PONs. - WILEY, TEUBNER, New York, 1996.
  79. И. Федоров. Сколько этажей у Интеллектуального здания? - "Босс", №10, 1999.
  80. <http://encycl.yandex.ru>.
  81. Т. Грис, А. Леусский, Е. Лозовская. Мировая экономика. Современные теории. Экономическая интеграция. Глобализация рынков. - "Питер", 2001.
  82. Л.Е. Варакин. Распределение доходов, технологий и услуг. - М.: МАС, 2002.
  83. M. Milner, V. Pizzica. Telecom New Zealand: Pragmatic Evolution to the Next Generation Networks. - Alcatel Telecommunications Review, 1th Quarter 2003.
  84. G. Magerl. Next Generation Networks: Some Key Principles. - ETSI Workshop on NGN, Nice, 2001.
  85. Workshop Steering Group. Next Generation Networks: What, When, How: Highlights & Conclusions. - Workshop on NGN, Geneva, 2003.
  86. J.C. Crimi. Next Generation Networks (NGN) Services. - White Paper, Telcordia Technologies, 2003.
  87. Voice Portal Solutions: An Introduction to Next-Generation Network Services; The Next Big Opportunity on the Web. - <http://www.iec.org>.
  88. ITU-T. Framework for QoS routing and related traffic engineering

- methods for IP, ATM, and TDM based multiservice networks. Recommendation E.360.1. - Geneva, 2002.
89. H. Skinnemoen. Next Generation Networks and Satellite Systems. - ETSI Workshop on NGN, Nice, 2001.
  90. A.R. Modarressi, S. Mohan. Control and Management in Next-Generation Networks: Challenges and Opportunities. - IEEE Communications Magazine, October 2000.
  91. В.И. Шельгов. Siemens представляет NGN-решения. - Сети и системы связи, №3, 2003.
  92. М.А. Шнепс-Шнеппе. NGN и IP-телефония. - Connect, №1, 2003.
  93. Л. Бараш. Архитектура мультисервисных сетей. - Компьютерное обозрение, № 14, 10 - 16 апреля 2002.
  94. <http://www.lucent.ru>.
  95. А.Г. Барсков. Softswitch - мягкая посадка в сети нового поколения. - Сети и системы связи, № 9(73), 2001.
  96. А.Б. Гольдштейн. Устройства управления мультисервисными сетями: Softswitch. - Вестник связи, №4, 2002.
  97. А.Г. Барсков. "Софтсвич" - это по-нашему! - Сети и системы связи, февраль 2003.
  98. С.В. Журавлев, Е.Н. Щербакова. Применение технологии гибкой коммутации для реализации интеллектуальных услуг. - Информ Курьер Связь, №3, 2003.
  99. М. Шнепс-Шнеппе. NGN: Softswitch умирает. - Connect! Мир связи, 2003, №5.
  100. ITU-T. Packet-based multimedia communications systems. Recommendation H.323. - Geneva, 2001.
  101. Т. Григ. Сети Интранет. - М.: Издательско-торговый дом "Русская Редакция", 2000.
  102. Б.С. Гольдштейн. Системы коммутации. - Санкт-Петербург, БХВ, 2003.
  103. Н.П. Резникова. Маркетинг в телекоммуникациях. - М.: Экотренз, 1998.
  104. Е.А. Голубицкая, Г.М. Жигульская Г.М. Экономика связи. - М.: Радио и связь, 2000.
  105. Т.А. Кузовкова, Т.Ю. Салютин, В.В. Васильев, Е.М. Фадеева. Прогнозирование спроса и предложения услуг операторов электросвязи. - М.: ЦНТИ "Информсвязь", 2002.
  106. Л.З. Дич. Биллинговые системы в телекоммуникациях. - М.: Радио и связь, 2003.
  107. В.В. Макаров, Р.Г. Цатурова, М.М. Мазурова, В.Л. Горбачев. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности

- предприятий связи. - Санкт-Петербург, Судостроение, 2003.
108. В. Горальски. Технологии ADSL и DSL. - М.: Издательство "Лори", 2000.
  109. О.Е. Акимов. Дискретная математика: логика, группы, графы. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2001.
  110. Е.В. Мархай. Основы технико-экономического проектирования городских телефонных сетей. - М.: Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1953.
  111. В.Р. Анпилогов, А.Г. Эйдус. Что такое VSAT в России? - Технологии и средства связи, № 3, 2003.
  112. Й. Шиллер. Мобильные коммуникации. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2002.
  113. <http://www.sotovik.ru>.
  114. Ю.М. Горностаев. Перспективные рынки мобильной связи. - М.: "Связь и Бизнес", 2000.
  115. В.В. Афанасьев, Ю.М. Горностаев. Эволюция мобильных сетей. - М.: "Связь и бизнес", 2001.
  116. <http://www.3g-mobile.ru>.
  117. И.Г. Смирнов. Структурированные кабельные системы. - М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998.
  118. ITU-T. Vocabulary of terms for universal personal telecommunication. Recommendation I.114. - Geneva, 1993.
  119. <http://www.nokia.com>.
  120. ITU-T. Principles of universal personal telecommunication (UPT). Recommendation F.850. - Geneva, 1993.
  121. Y. Rapp. The economic optimum in urban telephone network problems. - Ericsson Technics, Part 2, 1950.
  122. Р. Бесслер, А. Дойч. Проектирование сетей связи. - М.: Радио и связь, 1988.
  123. <http://www.ccc.ru>.
  124. Подборка оперативной информации по связи, 17-23 октября 2003 года.
  125. И.М. Лифиц. Теория и практика оценки конкурентоспособности товаров и услуг. - М.: "Юрайт", 2001.
  126. D. Mitra, K.E. Sahin, R. Sethi, A. Silberschatz. New Directions in Services Management. - Bell Labs Technical Journal, Vol. 5, No. 1, January-March 2000.
  127. В. Kumar. Impact of Internet Traffic on Public Telephone Networks. - New Telecom Quarterly, 1 quarter, 1997.
  128. "ОПЕРАТОР. НОВОСТИ СВЯЗИ", №16 (187), 12 - 18 апреля 2003 года.



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 1 (Глава 1)*

Информацию о распространении этой книги можно получить  
на сайте проекта “БЕСЕДЫ О ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЯХ”  
[www.teleinfo.ru](http://www.teleinfo.ru) или в компании “ИМАГ”:  
тел.: (495) 362-7714, [www.emag.ru](http://www.emag.ru)

ООО “Альварес Пабблишинг”  
Тел./факс: (495) 251-9423. E-mail: [welcome@alvares.ru](mailto:welcome@alvares.ru)  
Лицензия ИД № 02846 от 18.09.2000. ISBN 5-94439-056-5

Подписано в печать 17.11.2003. Формат 84\*108/32.  
Объем 4 п.л. Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Тираж 4500 экз. Заказ № 2333.

Отпечатано в полном соответствии  
с качеством предоставленных диапозитивов  
в ОАО “Можайский полиграфический комбинат”.  
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.