

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 4 (глава 4)**

Эволюция инфокоммуникационной системы

Москва
2004

УДК

ББК

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

ISBN

Этим выпуском завершается публикация монографии Н.А. Соколова, состоящей из четырех глав. В последней главе, которая включает пять разделов, рассматриваются основные аспекты развития инфокоммуникационной системы. Анализ движущих сил развития электросвязи – предмет первого раздела. Во втором разделе рассматриваются системные аспекты инфокоммуникационных технологий. Современные концепции модернизации сетей электросвязи и информационных систем представлены в третьем разделе. В четвертом разделе изложены принципы перехода к NGN – сетям следующего поколения. Завершает последнюю главу монографии раздел, который посвящен прогнозам развития инфокоммуникационной системы.

ББК

ISBN

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

4. Эволюция инфокоммуникационной системы	4
4.1. Движущие силы развития электросвязи	4
4.2. Современные инфокоммуникационные технологии	8
4.2.1. Классификация инфокоммуникационных технологий	8
4.2.2. Модель взаимодействия открытых систем	13
4.2.3. Технология ATM	18
4.2.4. Технология Frame Relay	24
4.2.5. Технология MPLS	29
4.2.6. Технология Ethernet	34
4.2.7. IP технология	39
4.2.8. Вопросы сравнения телекоммуникационных технологий	45
4.3. Новые тенденции развития инфокоммуникационной системы	48
4.3.1. Классификация современных тенденций развития электросвязи	48
4.3.2. Интеграция и конвергенция	50
4.3.2.1. Происхождение термина "конвергенция"	50
4.3.2.2. Три примера конвергенции	51
4.3.2.3. Конвергенция и интеграция	54
4.3.3. Концепция "Интеллектуальная сеть"	56
4.3.4. Internet	66
4.3.4.1. Терминологические аспекты	66
4.3.4.2. Структура сети Internet	71
4.3.4.3. Адресация в Internet	74
4.3.4.4. Intranet и Extranet	75
4.3.4.5. Влияние Internet на инфокоммуникационную систему	77
4.3.4.6. Перспективы развития Internet	80
4.3.5. Концепция "Интеллектуальное здание"	85
4.3.6. Некоторые частные концепции	90
4.3.6.1. Технология VoIP	90
4.3.6.2. Виртуальные частные сети	99
4.3.6.3. Аутсорсинг	106
4.3.6.4. Цифровая сеть интегрального обслуживания	109
4.3.6.4. Универсальная персональная связь	110
4.3.6.6. Глобальные услуги, etc.	112
4.4. Основные сценарии перехода к NGN	116
4.4.1. Модернизация ТФОП в целом	116
4.4.2. Эволюция ГТС	124
4.4.3. Эволюция СТС	129
4.4.4. Новые задачи	135
4.5. Итоги и прогнозы	144
4.5.1. Сценарии развития инфокоммуникационной системы в России	144
4.5.2. Прогнозы развития инфокоммуникационной системы в России	167
Литература к главе 4	178
Послесловие	190

*Человеку не хватает мудрости
успокоиться на достигнутом.
(Даниель Дефо)*

4. Эволюция инфокоммуникационной системы

*Истина – дочь времени.
(Авл Геллий)*

4.1. Движущие силы развития электросвязи

Электросвязи, как и всякой другой области экономической деятельности, присущи специфические тенденции развития. Безусловно, общие законы экономического развития также оказывают влияние на процессы эволюции инфокоммуникационной системы. Для анализа основных движущих сил развития электросвязи вернемся к уже упоминавшейся модели "игроки и роли" – рисунок 4.1. В эту модель – по сравнению с рисунком 1.19 из первой главы – добавлен еще один "игрок", названный "Администрация связи". Этот участник инфокоммуникационного рынка определяет основные правила игры. Кроме того, он выполняет ряд функций, которые связаны с задачами государственной безопасности (в широком смысле этого понятия) и социальными проблемами.

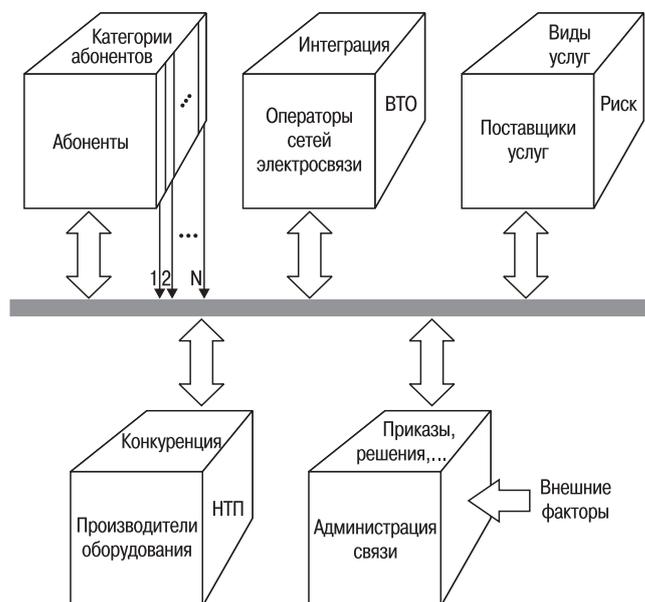


Рисунок 4.1 Основные игроки инфокоммуникационного рынка

Начнем с левого верхнего кубика, то есть с абонентов инфокоммуникационной системы. Переход от стандартизированной экономики к экономике клиента [1] — одна из важнейших движущих сил развития электросвязи. Оператору необходимо ранжировать своих клиентов с точки зрения их требований к инфокоммуникационным услугам (об этом уже упоминалось в параграфе 1.7.1.2 первой главы монографии). На рисунке 4.1 показано N категорий потенциальных абонентов. Численность категорий может быть определена различными способами, которые выбираются сообразно решаемой задаче.

Компания PricewaterhouseCoopers в одном из своих отчетов [2] основной акцент в развитии связи XXI века также сделала на требованиях потенциальных клиентов. Анализ, результаты которого приведены в [2], в значительной мере основан на таких трех макроsegmentах: дом, офис и мир мобильной связи вокруг них. Правда, авторы упомянутого отчета отмечают важность исследования и соответствующих микро-сегментов.

Потенциальные абоненты, в конечном счете, — основной источник доходов для всех остальных игроков инфокоммуникационного рынка. Поэтому актуальна задача создания так называемого "ненасыщенного" потребителя [2]. Во многих странах наблюдается весьма устойчивая тенденция роста доли расходов на инфокоммуникационные услуги в бюджете семьи. В России около 80% всех абонентов относятся к квартирному сектору. Вероятно, такая же картина характерна для большинства стран. Поэтому интерес Операторов к потенциальным абонентам, пользующимся инфокоммуникационными услугами в своих жилищах, понятен.

Доходы, получаемые от абонентов делового сектора, также будут расти. Эффект, который порождается услугами связи, весьма существен в различных сферах экономики. По данным, приведенным в [3], в странах ЕС один доллар капиталовложений увеличивает прирост общественного продукта на 2 — 2,5 доллара. В США этот показатель еще выше: от 4 до 8 долларов.

Следующий кубик — Операторы сетей электросвязи. Для этого игрока существенны два фактора: интеграционные процессы и требования, предъявляемые ВТО. Термин "интеграция" издавна используется в электросвязи [4]. Даже в 70-х годах XXI века обычно выделяли несколько видов интеграционных процессов. В настоящее время их численность возросла. На рисунке 4.1 термин "интеграция", в первую очередь, относится к тенденции создания мультисервисных сетей. Идея Ш-ЦСИО, скорее всего, останется как некий идеал интеграции, но она стимулировала разработку прагматической концепции, цель которой — построение мультисервисной сети.

Мультисервисная сеть может создаваться различными способами. Пока самой разумной идеей ее реализации считается концепция NGN. Привлекательность концепции NGN объясняется рядом причин объективного и субъективного характера.

Эти вопросы рассматриваются в параграфе 4.3.1.

Россия готовится к вступлению в ВТО. Известно, что членство в ВТО имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Одно из требований ВТО – либерализация инфокоммуникационного рынка. Все последствия этого процесса предусмотреть заранее вряд ли возможно. Даже устойчивый рынок услуг связи ФРГ за первый год либерализации ощутил заметные потери обслуженного трафика [5]: международные и междугородные соединения -30% и 25% соответственно, местные вызовы – порядка 5%.

Предстоящее вступление в ВТО активно обсуждается специалистами из различных отраслей. Информацию общего характера можно найти на сайте <http://www.wto.ru>. На страницах отечественных журналов, прямо или косвенно посвященных электросвязи, в последние годы появляются статьи, в которых рассматриваются основные проблемы вступления России в ВТО с точки зрения ее инфокоммуникационного рынка.

Третий кубик в верхнем ряду на рисунке 4.1 связан с Поставщиками услуг. Среди ключевых моментов развития рынка услуг целесообразно выделить две движущие силы, которые связаны между собой. Во-первых, важно определить те виды услуг, для которых ожидается платежеспособный спрос. Во-вторых, следует оценить степень риска, который неизбежно сопровождает процессы введения новых инфокоммуникационных услуг.

В нижней части рисунка 4.1 изображены два кубика, первый из которых относится к Производителям оборудования электросвязи. Основной движущей силой для этого игрока инфокоммуникационного рынка считается конкуренция. Успехи в конкурентной борьбе достигаются эффективным использованием достижений научно-технического прогресса (НТП). Правда, другие факторы, способствующие повышению конкурентоспособности [6, 7], также играют важную роль.

Последний кубик (правый нижний фрагмент рисунка 4.1) связан с Администрацией связи. Этот термин часто используется в международных документах. В нашей стране соответствующие функции выполняет Министерство по информационным технологиям и связи. Оно выпускает различные документы (в форме приказов, решений и им подобных материалов), которые определяют правила игры на инфокоммуникационном рынке. Администрация связи должна соблюдать интересы всех участников рынка. Кроме того, ей приходится решать задачи более высокого уровня. Совокупность этих задач можно представить в виде внешних факторов, влияющих – иногда весьма существенно – на всех участников инфокоммуникационного рынка.

НТП, как движущая сила развития электросвязи, выделен для Производителей оборудования. Это объясняется тем, что основные прикладные исследования проводятся именно разработчиками

аппаратно-программных средств и линейных сооружений. Большинство полученных результатов опирается на фундаментальные исследования в области математики, физики, химии и других наук. Результаты НТП существенны для всех участников инфокоммуникационного рынка.

Основные закономерности развития инфокоммуникационных технологий лучше всего, на мой взгляд, изложены в [8]. Интересные соображения, касающиеся законов Мура, Меткалфа и Рида, можно найти в [9] и в ряде других публикаций. В следующем разделе рассматриваются новые инфокоммуникационные технологии, разработанные в последние годы благодаря достижениям НТП.

*Невозможно? Никогда не говорите этого глупого слова.
(Мирабо)*

4.2. Современные инфокоммуникационные технологии

4.2.1. Классификация инфокоммуникационных технологий

Все инфокоммуникационные технологии могут быть разделены на отдельные группы в соответствии с выбранными классификационными признаками. На рисунке 4.2 приведен пример классификации основных инфокоммуникационных технологий. Он не претендует на полноту охвата всех видов технологий (применяемых и планируемых к внедрению). Инфокоммуникационные технологии могут быть разделены на две основные группы: телекоммуникационные и информационные.

Пунктирная линия между двумя нижними блоками проведена для того, чтобы отметить две особенности используемых телекоммуникационных и информационных технологий. Во-первых, в некоторых случаях эти технологии сложно разделить. Такая ситуация характерна для информационных услуг, предоставляемых Оператором ТФОП (в частности, в тех случаях, когда используется УСС). Во-вторых, телекоммуникационные и информационные технологии постоянно сближаются. Речь не идет об их интеграции. Тем более неуместно использовать малопонятный (но очень модный) термин "конвергенция". Мне представляется целесообразным ввести термин "консолидация" для обозначения процессов разумного использования общих (или единообразных) технических средств, включая программное обеспечение.

Телекоммуникационные технологии более связаны с процессами передачи информации, хотя некоторые операции по ее обработке также могут использоваться. Процедуры обработки информации необходимы, в первую очередь, для решения задач передачи и коммутации. Примерами такой обработки можно считать преобразование аналоговых сигналов в цифровые, анализ сигнальной информации для маршрутизации и другие процессы. Информационные технологии ориентированы на задачи поиска, хранения и обработки информации. Типичными примерами таких технологий можно считать поиск сведений в информационных системах (в частности, в Internet), автоматизированный перевод с одного языка на другой, распознавание образов и прочие операции.



Рисунок 4.2 Классификация инфокоммуникационных технологий

Современные телекоммуникационные технологии можно разделить на две основные группы – рисунок 4.3. Первая группа технологий используется в транспортных сетях. Вторая группа технологий предназначена для коммутируемых сетей. Обе группы, в свою очередь, можно разделить на различные виды. Принципы такого разделения определяются классификационными признаками. В разделе 4.2 выбраны классификационные признаки, которые соотносятся с общей направленностью вопросов, рассматриваемых в этой монографии.

Для транспортной сети на рисунке 4.3 показана цепочка технологий, сменяющих друг друга в процессе эволюции инфокоммуникационной системы. Плезиохронные ЦСП, более известные по англоязычной аббревиатуре PDH, постепенно заменяются синхронными, входящими в семейство SDH. В последнее время некоторые транспортные сети стали строиться на технологиях, ориентированных на обмен пакетами. Перспективой развития телекоммуникационной системы в целом считается концепция NGN, которой посвящен параграф 4.3.1.

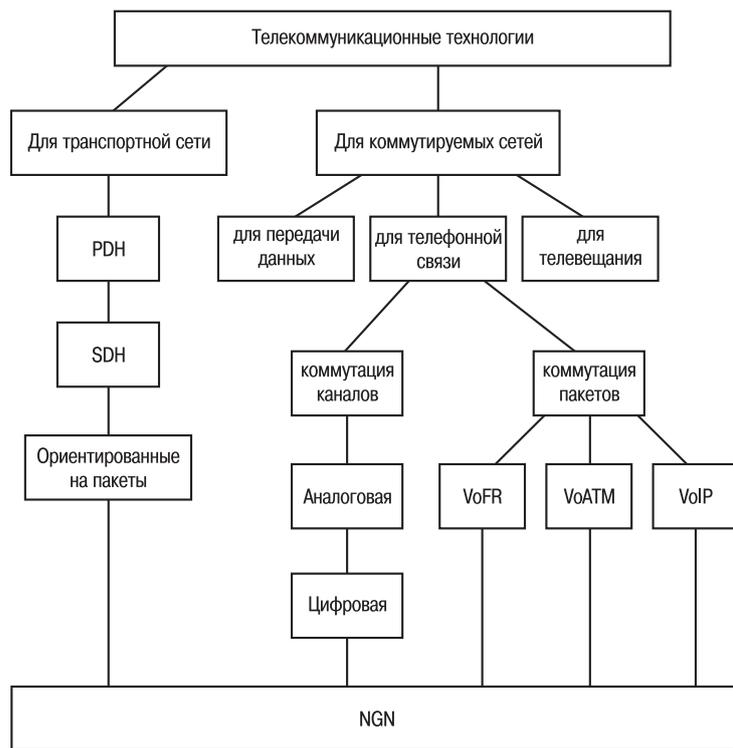


Рисунок 4.3 Классификация телекоммуникационных технологий

Блок "Технологии коммутируемых сетей" делится на ряд компонентов, из которых на рисунке 4.3 показаны три. Их дальнейшая детализация представлена только для телефонной связи. Выделены две основные группы технологий, касающиеся методов распределения информации – коммутация каналов и коммутация пакетов.

Технологии автоматической коммутации каналов мигрировали от аналоговых к цифровым. В настоящее время перспективными технологиями считаются те, которые будут удовлетворять требованиям NGN.

Технологии пакетной коммутации на рисунке 4.3 представлены тремя блоками, которые определяются видами используемых сетей – FR, ATM, IP. Обычно эти технологии обозначаются аббревиатурой, в которой первые две буквы (Vo) означают "голос через" (Voice over), а следующие указывают тип используемой сети – VoFR, VoATM, VoIP. Все три технологии постепенно меняются, что в значительной мере объясняется их миграцией в направлении NGN.

На рисунке 4.4 приведена классификация технологий, свойственная когнитивным (то есть, основанным на знаниях) информационным услугам [10, 11, 12]. Эти технологии универсальны для любых сфер человеческой деятельности. В настоящее время еще доминируют информационные технологии, которые не ориентированы на использование возможностей, свойственных сетям связи. Для перспективной инфокоммуникационной системы существенный интерес представляют те информационные технологии, которые "работают" совместно с сетями электросвязи.

Информационные технологии, использующие возможности сетей связи, можно разделить на базовые (обеспечивающие) и прикладные (функциональные). Базовые технологии предназначены для разработки ПО, работы с текстами, числами, базами данных, защиты от несанкционированного доступа (НСД) и прочих функций.

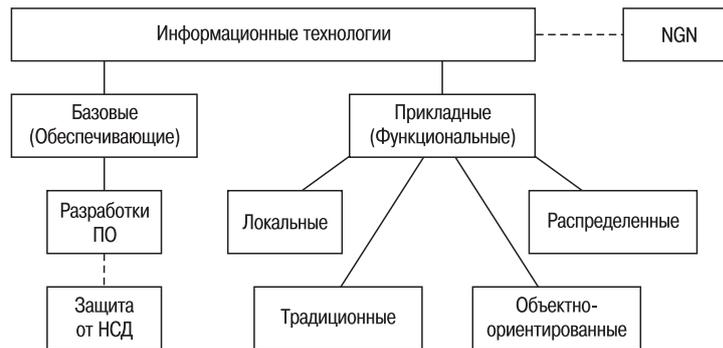


Рисунок 4.4 Классификация информационных технологий

Функциональные технологии можно классифицировать различными способами. На рисунке 4.4 показаны два способа. Во-первых, информационные технологии можно разделить на локальные и распределенные – по месту размещения ресурсов. Во-вторых, можно выделить традиционные и объектно-ориентированные технологии.

Традиционные технологии (например, обработка статистических данных) инвариантны к изучаемым объектам или процессам. Объектно-ориентированные технологии менее универсальны. Они основаны на использовании одноименного (то есть, объектно-ориентированного) программирования.

Объектно-ориентированное программирование является в настоящее время наиболее популярной технологией программирования. Оно является развитием технологии структурного программирования, однако имеет свои характерные черты. Основной единицей в объектно-ориентированном программировании является объект, который включает в себе (инкапсулирует) как описывающие его данные (свойства), так и средства обработки этих данных (методы). Объектно-ориентированное программирование по своей сути – это создание приложений из объектов, подобно тому, как из блоков и различных деталей строят дома (это методика анализа, проектирования и написания приложений при помощи объектов). Объектом называют фрагмент кода, обладающий свойствами и методами. Одни объекты приходится полностью создавать самостоятельно; другие можно позаимствовать в готовом виде из разнообразных библиотек.

Идеальным решением для инфокоммуникационной системы можно считать то, при котором телекоммуникационные и информационные технологии становятся инвариантны относительно друг друга. Подобные решения в последнее время обычно предлагаются в семействе IP технологий, которые реализуются в системах трех видов:

- ♦ Internet (как сеть общего пользования);
- ♦ IP сети, ориентированные на конкретные услуги (в частности, IP телефония);
- ♦ IP сети, ориентированные на определенный круг пользователей (характерным примером может служить сеть intranet).

Развитие IP технологий не снизит актуальность предоставления информационных услуг с помощью телефонной сети. При этом в составе телефонной сети важную роль играют современные системы мобильной связи, которые (в частности, 3G) в значительной мере ориентированы на информационные услуги.

В следующих параграфах этого раздела рассматриваются телекоммуникационные технологии, представляющие интерес для развития инфокоммуникационной системы. Эти технологии анализируются с точки зрения развития сетей электросвязи. Это означает, что изложенный материал не содержит подробного описания

анализируемых технологий. В тексте каждого параграфа приведены ссылки на те публикации, в которых можно найти необходимую информацию о соответствующих технологиях.

Аналізу технологий целесообразно предшествует параграф, в котором рассмотрена модель взаимодействия открытых систем, более известная по аббревиатуре OSI [13]. Эта модель, разработанная рядом международных организаций, – очень полезна для описания инфокоммуникационных технологий.

4.2.2. Модель взаимодействия открытых систем

В третьей главе (параграф 3.6.3) мы говорили о технологической совместимости сетей. Модель взаимодействия открытых систем [13, 14] связана с формализацией ряда процессов технологической совместимости сетей, включая оборудование, терминалы, программное обеспечение. Эта модель предусматривает выделение семи уровней, каждый из которых выполняет заранее определенные функции. Выполняемые функции не зависят от принципов построения сети и реализации оборудования. Они универсальны. Более того, модель OSI можно успешно использовать для анализа перспективных сетей связи, принципы построения которых только формируются.

В некоторых случаях удобно пользоваться моделями, которые содержат меньшее число уровней. Обычно авторами таких моделей заимствуется методологический подход, предложенный в свое время специалистами ISO и МСЭ.

Для описания модели взаимодействия открытых систем обычно используют три термина: процесс, протокол и интерфейс. Под процессом обычно понимают совокупность операций, необходимых для обмена информацией. Например, можно использовать модель OSI для анализа процессов обмена сигнальными сообщениями по ОКС и соединений в ТФОП. Протоколом называют набор правил, которые определяют алгоритм обмена сообщениями между одно-

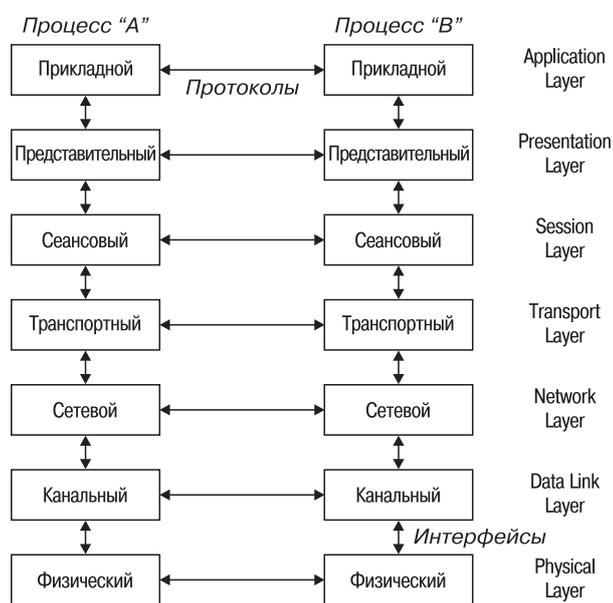


Рисунок 4.5 Семиуровневая модель OSI

именными уровнями модели OSI. Формат сообщений, как правило, стандартизуется. Интерфейс определяет основные параметры сопряжения между смежными уровнями. В эти параметры входит также перечень услуг, предоставляемых смежному уровню.

На рисунке 4.5 показана семиуровневая модель OSI для двух процессов – "А" и "В". В правой части рисунка для каждого уровня указано его название на английском языке. Сначала мы рассмотрим эту модель безотносительно к типу процессов. Затем попробуем привести примеры протоколов и интерфейсов для процесса установления соединения между двумя цифровыми коммутационными станциями ТФ ОП.

На физическом уровне осуществляется обмен сигналами через среду передачи. Для цифровой техники речь идет о передаче битов и байтов с заданными показателями. Среди этих показателей можно выделить электрические (амплитудно-частотная характеристика линии связи, ее входное сопротивление, отношение сигнал/шум), функциональные (скорость передачи, тип линейного кода) и механические (вид разъема, назначение его контактов).

Канальный уровень некоторые специалисты называют уровнем звена передачи данных. Этот вариант перевода подчеркивает тот факт, что процесс передачи на втором уровне – в общем случае – является дуплексным. Основные задачи канального уровня заключаются в исправлении ошибок и в сопряжении сегментов сети, построенных на базе различных технологий. Некоторые технологии не предусматривают исправление ошибок на канальном уровне (в частности, Frame Relay). Тогда соответствующие функции на втором уровне не используются.

Сетевой уровень выполняет функции коммутации (включая маршрутизацию) и адресации. Он отвечает за доставку информации через телекоммуникационную сеть. При этом, на канальном и физическом уровнях допускается использование различных видов оборудования. Следует отметить, что слова "сетевой" и "транспортный" применительно к уровням модели OSI имеют несколько иной смысл, чем эти же прилагательные в двух предыдущих главах монографии. Соответствующие различия иллюстрирует рисунок 4.6, на котором показан процесс обмена данными между двумя терминалами через две коммутационные станции [15].

Физический, канальный и сетевой уровни реализуются в конечном и в транзитном оборудовании. Таким образом, сетевой уровень может считаться последним среди тех, которые применяются во всех технических средствах, участвующих в обслуживании трафика. Три нижних уровня иногда называют связными в отличие от четырех верхних, именуемых сквозными.

Слово сквозной – перевод с английского языка термина "end-to-end". Такое название четыре верхних уровня получили из-за того, что они реализуются только в конечном оборудовании.

Транспортный уровень обеспечивает минимизацию потерь и искажений сообщений. В некоторых случаях аналогичные функции выполняются на других уровнях. Модель OSI рассчитана на пять классов обслуживания, поддерживаемых транспортным уровнем. При выборе класса обслуживания учитываются многие факторы, среди которых следует выделить: требования к достоверности и срочности передаваемой информации, а также характеристики качества функционирования нижних уровней модели OSI.

Управление диалогом осуществляется на сеансовом уровне. Этот уровень отвечает за установление и разъединение соединений. Он также выполняет функции мониторинга основных характеристик установленного соединения в течение сеанса связи. Далеко не все приложения используют услуги, предоставляемые сеансовым уровнем.

Представительный уровень выполняет преобразования сообщений, которые не должны менять передаваемую информацию. К таким преобразованиям относятся синтаксические изменения в данных, их шифрование и им подобные. Процедуры этих преобразований должны быть согласованы между конечным оборудованием.

Прикладной уровень размещается ближе всего к пользователю, обеспечивая ему поддержку процессов, лежащих за пределами

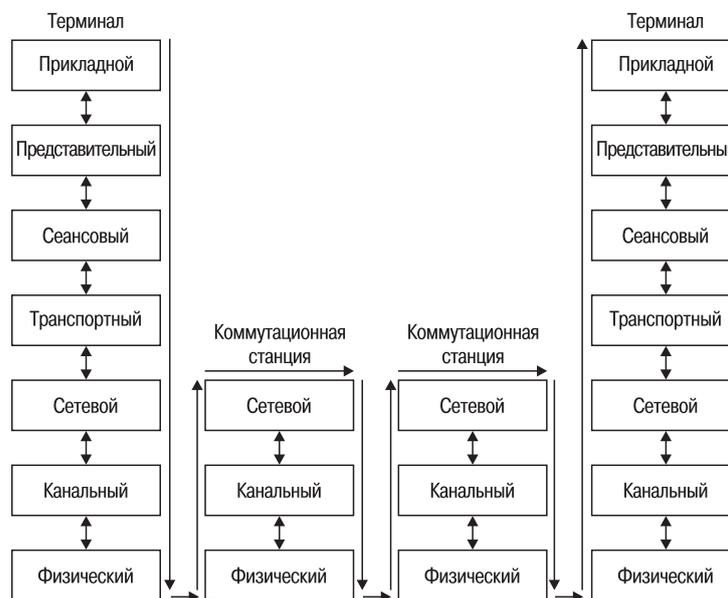


Рисунок 4.6 Обмен данными между двумя терминалами через две коммутационные станции

модели OSI. Примерами таких прикладных процессов могут служить программы по обработке тестов, таблиц, банковских счетов. Прикладной уровень идентифицирует и устанавливает доступность предполагаемых партнеров для связи, синхронизирует совместно работающие прикладные программы, а также устанавливает соглашение по процедурам исправления ошибок и управления целостностью передаваемой информации. Прикладной уровень также определяет достаточность ресурсов для сеанса связи.

Модель OSI была разработана специалистами по обмену данными. Тем не менее, она приемлема и для других видов связи. В частности, семиуровневая модель годится для телефонной сети, но ряд уровней будет отсутствовать. В таких случаях уровни в модели OSI оставляют, а выполняемые ими функции называют нулевыми. Это означает, что на практике специфицировать функциональные задачи для соответствующего уровня не нужно.

На рисунке 4.7 показан пример взаимодействия двух терминалов через цифровые коммутационные станции. Аспекты сигнализации в этом примере не рассматриваются. Отметим только, что модель системы общеканальной сигнализации имеет специфические особенности, но может быть представлена в терминах OSI.

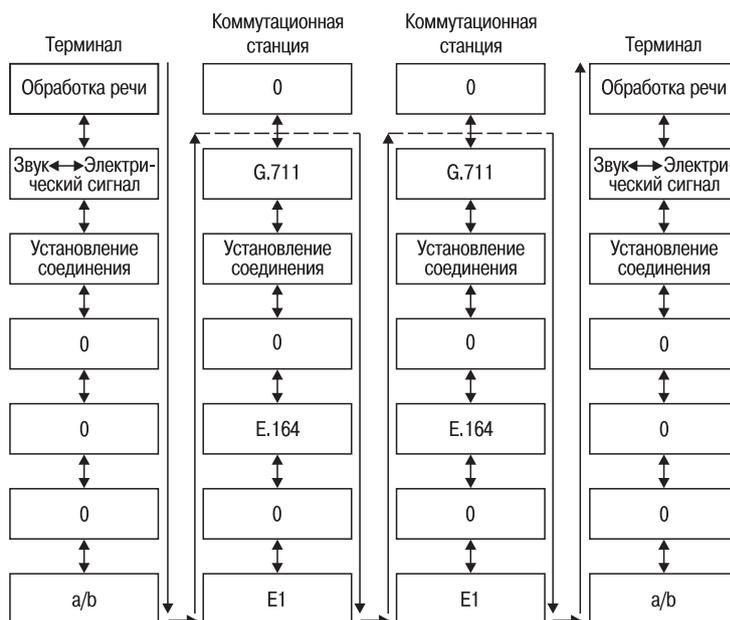


Рисунок 4.7 Взаимодействие терминалов через две цифровые коммутационные станции

Первое, что бросается в глаза, — наличие всех семи уровней в тех фрагментах модели, которые представляют коммутационные станции. Это объясняется существенным отличием телефонной связи от передачи данных. В процессе формирования и анализа речевого сигнала (за исключением некоторых ситуаций) принимает участие человек. Это означает, что управление соответствующими процессами осуществляется нашим "серым веществом" — самым интеллектуальным вычислительным устройством. По этой причине терминал для телефонной связи может быть очень простым по сравнению с окончательным оборудованием обмена данными.

В блоке "физический уровень" для телефонного терминала поставлен символ "a/b". Такой символ обычно используется для обозначения двух проводов, подключаемых к телефонной розетке. Передача речи до коммутационной станции осуществляется по двухпроводной цепи. Для цифровых коммутационных станций на физическом уровне используются тракты E1.

На сетевом уровне определены протоколы для цифровых коммутационных станций. В соответствующих блоках на рисунке 4.7 указан номер рекомендации МСЭ (E.164), которая определяет принципы нумерации в ТФОП.

Для сеансового уровня во всех блоках предложенной модели приведены идентичные записи: "Установление соединения". В принципе, такое решение — как, впрочем, и вся рассматриваемая модель — весьма условно. Мне представляется, что оно оправдано теми функциями, которые свойственны сеансовому уровню.

На представительном уровне для терминалов приведена запись "Звук ↔ Электрический сигнал". Речь идет о тех функциях телефонного аппарата, которые связаны с преобразованием акустических волн в электрические сигналы переменного тока. В цифровых коммутационных станциях сигналы переменного тока преобразуются в последовательность битов в соответствии с законом, который определен (в рассматриваемом примере) рекомендацией МСЭ G.711.

Для терминалов на прикладном уровне использована запись "Обработка речи", которую можно рассматривать как название своего рода телефонного протокола. Конечно, такая трактовка весьма условна.

В этом разделе мы еще вернемся к вопросам применения модели OSI для различных телекоммуникационных технологий. А теперь перейдем к современным технологиям. Начнем с технологий, соответствующих второму уровню модели OSI.

4.2.3. Технология АТМ

Идея АТМ сформировалась в процессе разработки концепции широкополосной ЦСИО. В 1987 году мне довелось участвовать в собрании ИК-ХVIII МСЭ (ныне ИК-13), на котором были согласованы основные принципы технологии АТМ. На том же собрании было принято решение о создании в составе ИК-ХVIII специальной рабочей группы, цель которой – подготовка рекомендаций по широкополосной ЦСИО. Тогда, вероятно, никто не думал, что идея широкополосной ЦСИО надолго останется на бумаге, а технология АТМ заживет самостоятельной жизнью.

Общие принципы АТМ изложены в рекомендации МСЭ I.150 [16]. Действующая версия этой рекомендации была разработана в 1999 году. В большинстве публикаций на русском языке слово "transfer", входящее в название технологии АТМ, переводится как "передача". Формально такой перевод допустим. Правда, если внимательно прочитать рекомендации МСЭ I.112, I.113 и M.60 [17 – 19], то некорректность перевода становится очевидной.

В рекомендации МСЭ M.60 [19] передача (transmission) определяется как процесс распространения сигналов через физическую среду. В рекомендации МСЭ I.112 [17] передача рассматривается как действие по перемещению сигналов от одной точки к другой точке или к нескольким точкам. Перенос (transfer) определяется в рекомендации МСЭ I.113 [18] как результат выполнения всех процессов, включающих в себя передачу, мультиплексирование и коммутацию, в телекоммуникационной сети.

Вторая терминологическая некорректность, встречающаяся реже, состоит в том, что АТМ называют пакетной технологией. В рекомендации МСЭ I.150 [16] указано, что АТМ – специфический, похожий на пакетный, режим переноса (specific packet-oriented transfer mode). По этой причине, вместо термина "packet", то есть "пакет", для технологии АТМ было введено новое слово – "cell", Этот слово чаще всего переводится как "ячейка". Мне трудно представить процесс перемещения информационных блоков, когда их называют ячейками. Слова "ячейка", "ячеистая" (синонимы терминов "сот" и "сотовая") более подходят для структурных характеристик сети. В этой главе по соображениям, которые изложены в [20], используется термин конверт. Это объясняется рядом причин, среди которых следует выделить возможность проведения аналогий с системой почтовой связи.

Процедуры переноса информации, специфицированные для технологии АТМ, можно представить следующим образом:

- ♦ поток передаваемых битов разделяется на блоки фиксированной длины по 48 байтов (аналог размера почтового конверта);
- ♦ каждый блок дополняется заголовком длиной 5 байтов (подобие адреса, который должен быть указан для правильной доставки письма), образуя конверт АТМ (АТМ-cell) длиной 53 байта;

- ♦ последовательность конвертов передается через совокупность коммутаторов ATM (как письмо через почтовые отделения), в которых анализируется только содержимое заголовков (как в процессе обработки обычной почтовой корреспонденции);
- ♦ принимаемые на стороне пользователя сообщения "освобождаются" от заголовка (процедура, подобная вскрытию конверта для извлечения письма) и собираются в общий поток битов.

Благодаря фиксированному размеру конвертов, их заголовки в непрерывном потоке конвертов находятся в строго определенных – по временной оси – позициях, что дает возможность использовать простые процедуры выделения конвертов. Обработка конвертов в транзитных коммутаторах ATM осуществляется исключительно аппаратными средствами, что обеспечивает минимальную задержку передаваемых сообщений между взаимодействующими терминалами.

На рисунке 4.8 приведена модель, иллюстрирующая архитектуру ATM [15]. Она основана на эталонной модели взаимодействия открытых систем [13], рассмотренной в предыдущем параграфе.

Для технологии ATM практически значимы первый и второй уровни эталонной модели OSI. В этом заключается ее существенное отличие от ряда других технологий, которые связаны с более высокими уровнями модели OSI.

На физическом уровне технология ATM опирается на тракты SDH, использующие, как известно [21], бит-синхронные протоколы. На канальном уровне OSI конверты ATM также синхронизируются. Слово "асинхронный" указывает на отсутствие временной связи между битами, поступающими со стороны оборудования пользователя, и конвертами, которые передаются через сеть. Конверты через сеть ATM передаются в том случае, когда в оборудование поступает полезная информация. Поэтому мультиплексирование – в отличие от технологии TDM – является статистическим. Это и определяет потенциальную эффективность технологии ATM.

В качестве физического уровня для технологии ATM сначала предусматривались тракты SDH или SONET в зависимости от национальных стандартов на системы передачи. Затем МСЭ специфицировал интерфейсы на более низких скоростях. В частности, для



Рисунок 4.8 Уровни и протоколы АТМ

европейской иерархии ЦСП определен интерфейс на скорости 2048 кбит/с. Используются и другие скорости передачи информации.

Уровень АТМ расположен в нижней части канального уровня модели OSI. На этом уровне выполняется коммутация конвертов АТМ. Информация, необходимая для функций коммутации, содержится в заголовке.

Уровень адаптации АТМ расположен в верхней части канального уровня модели OSI. Слово "адаптация" отражает основную функцию этого уровня. Он предназначен для адаптации различных видов трафика к универсальным механизмам работы сети АТМ. МСЭ определил четыре типа уровня ААL:

- ♦ Уровень ААL1 используется для обслуживания трафика с постоянной скоростью передачи битов;
- ♦ Уровень ААL2 применяется для обмена информацией с переменной скоростью передачи битов;
- ♦ Уровень ААL3/4 (ранее МСЭ специфицировал ААL3 и ААL4 отдельно) предназначен для передачи трафика с переменной скоростью без поддержки синхронизации данных (как с установлением, так и без установления соединения);
- ♦ Уровень ААL5 представляет упрощенный вариант спецификации ААL3/4, часто используемый во многих сетях АТМ.

Уровень адаптации АТМ делится на два подуровня. Подуровень сегментации и восстановления не зависит от типа ААL. Его основная задача – разделение потока битов на стандартные блоки, длина которых равна 48 байтам. Подуровень конвергенции зависит от типа ААL, то есть от вида передаваемого трафика. Основная задача этого подуровня – обеспечение необходимых требований для обслуживания всех видов трафика, который передается по сети АТМ.

Технология рассчитана на поддержку коммутируемых (SVC) и постоянных (PVC) виртуальных каналов. В этом она похожа на разработанные ранее технологии X.25 [22] и Frame Relay [23]. Отличие технологии АТМ состоит в том, что она предназначалась для широкополосной ЦСИО, то есть была сразу же ориентирована на обслуживание всех видов трафика. Это необходимо учитывать при сравнении цен на те виды оборудования, в котором реализованы различные технологии.

Для обслуживания трафика в сети АТМ могут использоваться следующие пять классов услуг:

- ♦ передача битов с постоянной скоростью – CBR;
- ♦ передача с переменной скоростью битов с заданным средним значением и с синхронизацией источника и приемника информации – rtVBR;
- ♦ передача с переменной скоростью битов с заданным средним значением без синхронизации источника и приемника информации – nrtVBR;
- ♦ передача с переменной скоростью битов с гарантированным

минимальным значением без синхронизации источника и приемника информации – ABR;

- ♦ передача информации без оговоренных требований к скорости и системе синхронизации – UBR.

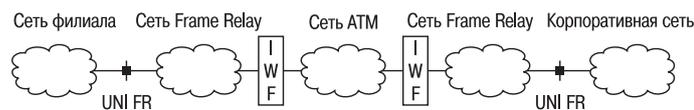
Характерные примеры услуг CBR – телефонная связь и трансляция программ телевидения. Если эти же виды связи основаны на процедурах сжатия сигнала или пакетизации, то могут быть использованы услуги rtVBR. Услуги nrtVBR подходят для поддержки банковских транзакций. Услуги ABR и UBR находят применение для связи между локальными сетями, при передаче сообщений в системе электронной почты, а также в приложениях "клиент-сервер".

Технология ATM обеспечивает заранее заданные показатели качества обслуживания (QoS). При установлении соединения между пользователем и сетью ATM предусмотрено заключение своего рода соглашения о трафике – traffic contract. В зависимости от класса услуг могут оговариваться такие параметры:

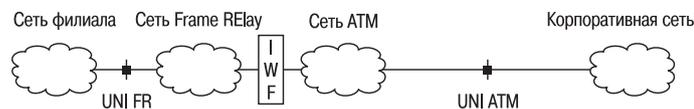
- ♦ максимальная скорость передачи конвертов ATM – PCR;
- ♦ поддерживаемая (средняя) скорость передачи конвертов ATM – SCR;
- ♦ минимальная скорость передачи конвертов ATM – MCR;
- ♦ максимальный размер пачки (количество пакетов, которое может быть передано в сеть с пиковой скоростью) – MBS;
- ♦ доля потерянных конвертов ATM – CLR;
- ♦ задержка переноса конвертов ATM – CTD;
- ♦ вариация (дисперсия) задержки конвертов ATM – CDV.

Оборудование ATM может использоваться для решения различных задач, которые возникают у Оператора и пользователя. На рисунке 4.9 приведен пример связи удаленного филиала компании с корпоративной сетью [24]. Предполагается, что в корпоративной сети используется технология Frame Relay.

Вариант (а) иллюстрирует ситуацию, когда вся корпоративная сеть построена на базе технологии Frame Relay. Соответствующие



а) взаимодействие через сеть ATM



б) использование технологии ATM в корпоративной сети

Рисунок 4.9 Связь удаленного филиала с корпоративной сетью

интерфейсы пользователь-сеть (UNI) на рисунке 4.9 дополнены аббревиатурой FR, указывающей на тип применяемой технологии. Функции взаимодействия (IWF) выполняются на входе и выходе сети ATM. Вариант (б) отличается тем, что в корпоративной сети используется технология ATM. В этом случае функции взаимодействия выполняются только между сетями Frame Relay и ATM. Стык с корпоративной сетью соответствует спецификации интерфейса UNI для технологии ATM.

Можно назвать еще ряд примеров практического использования технологии ATM. Она реализована в оборудовании ADSL, применяется для эмуляции канала (CES – Circuit Emulation Service) и локальной сети (LANE – LAN emulation), а также в сетях местной и дальней связи как эффективное средство переноса мультисервисного трафика.

Технология ATM, как и идея широкополосной ЦСИО, была воспринята с некоторой эйфорией. Затем последовал период разочарования и трезвой переоценки роли технологии ATM в перспективной инфокоммуникационной системе. Смену технологий обычно изображают совокупностью кривых, показанных на верхнем графике рисунка 4.10 [25]. На самом деле процесс развития некоторых технологий отображается более сложными кривыми. Это справедливо и в отношении технологии ATM. В частности, в [26] приведены слова Кристины Флин, аналитика исследовательской компании The Yankee Group, которая назвала успех сетей ATM в последнее



Рисунок 4.10 Развитие и смена инфокоммуникационных технологий

время волной "обратного хода технологий". На нижнем графике рисунка 4.10 показана кривая, соответствующая подобному развитию технологии [27]. Эту кривую – с некоторыми вариациями – можно наблюдать для каждой технологии.

Верхний график не нуждается в дополнительных комментариях. Нижний график – существенно интереснее. Сразу же оговоримся, что кривая, приведенная в нижней части рисунка 4.10, может иметь иную форму. В частности, для этой кривой возможно большее число экстремумов. Даже точно зная объем рынка для исследуемой технологии (в денежном или другом исчислении), сложно ответить на два вопроса, которые написаны курсивом. Более того, очень непросто предсказать развитие рынка каждой конкретной технологии, если, конечно, он еще не вступил в фазу устойчивого спада.

В настоящее время нет веских оснований "хоронить" технологию АТМ. Правда, нельзя также не учитывать появление ряда новых технологий, решающих многие задачи, считавшиеся ранее исключительно прерогативой АТМ. Сравнительный анализ как конкурирующих, так и взаимодополняющих технологий – предмет последнего параграфа раздела 4.2. В этом параграфе целесообразно выделить те особенности технологии АТМ, которые существенны с точки зрения вопросов, рассматриваемых в монографии:

- ♦ технология АТМ реализуется на втором (канальном) уровне эталонной модели OSI;
- ♦ конверты АТМ имеют фиксированную длину 53 байта в отличие от переменной длины пакета в некоторых технологиях обмена данными;
- ♦ обработка конвертов в транзитных коммутаторах АТМ осуществляется аппаратными средствами, что минимизирует среднюю задержку сообщений, передаваемых между взаимодействующими терминалами.

Описание технологии АТМ можно найти в монографиях, изданных на русском языке [8, 14, 15, 24, 28]. Из зарубежных публикаций следует выделить монографию [29], которая отличается полнотой и простотой изложения материала.

4.2.4. Технология Frame Relay

Эту технологию можно рассматривать как следующий этап развития хорошо апробированного стандарта X.25 [14, 15]. Рекомендация МСЭ X.25 специфицирует три нижних уровня модели OSI. Одна из важнейших задач, поставленных перед создателями стандарта X.25, заключалась в разработке эффективного механизма обнаружения ошибок, которые возникают в процессе обмена данными. Искаженные пакеты переспрашиваются до подтверждения отсутствия ошибок. Безусловно, существует вероятность того, что ошибка не будет обнаружена [30].

Использование кабелей с ОВ и других сред передачи с низким уровнем помех стимулировало разработку нового подхода к обеспечению достоверного обмена данными. Каждый кадр (frame) канального уровня, содержащий ошибки, отбрасывается (следует отметить, что кадры могут теряться и при перегрузках в сети). Такой подход означает, что кадры просто ретранслируются (relay) от узла к узлу. Поэтому соответствующая технология получила название "Ретрансляция кадров"; в отечественной технической литературе она чаще упоминается на английском языке – Frame Relay.

В сетях Frame Relay исправление ошибок, обычно осуществляемое повторной передачей искаженных блоков, должно обеспечиваться верхними уровнями модели OSI. Можно считать, что в технологии Frame Relay (по сравнению со стандартом X.25) более эффективно перераспределены задачи между уровнями модели OSI для современной среды передачи сигналов. В модели OSI технология Frame Relay, включая и коммутацию, занимает уровень 2 [31].

Технология Frame Relay способствует снижению задержки обмена информацией за счет сокращения времени обработки кадров в транзитных узлах. Стандартизацией этой технологии занимается МСЭ, специально созданный форум (Frame Relay Forum), а также ряд других организаций. В частности, значительный вклад в развитие технологии Frame Relay внес американский национальный институт стандартов – ANSI.

МСЭ рассматривал технологию Frame Relay как одну из услуг узкополосной ЦСИО, которая оперирует трактами с пропускной способностью до 2048 кбит/с. Вероятно, по этой причине эта же величина является максимальной скоростью передачи для сетей Frame Relay. Для технологии Frame Relay специфицированы три типа виртуальных каналов, два из которых (PVC и SVC) уже упоминались в предыдущем разделе. Третий тип – коммутируемый постоянный виртуальный канал (SPVC) – сочетает в себе простоту SVC и надежность PVC.

Каждое виртуальное соединение характеризуется рядом параметров, определяющих класс обслуживания (CoS). Эти классы были установлены для услуг, касающихся обмена данными. Когда технология Frame Relay стала использоваться для телефонной связи

и передачи видеоинформации, Операторы стали учитывать и те показатели, которые ранее не были специфицированы для обмена данными. Правда, поддержка соответствующих показателей обычно гарантируется для более высоких тарифов. В общем случае класс обслуживания базируется на следующем перечне параметров [15]:

- ♦ скорость доступа, которая измеряется количеством битов, переданных в секунду;
- ♦ согласованный интервал измерения скорости передачи данных (T_C);
- ♦ согласованный размер посылки (B_C) – максимальное количество битов, которое сеть должна передать за интервал T_C ;
- ♦ согласованная скорость передачи, определяемая отношением B_C / T_C ;
- ♦ дополнительный объем посылки (B_E) – максимальное количество битов, которое сеть способна доставить за интервал T_C ;
- ♦ дополнительная скорость передачи, определяемая отношением B_E / T_C ;
- ♦ индикатор допустимости удаления кадра, указывающий на те блоки, которые следует удалять в первую очередь при возникновении перегрузки.

Для подключения терминалов в сеть Frame Relay используются устройства доступа, именуемые FRAD. На рисунке 4.11 показан пример организации сети Frame Relay, в которой установлены четыре устройства FRAD.

Оборудование FRAD I и FRAD II используется для обеспечения услуг обмена данными нескольких компьютеров, включенных

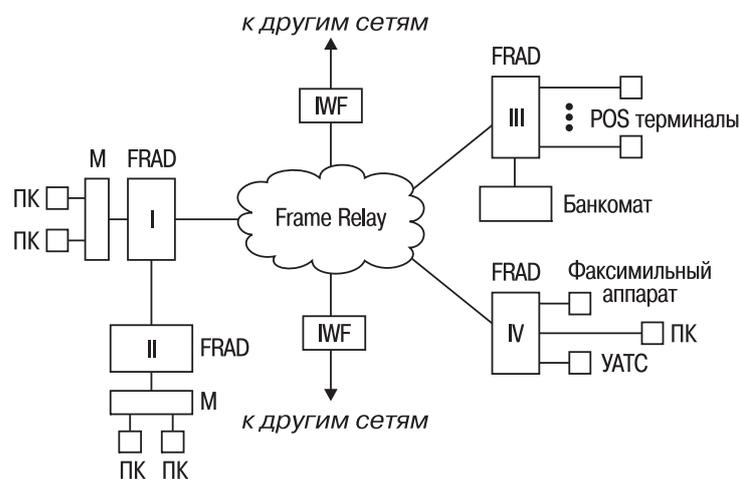


Рисунок 4.11 Пример построения сети Frame Relay

в маршрутизатор (M). Устройство FRAD I включено в сеть Frame Relay непосредственно. Оно также выполняет своего рода транзитные функции для модуля FRAD II. Аппаратно-программные средства FRAD III предназначены для включения POS терминалов и банкомата. POS (Point of Sale) терминал обычно объединяет в себе функции кассы и компьютеризированного места оператора торгового зала. POS-терминал, как правило, состоит из следующих функциональных модулей: системный блок, принтер чеков, программируемая клавиатура, дисплеи кассира и покупателя, ящик для хранения денег, считыватель магнитных карт. Оборудование FRAD IV, помимо подключения ПК, используется также для телефонной связи (со сжатием сигнала) и передачи факсимильных сообщений.

На рисунке 4.11 показаны также блоки IWF, выполняющие функции взаимодействия сетей. Обычно для сетей Frame Relay определяются такие варианты взаимодействия [31]:

- ♦ с сетью ATM;
- ♦ с сетями обмена данными, работающими по протоколу X.25;
- ♦ с сетями телефонной связи, если технология Frame Relay используется для обслуживания трафика речи.

Рынок услуг, основанных на технологии Frame Relay, продолжает расти. На рисунке 4.12 показан график, иллюстрирующий эту тенденцию за последние годы [32]. Доля доходов, которая приходится на инфокоммуникационный рынок США, свидетельствует о весьма

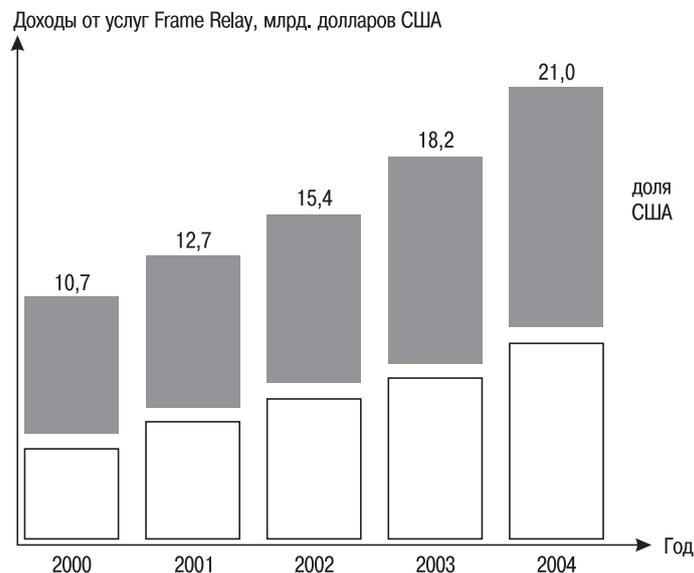


Рисунок 4.12 Доходы, обеспечиваемые технологией Frame Relay

высокой популярности технологии Frame Relay в Северной Америке.

В статье [33], которая была опубликована в 1996 году, приведен прогноз компании Yankee Group. Согласно этому прогнозу в 1998 году суммарные доходы от услуг Frame Relay ожидалось на уровне 2,2 млрд. долларов США. Судя по первому столбцу на рисунке 4.12, перспективы технологии Frame Relay оценивались слишком пессимистично.

Компании, имеющие филиалы, часто нуждаются в организации общей сети, которая на английском языке обычно называется "private", то есть частной. В отечественной технической литературе иногда используется словосочетание "корпоративная сеть". Для построения такой сети могут использоваться различные сценарии. Идею виртуальной частной сети (VPN) мы обсудим позже. Здесь интересно сравнить варианты построения корпоративной сети за счет использования технологий Frame Relay и ATM. Кроме того, подобные сети могут создаваться за счет использования арендованных линий.

Сравнение различных решений можно провести по уровню обеспечиваемых доходов. На рисунке 4.13 показаны соответствующие данные за 2001 год. Доходы, приведенные в [34] в абсолютных величинах, для наглядности пересчитаны в проценты. В скобках указаны аналогичные величины за 2002 год, приведенные в [26].

Очевидно, что доминирующим решением по организации

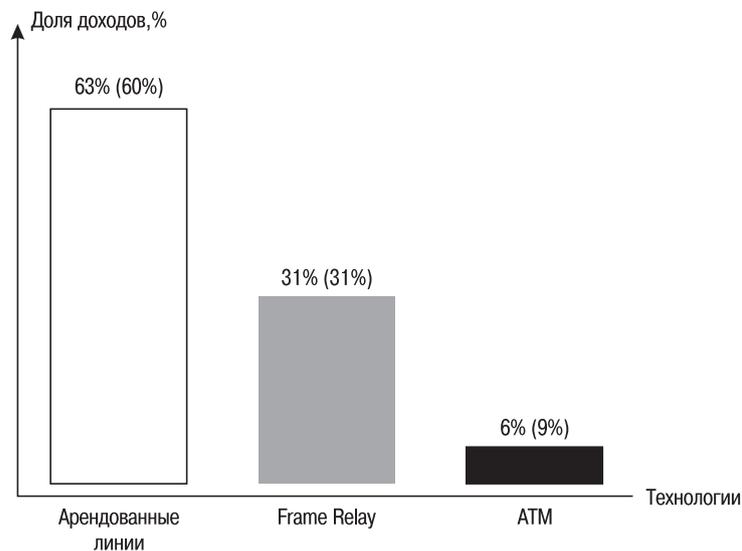


Рисунок 4.13 Доходы от различных услуг построения корпоративной сети

корпоративной сети в 2001 и в 2002 годах было использование арендованных линий. В настоящее время ситуация меняется. К этому вопросу мы вернемся при анализе концепции VPN.

Дополнительную информацию о технологии Frame Relay можно найти, например, в монографиях [14, 15, 31]. Кроме того, сведения об этой технологии размещены на сайтах Internet ряда компаний, занимающихся разработкой современного оборудования связи и эксплуатацией инфокоммуникационных сетей.

4.2.5. Технология MPLS

Англоязычный термин "Multiprotocol Label Switching" переводится в монографии как многопротокольная коммутация по меткам. В технической литературе попадаются другие переводы, среди которых можно найти и не совсем удачный вариант: "коммутация меток". Ведь коммутируются не метки, а пакеты. В названии технологии MPLS весьма существенны слова "многопротокольная коммутация". Они указывают на то, что технические средства MPLS применимы к любому протоколу сетевого уровня.

Структура метки (Label) приведена на рисунке 4.14. Метка состоит из 32 битов. Технология MPLS предусматривает возможность передачи в составе пакета нескольких меток, образующих некий набор, который в отечественной литературе обычно называют стеком.

Значение метки, определяющее выбор маршрута, состоит из 20 битов. Для выбора класса обслуживания (CoS) зарезервированы три бита. Один бит (S) выделен для указания "дна" стека (если он равен единице, то обрабатываемая метка является последней). Восемь битов содержат информацию о времени жизни пакета (TTL – Time to Live).

При традиционной транспортировке пакета с использованием на сетевом уровне протокола, не предусматривающего создания виртуальных соединений, каждый маршрутизатор самостоятельно принимает решение о том, к какому маршрутизатору переслать этот пакет дальше. Такой способ транспортировки по-английски называется hop-by-hop. Иначе говоря, в каждом маршрутизаторе на пути следования пакета анализируется его заголовок и выполняется алгоритм сетевого уровня. Однако в заголовке пакета содержится гораздо больше информации, чем нужно для того, чтобы выбрать следующий маршрутизатор.

Исследования, в результате которых появилась идея MPLS, были начаты в середине 90-х годов [35]. Специалисты искали способы ускорения и упрощения маршрутизации. Один из таких способов – отказ от анализа громоздких таблиц маршрутизации, который выполняется в процессе передачи пакетов по сетям IP. Было предложено перенести эту процедуру в сеть MPLS. Некоторые авторы предпочитают говорить о домене MPLS, что представляется весьма логичным.

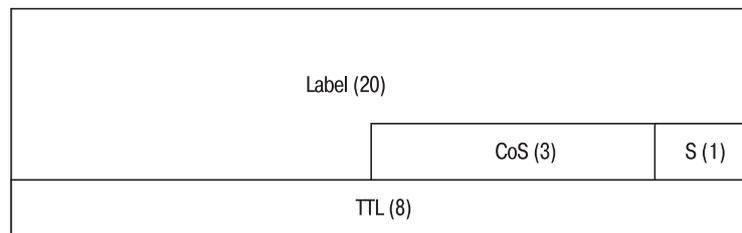


Рисунок 4.14 Структура метки, используемой в MPLS

Внутри домена MPLS информация, относящаяся к сетевому уровню модели OSI, не анализируется. Маршрутизаторы обрабатывают только данные, содержащиеся в метке. Они называются маршрутизаторами коммутации по меткам (LSR). Это означает, что пересылку по методу MPLS могут выполнять маршрутизаторы, которые способны читать и заменять метки, но при этом вообще не способны анализировать заголовки сетевого уровня.

Домен MPLS позволяет организовывать виртуальные соединения, благодаря чему Оператор может заключать соглашения об уровне обслуживания (SLA). Кроме того, технология MPLS обеспечивает эффективное использование транспортной сети за счет управления потоками пакетов, то есть трафиком. В этом смысле технологии MPLS и ATM похожи.

Пути, создаваемые в пределах сети MPLS, подобны туннелям, которые свойственны, например, протоколу PPTP [14, 35]. PPTP – это протокол туннелирования "точка – точка". Он инкапсулирует кадры протокола PPP (Point-to-Point Protocol) в IP пакеты. Процедуры туннелирования через домен MPLS пока еще не стандартизованы. Ожидается, что работы, связанные с исследованием механизмов туннелирования в доменах MPLS, будут вскоре завершены появлением международных стандартов. Актуальность стандартизации этих аспектов технологии MPLS обусловлена высокой эффективностью передачи пакетов через туннели [36].

Большинство авторов публикаций, посвященных MPLS, выделяют преимущество этой технологии при построении VPN.

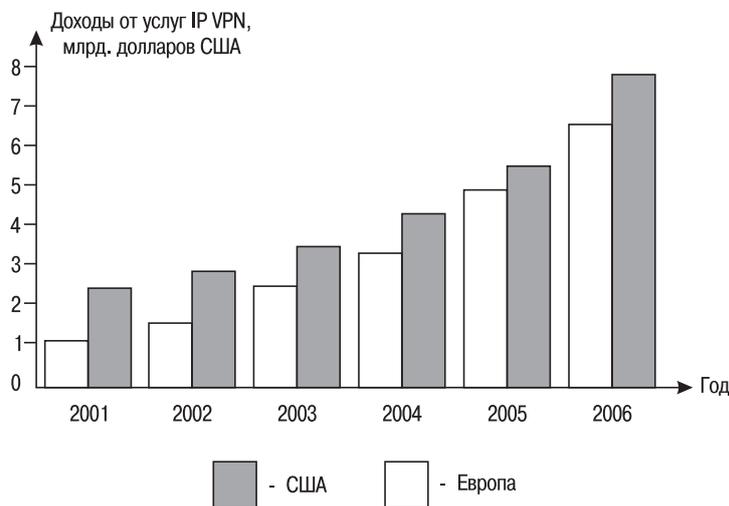


Рисунок 4.15 Рост доходов за счет построения виртуальных частных сетей

Рисунок 4.13 свидетельствует, что пока создание корпоративных сетей чаще всего осуществляется за счет аренды транспортных ресурсов. С другой стороны, просмотр соответствующих тарифов (в частности, на сайтах Internet некоторых Операторов) позволяет оценить затраты клиентов на аренду даже каналов с невысокой пропускной способностью. Понятно, что резервы экономии при отказе от аренды транспортных ресурсов могут быть весьма существенны. Поэтому потенциальный рынок IP VPN, основой которого служит технология MPLS, оценивается многими специалистами весьма оптимистично. Статистика и прогностические оценки, которые заимствованы из [37], приведены на рисунке 4.15. График, опубликованный в [37], в свою очередь, основан на данных компаний Analysys, In-Start/MDR, Arenacom.

Технология MPLS появилась сравнительно недавно. В ней учтены многие важные тенденции развития инфокоммуникационной системы. В частности, предусмотрена поддержка IP сетей, оперирующих потоками, измеряемыми тера- и петабитами в секунду [38]. Кроме того, технология MPLS обеспечивает эволюционное преобразование сети электросвязи в соответствии с концепцией NGN. В [38] приводится удачное сравнение технологии MPLS со связующим звеном (дословно – с клеем) между старым и новым поколениями инфокоммуникационной системы. Эти особенности технологии MPLS определяют ее место в инфокоммуникационной системе.

Принято считать, что в настоящее время технология MPLS лучше всего подходит для магистральной (междугородной) сети. Для модели инфокоммуникационной системы, которая используется в этой монографии, положение технологии MPLS представлено на рисунке 4.16. Два крайних эллипса общей модели (сеть в помещении пользователя и средства доступа к услугам) не показаны, так как в данном случае они не представляют практического интереса.

Надпись "MPLS" помещена в некое расширяющееся ядро. Подразумевается, что эта технология начнет активно использоваться в магистральной сети. Во-первых, именно на этом уровне иерархии передаются большие объемы информации. Во-вторых, для магистральной сети весьма актуальны задачи существенного повышения пропускной способности ее элементов (на современ-



Рисунок 4.16 Место технологии MPLS в инфокоммуникационной системе



Рисунок 4.17 Место MPLS в модели OSI

ном жаргоне связистов – масштабирования), что весьма эффективно реализуется технологией MPLS. В-третьих, в ядре сети целесообразно использовать оборудование, которое будет обеспечивать заранее заданные показатели QoS. Эти же соображения (возможно, за исключением последнего) пока не стимулируют поиск вариантов использования технологии MPLS в сетях абонентского доступа.

Технология MPLS имеет специфические особенности с точки зрения семиуровневой модели OSI. В [38], а также в ряде публикаций предлагается присвоить MPLS статус уровня 2,5 – рисунок 4.17. Это не совсем корректно для модели OSI. Поэтому рядом с уровнем 2,5 обычно ставится знак "?". Обозначение "2,5" говорит о том, что образуется прослойка между канальным и сетевым уровнями. На английском языке MPLS называют "shim layer", что переводится как прослойка или подуровень. Кстати, слово "shim" имеет еще одно значение – клин. Возможно, новые технологии, последующие за MPLS, будут "расклинивать" модель OSI.

Важный аспект практического применения технологии MPLS – экономические показатели инфокоммуникационной сети. Некоторые оценки, приведенные, например, в [39, 40] и в ряде других работ, можно разделить на оптимистические, реалистические и пессимистические. В настоящее время делать какие-либо выводы вряд ли целесообразно. Мне представляется, что смена технологий чем-то похожа на переходный процесс в электрических цепях. Его характеристики, как правило, очень интересны, но по ним нельзя судить о поведении линейной цепи в стационарном режиме.

Идея MPLS применима также для сетей, использующих оптические технологии передачи и коммутации. Для любых систем WDM длину волны (λ) можно рассматривать как метку [38]. Такой подход позволяет дать иную расшифровку аббревиатуре MPLS –

Multiprotocol Lambda Switching. Это словосочетание иногда сокращают следующим образом: MPLambdaS. Возможность распространения концепции многопротокольной коммутации по меткам на оптические и иные технологии предусматривается в следующей (обобщенной) версии MPLS. Она получила название GMPLS. Технология GMPLS активно разрабатывается OIF (Optical Internetworking Forum) и ODSI (Optical Domain Service Interconnect) Forum, а также рядом других организаций.

4.2.6. Технология Ethernet

Технология Ethernet была разработана для обмена данными в ЛВС. Стандартизация Ethernet была выполнена международной организацией IEEE – институт инженеров по электронике и электротехнике. Технология Ethernet – не единственно возможное решение для организации ЛВС, но она уверенно лидирует на соответствующем рынке. Не менее 95% портов ЛВС базируются на технологии Ethernet [41]. Поэтому многие специалисты отождествляют выражения "локальная сеть" и "сеть Ethernet".

Все разновидности стандартов Ethernet входят в общую группу IEEE802.3. Для тех вопросов, которые рассматриваются в монографии, приемлема следующая классификация этих стандартов: Ethernet, Fast Ethernet и Gigabit Ethernet. Появлению стандарта Ethernet способствовала компания Xerox, которая в середине 70-х годов разработала экспериментальную ЛВС. На физическом уровне Ethernet обеспечивает пропускную способность 10 Мбит/с. В 1995 году был разработан стандарт Fast Ethernet, который позволяет повысить скорость обмена данными до 100 Мбит/с. Следующая версия – Gigabit Ethernet – появилась в 1998 году. Доступная пропускная способность ясна из названия этого стандарта. В настоящее время пропускная способность Ethernet доведена до уровня 10 Гбит/с.

Указанные величины пропускной способности следует считать номинальными значениями. Реальная пропускная способность Ethernet обычно не превышает 50% анонсируемых величин. Учитывая, что сеть Ethernet представляет собой систему массового обслуживания (СМО), ее эффективность представляется весьма высокой.

Ethernet, работающий на скорости 10 Мбит/с, может использовать различную среду передачи. В частности, институт IEEE разработал спецификации, определяющие правила обмена данными по различным типам коаксиального кабеля, по неэкранированной витой паре (UTP), а также по одномодовому и многомодовому ОВ. Основными топологиями сети Ethernet считаются "шина", "кольцо" и "звезда".

Концептуальные положения по применению технологии Ethernet в сетях доступа разрабатываются многими компаниями, специализирующимися как в области системных исследований, так и производства инфокоммуникационного оборудования. Заметный вклад вносит международный альянс EFMA (Ethernet in the First Mile Alliance), который был создан в 2001 году. Названия стандартов, выпускаемые этим альянсом, начинаются с букв "EFM".

В настоящее время предложен ряд перспективных решений по использованию технологии Ethernet поверх пассивной оптической сети (EPON) и цифровой линии VDSL (EoV). Разработчики полагают, что аппаратно-программные средства, реализующие эти решения, станут конкурентоспособными на рынке оборудования для сетей абонентского доступа.

Ethernet, как и ATM, связан со вторым (канальным) уровнем

эталонной модели OSI. По функциональному назначению стандарт Ethernet был задуман как более простая технология, ориентированная исключительно на обмен данными между компьютерами. Поэтому в рассуждениях об Ethernet обычно не звучали слова: "дорогая технология" и им подобные выражения. Следует также учесть, что стандарт Ethernet был разработан для сетей в помещении пользователя. Это означает, что речь шла о небольших расстояниях между терминалами и центром сети.

Прошло время. Заметно изменились виды информации, которыми обмениваются компьютеры. Появились новые стандарты Ethernet, обеспечивающие высокие скорости передачи данных. Возник естественный вопрос: "Нельзя ли использовать сравнительно дешевую технологию Ethernet для решения более масштабных задач, нежели создание ЛВС?". В первую очередь, специалистов привлекли сети обмена данными, создаваемые на территории города. В телефонии такие сети известны по аббревиатуре ГТС. Для сетей обмена данными обычно используется аббревиатура MAN – Metropolitan Area Network. Появился еще один термин: "Metro Ethernet". Обычно он используется в тех случаях, когда целесообразно подчеркнуть применение технологии Ethernet для мультисервисного обслуживания.

Говоря о применении технологии Ethernet в сетях Metro Ethernet, обычно подразумевают нечто большее, чем унификацию решений для обмена данными, хотя это тоже важно [42]. Речь, как правило, идет о "triple-play services" [43]. Эту тройку, уже упоминавшуюся в третьей главе монографии, образуют речь, данные и видеоинформация.

За десять лет производительность сетей Ethernet возросла с 10 до 1000 Мбит/с, то есть на два порядка, а стоимость одного порта снизилась почти в 50 раз, достигнув уровня в 20 – 25 долларов США [44]. Эволюция технологии Ethernet продолжается. Выше уже упоминались стандарты, предусматривающие скорости в 1 и 10 Гбит/с. Любопытные стоимостные соотношения, полученные компанией

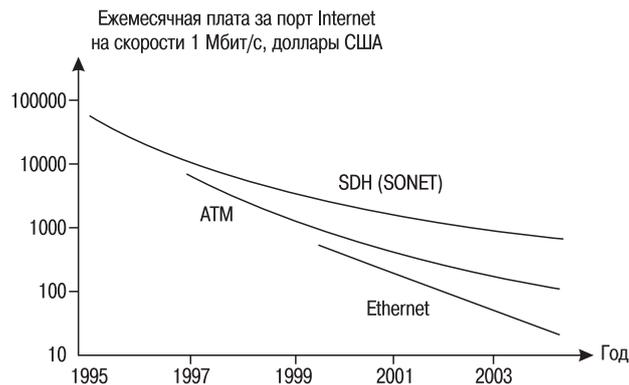


Рисунок 4.18 Затраты Провайдера услуг Internet на один порт

Net Forecast [45], приведены в [46] – рисунок 4.18. Приведенные данные справедливы для Провайдеров услуг Internet в США.

Еще более впечатляющие оценки приведены на сайте компании "Евразия Телеком" [47]. График, заимствованный с этого сайта, приведен на рисунке 4.19. Он иллюстрирует ценовую модель использования двух технологий: SDH и Ethernet.

Конечно, столь впечатляющая динамика стоимости и производительности сетей Ethernet еще не доказывает возможность ее применения на более высоких иерархических уровнях инфокоммуникационной системы. В середине 90-х годов некоторые эксперты считали, что развитие Ethernet будет осуществляться совместно с технологией ATM [48]. Теперь чаще упоминается связка технологий Ethernet – MPLS [41, 49]. Подобный подход поможет решить проблему качества обслуживания, которая не была существенной при использовании технологии Ethernet исключительно для обмена данными.

Еще один важный аспект применения технологии Ethernet для обслуживания всех видов трафика – обеспечение высокой надежности. В настоящее время общепринятой нормой для коэффициента готовности стала величина 0,99999 [50]. Кстати, десять лет назад коэффициент готовности 0,9999 обеспечивался далеко не всеми Операторами развитых стран [51].

В сетях SDH коэффициент готовности, равный 0,99999, обеспечивался применением кольцевых структур. Для сетей Ethernet может использоваться недавно разработанная технология RPR – устойчивое пакетное кольцо [52]. Надежность на уровне "пяти девяток" – что следует из названия этой технологии – обеспечивается за счет отказоустойчивости кольцевых топологий. Существенно то, что технология RPR рассчитана на переключение в течение 50 мс с момента

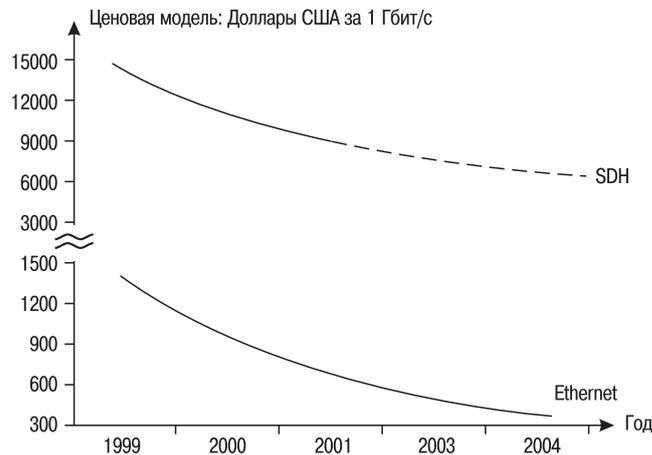


Рисунок 4.19 Затраты на получение пропускной способности 1 Гбит/с для двух технологий

отказа. Ранее столь быстрое восстановление связи было характерно только для колец SDH. Технология RPR может использоваться совместно с сетями SDH и Ethernet. Сравнение свойств отказоустойчивости SDH и RPR колец можно найти в [53]. Следует подчеркнуть, что разработка стандарта по RPR еще не завершена.

Технология Ethernet – эффективное средство для организации виртуальных частных ЛВС (VPL – Virtual Private LAN). Соответствующие услуги известны по англоязычной аббревиатуре VPLS. Основная идея VPLS состоит в передаче кадров Ethernet через другие сети без преобразования. Такие решения обычно называют "прозрачной" передачей. Все кадры инкапсулируются в соответствии с теми принципами, которые определены для технологии MPLS. Это обеспечивает создание туннелей, которые можно "проложить" в сетях MAN и даже WAN (глобальная сеть). Иногда для названия городских сетей, которые построены таким способом, вводится забавная аббревиатура MEN – Metropolitan Ethernet Network [54, 55]. Интересную информацию о перспективах развития технологии Ethernet можно найти на сайте Metro Ethernet Forum [54].

Технология Ethernet ориентирована на коммутацию пакетов. Тем не менее, на уровне сетей MAN и WAN предусмотрены услуги эмуляции цифровых трактов, используемых в сетях с коммутацией каналов. Такие возможности будут востребованы в течение весьма длительного периода времени, который определяется длительностью формирования NGN. В настоящее время услуги, именуемые TDM Line (T-Line), предусматривают поддержку цифровых каналов в диапазоне скоростей от 64 кбит/с до 51,48 Мбит/с [54].

Известная консалтинговая компания Pioneer Consulting в своем отчете [56] приводит интересный прогноз для технологии Ethernet, ориентированной на скорость передачи 10 Гбит/с. К 2008 году ожидается рост объема продаж соответствующего оборудования до

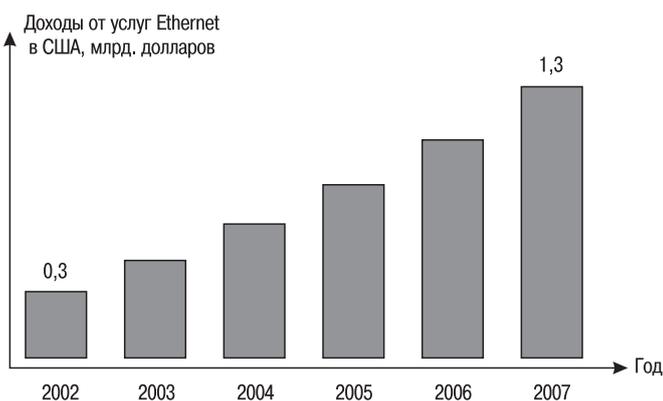


Рисунок 4.20 Рост доходов за счет услуг Ethernet на рынке США

2554,1 млн. долларов США. Объем продаж в 2003 году оценивался величиной 359,1 млн. долларов США. За эти годы объем продаж оборудования Ethernet, использующего скорость передачи 1 Гбит/с, сократится почти вдвое.

Не менее оптимистичны оценки и другой авторитетной компании – IDC [57]. В частности, доходы от услуг Metro Ethernet в США на 2008 год прогнозируются на уровне 1,2 млрд. долларов США. Существенно то, что темпы годового роста этих доходов (CAGR), как ожидают эксперты, составят 30.7%. Прогноз IDC близок к оценкам рынка технологии Ethernet в США, который представлен компанией Vertical Systems Group [58] – рисунок 4.20.

Резюмируя изложенное выше, можно утверждать, что технология Ethernet перешла в некое новое качество. По всей видимости, она станет одним из основных средств, используемых для формирования NGN. Соответствующая концепция иногда обозначается аббревиатурой ETTx – Ethernet To The "x". Точка "x" указывает на то место, до которого создается сеть, использующая технологию Ethernet.

Технология Ethernet изначально предназначалась для сети, которая создается в помещении пользователя. Как правило, в этих помещениях ранее были проложены другие кабели – для телефонной связи и подачи программ звукового вещания. Естественно, появились идеи создания технологии, которая подобна Ethernet, но ориентирована на уже используемые линейные сооружения ТФОП. Эти соображения стимулировали появление технологии HPNA [59, 60]. Она была разработана альянсом по использованию сетей на базе существующих телефонных линий. В технической литературе (особенно в названиях стандартов) встречается также и другое обозначение данной технологии – HomePNA.

Отличительной чертой технологии HPNA можно считать возможность сокращения затрат на введение новых видов инфокоммуникационных услуг за счет уменьшения скорости обмена информацией. В частности, стандарт HomePNA v1.0 обеспечивает скорость обмена информацией до 1 Мбит/с при расстоянии между передатчиком и приемником не более 150 метров. Такие длины телефонной проводки, выполняемой обычно кабелем типа ТРП [61], характерны для жилых домов с площадью до 1000 м² [59].

Спецификация следующего поколения технологии HPNA (версия v2.0) была создана для повышения скорости обмена данными до 10 Мбит/с. Перекрываемое расстояние было увеличено до 450 метров. При этом также использовалась существующая проводка, а не СКС [62].

Для подключения ПК к сети обмена данными используется то же программное обеспечение операционной системы Windows, которое разработано для поддержки карт Ethernet. Это обстоятельство объясняет второе название технологии HPNA – мегабитный Ethernet. Описание технологии HPNA и некоторых вариантов ее реализации можно найти в [59, 60, 63 – 66], а также в Internet.

4.2.7. IP технология

Технологии, рассмотренные в предыдущих параграфах, связаны преимущественно с канальным уровнем модели взаимодействия открытых систем. IP технология относится к сетевому (третьему) уровню модели OSI. С другой стороны, для стека протоколов TCP/IP часто используется своя (четырёхуровневая) модель, принятая специалистами по Internet. На рисунке 4.21 показано соответствие между моделями OSI и Internet. Этот рисунок основан на материалах, изложенных в [14]. В некоторых других публикациях принципы соответствия моделей определены иначе. Различия, которые можно обнаружить при сравнении текстов и иллюстраций, не представляются существенными с точки зрения вопросов, рассматриваемых в этой главе монографии.

На сетевом уровне возможные решения в принципе не ограничиваются технологией IP. Для маршрутизации пакетов может использоваться протокол RIP. Он основан на дистанционно-векторном алгоритме поиска путей обмена информацией. RIP относится к классу статических протоколов [67]. Открытый протокол маршрутизации с выбором кратчайшего пути (OSPF) – пример динамических протоколов. Анализ этих протоколов не входит перечень вопросов, рассматриваемых в монографии. Данный параграф посвящен технологии IP. Тем не менее, мы кратко рассмотрим все остальные уровни, которые представлены на рисунке 4.21. Дело

Модель OSI	TCP/IP	Стек OSI
Прикладной	Telnet, FTP, SNMP, SMTP, WWW	X.400, X.500, FTAM
Представительный		OSI
Сеансовый	TCP	OSI
Транспортный		OSI
Сетевой	IP, RIP, OSPF	ES-ES, IS-IS
Канальный		
Физический		

Рисунок 4.21 Соответствие между моделями OSI и Internet

в следующем: рассматривая, например, только IP технологию, мы волей-неволей касаемся и других уровней моделей OSI или Internet.

На сетевом уровне стека протоколов OSI указаны два решения. Обозначение ES-ES относится к протоколу маршрутизации между оконечными (терминальными) системами. Протоколу маршрутизации между промежуточными системами присвоен символ IS-IS. Термин "оконечная система" (end system – ES) обычно используется для указания на узел сети, который не выполняет функции маршрутизации. Оконечная система эквивалентна хосту (устройству, подключенному к сети и использующему стек протоколов TCP/IP) в Internet. Термин "промежуточная система" (intermediate system – IS), напротив, относится к устройствам, которые предназначены для маршрутизации пакетов.

Протокол управления передачей TCP занимает в рассматриваемой модели четвертый и пятый уровни. Он обеспечивает надежный обмен информацией для тех приложений, которые ориентированы на соединения. Может также использоваться протокол передачи дейтаграмм пользователя (UDP), но он не обеспечивает столь же высокие показатели надежности.

Для двух верхних уровней модели OSI определена совокупность протоколов, из которых в рассматриваемой модели, кроме уже упоминавшегося WWW, представлены:

- ♦ Telnet (Telecommunications Network Protocol) – протокол сетевого доступа;
- ♦ FTP (File Transfer Protocol) – протокол пересылки файлов;
- ♦ SNMP (Simple Network Management Protocol) – простой протокол сетевого управления;
- ♦ SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – простой протокол электронной почты.

Характерными примерами протоколов прикладного уровня для модели OSI можно считать X.400, X.500 и FTAM. Рекомендация МСЭ X.400 / F.400 [68] содержит требования к системе электронной почты. Она отличается от привычной почты (e-mail), которая широко используется для обмена письмами между ПК, работающими с операционной системой Windows. Весьма существенные различия присущи системам гарантированной доставки, обеспечения конфиденциальности и адресации. Рекомендация МСЭ X.500 [69] содержит спецификации справочной службы. Ее можно рассматривать как некое подобие современных справочных служб, используемых в ТФОП. Протокол FTAM определяет принципы переноса, доступа и управления файлами.

Вернемся к IP технологии. Одноименный протокол можно считать основным для сетевого уровня. Он разрабатывался как протокол обмена пакетами в системах, состоящих из большого количества сетей, которые объединены различными способами. Поэтому протокол IP хорошо работает в сетях со сложной топологией, эффективно

используя пропускную способность низкоскоростных каналов связи. Протокол IP относится к классу дейтаграммных, то есть он не гарантирует доставку пакетов до пункта назначения. Этот недостаток отчасти компенсирует протокол TCP. Он обеспечивает надежную передачу пакетов за счет образования виртуальных соединений.

Для IP технологии не предусмотрены процедуры переспроса искаженных или потерянных пакетов. Повторная передача таких пакетов инициируется протоколом более высокого уровня. Полезное свойство IP технологии состоит в возможности фрагментации пакетов при их маршрутизации через сети с различной пропускной способностью. Для каждой сети может быть заранее задан максимальный блок пересылки (MTU). Он определяет длину (размер) той части пакета, которую можно использовать для передачи полезной информации.

Заголовок IP пакета, изображенный на рисунке 4.22 [14], обычно состоит из 20 байтов. Он содержит поля, из которых может быть извлечена подробная информация, которая необходима для передачи пакета и ряда других функций.

В левом верхнем углу рассматриваемой модели расположено поле "Номер версии". Четыре бита, составляющие это поле, определяют используемую версию IP протокола. Пока наиболее распространена четвертая версия (IPv4). Ожидается, что вскоре она будет вытесняться шестой версией (IPv6). Остальные поля будут рассматриваться по принципу "слева направо, сверху вниз".

Длина заголовка также определяется с помощью четырех битов. Эту длину принято измерять блоками из 32 битов. Чаще всего длина заголовка составляет 5 таких блоков, то есть 20 байтов. Допускается увеличение размеров заголовка до 60 байтов.

4 бита. Номер версии	4 бита. Длина заго- ловка	8 бит. Тип сервиса				16 бит. Общая длина					
		PR	D	T	R						
16 бит. Идентификатор пакета						3 бита. Флаги			13 бит. Смещение фрагмента		
							D	M			
8 бит. Время жизни		8 бит. Протокол верхнего уровня				16 бит. Контрольная сумма					
32 бита. IP-адрес источника											
32 бита. IP-адрес назначения											
Опции и выравнивание											

Рисунок 4.22 Структура заголовка IP пакета

Поле "Тип сервиса" состоит из восьми битов. В нижней части соответствующего прямоугольника выделены основные компоненты этого поля. Первые три бита (PR) определяют приоритет пакета, который может принимать значения от 0 (низший) до 7 (высший). Три следующих бита используются при выборе маршрута для передачи пакета. Для этого анализируется значение битов, определяющих требования к обслуживанию трафика: D (задержка), T (производительность), R (надежность). Два бита оставлены для резерва, что — здесь и далее — отмечено штриховкой соответствующего пространства.

Общая длина пакета определяется по одноименному полю. Шестнадцать битов позволяют идентифицировать длины пакетов вплоть до 65525 байтов, что заметно выше практически значимых величин. В частности, для кадров Ethernet обычно используются пакеты с длиной в 1500 байтов.

Поле "Идентификатор пакета" необходимо для обработки фрагментированных пакетов. Все компоненты фрагментированного пакета имеют одинаковое значение этого поля. Его длина составляет 2 байта.

Для поля "Флаги" выделены три бита, из которых один резервный. Если бит DF (на рисунке он обозначен буквой "D") равен единице, то пакет нельзя фрагментировать. Если бит MF (на рисунке он обозначен буквой "M"), равен единице, то обрабатываемый пакет следует рассматривать как промежуточный фрагмент. Тринадцать битов, образующих поле "Смещение фрагмента", используются для сборки и разборки тех пакетов, которые передаются через сети с различными значениями MTU (максимальный блок пересылки).

Поле "Время жизни", состоящее из одного байта, указывает на предельный срок передачи пакета через сеть. Это время, измеряемое в секундах, задается источником трафика. Если время жизни пакета — в процессе его перемещения в сети — становится нулевым, он более не обслуживается. Следующие восемь битов идентифицируют тип протокола верхнего уровня. Например, его значение, равное числу 17, говорит о том, что передаются дейтаграммы с помощью протокола UDP.

Два байта занимает поле "Контрольная сумма". Оно предназначено для обнаружения ошибки в заголовке. Если контрольная сумма не соответствует заранее известному значению, то пакет далее не обслуживается. Он считается потерянным.

Для полей "IP-адрес источника" и "IP-адрес получателя" отведено по 32 бита. На первый взгляд, такая длина адреса вполне приемлема. Особенно, если рассуждать с точки зрения плана нумерации в ТФОП. С другой стороны, в будущем IP-адреса целесообразно присваивать большинству бытовых приборов (в ТФОП номер обычно идентифицирует абонентскую линию). Поэтому версия IPv6 предусматривает расширение IP-адреса до 128 битов. Это эквивалентно примерно 1024 номерам на одного жителя Земного шара.

Поле "Опции" обычно используется только при отладке сети. В этом поле можно, например, задавать конкретный маршрут

пакетов или размещать данные, касающиеся системы безопасности. Поле "Выравнивание" содержит нули, которые вставляются для того, чтобы длина заголовка была кратна величине 32 бита.

Привлекательность IP технологии объясняется рядом факторов. В [28] выделены три аспекта: универсальность (в широком смысле этого понятия), масштабируемость и открытость.

Универсальность IP технологии следует рассматривать с различных точек зрения. Во-первых, в настоящее время она применяется в сетях практически всех уровней иерархии. Во-вторых, IP технология широко используется для передачи многих видов информации – речи, данных, видео. В-третьих, многие беспроводные средства связи стали также использовать IP технологию.

Масштабируемость (scalability) обычно определяется как возможность модульного наращивания пропускной способности или иного показателя функционирования системы. Для IP технологии свойство масштабируемости можно считать имманентным. Дело в том, что IP протокол предназначался для объединения значительного числа сетей, каждая из которых могла развиваться (эволюционировать) и расширяться (изменять географические границы и численность обслуживаемых абонентов) в соответствии со специфическими (внутренними) законами. Возможность масштабирования IP технологии подтвердили темпы роста сети Internet.

Открытость IP технологии связана с возможностью взаимодействия широкого спектра технических средств различного назначения. Кроме того, открытость IP технологии – в некотором смысле – можно объяснить простотой одноименного протокола, что упрощает ее эволюцию. Наконец, существенным обстоятельством следует считать возможность использования различных технологий канального уровня для обмена IP пакетами.

Вероятно, к соображениям, изложенным в [28], можно добавить и экономичность IP технологии, что обеспечивает высокую конкурентоспособность соответствующих сетей. Экономичность IP технологии, в свою очередь, объясняется рядом факторов. Среди этих факторов заметную роль играют значительные объемы продаж оборудования, которое использует IP технологию.

Развитию IP технологии способствовала впечатляющая экспансия сети Internet в мире [70, 71]. В конце XX века только рынки мобильной связи и Internet демонстрировали быстрый рост, который оказался неожиданным для большинства экспертов. Кстати, в России темпы развития Internet (в отличие от скорости цифровизации ТФОП) в целом соответствовали общемировому уровню [72]. Рынок мобильной связи рос стремительно.

Можно утверждать, что IP технология уже занимает заметную нишу на рынке услуг обмена данными. Ее коммерческий успех в телефонной связи (по крайней мере, для обслуживания международного и междугородного трафика) неоспорим. Правда, нельзя

утверждать, что рынок IP телефонии будет и далее развиваться теми же темпами [73 – 76]. Тем не менее, уже в настоящее время IP телефония достигла существенных результатов. На очереди – рынок услуг по передаче видеоинформации [77 – 80].

Различные аспекты IP технологии хорошо изложены в отечественной технической литературе. Интересные сведения можно найти в [14, 15, 28, 81]. Кроме того, во многих журналах регулярно печатаются статьи, прямо или косвенно связанные с IP технологией. Наконец, в Internet размещено значительное количество сайтов, часть которых содержит полезную информацию.

4.2.8. Вопросы сравнения телекоммуникационных технологий

Сравнение различных технологий — достаточно сложная задача. Во-первых, следует сравнивать только технологии, предназначенные для решения идентичных или очень похожих задач. Во-вторых, подобный анализ будет представлять практический интерес только в том случае, если учитываются все особенности эксплуатируемой сети. Иными словами, сравнение технологий целесообразно осуществлять для конкретной сети с учетом установленных в ней технических средств передачи и коммутации. В-третьих, для корректного сравнения технологий необходимо знать планы Оператора по дальнейшему развитию бизнеса.

Каждая технология проходит несколько фаз развития. Некоторые модели этого процесса представимы кривыми, которые были показаны на рисунке 4.10. Каждая конкретная технология — в момент ее анализа — находится в определенной точке своего развития. На рисунке 4.23 отмечены такие точки для некоторых телекоммуникационных технологий. График, приведенный на рисунке 4.23, по форме соответствует оригиналу, размещенному на сайте компании "Евразия Телеком" [47].

Места размещения точек, которые определены для технологий, рассматриваемых в этом разделе, выбраны с определенной долей субъективизма. Существенно точнее, как мне представляется, определены места размещения тех точек, которые соответствуют трем поколениям сетей мобильной связи [27, 82, 83]. Названия этих технологий выделены курсивом.

Допустим, что Оператор предполагает трансформировать эксплуатируемую систему связи так, чтобы стать участником рынка инфокоммуникационных услуг. На рисунке 4.24 показаны два варианта существующей системы связи. Модель, расположенная в левой части рисунка, состоит из транспортной сети, ресурсы которой используются только для телефонии. В правой части рисунка пока-

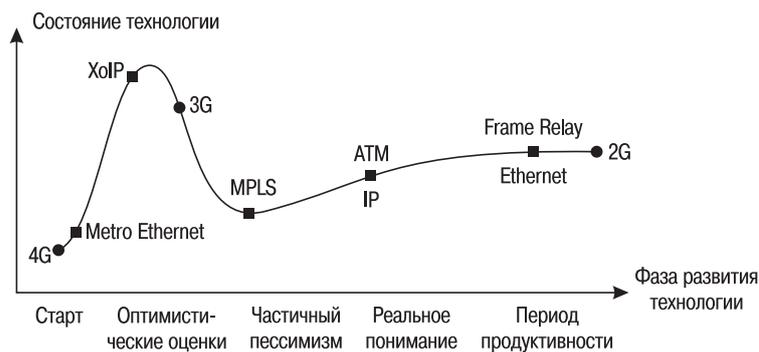


Рисунок 4.23 Фазы развития телекоммуникационных технологий

зана более сложная модель. Оператор уже создал сеть АТМ, которая предназначена для поддержки услуг доступа в Internet и для обмена данными. В обоих случаях транспортная сеть состоит из четырех СУ. Каждый СУ расположен в одном здании с цифровой МС и коммутатором АТМ.

Коммутаторы АТМ пронумерованы арабскими цифрами, написанными курсивом. Эти коммутаторы связаны между собой мостиковой схемой. Структура сети АТМ может быть другой, что несущественно для рассматриваемого примера.

Возможно, что для модели, показанной в левой части рисунка 4.24, экономически выгодно модернизировать систему связи в соответствии с концепцией Metro Ethernet. Одна из сложных задач Оператора будет заключаться в модернизации транспортной сети, использующей оборудование SDH. Если же создана сеть АТМ (правый фрагмент рисунка 4.24), способная обслуживать весь мультисервисный трафик, то вряд ли концепция Metro Ethernet будет оптимальной. В этом случае модернизация транспортной сети – с точки зрения смены технологий – не нужна. Основной задачей Оператора можно считать замену цифровых МС на коммутаторы пакетов.

Решение перечисленных задач может осуществляться, например, построением кривых NPV для каждого возможного "технологического" решения (в зависимости от характера рассматриваемых вопросов могут использоваться и другие методики технико-экономического анализа). В подобных случаях лицо, обосновывающее решение (ЛОР) [84], готовит исчерпывающую информацию по всем практически значимым вариантам модернизации эксплуатируемой системы связи. Такой подход представляется полезным, так как позволяет учитывать риск, присущий каждому варианту развития существующей системы связи.

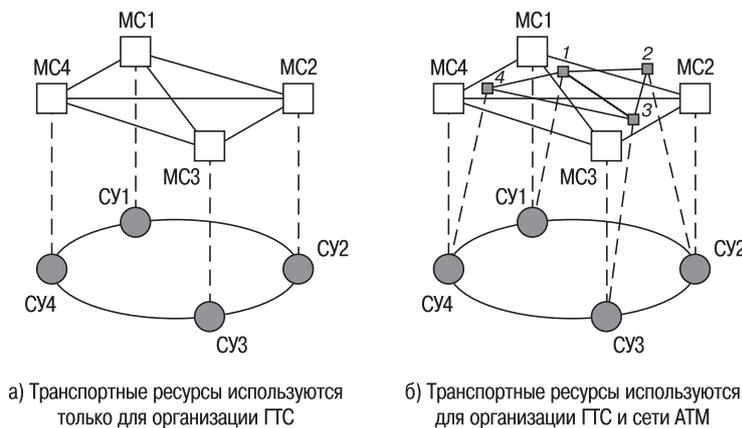


Рисунок 4.24 Два варианта модернизируемой системы связи

Общепринятой методики сравнения различных технологий, которые могут быть использованы Оператором, не существует. С другой стороны, ее разработка, вне всякого сомнения, актуальна. Без подобных экономико-математических инструментов принятие основных решений по развитию системы связи чревато существенными ошибками.

В этом разделе были изложены основные системные положения ряда перспективных телекоммуникационных технологий. Вероятно, следует еще повторить, что для изучения всех аспектов этих технологий целесообразно воспользоваться источниками, указанными в конце каждого параграфа или другими материалами. Мы рассматривали, в основном, только те аспекты телекоммуникационных технологий, которые интересны с точки зрения вероятных сценариев перехода к NGN. Технологии — одна сторона процесса развития сети электросвязи. Другая сторона этого процесса — новые концепции, которые помогают найти эффективную область использования телекоммуникационных технологий. Кроме того, на развитие электросвязи оказывают влияние некоторые процессы, движущая сила которых может находиться вне инфокоммуникационной системы. Эти вопросы (а точнее — некоторая их часть) обсуждаются в следующем разделе четвертой главы.

*Гораздо легче строить вновь,
Чем перестраивать старое.
(Александр Бестужев-Марлинский)*

4.3. Новые тенденции развития инфокоммуникационной системы

4.3.1. Классификация современных тенденций развития электросвязи

Слово "тенденция" в названии этого параграфа использовано как общее понятие для новых концепций развития инфокоммуникационной системы и тех процессов, которые существенны с точки зрения эволюции электросвязи. Классификация этих концепций и процессов представлена на рисунке 4.25. Предлагаемая классификация не претендует на некий всеобщий характер. Она удобна с точки зрения вопросов, рассматриваемых в этом разделе.

Концепции и процессы, которые названы внешними по отношению к системе связи, характерны для смежных научных дисциплин. В этом плане значительный интерес вызывает прогресс в области электроники, вычислительной техники, программирования и других видов экономической деятельности, относящихся к высоким технологиям. Весьма существенное влияние на эволюцию инфокоммуникационной системы оказывают также внешние концепции и процессы. Речь идет о глобальных явлениях, которые свойственны экономическим и социальным аспектам развития мирового сообщества.

В этом разделе основное внимание уделяется внутренним тенденциям развития инфокоммуникационной системы. Среди них могут быть выделены три группы – нижняя часть рисунка 4.25: частные и общие, радикальные и эволюционные, дополняющие друг друга и конкурирующие между собой.

Характерным примером внешних тенденций можно считать концепцию, которую называют "Интеллектуальное здание" или

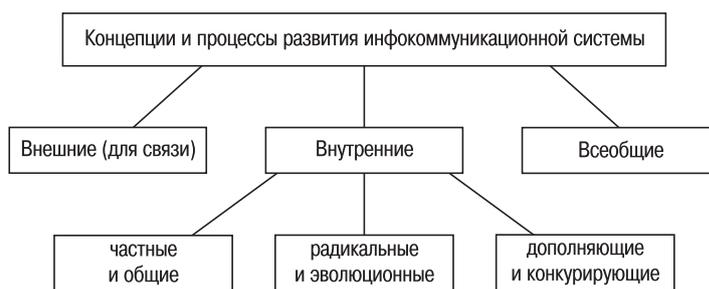


Рисунок 4.25 Новые концепции и процессы развития инфокоммуникационной системы

"Умный дом" [85, 86]. Практическая реализация этой концепции требует – в ряде случаев – существенных изменений в эксплуатируемых средствах связи. Концепция "Интеллектуальное здание" будет рассмотрена в одном из параграфов этого раздела.

Анализ всеобщих тенденций развития электросвязи хорошо представлен в [1, 2]. В этом разделе будут кратко изложены некоторые соображения, касающиеся проявления аутсорсинга [87] в инфокоммуникационной системе.

Тенденции, которые можно отнести к частным (левый нижний блок на рисунке 4.25), не влияют на общее направление развития инфокоммуникационной системы. Одним из самых простых примеров может служить применение УАТС, в которых используется технология "коммутация каналов". Изменяются лишь некоторые принципы построения сети абонентского доступа. Иная ситуация складывается при установке IP УАТС, для которых характерна технология "коммутация пакетов". В подобных ситуациях – при разумном построении NGN – можно говорить об общих тенденциях, так как изменяются принципы построения местной коммутируемой сети.

Радикальный и эволюционный характер тенденции развития системы электросвязи определяется, как правило, спецификой инфокоммуникационной технологии. Например, аппаратно-программные средства ИС можно рассматривать как инструмент радикального изменения способов предоставления дополнительных услуг. Важный этап развития ТФОП – построение сети ОКС – целесообразно рассматривать как эволюционный процесс, хотя многие (в том числе – и радикальные) изменения в инфокоммуникационной системе без этого немислимы.

Дополняющие и конкурирующие тенденции также проще всего иллюстрировать на примере технологий. В частности, ATM и IP, определенные для второго и третьего уровня модели OSI, целесообразно считать дополняющими технологиями. В качестве примера конкурирующей технологии можно назвать Ethernet.

В следующих параграфах этого раздела рассматриваются те тенденции развития инфокоммуникационной системы, на которые – как мне представляется – следует обратить внимание читателя. Мы начнем с тенденции, упоминание которой стало чуть ли не традицией для статей, посвященных перспективам развития электросвязи. Речь идет о конвергенции. Изложенные ниже соображения основаны на работе [88].

4.3.2. Интеграция и конвергенция

4.3.2.1. Происхождение термина "конвергенция"

Сейчас сложно установить фамилию автора, который первым использовал термин "конвергенция" в литературе, посвященной инфокоммуникационным вопросам. Не проще уяснить причины появления и, главное, успешного проникновения этого слова в лексикон связистов. Просмотрев множество публикаций, мне не удалось обнаружить объяснение смысла термина "конвергенция". В таких случаях лучше всего обратиться к словарям.

В таких авторитетных источниках как "Толковый словарь живого великорусского языка" В.И. Даля или "Словарь русского языка" С.И. Ожегова слово "конвергенция" не упоминается. Оно вошло в наш лексикон сравнительно недавно. Пожалуй, это слово стало часто употребляться в то время, когда в советской печати началась травля академика А.Д. Сахарова. Дело в том, что Андрей Дмитриевич был сторонником теории конвергенции, которая говорит о сближении социальных и экономических аспектов развития стран с разным общественным строем.

Современные источники – "Большой энциклопедический словарь" и "Словарь иностранных слов" – дают определения слова "конвергенция" как в общем виде, так и применительно к некоторым конкретным дисциплинам. Происхождение интересующего нас термина восходит к латинскому слову "converge" – приближусь, схожусь. Если немного перефразировать общее определение, то конвергенцию можно трактовать как возникновение сходства в строении и функциях у систем, изначально далеких по происхождению и назначению. Для определения, более близкого к профессиональному языку связистов, можно предложить такую трактовку словосочетания "Конвергенция инфокоммуникационных сетей" – возникновение сходства в структуре сетей связи, в используемых ими аппаратно-программных средствах и в совокупности услуг, предоставляемых абонентам.

В этом определении выделены три аспекта: структура сети, технические средства их построения и предоставляемые абонентам услуги. Целесообразно привести три примера, иллюстрирующих эти аспекты конвергенции. Это поможет нам разобраться в другом вопросе – различия между конвергенцией и интеграцией. Часто эти два термина рассматриваются как синонимы, что не совсем правильно.

4.3.2.2. Три примера конвергенции

Весьма показателен процесс конвергенции, который можно наблюдать на примере структуры транспортных сетей. Так, структура городских транспортных сетей чаще всего соответствовала полносвязному графу, то есть между всеми узлами, которые должны быть соединены, организовывался свой пучок соединительных линий. В междугородных и сельских транспортных сетях практическое применение нашли структуры типа "дерево" и "звезда".

Теперь перечисленные выше транспортные сети строятся, в основном, на базе кольцевых топологий. Конечно, эти сети значительно различаются по величине обслуживаемой территории (в этом смысле никакой конвергенции между ними быть не может), но принципы их построения заметно сближаются.

Рассматривая структурные характеристики телекоммуникационных сетей, можно найти и другие — более удачные — примеры конвергенции. В частности, на всех уровнях иерархии коммутируемых сетей прослеживается общая тенденция — максимальное использование принципа связи коммутационных станций "каждая с каждой".

Второй пример конвергенции заимствован из истории автоматизации телефонной связи, которая началась с установки АТС в ГТС. Между собой АТС связывались многопарными кабелями. В это же время сеть междугородной связи строилась за счет установки ручных коммутаторов, которые соединялись между собой воздушными линиями связи, уплотняемыми малокабельными аналоговыми системами передачи. Конечно, можно, при желании, найти сходство между АТС и ручным коммутатором, а также между многопарным кабелем и проводами, подвешенными на опорах линий связи. Если быть объективными, различий все же больше.

Что же произошло в последние годы? Цифровая коммутационная техника и программное обеспечение позволяют максимально унифицировать все виды станций, используемых в телефонной сети. Практически все ведущие производители коммутационного оборудования давно разработали комплекс аппаратно-программных средств, позволяющий выпускать международные, междугородные, городские и сельские станции.

Аналогичную картину можно проследить на примере эволюции систем передачи. В настоящее время одни и те же ЦСП синхронной иерархии успешно работают как в международной сети, так и в сетях абонентского доступа. Кабель с ОВ также стал той средой передачи сигналов, которая применяется на всех уровнях иерархии транспортных сетей.

Третий пример конвергенции связан с возможностями современных сетей связи. Рассмотрим две сети. Первая из них — ТФОП, то есть сугубо стационарная сеть. Вторая — сотовая сеть стандарта GSM, позволяющая обслуживать абонентов, которые перемещаются в достаточно широких географических пределах. Сотовые сети

поддерживают функции, которые иногда называют "мобильность терминала" – terminal mobility.

Допустим, что уровень развития ТФОП таков, что она предоставляет услуги ЦСИО. Сравнение функциональных возможностей ТФОП и эксплуатируемых ранее сотовых сетей стандарта GSM (без поддержки GPRS и иных возможностей высокоскоростной передачи данных) приведено в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Функциональные возможности	ТФОП	Сотовая сеть
Передача речи	Да	Да ¹⁾
Передача данных со скоростью до 9,6 кбит/с	Да	Да ²⁾
Передача данных с более высокой скоростью	Да	Нет
Дополнительные виды обслуживания	Да ³⁾	Да ³⁾
Поддержка услуг ЦСИО	Да	Нет
Мобильность терминала	Нет	Да

Примечания:

1) Качество передачи речи соответствует нормам, принятым для стандарта GSM с учетом кодирования на скорости ниже 64 кбит/с, которая принята в цифровой телефонии.

2) Величина 9,6 кбит/с была характерна для сетей стандарта GSM в начальный период их эксплуатации.

3) Для каждой сети характерен свой набор дополнительных видов обслуживания.

Теперь заглянем в будущее. Будем считать, что сотовая сеть полностью соответствует требованиям к системам подвижной связи третьего поколения. Уровень развития ТФОП стал таким, что доступны широкополосные услуги, а также реализованы функциональные возможности "персональной мобильности" – personal mobility. Сравнение функциональных возможностей ТФОП и сотовой сети для более высокого уровня их развития приведено в таблице 2.

Таблица 4.2

Функциональные возможности	ТФОП	Сотовая сеть
Поддержка услуг ЦСИО	Да	Да
Мобильность терминала	Нет	Да
Персональная мобильность	Да ¹⁾	Да ¹⁾
Широкополосные услуги	Да	Да ²⁾

Примечания:

1) Соответствующие услуги в полном объеме обеспечиваются только при взаимодействии обоих видов сетей.

2) Некоторые виды услуг предоставляются не в полном объеме, что объясняется различием в максимально возможной полосе пропускания канала, используемого на участке абонентского доступа.

Эволюция выбранных в качестве примера сетей ведет к тому, что их абонентам доступны почти идентичные услуги. Обе сети более тесно взаимодействуют друг с другом, но это отнюдь не означает, что они объединяются. Иными словами, конвергенция и интеграция не синонимы, но этот вопрос – предмет следующего (последнего) раздела.

4.3.2.3. Конвергенция и интеграция

Различия между конвергенцией и интеграцией, проще всего, объяснить на примере, далеком от телекоммуникационных сетей. Вспомним "бородатый" и не очень смешной анекдот. Он был приведен в [88], а недавно я встретил его в одном из журналов по электро-связи. Кажется, статья также была связана с конвергенцией. Анекдот основан на разговоре двух изрядно выпивших людей, гостя и хозяина комнаты.

Гость: Зачем у тебя на стене висит лом?

Хозяин: Это – часы.

Гость: Как же ты узнаешь время?

Хозяин: Очень просто.

Берет лом и бьет им по стене. Из-за стены раздается голос соседки: "Молодой человек! Уже без четверти двенадцать, а Вы стучите!".

В данной ситуации налицо конвергенция лома и часов, но нет никакой интеграции между этими предметами. Если вмонтировать часы в лом, то можно говорить об их интеграции, но не о конвергенции, так как не будет никакого резона бить ломом по стене, чтобы узнать время.

Мне представляется, что появление термина "конвергенция" было стимулировано развитием интеграционных процессов. Эти процессы похожи на поведение маятника – рисунок 4.26. Его можно назвать маятником изменения концепции развития сети.

Фаза I соответствует тому положению маятника, которое сложилось до начала интеграционных процессов. Существовала совокуп-

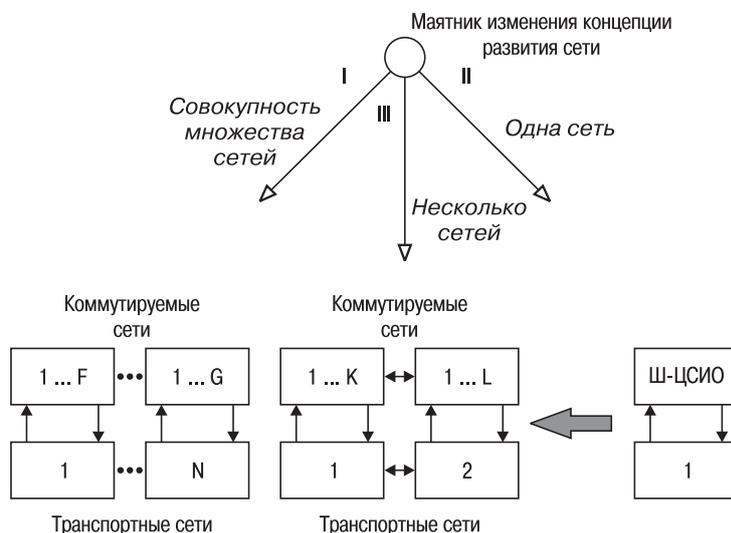


Рисунок 4.26 Развитие интеграционных процессов

ность сетей, ориентированных на весьма узкий спектр поддерживаемых услуг. Можно считать, что Оператору, который поддерживает все виды услуг необходимо создать N транспортных сетей. Каждая из них была способна поддерживать ограниченный ряд коммутируемых сетей (F, G и так далее).

Фаза II связана с концепцией широкополосной ЦСИО. Она подразумевает (в идеале) построение одной транспортной сети. На базе ее ресурсов создается одна коммутируемая сеть (собственно широкополосная ЦСИО), которая поддерживает все требуемые виды инфокоммуникационных услуг [89]. Данную идею – относительно фазы I – можно считать другой крайностью. Ситуация напоминает маятник, качнувшийся в полном соответствии с законами физики в другую сторону.

Фаза III определяет то состояние маятника, которое соответствует состоянию покоя. Оно наступает после завершения колебательного процесса. Длительность этого периода соответствует времени от начала пересмотра концепции широкополосной ЦСИО до формирования идеи NGN в самом общем виде. Называть сеть, формирующуюся на фазе III, конвергентной мне представляется не совсем верным. С другой стороны, надо было заменить отчасти дискредитированный термин "интеграция" чем-то более свежим. Новый термин, востребованный скорее по психологическим соображениям, был выбран с чьей-то легкой руки. Возможно, лучшим вариантом мог бы стать термин "консолидация".

В последнее время появляются публикации [90, 91], в которых критически оценивается введение термина "конвергенция". Тем не менее, большинство авторов в работах, посвященных вопросам развития инфокоммуникационных систем, используют термин "конвергенция".

4.3.3. Концепция "Интеллектуальная сеть"

Классические представления об Интеллектуальной сети сформулированы МСЭ в рекомендациях серии Q.1200 [92]. Эти работы были поддержаны ETSI. Вероятно, нет нужды останавливаться на базовых принципах построения ИС. Они хорошо изложены в технической литературе на русском языке. Основные сведения можно найти, например, в монографии [93]. Основная цель этого параграфа – анализ современных представлений об Интеллектуальной сети, на основе которого можно сделать некоторые прогнозы, интересные с практической точки зрения.

Прежде всего, целесообразно ввести уточнение относительно часто встречающегося выражения "услуги Интеллектуальной сети". Строго говоря, таких услуг нет. Речь идет о дополнительных услугах, которые могут предоставляться Интеллектуальной сетью. Для поддержки этих же услуг применяются и другие средства. Для анализа особенностей ИС достаточно взглянуть на ее модель – рисунок 4.27. На этом рисунке показаны основные функциональные блоки ИС, реализуемой в ТФОП.

В нижней части модели расположено несколько SSP. В отечественной технической литературе встречается несколько вариантов

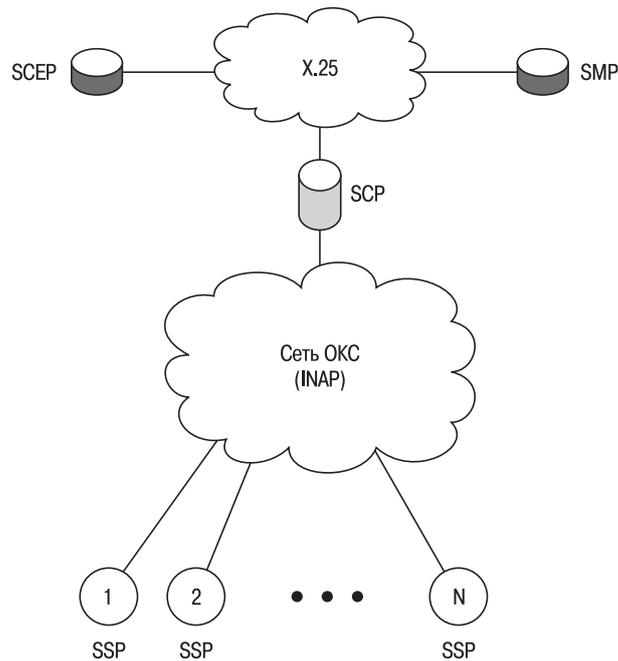


Рисунок 4.27 Модель Интеллектуальной сети

перевода термина "SSP". В этом параграфе будет использоваться такой перевод: средства коммутации услуг. Вместо слова "средства" иногда говорят "узел" или "пункт". Аппаратно-программные средства SSP могут быть частью коммутационной станции, что характерно для последних версий цифровых АТС, или автономным оборудованием [94]. В любом случае SSP можно рассматривать как шлюз между ТФОП и аппаратно-программными средствами ИС. Основные задачи SSP состоят в обнаружении вызовов, обслуживании которых должно осуществляться в ИС, и обработка таких вызовов в соответствии с инструкциями, полученными от SCP (средства управления услугами).

Основные функции SCP заключаются в разработке инструкций по обработке вызова для SSP, а также ведении базы данных, которая необходима для работы ИС. Оборудование SSP и SCP может совмещаться, образуя средства коммутации и управления услугами (SSCP). Один SCP может обслуживать несколько SSP. Каждый SSP может взаимодействовать с несколькими SCP, если такое решение представляется Оператору целесообразным. Такая ситуация может возникать, если один SCP предоставляет услуги, характерные для федерального уровня (например, телеголосование по важным для страны вопросам), второй SCP используется для обработки предоплаченных карт, эмитируемых региональным банком.

Средства создания услуг (SCEP) предназначены для разработки, создания и тестирования программного обеспечения ИС. Это программное обеспечение создается, в основном, для формирования новых или модификации уже используемых услуг.

Задачи, решаемые средствами эксплуатационного управления услугами (SMP), понятны из названия соответствующего функционального блока. Эти средства необходимы для поддержки процессов внедрения услуг, функций начисления оплаты, сбора статистики, тестирования оборудования и управления трафиком ИС.

Понятно, что такая "конструкция" требует существенных затрат Оператора. Для обоснования инвестиций приведен рисунок 4.28 [95]. Следует подчеркнуть, что графики отражают качественные соотношения затрат Оператора.

Первый вариант введения новых услуг основан на традиционном подходе, когда под конкретную задачу модернизируются программно-аппаратные средства коммутационных станций. Вторым вариантом соответствует построению ИС, на основе которой в дальнейшем вводятся практически все новые услуги. Качественные соотношения, показанные на рисунке, отображают тот факт, что при использовании ИС снижаются затраты на введение каждой новой услуги.

Стоимость сети, соответствующей первому варианту, увеличивается при введении каждой i -ой услуги на величину I_{1i} . Стоимость ТФОП обозначена величиной I_0 . По мере расширения спектра поддерживаемых услуг, стоимость сети заметно возрастает.

Сеть, развиваемая по второму варианту, требует создания ИС, стоимость которой обозначена переменной I_{IN} . При введении каждой i -ой услуги стоимость сети увеличивается на величину I_{2i} . Существенно то, что $I_{2i} < I_{1i}$. Начиная с некоторого момента времени t_j , сеть, построенная по второму варианту (то есть, с аппа-

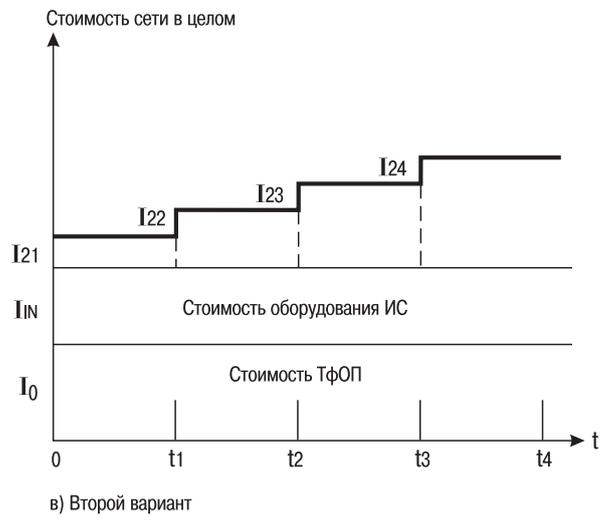
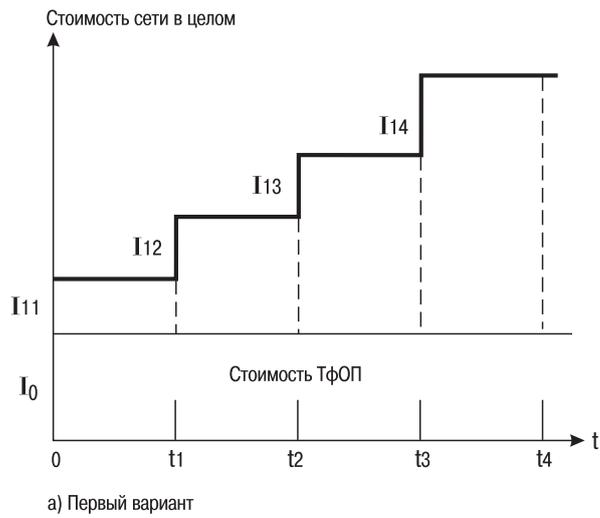


Рисунок 4.28 Два варианта введения дополнительных видов услуг

ратно-программными средствами ИС), становится экономичнее:

$$I_{IN} + (I_{21} + I_{22} + \dots + I_{2n}) < (I_{11} + I_{12} + \dots + I_{1n}). \quad (4.1)$$

Оба графика, показанных на рисунке 4.28, выглядят вполне логичными. Правда, при их составлении не учитывались альтернативные варианты поддержки дополнительных услуг. Кроме того, концепция ИС – при ее инвариантности к виду сетей [92] – все же была ориентирована на трафик речи. В результате появились новые идеи предоставления дополнительных услуг. За это время существенно изменилась и концепция ИС.

Специалисты по компьютерной телефонии (СТТ) предложили экономичный способ введения широкого спектра услуг. Он основан на использовании узла поддержки услуг (SN), использующего функциональные возможности компьютерной телефонии. Концепция ИС также предусматривает применение узла поддержки услуг, но его функции несколько отличаются от того SN, который характерен для платформы компьютерной телефонии. Модель структуры узла SN, который основан на платформе компьютерной телефонии, рассматривается, например, в [96]. На рисунке 4.29 эта модель воспроизводится в упрощенном виде.

Все коммутационные станции местной телефонной сети можно разделить на две группы. В первую группу входят аналоговые и цифровые МС, аппаратно-программные средства которых не поддерживают функций SSP. Если МС можно рассматривать как SSP, то она относится ко второй группе коммутационных станций. Соответственно будут различаться и протоколы сигнализации, используемые двумя группами МС.

Для взаимодействия с серверами приложений, служащими для формирования новых видов услуг, необходима сетевая среда.

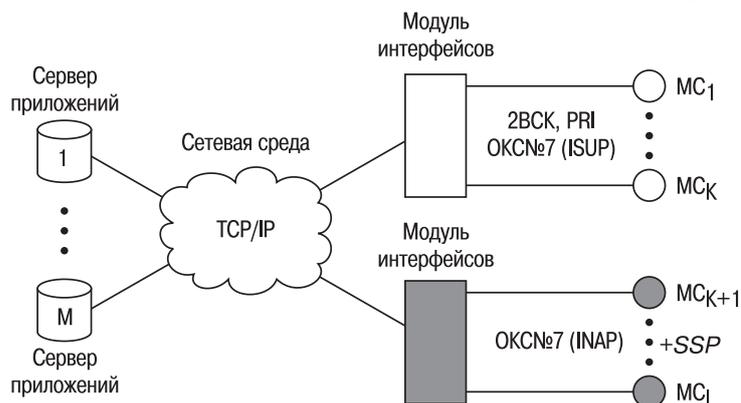


Рисунок 4.29 Модель узла поддержки услуг на платформе компьютерной телефонии

В качестве этой среды показана сеть, основанная на стеке протоколов TCP/IP. Как правило, в этой среде должны также поддерживаться и другие протоколы, а также технологии распределенных вычислений, но это не столь существенно с точки зрения вопросов, рассматриваемых в этом параграфе.

Рассмотренная модель приемлема для классической телефонии, основанной на технологии "коммутация пакетов". Для IP телефонии она будет иной. Если говорить о перспективах, то необходимо также учитывать целесообразность предоставления новых услуг пользователям Internet. Такой подход качественно меняет и разработанную МСЭ (вместе с ETSI) концепцию ИС, и сформулированную рядом международных организаций идеологию СТИ.

На рисунках 4.27 и 4.29 видно, что интеллектуальные ресурсы сети централизуются. Такой подход представляется вполне естественным для сетей телефонной связи. Для Internet, о котором поговорим в следующем параграфе, ситуация меняется. Практически каждый компьютер может содержать информацию, интересную для некоторой группы пользователей. Это означает, что интеллект в Internet становится распределенным. Если рассматривать модель инфокоммуникационной системы как ядро, то можно говорить о размещении интеллектуальных ресурсов на краю сети. Иными словами телефонным сетям и Internet свойственны различные способы размещения интеллектуальных ресурсов.

Для пользователя интересны не только услуги, но и способы доступа к ним, которые ему могут быть предложены Оператором. На рисунке 4.30 показана упрощенная схема поддержки дополнительных услуг. Она иллюстрирует три основных варианта доступа

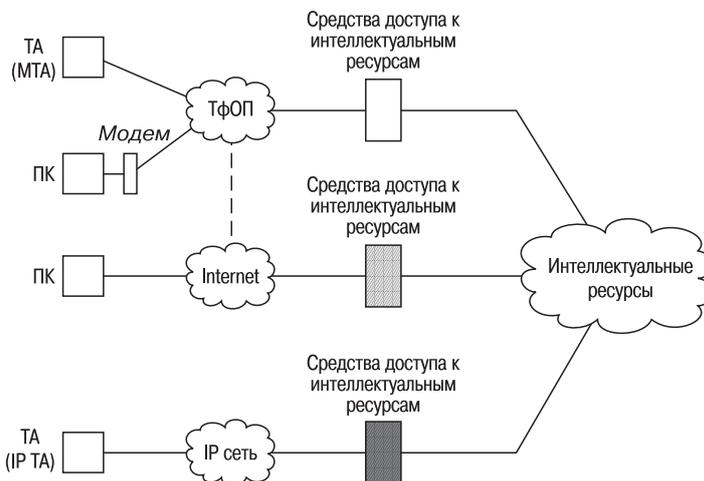


Рисунок 4.30 Три основных варианта доступа к интеллектуальным ресурсам

пользователей к интеллектуальным ресурсам.

Первый вариант рассчитан на абонентов ТФОП, которые могут использовать как стационарные (ТА), так и мобильные (МТА) терминалы. Кроме того, ТФОП обеспечивает подключение ПК, оснащенных модемами. Следует учесть, что в этом случае ТФОП служит только средством доступа в Internet. Второй вариант подразумевает, в основном, применение ПК для получения дополнительных видов услуг через Internet. Для третьего варианта доступа к интеллектуальным ресурсам используется IP сеть. Для предложенной модели показаны два вида используемых ТА – обычный и IP терминал.

Каждая из трех сетей имеет свои средства доступа к интеллектуальным ресурсам, ориентированные на технологию обслуживания вызовов. Этот факт на рисунке отмечен различной окраской соответствующих блоков. Для получения некоторых новых видов услуг могут использоваться две сети. Примеры таких услуг приведены в конце параграфа.

В разделе 1.4.3 первой главы монографии упоминались особенности российской ТФОП по обработке номера вызываемого абонента, который начинается с префикса "8", выделенного для выхода на АМТС. Эти особенности очень существенны для развития ИС. На рисунке 4.31 показана модель, которая иллюстрирует суть проблемы.

План нумерации для услуг, поддерживаемых ИС, был предопределен опытом США по введению услуги FreePhone – вызов, оплачиваемый вызываемым абонентом [97]. Эта услуга была введена еще до разработки концепции ИС. Более этого, коммерческий успех услуги FreePhone стимулировал создание концепции ИС. Для услуги FreePhone в ТФОП Северной Америки был выделен междугородный код "800". Поэтому часто говорят об "услуге 800", что проще для запоминания, чем термин "FreePhone".

Абонент набирает префикс выхода на АМТС (в североамериканской ТФОП – цифру "1"), цифры 800 (код АВС) и семизначный

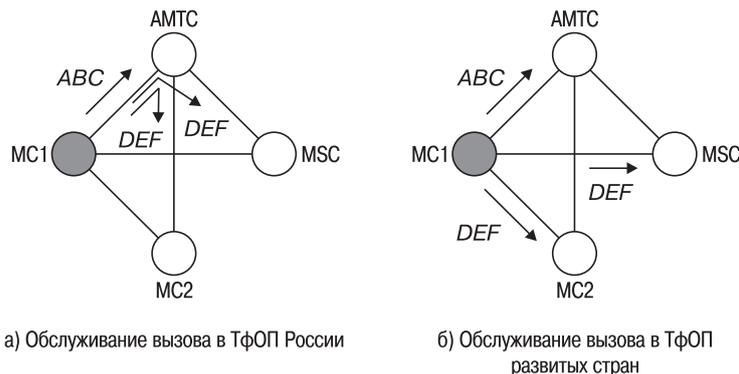


Рисунок 4.31 Два варианта обработки вызова в телефонной сети

номер (abxxxx), который обычно называется логическим. Название "логический" связано с тем, что номер abxxxx не идентифицирует место размещения вызываемого абонента. Этот номер определяет вид услуги. Код ABC не "привязан" к зоновой сети. Поэтому его часто называют негеографическим, а для того, чтобы не путать с кодами ABC обозначают иными буквами – DEF. Аналогично, вместо букв abxxxx иногда пишут dezzzz.

К сожалению, эффективному использованию подобного плана нумерации в России препятствуют те негативные свойства национальной ТФОП, которые были заложены несколько десятилетий назад. Об этом мы уже говорили в первой главе монографии. В левой части рисунка 4.31 для российской ТФОП показаны примеры обслуживания вызовов, начинающихся с префикса выхода на АМТС. Оборудование МС1 после получения префикса выхода на АМТС выбирает свободную ЗСЛ и не обрабатывает последующую информацию о номере вызываемого абонента. Если абонент набрал полный (десятизначный) номер терминала сотовой связи, то соединение с MSC будет установлено через АМТС по пучку СЛМ. Если абонент заказывает услугу в ИС, то после анализа логического номера в SCP, инструкции попадут обратно в АМТС. Допустим, что для поддержки необходимо установить связь с оператором, включенным в МС2. Тогда разговорный тракт между МС1 и МС2 будет установлен через АМТС.

В правой части рисунка 4.31 показаны пути установления соединения в тех ТФОП, которые созданы в развитых странах. Вся информация о номере вызываемого абонента накапливается в МС1. Анализ этой информации позволяет определить оптимальный алгоритм обслуживания вызова. Связь с АМТС устанавливается при наборе кода ABC (или в том случае, когда она выполняет функции транзитного узла местной сети). При связи с MSC и МС2 используются прямые пучки СЛ.

Цифровые коммутационные станции в принципе способны обслуживать вызовы в соответствии с алгоритмом, принятым в ТФОП развитых стран. Правда, потребуется изменение программного обеспечения. Кроме того, необходимо решение ряда организационных и финансовых вопросов. Для аналоговых коммутационных станций, которые пока еще доминируют в составе российской ТФОП, изменение алгоритмов обслуживания вызовов вряд ли имеет практический смысл и техническую возможность.

Концепция ИС предусматривает эволюционное развитие, в процессе которого будет предоставляться все более широкий спектр услуг. Эти услуги поделены на наборы возможностей – Capability Set (CS). Большинство эксплуатируемых ИС поддерживают первый набор возможностей, названный CS-1. Реже предоставляется набор возможностей SC-2. В состав CS-1, помимо уже упомянутой FreePhone, входят, например, такие услуги:

- ♦ вызов с автоматической альтернативной оплатой (DEF=801);
- ♦ вызов по кредитной карте (DEF=802);
- ♦ телеголосование (DEF=803);
- ♦ универсальный номер доступа (DEF=804);
- ♦ вызов по предоплаченной карте (DEF=805);
- ♦ вызов по расчетной карте (DEF=806);
- ♦ виртуальная частная сеть (DEF=807);
- ♦ универсальная персональная связь (DEF=808);
- ♦ платное информационное обслуживание (DEF=809).

В скобках указаны те коды DEF, которые зарезервированы Администрацией связи России в плане нумерации ТФОП для национальной ИС. Следует учесть, что коды DEF будут применяться для дополнительных услуг, поддерживаемых классической ИС. Если эти услуги реализуются средствами СТИ, то обычно используется план нумерации местной телефонной сети.

Для каждого Оператора очень важен вопрос об экономической эффективности ИС. Операторы, использующие современное телекоммуникационное оборудование и работающие с теми клиентами, для которых характерен высокий платежеспособный спрос на современные услуги, имеют определенное преимущество. Например, по данным на 2002 год выручка от использования ИС составляла порядка 3 – 4% от общей суммы доходов Оператора [98], а в перспективе может возрасти до 10 – 12%. Операторы, входящие в МРК, имеют более скромные результаты. Даже ОАО "Уралсвязьинформ" [99] – один из лидеров в области практического использования новых технологий – не получал за последние годы более 3,5% доходов за счет услуг ИС, ЦСИО и Internet в совокупности.

В этом нет ничего страшного, если рассматривать ИС не только как источник новых доходов. Действительно, ресурсы ИС можно считать эффективным средством CRM -управления взаимоотношениями с клиентами [100, 101]. Кроме того, реализация ИС стимулирует модернизацию системы общеканальной сигнализации [102], которая играет важную роль в дальнейшем развитии инфокоммуникационной системы.

Система общеканальной сигнализации №7 была разработана МСЭ. Рекомендации, определяющие основные требования к системе общеканальной сигнализации, изложены в рекомендациях МСЭ серии Q.700 [92]. Модель системы, обеспечивающей поддержку ИС, приведена на рисунке 4.32 [103, 104]. В таком виде система общеканальной сигнализации способна передавать сообщения для всех современных сетей (в частности, мобильных), а также эффективно решать задачи обмена информацией для технического обслуживания и начисления платы за инфокоммуникационные услуги.

В подсистеме переноса сообщений (МТР) специфицированы три уровня. Основная задача МТР – обеспечение надежного обмена информацией между смежными узлами, которые называются

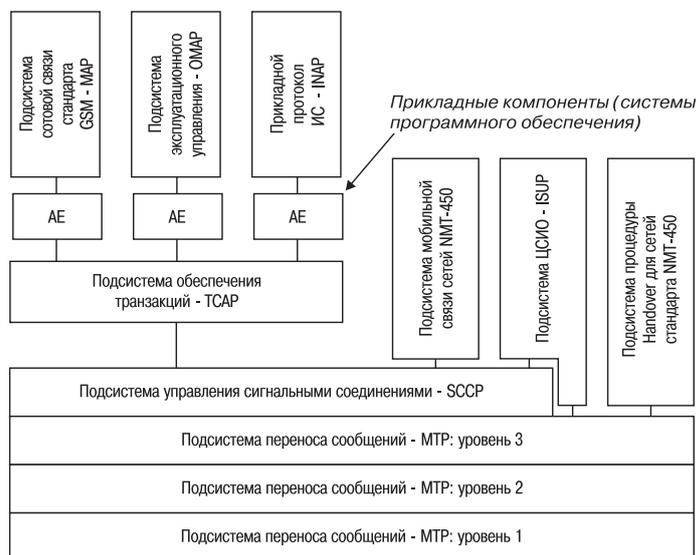


Рисунок 4.32 Модель системы общеканальной сигнализации

пунктами сигнализации (SP). Подсистема SCCP дополняет функции MTP до тех возможностей, которые свойственны сетевому уровню модели OSI.

Подсистема MTP (самостоятельно или совместно с SCCP) используется для обмена сигнальной и служебной информацией для ТФОП, включая ЦСИО (по ISUP), а также для сети мобильной связи аналогового стандарта NMT-450 [105]. Кроме того, MTP совместно с SCCP предоставляет свои услуги для TCAP – подсистемы обеспечения транзакций.

Прикладные компоненты (AE) обеспечивают системе общеканальной сигнализации все функциональные возможности, свойственные семиуровневой модели OSI. В качестве прикладных процессов, использующих эти возможности, на рисунке 4.32 показаны:

- ♦ подсистемы сотовой сети стандарта GSM (MAP);
- ♦ подсистема эксплуатационного управления оборудованием сигнализации (OMAP);
- ♦ прикладной протокол (INAP), который необходим для функционирования Интеллектуальной сети.

Наряду с развитием системы общеканальной сигнализации совершенствовались и другие важные компоненты инфокоммуникационной сети. Постепенно формировались потенциальные условия для введения качественно новых видов услуг. Такая возможность

очень важна для Оператора, так как позволяет не только увеличить доходы, но и повысить его конкурентоспособность.

Интересными примерами таких услуг, анонсированных в середине этого параграфа, можно считать следующие привлекательные для потенциальных абонентов возможности:

- ♦ Internet Call Waiting (уведомление о вызове при работе в Internet);
- ♦ Click-to-Dial (установление разговорного тракта в процессе работы в Internet);
- ♦ Voice-Access-to-Content (получение информации из Internet в виде речевых сообщений).

Первая услуга похожа на традиционную услугу ТФОП Call Waiting – уведомление о новом вызове в процессе проведения разговора. Обычно абонент узнает о поступившем новом вызове за счет специального сигнала, именуемого тиккером. Этот сигнал не мешает разговору, но хорошо различим благодаря удачному выбору акустических параметров. При работе в Internet такой сигнал подать невозможно. С другой стороны, можно передать другой сигнал, который появится на экране ПК. После этого пользователь принимает решение, которое зависит, в том числе, от функциональных возможностей используемого им оборудования. Например, вызов может быть принят через компьютер, если этот ПК оснащен средствами VoIP (голос поверх IP). Новый вызов, при наличии технической возможности, переводится на другой телефон или в систему голосовой почты. Самое простое решение – прервать работу в Internet и ответить по телефону.

Услуга Click-to-Dial позволяет пользователю, просматривающему Web-страницы, связываться с оператором по телефону. Обычно процедура связи инициируется нажатием клавиши мышки на соответствующей пиктограмме. В процессе разговора с оператором просмотр Web-страниц может продолжаться, что привлекательно для пользователя и Поставщика услуг. В конечном счете, повышается вероятность удачного завершения покупки товаров или услуг. Услуга Click-to-Dial может предоставляться бесплатно [106]. В этом случае она становится похожей на услугу FreePhone.

Привлекательной чертой услуги Voice-Access-to-Content следует считать получение информации в той форме, которая – по каким-либо причинам – предпочтительна для пользователя. Во-первых, не всегда под рукой есть компьютер, а телефон (тем более, мобильный) обычно искать не приходится. Во-вторых, некоторые виды информации (в частности, новости) привычнее воспринимать на слух. Найдутся, вероятно, и другие ситуации, когда услуга Voice-Access-to-Content будет весьма привлекательна для клиентов Оператора.

Пока нет достоверных прогностических оценок для подобных услуг. Тем не менее, можно предположить, что дальнейшее развитие ИС будет осуществляться с учетом тех возможностей, которые присущи IP технологии в целом и Internet в частности.

4.3.4. Internet

4.3.4.1. Терминологические аспекты

Слово "Internet" появилось в нашем лексиконе недавно, но закрепилось очень быстро и прочно. Известные варианты перевода на русский язык – "интерсеть" (группа связанных маршрутизаторами сетей, способная функционировать как одна большая виртуальная сеть) или "межсетевой" – не в полной мере отражают смысл нового термина. Для приемлемого определения термина "Internet" целесообразно вспомнить историю его создания и развития.

Родиной Internet считается США. Первой датой, важной с точки зрения появления Internet, считается 1964 год [107]. В этот год по заданию Министерства обороны США была разработана концепция сети, в которой впервые был реализован метод коммутации пакетов. Эта сеть не содержала ни устройств распределения информации, ни средств управления. Тем не менее, именно она послужила прототипом Internet, претерпев, конечно, ряд радикальных изменений.

В 1969 году началась опытная эксплуатация сети, получившей название ARPANET. В некоторых публикациях эта аббревиатура пишется иначе – ARPAnet. Первые четыре буквы образованы из названия на английском языке Управления перспективных исследовательских программ в Министерстве обороны США (Advanced Research Projects Agency). Три последние буквы – сокращение от слова "network" – сеть.

Одна из основных целей ARPANET заключалась в объединении вычислительных ресурсов всех участников разработок, проводимых в интересах Министерства обороны США. Эта сеть быстро росла и совершенствовалась. В 1984 году она разделилась на две сети. Одна из сетей стала открытой; она сохранила название ARPANET. Вторая сеть стала развиваться в интересах Министерства обороны США.

Официально ARPANET прекратила свое существование. Это объясняется тем, что самое эффективное развитие Internet могла обеспечить сеть NFS Национального научного фонда США. Этот фонд финансировал создание и эксплуатацию ряда других сетей, но не таких крупных. В 1985 году при поддержке Национального научного фонда были созданы крупные вычислительные центры для использования всеми университетами США. Эти центры были объединены сетью обмена данными. Ряд университетов к этому времени создали свои сети обмена данными, в которых был использован стек протоколов TCP/IP.

Так начала формироваться сеть Internet. В [107] подчеркнута основная цель развития Internet в середине 80-х годов: обеспечение дистанционного доступа к вычислительным ресурсам, которые представляли собой мощные ЭВМ. Целесообразность поддержки системы "электронной почты", обмена файлами, рассылки новостей стала ясна позже.

Термин " Internet " стал широко использоваться с 1983 года.

Он применялся для обозначения концепции взаимосвязанных сетей. В 1993 году Национальный научный фонд США существенно изменил принципы построения сети. В результате было создано пять узлов доступа к сети, известных по аббревиатуре NAP (Network Access Point). Через два года опорная сеть Национального научного фонда США фактически была закрыта. Узлы NAP стали своего рода новым фундаментом Internet.

В 90-х годах на рынке вычислительной техники важную роль стали играть ПК. Задача дистанционного доступа к вычислительным ресурсам стала менее актуальна. На первый план вышли проблемы информационного рынка. С одной стороны, Internet можно рассматривать как одно из эффективных средств информационного обслуживания. В этом смысле Internet представляет собой информационную систему. Анализ такой системы целесообразно осуществлять, используя соответствующие методы информатики и других смежных дисциплин. С другой стороны, Internet можно рассматривать как совокупность взаимосвязанных сетей, что, кстати, точнее отражает перевод этого слова на русский язык. Это означает, что Internet – телекоммуникационная сеть. Следовательно, Internet можно анализировать как сеть, привлекая соответствующие экономико-математические методы.

Подобные соображения позволяют рассматривать Internet как своего рода двуликого Януса. Одно лицо представлено информационной системой, а второе – сетью связи. Иными словами, Internet представим в виде объекта, который можно обозначить термином "сеть-система". В большинстве случаев понятие "система" считается общим, включая в свой состав термин "сеть". В этом смысле термин "инфокоммуникационная система" идеально подходит для Internet.

Отождествлению Internet с информационной системой способствует то, что именно Всемирная паутина (WWW) стала основной услугой Internet. Это не умаляет значения Internet для электронной почты (e-mail), передачи файлов (FPT), интерактивной переписки (Chat) и других приложений.

Большинство терминов, используемых ныне в электросвязи, было разработано телефонистами. Для Internet характерна специфическая технология. Это объясняется особенностями телекоммуникационных технологий и информационных процессов, которые не были свойственны телефонии. Целесообразно ввести несколько определений, которые будут полезны для дальнейшего изложения материала, касающегося Internet. Приведенные ниже определения составлены на основе материалов, заимствованных из [11, 108] и ряда других источников.

1. Домен (domain). Каждой стране выделено некоторое кодовое обозначение длиной в две-три буквы латинского алфавита, которое называется доменом первого уровня. Если адрес заканчивается буквами "ru", то соответствующий сайт находится в домене России.

Существуют также домены первого уровня, которые связаны не с географией, а с направленностью сайта. Например, буквы "com" используются для коммерческих организаций, а буквы "edu" для образовательных учреждений. Домены второго уровня выдаются организациям и частным лицам в аренду. Домен второго уровня, так же как и следующих, должен состоять из цифр и букв латинского алфавита. Выбирая домен второго уровня для своего сайта, как правило, стараются найти слово, которое будет соответствовать названию организации, товара или направления деятельности, а также легко читаться и запоминаться. Владелец домена второго уровня имеет возможность создавать неограниченное количество адресов третьего и далее уровней.

2. Рунет (Runet). В технической литературе все чаще встречается слово "Рунет". Этот термин указывает на российский Internet. Границы в Internet обычно "проходят" не по географическим признакам, а определяются языком общения. Поэтому под Рунетом обычно понимают не только информационные ресурсы в домене "ru", но и все русскоязычные сайты.

3. Поисковая система (search engine). Эта система служит инструментом для поиска информации в Internet. Поисковые машины различаются по области действия на локальные (ограничивающиеся, например, национальным доменом или определенным языком) и глобальные (они, в частности, качественно осуществляют поиск по сайтам в США, где размещается значительная часть информационных ресурсов). Большинство поисковых машин не требуют знания специального языка запросов. Достаточно указать в строке запроса несколько ключевых слов, определяющих область интереса пользователя. Основным объектом для поисковой машины – тексты.

4. Сайт (site), Web-сайт (Web-site). Сайт – это место в Internet, которое определяется своим адресом, имеет своего владельца и состоит из нескольких Web-страниц, которые воспринимаются как единое целое. Обычно Web-страницы имеют идентичный дизайн. Строгого определения для термина "сайт" не существует. Например, некоторые разделы больших сайтов вполне могут восприниматься и даже определяться их владельцами как отдельные сайты.

5. Сервер (server, Web-server). Этот термин употребляется в трех различных значениях. Во-первых, он в некоторых случаях эквивалентен термину "сайт". Во-вторых, сервером называют компьютер, который обеспечивает работу сайта. В-третьих, так иногда именуется основная программа, которая обеспечивает работу Web-сайта. Главная задача сервера – передача страниц сайта по протоколу http.

6. Портал (portal). Это слово, заимствованное из архитектурных терминов, в Internet означает "главный вход". Портал должен сочетать услуги, информационные ресурсы и ссылки на другие источники таким образом, чтобы удовлетворять потребности большого числа пользователей. Основная идея существования портала

заключается в том, что, создав некую совокупность сервисных возможностей, можно набрать такое количество пользователей, которое будет "самопополняющимся". После чего посещаемость портала растет практически без дополнительных затрат на рекламу. Поэтому порталом считается известный сайт с очень большим количеством посетителей. Сайты, предназначенные для широкой аудитории, иногда называют "горизонтальными" порталами, а тематические – "вертикальными". Следует отметить, что слово "портал" стало модным. Поэтому его часто применяют к любым сайтам, исключая домашние страницы.

7. Web-страница (Web-page). Web-страница представляет собой самостоятельную часть Web-сайта. Этот документ имеет уникальный адрес, который более известен по аббревиатуре URL.

8. Домашняя страница (homepage). Эти два слова – распространенное название персонального сайта. Домашние страницы обычно заводят либо на сервере Провайдера услуг Internet, который, как правило, предусматривает такую возможность при заключении договора на обслуживание клиентов, либо на корпоративном сайте, либо на тех сайтах, где предоставляется бесплатный хостинг.

9. Хост (host). Существует несколько толкований этого термина. Чаще всего хостом называют любое устройство (в том числе и ПК), подключенное к Internet и использующее стек протоколов TCP/IP. Реже под хостом понимают главную ЭВМ.

10. Хостинг, Web-хостинг (web-hosting). Под хостингом обычно понимают услугу по размещению чужого Web-сайта на своем Web-сервере. Хостингами называют также сами площадки или серверы, предоставляющие эту услугу. Бесплатный Web-хостинг обычно сопровождается определенными требованиями: ограничением по содержанию и объему размещаемых файлов, использованию баз данных и другими.

11. Прокси (проxy). Это слово означает промежуточный (транзитный) Web-сервер, используемый как посредник между браузером и конечным Web-сервером. Основная причина использования прокси-сервера – экономия объема передачи информации и увеличение скорости доступа. Например, если большинство сотрудников компании часто пользуются одним и тем же Web-сервером, содержащим актуальную информацию, то страницы такого сервера сохраняются в прокси и, таким образом, будут запрошены с оригинального сервера всего один раз. Вторая причина использования прокси-сервера – экономия IP-адресов. При использовании прокси компании нужен всего один IP-адрес.

12. Web-браузер (browser). Данная программа предоставляет пользователю возможности по навигации и просмотру Web-ресурсов, скачиванию файлов, а также для ряда других операций.

13. HTTP. Протокол http определяет принципы передачи Web-страниц по сети Internet. Сначала протокол http использовался

только для передачи html-документов. В настоящее время посредством http можно передавать любую информацию, в том числе неподвижные изображения, звук, видео.

14. HTML. На этом языке браузеру (навигатору) сообщается, какой именно текст и другие элементы (рисунки таблицы и прочее) и каким образом нужно отображать на странице. На языке HTML не программируют, а особым образом размечают текст, который предназначен для публикации в Internet. Язык HTML позволяет связывать страницы между собой с помощью ссылок. Наличие ссылок – важное свойство Web-страниц.

15. IP-адрес. Этот адрес используется для идентификации узла в сети и для определения принципов маршрутизации. Адрес состоит из идентификаторов сети (network ID) и хоста (host ID), присвоенного сетевым администратором. Идентификатор сети – часть IP-адреса, которая определяет группу компьютеров и устройств одной логической сети. Идентификатор хоста – часть IP-адреса, определяющая принадлежность компьютера к определенной сети. Обычно IP-адрес записывают в виде четырех чисел со значениями от 0 до 255, разделенных точками.

16. DNS-сервер. Основная функция этих специальных Web-серверов – хранение информации об IP адресах и ее преобразование.

17. URL (Universal Resource Locator). Этот термин расшифровывается как адрес страницы в Internet. URL состоит из доменного имени, пути к странице на сайте и имени файла страницы. Как правило, файлы, содержащие Web-страницы, имеют расширения ".htm" или ".html".

Эти термины обычно легко воспринимаются молодыми специалистами, которые, как правило, сначала осваивают Internet, а потом основы электросвязи. Инженеры и научные работники, давно занимающиеся телефонной связью, часто испытывают сложности с терминологией Internet по трем причинам. Во-первых, система понятий, которая характерна для Internet, заметно отличается от той, что принята в телефонии. Во-вторых, сленг, на котором разговаривает большинство специалистов в области Internet, мягко говоря, не всегда похож на русский язык. В-третьих, определения многих терминов, характерных для Internet, в большинстве популярных словарей даются без соблюдения принципа, который рекомендует избегать "порочных кругов" [109].

Совокупность этих терминов достаточна для изложения материалов следующих параграфов, касающихся Internet. Теперь можно перейти к структурным аспектам Internet. В этом ракурсе Internet целесообразно рассматривать как инфокоммуникационную сеть.

4.3.4.2. Структура сети Internet

Сеть Internet не имеет столь четкой структуры как ТФОП. Это объясняется тем, что Internet содержит некое множество сетей, каждая из которых создавалась без заранее установленных правил. По этой причине при описании структуры сети Internet лучше оперировать иными "строительными модулями", чем коммутационное оборудование, привычное, в частности, для анализа ТФОП.

В некоторых сетях, входящих в Internet, используются специфические протоколы маршрутизации. Характерным примером таких решений можно считать сети спутниковой связи [110]. Подобная сеть обычно рассматривается как автономная система Internet, известная специалистам по аббревиатуре AS [111]. Связь между каждой парой AS может быть организована напрямую или через точки обмена трафиком IXP. На рисунке 4.33 показан фрагмент сети Internet с пятью автономными системами. Для взаимодействия автономных систем разработан межсетевой протокол BGP.

Подобный способ описания сети Internet представляет интерес для математического анализа структурных характеристик на неориентированных графах. Возможные маршруты обмена IP пакетами между двумя локальными сетями или компьютерами (две вершины графа) могут быть определены как совокупность маршрутизаторов, которые связаны между собой определенным образом. Кстати, среднее число маршрутизаторов в тракте передачи IP пакетов с 1998 по 2001 год увеличилось с 18 до 20 [112]. Понятно, что такая тенденция стимулирует пересмотр принципов построения сети Internet.

На рисунке 4.34 приведен пример фрагмента сети Internet, в котором между двумя локальными сетями показаны возможные пути обмена IP пакетами. Такое представление об Internet позволяет расширить область анализа характеристик сети. В частности, подобная модель удобна для исследования вероятностно-временных характеристик процессов обмена IP пакетами.

Те представления, которые свойственны рассматриваемой модели сети Internet, не учитывают иерархические принципы связи ее узлов. Для анализа иерархической модели Internet целесообразно

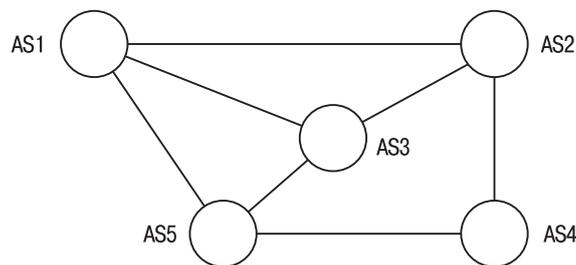


Рисунок 4.33 Связь между автономными системами Internet

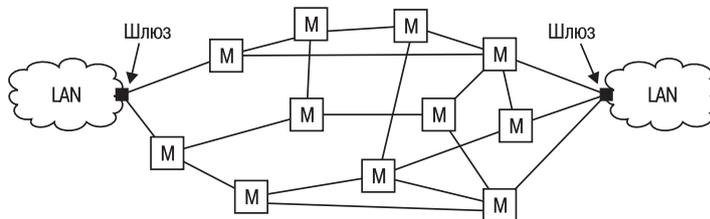


Рисунок 4.34 Модель связи двух локальных сетей

выбрать подходящие элементарные блоки, формирующие сеть. В качестве таких элементов целесообразно выбрать сети Операторов, которые выполняют функции Провайдеров услуг Internet. Они более известны по аббревиатуре ISP (Internet Service Provider). На рисунке 4.35, приведенном в [106], показана модель сети, которая учитывает иерархическую структуру Internet.

На нижнем уровне иерархии расположены местные ISP. Для данной модели показаны пять таких узлов, в которые включены ПК пользователей (клиентов). Два ПК окрашены; для них чуть позже мы будем рассматривать маршрут прохождения пакетов. На следующем уровне находятся региональные ISP. Они обеспечивают подключение местных ISP. Кроме того, предусмотрен выход на национальный уровень. Он, в свою очередь, обеспечивает доступ на транзитный (международный) уровень.

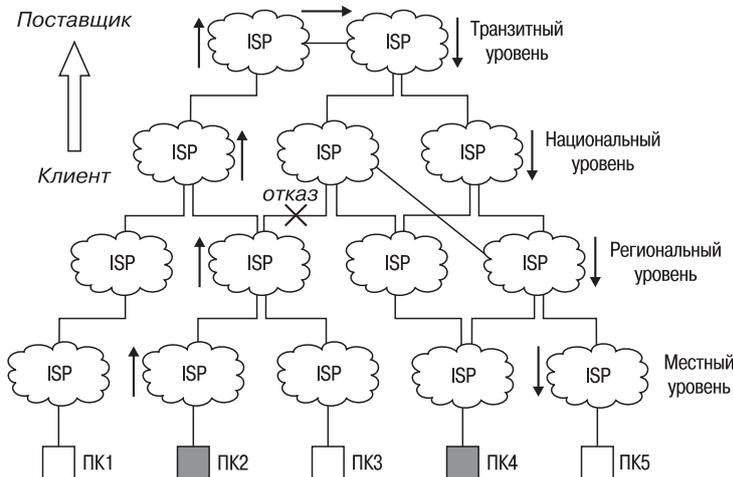


Рисунок 4.35 Иерархическая модель сети Internet

Эти уровни иногда называют ярусами. Это чаще встречаемый перевод с английского языка термина "tier", который используется для описания иерархической структуры сети Internet. Каждый ISP нижнего уровня рассматривается как клиент для ISP более высокого уровня, который выполняет функции Поставщика. Этот факт отмечен в левой верхней части рисунка 4.35.

Для ПК2 и ПК4 может быть создано несколько маршрутов обмена информацией. Стрелками показан самый "длинный" маршрут, выбор которого обусловлен отказом одного из направлений связи, отмеченного крестиком. Очевидно, что подобные маршруты должны использоваться в редких случаях. Для экономичного построения сети в условиях растущего трафика Internet необходимо организовывать маршруты, проходящие через меньшее число иерархических уровней. С этой точки зрения принципы развития ТФОП и Internet совпадают.

Однако распределение трафика по уровням иерархии в ТФОП и Internet меняется вследствие различных причин. Для российской ТФОП за последние пять лет соотношение между междугородным и международным трафиком изменилось примерно в два раза. Суммарный трафик стабильно растет, но темпы увеличения международной нагрузки более существенны. Характер этого процесса, по всей видимости, обусловлен спецификой развития российской экономики. Для Internet соотношение между междугородным и международным трафиком также за пять лет изменилось в пять раз [113]. В настоящее время около 60% генерируемого трафика замыкается внутри Рунет. Эта тенденция, скорее всего, объясняется размещением на отечественных сайтах информационных ресурсов, которые необходимы российским пользователям.

4.3.4.3. Адресация в Internet

Система назначения адресов в Internet на первый взгляд совсем не похожа на план нумерации, принятый в ТФОП. Такое впечатление усиливается, когда рассматриваются так называемые доменные имена. На самом деле сходство легко можно обнаружить, если проанализировать функции DNS-сервера. В этот сервер поступает адресная информация, состоящая из букв и символов, которые разрешается использовать в Internet. Например, для выхода на тот сайт, где представлен проект "Беседы о телекоммуникациях", необходимо указать такой адрес: <http://www.teleinfo.ru>. Задача DNS-сервера заключается в том, чтобы "пересчитать" этот адрес в следующий вид: W.X.Y.Z. Каждой букве соответствует число в диапазоне от 0 до 255, то есть 256 возможных значений.

DNS-сервер принимает запрос на преобразование доменного имени в IP адрес. Если этот адрес известен, то DNS-сервер выдает соответствующую информацию в виде W.X.Y.Z. Возможно, что DNS-сервер не знает искомым IP адрес. Тогда он обращается к другим DNS-серверам. Бывает, что пользователь указал неверное доменное имя или же в сети произошел какой-либо сбой. В подобных ситуациях после общения DNS-серверов пользователю будет выдано сообщение о невозможности установления связи.

При выходе в Internet каждому ПК (также как и любому другому устройству) на время сеанса связи выделяется IP адрес. Эта процедура может осуществляться двумя способами. Во-первых, может выделяться постоянный IP адрес. Такой адрес называют статическим. Во-вторых, адрес может присваиваться только на сеанс связи. Такой адрес именуется динамическим. Второй способ позволяет экономно использовать IP адреса, выделенные Провайдеру. Некоторые виды программного обеспечения требуют выделения статических IP адресов. Кроме того, ряд систем обеспечения безопасности были ориентированы на статические IP адреса. В настоящее время созданы возможности по широкому использованию динамических IP адресов при соблюдении требований, свойственных различным группам пользователей Internet.

Почтовый адрес имеет простую структуру. Имя пользователя отделяется от адреса ПК символом "@". В качестве примера можно привести почтовый адрес, выделенный для тех вопросов, которые могут возникнуть у читателей: nsokolov@teleinfo.ru.

4.3.4.4. Intranet и Extranet

Сначала в наш лексикон вошло слово Internet. Затем появились два созвучных термина – Intranet и Extranet [114]. Возникновение соответствующих концепций можно рассматривать как сходство в принципах эволюции ТФОП и Internet. Идеи построения Intranet имеют много общего с принципами организации системы учрежденческой телефонной связи [115, 116]. Причины формирования ведомственных и корпоративных сетей телефонной связи [117] похожи на те, которыми обосновывают создание Extranet.

Intranet целесообразно рассматривать как компьютерную сеть учрежденческой связи, в которой используются протоколы Internet. Считается, что такой подход значительно повышает эффективность системы учрежденческой (производственной) связи. Сеть Intranet похожа на Web-систему, расположенную в пределах одной организации. В идеале Intranet предполагает высокий уровень автоматизации информационных процессов в организации. В частности, при использовании электронного документооборота [118], корпоративная система внутренней электронной почты будет заметно упрощать поиск и распространение информации. Кстати, некоторые специалисты считают, что Intranet будет способствовать развитию системы электронной почты, соответствующей рекомендации МСЭ X.400 [68].

Важное требование к большинству сетей Intranet – обеспечение безопасности и конфиденциальности связи. Для решения соответствующих задач используются как стандартные, так и специализированные аппаратно-программные средства.

Перечень тех услуг, которые востребованы в Intranet, будет, как правило, превышать типичный набор видов обслуживания, характерных для Internet. Такая же ситуация всегда сопровождала телефонную связь. Дополнительные услуги популярны у абонентов УАТС. Абоненты коммутационных станций с программным управлением заказывают эти услуги очень редко.

Extranet – это сеть, создающаяся для некоторых групп пользователей, которые не состоят в штате компании, но связаны с ней бизнес-процессами или иными отношениями. В качестве примеров таких групп пользователей можно назвать контрагентов, продавцов и покупателей. Сети Extranet могут создаваться для реализации какого-либо проекта, то есть на ограниченный период времени. Допускается изменение состава любой группы пользователей. Перечень функциональных возможностей пользователей Extranet также может варьироваться. Extranet можно рассматривать как объединение нескольких сетей Intranet. В таком объединении численность пользователей Extranet не представляется существенной.

Хотя в сетях Internet, Intranet и Extranet используются идентичные протоколы и аппаратно-программные средства, между ними существуют принципиальные различия. Первое различие связано с правом доступа. Для Internet характерен открытый доступ, что

позволяет провести аналогию с ТФОП. Сеть Intranet предназначена для сотрудников своей компании – как УАТС. Круг пользователей с возможностью разграничения полномочий в Extranet устанавливается администратором сети. Второе различие Internet, Intranet и Extranet – права собственности. Понятно, что сеть Internet не принадлежит никому. Две другие сети – Intranet и Extranet – всегда имеют конкретных владельцев.

4.3.4.5. Влияние Internet на инфокоммуникационную систему

Развитие Internet, подобно сетям мобильной связи, осуществляется стремительно. С точки зрения качественных изменений и тех функциональных возможностей, которые предоставляются пользователям, Internet можно считать безусловным лидером. Один из интересных аспектов развития Internet – его заметное влияние на перспективную инфокоммуникационную систему.

Соответствующие процессы затрагивают многие аспекты экономики и социальной сферы. На рисунке 4.36 показана схема, предлагаемая для анализа влияния Internet на инфокоммуникационную систему. Для этого анализа Internet рассматривается и как сеть электросвязи, и как информационная система.

Некоторые аспекты влияния Internet на другие сети электросвязи рассматривались в других параграфах монографии. Резюмируя их и учитывая другие аспекты, целесообразно выделить следующие положения:

- ♦ Internet стимулирует повышение интеллекта тех сетей электросвязи, которые вовлекаются в процессы совместного предоставления ряда новых услуг;
- ♦ IP протокол начинает широко применяться во многих сетях электросвязи, создавая основы NGN;
- ♦ WWW и некоторые другие приложения требуют существенного расширения пропускной способности транспортных сетей;
- ♦ Web-технологии все чаще применяются для решения задач технического обслуживания телекоммуникационного оборудования;
- ♦ основные принципы построения Internet постепенно изменяются, испытывая, в том числе, влияние других сетей электросвязи.

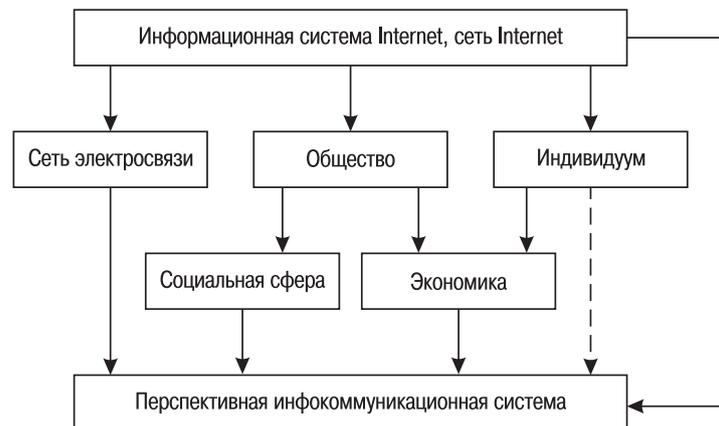


Рисунок 4.36 Влияние Internet на инфокоммуникационную систему

Влияние Internet на общество в целом целесообразно рассматривать с двух точек зрения. Во-первых, необходимо уяснить значение Internet, как информационной системы, для экономики. Во-вторых, целесообразно обратить внимание на развитие социальных аспектов. Следует подчеркнуть, что влияние Internet не всегда связано с положительным эффектом.

Вернемся к блоку "Экономика". В XX веке информация стала рассматриваться и как важный ресурс, и как хорошо продаваемый товар [119]. Косвенным доказательством важности информационной индустрии могут служить данные, приведенные в таблице 4.3. Она иллюстрирует динамику распределения рабочих мест за 120 лет для США [119].

Таблица 4.3

Год	1880	1920	1955	1975	2000
Сельское хозяйство и добывающая промышленность	50%	28%	14%	4%	2%
Производство и торговля	36%	53%	37%	29%	22%
Информатика, наука, образование	2%	9%	29%	50%	66%
Другие виды услуг	12%	10%	20%	17%	10%

Информационные ресурсы имеют ряд привлекательных свойств. Они, как правило, могут восполняться без дополнительных затрат, не приносят вреда с точки зрения экологии, экономично транспортируются на большие расстояния, служат катализатором для всех других сфер человеческой деятельности. По всей видимости, информационные ресурсы можно рассматривать как мощный усилитель человеческого интеллекта. Из отрицательных аспектов развития информационных ресурсов, в первую очередь, следует выделить появление так называемой компьютерной преступности. Влияние Internet в целом и компьютера в частности на человеческий организм, особенно детский, до конца не изучено. Тем не менее, потенциальная опасность очевидна.

Для социальной сферы развитие информационных ресурсов представляется не менее важным. Во-первых, доступность информации способствует развитию демократических институтов. Во-вторых, привлечение значительной доли работоспособного населения в информационную экономику может решить ряд проблем, относящихся, на первый взгляд, к совершенно иным задачам. Рассмотрим принцип "работа дома" [120], более известный по названию на английском языке "work-at-home". Понятно, что трудиться дома могут многие специалисты, связанные с информационной индустрией. Соответственно они не используют личный или общественный транспорт в часы пик (возможность ликвидации пробок на дорогах), а в офисах им не нужны рабочие места

(сокращение расходов компании). В-третьих, принцип "работа дома" в сочетании с информационным бизнесом способен частично решить важную проблему трудоустройства инвалидов.

Отрицательное же влияние Internet проявляется в социальной сфере. Можно выделить потенциальные проблемы безработицы. К сожалению, не все способны освоить новые специальности, востребованные в информационной индустрии. Сложности, как правило, испытывают пожилые люди, которые не имели навыка работы с ПК.

Третий блок на рисунке 4.36 назван "Индивидуум". На некоторых людей Internet не оказывает заметного влияния. Речь идет о человеке, который не пользуется ресурсами этой информационной системы. Среди пользователей Internet можно выделить несколько групп, испытывающих различную степень влияния. Известны крайности, когда Internet "подчиняет" себе человека. Разумное использование Internet имеет много плюсов. В [119] выделены аспекты здравоохранения, социального обеспечения, персонального комфорта, личной безопасности, досуга.

Можно вернуться к пирамиде потребностей, которая рассматривалась в первой главе монографии. Несложно найти примеры положительного влияния Internet для всех пяти уровней иерархии этой пирамиды.

В нижней части рисунка 4.36 изображен блок под названием "Перспективная инфокоммуникационная система". Влияние трех блоков, из которых выходят стрелки, показанные сплошными линиями, объясняется очевидными факторами. Из блока "Индивидуум" выходит стрелка, изображенная пунктирной линией. Такое обозначение использовано для того, чтобы подчеркнуть два обстоятельства. Формально, требования к перспективной инфокоммуникационной системе никогда не будут формулироваться с учетом пожеланий каждого потенциального пользователя. С другой стороны, "переход от стандартизированной экономики к экономике клиента" [1] подразумевает максимально допустимое влияние пользователя на функциональные возможности перспективной инфокоммуникационной системы.

Таким образом, Internet влияет на перспективную инфокоммуникационную систему косвенно – через изменяющиеся требования общества в целом и его индивидуумов. Кроме того, сети электро-связи, взаимодействуя с Internet, также формируют новые требования к перспективной инфокоммуникационной системе. Она испытывает и непосредственное влияние Internet, что показано на рисунке 4.36 линией соединяющей верхний и нижний элементы рассматриваемой модели.

4.3.4.6. Перспективы развития Internet

Всем участникам инфокоммуникационного рынка хорошо знакомы положительные и отрицательные свойства нынешнего Internet. Их требования к следующему поколению Internet многообразны. С точки зрения вопросов, рассматриваемых в этой монографии, целесообразно ограничиться тремя аспектами развития Internet. Они показаны на рисунке 4.37. Там же приведены примеры, позволяющие конкретизировать некоторые тенденции эволюции Internet.

Первый блок связан с улучшением условий работы пользователей. Эти условия, в конечном счете, определяют эффективность Internet с точки зрения пользователя, которая оценивается множеством показателей (производительность труда, комфортность и так далее). В качестве характерных примеров этого аспекта развития Internet на рисунке 4.37 показаны два важных направления – широкополосный доступ и мобильность.

О широкополосном доступе мы уже говорили ранее; в начале XXI века большинство пользователей не устраивает подключение ПК по схеме "dial up". Понятны причины, которые стимулируют использование в сетях абонентского доступа новых технологий, обеспечивающих возможность доступа в Internet на высокой скорости. Использование широкополосного доступа подразумевает и повышение пропускной способности сетей более высоких иерархических уровней.

Понятие "мобильность" для пользователя Internet и владельца МТА очень близки. В настоящее время активно развивается техно-

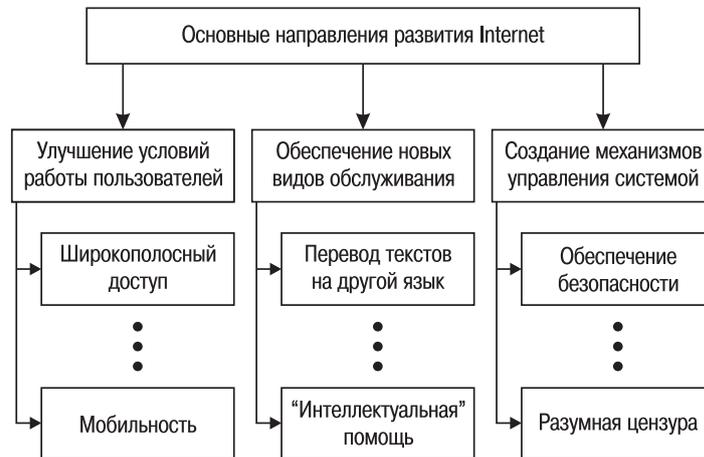


Рисунок 4.37 Некоторые аспекты эволюции Internet

логия Wi-Fi [121, 122], обеспечивающая беспроводной доступ в Internet. Предполагалось, что эта технология (стандарты семейства IEEE802.11) будет использоваться только в так называемых "горячих" точках (hot spots) – гостиницах, аэропортах, железнодорожных вокзалах, ресторанах и прочих местах, где могут находиться потенциальные клиенты. Потом стало очевидным, что технология Wi-Fi может успешно применяться для создания беспроводных локальных сетей (WLAN) на некоторых предприятиях. Существует платежеспособный спрос и на другие варианты применения оборудования Wi-Fi. В бюллетене "Подборка оперативной информации по связи, 26 марта – 01 апреля 2004 года" сообщалось, что немецкая авиакомпания Lufthansa предлагает доступ в Internet прямо из салона самолета. Доставка данных на борт самолета через геостационарный спутник осуществляется со скоростью 5 Мбит/с.

Кроме этих двух тенденций следует отметить еще два момента. Во-первых, без снижения платы за доступ в Internet нет смысла говорить об информатизации и других "интеллектуальных ресурсах" развития общества. Статистика, которую можно найти на различных сайтах, свидетельствует о том, что значительная доля пользователей Рунет проживает в крупных городах. Именно там генерируется существенный трафик. Основная причина сложившейся ситуации – неравномерное распределение реальных доходов населения. Это положение, по всей видимости, не изменится в ближайшие годы. Поэтому для среднестатистического россиянина важное условие приобщения к Internet – снижение затрат на соответствующие услуги. Во-вторых, используемые средства поиска информации (Yahoo, Yandex, Google и другие) требуют дальнейшего развития для рационального использования как ресурсов Internet, так и времени, затрачиваемого пользователем.

Второй блок на рисунке 4.37 назван "Обеспечение новых видов обслуживания". В составе этого блока выделены два аспекта – быстрый и качественный перевод текстов, а также "интеллектуальная" помощь. Можно назвать и ряд других примеров, но те, что показаны на рисунке 4.37, представляются мне весьма интересными.

Перевод текстов может осуществляться за счет установки на ПК специального программного обеспечения. Как правило, качество машинного перевода не соответствует требованию большинства пользователей. Поэтому получение из Internet информации на том языке, который выбрал пользователь, можно считать весьма актуальным требованием. Безусловно, процесс перевода не должен быть длительным.

Под "интеллектуальной" помощью в данном случае понимается совокупность услуг, которые – вне Internet – могут оказывать высококвалифицированные специалисты. Один из характерных случаев такой помощи – анализ данных, относящихся к другой области знаний. В качестве другого примера можно назвать сложную математику

ческую обработку результатов эксперимента. К рассматриваемым аспектам развития Internet следует отнести те возможности, которые свойственны "Интеллектуальному зданию". Этот вопрос будет рассматриваться в следующем параграфе.

Эти два примера — коль скоро речь идет о новых видах обслуживания — следует дополнить соображениями, касающимися показателей качества передачи информации и надежности связи. В данном случае уместно сравнить Internet и ТФОП; тот факт, что информационные возможности телефонной сети существенно беднее не имеет значения. Очевидно следующее: пока Internet очень далек от качества и надежности ТФОП. Не говоря об уязвимости со стороны хакеров и людей с иными психическими отклонениями (эти вопросы относятся к последнему блоку на рисунке 4.37).

Завершая комментарии к блоку "Обеспечение новых видов обслуживания", стоит отметить растущий спрос на платные информационные ресурсы. В бюллетене "Оператор. Новости связи, 11 — 17 января 2003 года" приведены очень интересные сведения. За 2002 год пользователи Internet в США потратили на информацию (Content) 1,3 млрд. долларов. Эта сумма на 95% превышает расходы американских пользователей Internet за 2001 год. Число пользователей платных ресурсов выросло за год с 10 до 14,3 млн. Около 63% доходов приходится на сайты трех категорий: знакомства, бизнес и развлечения. Это означает, что Internet может приносить существенные доходы.

Третий блок связан с управлением информационной системой Internet. Первый из приведенных примеров не нуждается в пространственных комментариях. Во многих случаях необходима защита от несанкционированного доступа, хакерских атак, вирусов и прочих внешних воздействий. Второй пример касается разумной цензуры. Пожалуй, наиболее веско об этом в 2002 году сказал Папа Римский Иоанн Павел II. Он произнес такие слова [123]: "Internet удовлетворяет как наилучшие, так и наихудшие человеческие потребности и требует регулирования, чтобы остановить безнравственность, наполняющую киберпространство". Понятно, что нравственные аспекты вызывают наибольшее беспокойство понтифика. У специалистов назрели свои проблемы, также стимулирующие разумные средства регулирования Internet. Это, кстати, тоже сближает Internet и ТФОП.

Большой интерес у многих специалистов вызвали идеи Internet-2 и NGI — Internet следующего поколения [124, 125, 126]. В некоторых публикациях соответствующие проекты рассматриваются как два названия одной концепции. Такой подход, по всей видимости, объясняется некоторой общностью целей обоих проектов. Некоторые авторы идут еще дальше, ставя знак равенства между NGI и NGN, что совсем неверно.

Проект Internet-2 начинал разрабатываться в интересах науки и

образования. Затем появилась идея использования полученных результатов и для других пользователей. Четкое определение Internet-2 в технической литературе не приводится, но в [108] можно найти характерные особенности этого проекта, позволяющие понять суть проводимых работ:

- ♦ использование протокола IPv6;
- ♦ реализация высокой производительности системы;
- ♦ обеспечение требуемой надежности сети;
- ♦ поддержка высокой скорости передачи данных.

С точки зрения вопросов, рассматриваемых в монографии, основной интерес вызывает последний пункт – поддержка высоких скоростей обмена данными. Точки присутствия в сети Internet-2 носят характерное название – GigaPoP, что, по мнению авторов проекта, должно акцентировать внимание потенциальных пользователей на номиналах скоростей передачи (Гигабиты в секунду). В качестве примера пропускной способности Internet-2 во многих публикациях приводится такое сравнение: за одну секунду можно передать все 30 томов Британской энциклопедии. Для обычного Internet такая задача потребует времени, которое, как минимум, на два порядка больше.

Проект Internet-2 разрабатывался девятью рабочими группами, которые предлагали решения по IPv6, правилам проведения измерений, услугам вещания, управлению, сетям хранения, качеству обслуживания, маршрутизации, безопасности и топологии. Следует подчеркнуть, что авторы этого проекта не ставили перед собой задачу замены действующей сети Internet. В некотором смысле (проводя аналогию с ТФОП) Internet-2 можно считать "наложенной" сетью, которая обеспечивает лучшее – в широком смысле этого слова – обслуживание, но доступна не всем пользователям.

Реализация Internet-2 не обеспечивает потребности всех научных центров в системе обмена информацией. Например, в 2004 году пресс-центр Федеральной целевой программы "Электронная Россия" сообщил, что Китай, Россия и США ввели в эксплуатацию новую компьютерную сеть GLORIAD, предназначенную для обмена информацией о достижениях ученых трех стран [127]. Эта сеть соединила такие крупные научные центры – Пекин, Москву и Чикаго. Сеть GLORIAD, как считают специалисты, станет серьезной исследовательской базой для следующего поколения Internet. Она обеспечивает быструю связь между исследовательскими институтами трех стран для обмена научной информацией по вопросам возможных природных катаклизмов, исследований космического пространства, физики высоких энергий и другим областям. Быстродействие сети GLORIAD, имеющей кольцевую структуру, составляет 10 Гигабайт в секунду. Она начинается в Чикаго, проходит через Амстердам, Москву, Новосибирск, Пекин, Гонконг и замыкается в Чикаго.

Разработка концепции NGI была начата в США. Финансирование этой программы осуществляется государственными структурами. Цель проекта NGI более амбициозна, чем Internet-2. Планы разработчиков предполагали постепенную замену существующей сети Internet. С технической точки зрения декларируемые показатели Internet-2 и NGI очень похожи. Эволюцию Internet иногда изображают в виде двух компонентов одной пирамиды [125]. Подобная модель изображена на рисунке 4.38 в упрощенном виде. Эволюционный процесс заключается в постепенном расширении области использования NGI. Для предложенной модели эта тенденция может быть представлена увеличением объема верхней части пирамиды. Процесс расширения перечня предоставляемых услуг и функциональных возможностей состоит в том, что численность пользователей, которым они становятся доступны, постепенно растет.

Параллельно с NGI разрабатывались и вводились в эксплуатацию другие концепции развития информационных систем – NREN (национальная сеть исследований и обучения), MREN (городская сеть исследований и обучения), Grid и другие [128, 129]. Возможности, предоставляемые этими современными инфокоммуникационными сетями, находятся на качественно новом уровне. В частности, прошли успешные испытания передачи сигналов телевидения высокой точности (HDTV), для которого необходимы высокая скорость и хорошее качество тракта обмена информацией.

Роль Internet в современной инфокоммуникационной системе весьма значительна. Развитие Internet оказывает существенное влияние на другие сети электросвязи. Кроме того, многие достижения в области технологий Internet стали основой для разработки ряда концепций, существенных с точки зрения развития инфокоммуникационной системы. В следующих параграфах этого раздела рассматриваются концепции, которые – в разной мере – используют достижения Internet.

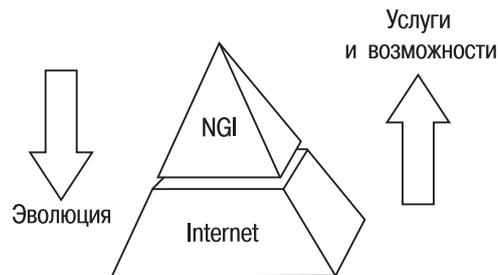


Рисунок 4.38 Модель эволюции Internet

4.3.5. Концепция "Интеллектуальное здание"

Требования к современной инфокоммуникационной системе, в конечном счете, формируют абоненты. Они используют оборудование, которое образует сеть в помещении пользователя, известную по англоязычной аббревиатуре СРЕ. Помимо оборудования, которым пользуются абоненты (телефоны, компьютер, факс и прочее), в сеть могут объединяться устройства (приборы), работающие без участия людей. Они входят в состав сети, именуемой аббревиатурой ВАН – body area network [27].

Термины "Интеллектуальное здание", "Умный дом" и им подобные, как правило, относятся к сетям СРЕ и ВАН, а также к совокупности устройств, которые работают автономно. Речь идет об устройствах, которые служат для тех целей, что и сети СРЕ и ВАН, – интеллектуализация жилища. СРЕ и ВАН – с точки зрения их пользователей – представляют собой отдельные сети. Их объединение в концепции "Интеллектуальное здание" основано на использовании общих элементов (инженерных коммуникаций для прокладки кабелей, источников электропитания, средств охраны и некоторых других). Иными словами, сети СРЕ и ВАН в "Интеллектуальном здании" создаются с максимально возможной степенью интеграции их инфраструктур.

Многие публикации по тематике "Интеллектуальное здание" в первую очередь рассматривают проблемы, касающиеся сетей ВАН и устройств, работающих автономно. В [130, 131, 132] и в ряде других публикаций приведены такие примеры функциональных возможностей "Интеллектуального здания":

- ♦ контроль возгорания и пожарная сигнализация;
- ♦ контроль утечки газа;
- ♦ контроль и предотвращение протечки воды;
- ♦ управление освещением;
- ♦ управление отоплением в доме;
- ♦ управление параметрами окружающей среды;
- ♦ контроль доступа (проникновения) в здание;
- ♦ управление бытовыми приборами;
- ♦ сигнализация взлома;
- ♦ управление лифтами;
- ♦ телевизионное слежение;
- ♦ регистрация времени пребывания;
- ♦ прогнозирование возможности возникновения нестандартных ситуаций.

Перечисленные выше функциональные возможности "Интеллектуального здания" не нуждаются в пространственных комментариях, но к двум примерам стоит добавить несколько слов. Функции управления бытовыми приборами могут обеспечивать их включение только в определенное время, ограничение (вплоть до исключения) доступа детей к ряду устройств и прочие возможности, изменяемые

и дополняемые администратором сети ВАН. Прогнозирование возможности возникновения внештатной ситуации выполняется за счет обработки данных, поступающих с различных датчиков. Примером такой ситуации может считаться большая скорость роста температуры, что свидетельствует о возможном возгорании.

Концепция "Интеллектуальное здание" применимо к жилым домам и к помещениям, которые строятся для различных производственных целей. Например, в бюллетене "Подборка оперативной информации по связи, 30 мая – 05 июня 2003 года" сообщалось, что строительство Ладожского вокзала в Санкт-Петербурге выполнено в соответствии с концепцией "Интеллектуальное здание". Реализовано более 30 систем, касающихся безопасности, управления инженерным оборудованием вокзала, информационных служб, связи и электроснабжения объекта. Все системы, включенные в единый комплекс, функционируют координированно. Например, при обнаружении на территории вокзала очага возгорания выполняются следующие действия:

- ♦ автоматически отключаются системы вентиляции и кондиционирования воздуха;
- ♦ камеры системы безопасности переключаются на место чрезвычайного происшествия;
- ♦ одновременно срабатывает система пожаротушения и удаления дыма;
- ♦ происходит разблокирование дверей и эвакуационных выходов;
- ♦ информационная система активизирует процесс оповещения и управления эвакуацией людей.

Реализация проекта позволила значительно сократить численность обслуживающего персонала. Этот эффект – важное свойство комплексной системы, создаваемой в процессе реализации концепции "Интеллектуальное здание". Кроме того, экономический эффект обеспечивается за счет других факторов. В частности, экономия затрат при объединении всех слаботочных систем и систем электроснабжения составляет в среднем около 20% [131]. В этой же работе приводятся еще две интересные оценки. Первая оценка связана с результатами автоматизации одного из крупнейших бизнес-центров в Европе – комплекса зданий авиакомпании British Airways. Общая стоимость проекта составила около 302 млн. Евро. Ежегодная экономия за счет применения технологий "Интеллектуальное здание" может достигать 24 млн. Евро. Это объясняется эффективной работой всех систем комплекса зданий, а также ростом производительности труда персонала приблизительно на 20%. Следует учесть, что в России экономия для подобного комплекса зданий будет меньше из-за низких величин тарифов на энергоносители и заработной платы персонала. Вторая оценка основана на имеющемся российском опыте построения "Интеллектуальных зданий". Этот опыт позволяет говорить о том, что в России подобные

решения позволяют экономить около 30% на электроэнергии и около 20% на теплоснабжении.

Понятно, что достижение подобных экономических преимуществ обеспечивается за счет повышения начальных инвестиций при строительстве новых зданий или средств на модернизацию эксплуатируемых помещений. В полном объеме или даже частично реализация концепции "Интеллектуальное здание" пока доступна тем группам абонентов, которым свойствен высокий платежеспособный спрос на инфокоммуникационные услуги. Поэтому практический интерес вызывает возможная интеграция систем связи и управления зданием. На рисунке 4.39 показана модель, с помощью которой далее будут рассматриваться основные варианты интеграции. В качестве примера "Интеллектуального здания" выбран двухэтажный коттедж.

Множество {N} включает все виды датчиков, установленных в доме. Они могут располагаться на крыше и стенах (внутренних и внешних), в помещениях чердака и подвала, а также в жилых помещениях. Отдельные группы датчиков связаны между собой. Некоторые устройства работают автономно.

Терминальное оборудование пользователя представлено бытовыми телевизорами, стационарными и мобильными телефонными

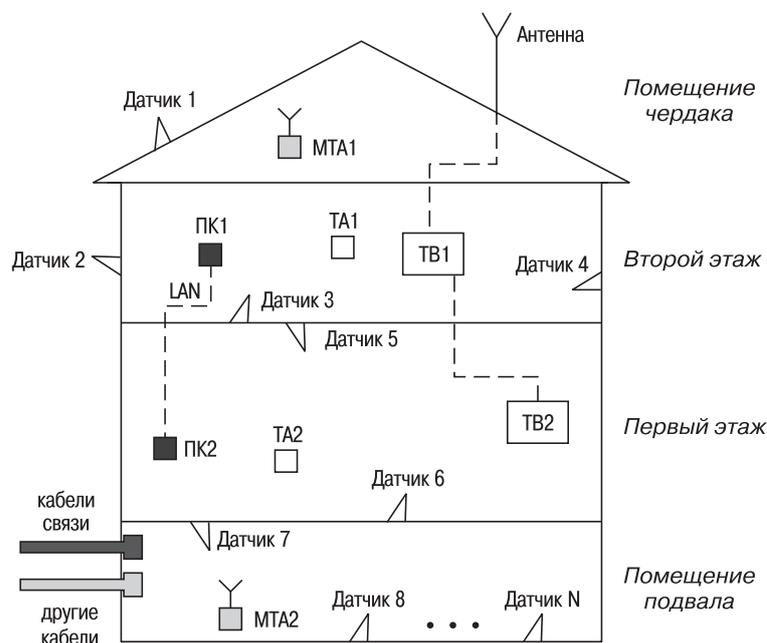


Рисунок 4.39 Варианты интеграции систем связи и управления зданием

аппаратами, персональными компьютерами. Каждый вид терминалов представлен двумя устройствами. Предполагается, что оба телевизора подключены к одной антенне, а компьютеры объединены в локальную сеть. Мобильные аппараты могут располагаться в любом помещении.

В левой нижней части рисунка 4.39 показаны два ввода для различных кабелей. Один ввод используется для кабелей связи (например, для телефонной связи и передачи данных). Второй ввод предназначен, в основном, для системы электропитания, но в нем могут быть предусмотрены линейные сооружения для передачи информации, которая поступает с датчиков.

Считается, что разумное объединение сетей CPE и BAN возможно в том случае, если для прокладки линейных сооружений в пределах здания используется технология СКС [133]. Применение СКС может рассматриваться как необходимое условие, но этого мало. На рисунке 4.40 показаны два варианта объединения сетей CPE и BAN, различающиеся между собой степенью интеграции используемых ресурсов.

Вариант (а) не предусматривает существенного объединения сетей CPE и BAN. Для связи датчиков с пультами диспетчеров могут использоваться те линейные сооружения, которые были проложены телекоммуникационными Операторами. Эта возможность на рисунке 4.40 показана овалом, обхватывающим линии из различных устройств ввода. В пределах здания может использоваться протокол X-10 [85], обеспечивающий скорость обмена данными 60 бит/с по электропроводке.

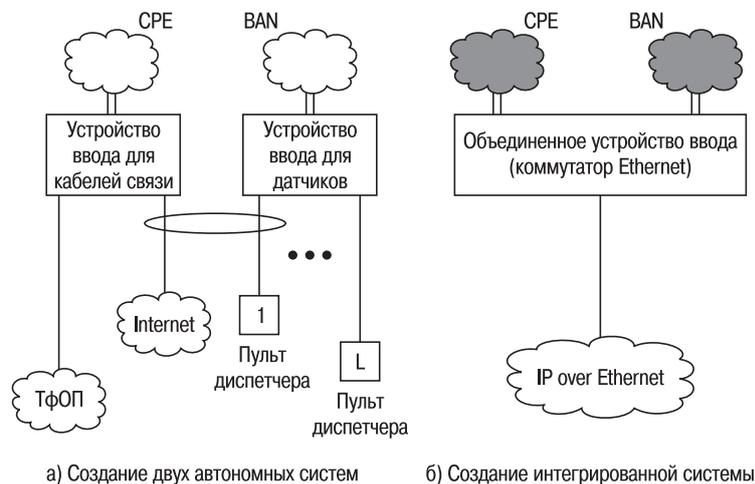


Рисунок 4.40 Два варианта объединения сетей CPE и BAN

Вариант (б) основан на максимально возможном объединении сетей СРЕ и VAN. В принципе такой вариант может быть реализован различными способами. Перспективным решением представляется использование технологий IP и Ethernet. Их выбор основан на следующих соображениях:

- ♦ для управления основными системами, образующими "Интеллектуальное здание", стали широко использоваться Web-технологии;
- ♦ обмен информацией, касающейся систем управления "Интеллектуальным зданием", может эффективно осуществляться по локальной сети Ethernet;
- ♦ развитие сети абонентского доступа (и инфокоммуникационной сети в целом) будет осуществляться с широким использованием технологий IP и Ethernet.

Это означает, что выбор технологий IP и Ethernet, которые рассматривались в предыдущем разделе, – эффективное решение с точки зрения реализации концепции "Интеллектуальное здание". Конечно, соображения подобного рода весьма существенны при условии плодотворного сотрудничества связистов и строителей.

Для жилых помещений очень привлекательной услугой считается возможность дистанционного контроля. Такая возможность в "Интеллектуальном здании" может быть реализована через Internet. В принципе, эта услуга доступна и в обычных жилищах, если они оборудованы Web-камерами. Развитие беспроводных технологий привело к тому, что функции контроля могут осуществляться с помощью мобильного телефона. Для этого в контролируемых помещениях устанавливаются WiFi-камеры. Подобное решение – еще один пример конвергенции технологий стационарной и мобильной связи, о которой мы говорили в параграфе 4.3.2.

4.3.6. Некоторые частные концепции

4.3.6.1. Технология VoIP

Популярной технологии VoIP, иногда называемой IP телефонией, посвящено так много публикаций, что нет смысла в повторении известных постулатов. В этом параграфе мы будем рассматривать технологию VoIP как "черный ящик". Соответствующая модель показана на рисунке 4.41 для связи простейших терминалов – обычных ТА. Допустим, что абонент может выбрать одну из двух сетей для установления соединения. Какие плюсы и минусы свойственны каждой из этих сетей?

Абонент, включенный в МС1, устанавливает междугородное соединение. Он может выбрать привычный способ, набрав префикс выхода на АМТС и десять знаков номера для связи с ТА, который включен в МС2. Если соединение состоится, то за эту услугу придет счет в размере C_1 . Будем считать, что качество связи можно оценить некой величиной P_1 . Иными словами соединение, установленное через ТФОП, можно оценить некой парой $\{C_1, P_1\}$, иногда именуемой соотношением "цена – качество".

Второй вариант предусматривает установление требуемого соединения через сеть VoIP, которая рассматривается как "черный ящик". Предположим, что для этого абонент сначала набирает местный номер для проведения операций по активизации купленной им предоплаченной карточки VoIP. Именно по этой причине после МС1 маршруты обоих вызовов расходятся. Соединение, установленное через сеть VoIP, также можно оценить парой $\{C_2, P_2\}$. Как правило, $C_1 > C_2$, что необходимо для конкуренции на рынке услуг телефонной связи. В большинстве случаев качество связи для технологии "коммутация каналов", то есть для ТФОП, будет лучше.

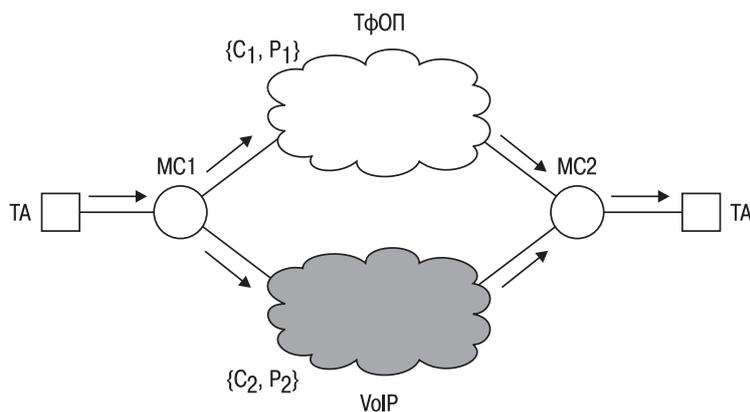


Рисунок 4.41 Два варианта установления соединения

Соединению, установленному в цифровой ТФОП, свойственна задержка доставки сигналов, которая, в основном, обусловлена двумя слагаемыми. Суммарная задержка сигналов в тех коммутационных станциях, которые участвуют в соединении, – первое слагаемое. Обычно этой величиной пренебрегают, так как она существенно меньше второго слагаемого, которое определяется временем распространения сигналов. Это время зависит от суммарной длины каналов транспортной сети, используемых для установления соединения. Существенно то, что задержка в уже установленном соединении остается стабильной; дисперсию этой величины можно считать нулевой. За исключением редких случаев сбоя в системе синхронизации потери битов отсутствуют.

Обычно величины задержки сигналов между терминалами меньше тех допустимых величин, которые определены в рекомендациях МСЭ G.114 [134], G.131 [135] и других [136]. Возникает заманчивая идея: нельзя ли использовать имеющийся "запас" для того, чтобы установить более дешевое оборудование передачи и коммутации? Понятно, что технология, реализующая метод "коммутация пакетов", приведет к росту задержек и возможной потере некоторых пакетов. Если же отрицательные последствия "коммутации пакетов" не приведут к снижению заданных показателей качества обслуживания, то соответствующее оборудование можно использовать. Целесообразность такого решения – вопрос экономического анализа.

В качестве оборудования, которое реализует метод "коммутации пакетов", обычно применяются аппаратно-программные средства, соответствующие IP технологии. В этом параграфе мы ограничились одним вариантом приложения IP технологии – обслуживанием трафика речи. Такой выбор объясняется двумя факторами. Во-первых, речевой трафик был и остается основным источником дохода Оператора. Во-вторых, с точки зрения показателей качества



Рисунок 4.42 Компоненты соглашений об уровне обслуживания

обслуживания трафик речи представляет особый интерес. Необходим новый подход к анализу возникающих задач.

Рекомендации МСЭ, относящиеся к качеству цифровых сетей, которые построены на оборудовании с коммутацией каналов [137, 138], не могут быть использованы для оценки пакетных технологий. Поэтому МСЭ разработал рекомендацию Y.1541 [139], название которой можно перевести так: "Требования к производительности сети для услуг, основанных на IP-технологии". Эти требования, в свою очередь, основаны на перечне параметров, который определен в рекомендации Y.1540 [140].

Производительность сети — один из двух важных компонентов SLA (соглашений об уровне обслуживания). Вторым важным компонентом являются параметры надежности. Общая идея определения SLA, основанная на этих двух компонентах, показана на рисунке 4.42. Предлагаемая модель несколько упрощает концепцию SLA, но вполне приемлема с точки зрения вопросов, рассматриваемых в этом параграфе.

В [141] и в ряде других работ SLA трактуется как эффективное средство защиты прав потребителей. В случае нарушения соглашений Оператор выплачивает потребителю штрафы (или снижает плату за предоставленные услуги) по заранее оговоренной схеме. ETSI в рамках проекта TIPHON разработал схему, заимствованную из спортивной лексики: "золото — серебро — бронза". В таблице 4.4 приведены примеры назначения этих трех оценок для вероятности потери пакетов речи.

Таблица 4.4

Доля потерянных пакетов	Уровень качества	Оценка SLA
менее 0,5%	1	золото
от 0,5% до 1,0%	2	серебро
от 1,0% до 2,0%	3	бронза

Оценка "золото" обычно присваивается высокому качеству обслуживания, которое сопровождается весьма высокими тарифами. При хорошем качестве обслуживания, но умеренных тарифах выставляется оценка "серебро". Оценка "бронза" чаще всего дается технологии Best Effort [142], которая подразумевает максимально возможный уровень обслуживания, доступный в данный момент времени.

В рекомендации МСЭ Y.1540 [140] и в техническом отчете ETSI ETR138 [143] приводятся перечни показателей $\{X_j\}$, которые целесообразно учитывать для определения SLA. Полный набор всех показателей включает "K" величин. Функция Z, определяемая суммой этих показателей с учетом весов $\{W_j\}$, позволяет ввести обобщенную оценку SLA в следующем виде:

$$Z = W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_K X_K. \quad (4.2)$$

Оценки "золото – серебро – бронза" могут присваиваться на основании расчета функции Z и сравнения полученного значения с заранее установленными диапазонами изменения SLA.

Мультисервисная сеть обслуживает все виды трафика. Устанавливать одинаковые требования к показателям QoS для всех видов трафика не представляется разумным по техническим и экономическим соображениям. Поэтому в рекомендации Y.1541 выделено шесть классов, различающихся величинами показателей QoS. В таблице 4.5 приведены значения показателей QoS для пяти классов (для шестого они не нормированы). Эти значения определяются для таких показателей: IPTD – задержка переноса IP пакетов, IPDV – вариация задержки IP пакетов, IPLR – доля потерянных IP пакетов, IREP – доля искаженных IP пакетов. Символ "U" (первая буква в слове "unspecified") указывает на то, что показатель для данного класса обслуживания не нормируется.

Таблица 4.5

Класс QoS	IPTD ¹⁾	IPDV ²⁾	IPLR	IREP
0	100 мс	50 мс ³⁾	10^{-3} . ⁴⁾	10^{-4} . ⁵⁾
1	400 мс	50 мс ³⁾	10^{-3} . ⁴⁾	
2	100 мс	U	10^{-3} .	
3	400 мс	U	10^{-3} .	
4	1 с	U	10^{-3} .	
5	U	U	U	U

Примечания:

- 1) При большом времени распространения сигналов могут возникать сложности для классов "0" и "2" с соблюдением норм на среднее значение времени задержки IP пакетов. Величины IPTD определены для максимальной длины информационного поля пакета 1500 байтов.
- 2) Величина IPDV определяется разницей между верхней границей, в качестве которой рекомендуется 99,9% квантиль, и нижней границей задержки, измеренной в течение интервала оценки. В качестве длительности этого интервала предлагается выбирать одну минуту. Все эти соображения МСЭ считает предварительными и требующими дополнительного изучения.
- 3) Эта величина зависит от емкости тракта обмена пакетами. Приемлемая величина вариации достигается для трактов с пропускной способностью 2048 кбит/с и более, а также при длине информационного поля пакетов менее 1500 байтов.
- 4) Требования для классов "0" и "1" отчасти основано на исследованиях, показывающих, что высококачественные голосовые приложения (и соответствующие кодеки) весьма эффективны при значениях IPLR менее 10⁻³.
- 5) Эта величина гарантирует, что потери пакетов будут компенсированы вышестоящими уровнями и допустимы при использовании связи технологий IP/ATM.

Класс обслуживания "0" предназначен для обмена информацией в реальном времени (в частности, для речи с использованием техно-

логии VoIP). Он предусматривает создание отдельной очереди с приоритетной обработкой пакетов. Для класса обслуживания "0" характерны ограничения на принципы маршрутизации и допустимое расстояние между взаимодействующими терминалами (время распространения сигналов). Интерактивность для класса "0" определяется как "высокая" – high.

Класс обслуживания "1" также предназначен для обмена информацией в реальном времени, но с менее жесткими требованиями. Поэтому накладываются менее жесткие ограничения на принципы маршрутизации и время распространения сигналов, чем для класса "0". Также предусматривается создание отдельной очереди с приоритетной обработкой пакетов.

Класс обслуживания "2" ориентирован на обмен данными с высокой степенью интерактивности. Как и классу "0", присвоен уровень высокой интерактивности. К этому классу относится и сигнальная информация. Для класса обслуживания "2" характерны такие же ограничения на принципы маршрутизации и время распространения сигналов, как для класса "0". Для пакетов этого класса формируется своя очередь на обработку, которая осуществляется со вторым приоритетом. Это означает, что пакеты классов "0" и "1" имеют преимущество на обработку.

Классу обслуживания "3", предназначенному для обмена с менее высоким уровнем интерактивности, присущи те же ограничения на принципы маршрутизации и время распространения сигналов, что и классу "1". Обслуживание пакетов этого класса должно осуществляться со вторым приоритетом.

Класс обслуживания "4" предназначен для обмена различной информацией с низкой вероятностью потери (короткие транзакции, потоковое видео и прочие). Допускаются длинные очереди пакетов на обработку, которая осуществляется со вторым приоритетом. Никакие ограничения на маршрутизацию и время доставки сообщений не накладываются.

Класс обслуживания "5" ориентирован на те IP приложения, которые не требуют высоких показателей QoS. Соответствующие пакеты формируют отдельную очередь; обслуживание осуществляется с самым низким приоритетом (в данном случае он имеет третий номер). Никакие ограничения на маршрутизацию и время доставки сообщений не накладываются.

Выбор класса обслуживания (CoS – Class of Service) осуществляется пользователем с учетом передаваемой информации, сведений о тарифах и прочих соображениях. На рисунке 4.43 показана классификация услуг с точки зрения их критичности к задержке и искажению информации. Эта классификация приведена в рекомендации МСЭ G.1010 [144].

Закрывая соглашение SLA, пользователь выбирает класс обслуживания. Понятно, что нулевому классу соответствуют максималь-

ные тарифы. Минимальная плата будет назначаться Оператором для пятого класса QoS. Некоторые российские Операторы уже предоставляют возможность выбора CoS. Соответствующие показатели приведены в таблице 4.6 [145]. Предоставление услуг осуществляется в соответствии с соглашениями SLA. Очевидно, что решение Оператора не в полной мере отвечает требованиям рекомендации Y.1541, которые приведены в таблице 4.5. Тем не менее, используемый подход представляется прагматичным по сравнению с идеей, предложенной МСЭ.

Таблица 4.6

Класс обслуживания	Задержка пакетов в сети	Вероятность потери пакета	Неравномерность задержки пакета
Эконом (best effort)	Не определено	Не определено	Не определено
Стандартный	Не более 400 мс	Не более 10^{-3}	Не определено
Премиум	Не более 100 мс	Не более 10^{-3}	Не более 50 мс

В качестве меры качества речи МСЭ использует среднюю экспертную оценку, более известную по аббревиатуре MOS [146]. По шкале MOS кодек G.711 (ОЦК с пропускной способностью 64 кбит/с) получил оценку 4,2. Кодек IP с поддержкой показателей QoS имеет оценку 3,5. Если эти показатели не поддерживаются, оценка MOS составляет только 3,0.

Институт ETSI в качестве меры QoS рекомендует использовать величину R, которая связана с оценкой MOS нелинейной зависимостью. В практически значимом диапазоне MOS (от 2,5 до 4,4) может использоваться простое правило пересчета $MOS = R/20$.

Услуги, для которых допустимы некоторые искажения информации	Диалоговые голосовые и видео услуги	Обмен видео и речевыми сообщениями	Потоковое видео и звуковое вещание	Передача факсимильных сообщений
Услуги, критичные к искажению информации	Управление и контроль (например, Telnet, интерактивные игры)	Транзакции (например, электронная коммерция, e-mail)	Обмен сообщениями и операции загрузки (услуги FTP, неподвижные изображения)	Фоновые задачи (например, доски объявлений)
Область применения	Интерактивные услуги ($t < 1с$)	Услуги, зависящие от задержки ($t \sim 2с$)	Услуги с приемлемой задержкой порядка 10 с	Некритичные к задержке услуги ($t > 10 с$)

Рисунок 4.43 Классификация услуг с точки зрения задержки и искажения информации

Для Оператора и основной части его клиентов желательно получить оценку $R > 70$. МСЭ приводит такие значения величины R – таблица 4.7 [147].

Таблица 4.7

Диапазон R	Категория качества речи	Удовлетворенность пользователей
90 – 100	наилучшая (best)	удовлетворены в высшей степени
80 – 90	высокая (high)	удовлетворены
70 – 80	средняя (medium)	некоторые не удовлетворены
60 – 70	низкая (low)	многие не удовлетворены
50 – 60	плохая (poor)	почти все не удовлетворены

Институтом ETSI предлагается классификация IP-каналов, которая основана на сравнении качества речи с кодеками, используемыми в эксплуатируемых стационарных и мобильных сетях связи. Эта классификация приведена в таблице 4.8 [147]:

Таблица 4.8

Классы IP каналов	Определение качества	Значение R	Задержка
Наилучший (best)	Лучше, чем G.711	¹⁾	< 100 мс
Высокий (high)	Не хуже, чем G.726 (32 кбит/с)	> 85	< 100 мс
Средний (medium)	Не хуже, чем GSM	> 70	< 150 мс
Низкий (best effort)	Не определено	> 50. ²⁾	< 400 мс

Примечания 1:

1) Норма подлежит уточнению. Предполагается использование кодека, более высокопроизводительного, чем по рекомендации МСЭ G.711.

2) Предварительная норма, которая будет уточняться.

Институт ETSI в процессе разработки проекта TIPHON предложил значения трех показателей QoS [148, 149]:

- ♦ комплексная оценка качества передачи (OVR);
- ♦ задержка пакетов;
- ♦ качество речи для слушающего абонента (LSQ).

Эти показатели различаются в зависимости от классов обслуживания. В [148, 149] выделены три класса обслуживания:

- ♦ 2Н – высокий уровень для узкополосных услуг;
- ♦ 2М – средний уровень для узкополосных услуг;
- ♦ 2А – допустимый уровень для узкополосных услуг.

Оценки для выбранных ETSI показателей QoS приведены в таблице 4.9. Одинаковые оценки качества обслуживания могут быть получены при различных соотношениях задержки и характери-

ках передачи речи. Заметное взаимное влияние этих факторов на качество связи – воспринимаемое абонентом (Perceived Quality) – одно из объективных свойств пакетных технологий.

Таблица 4.9

Показатели QoS	2H	2M	2A
OVR, %	80	70	50
Задержка, мс	100	150	400
LSQ/R, %	86	73	50

В начале этого параграфа мы говорили о целесообразности экономического анализа вопросов использования технологии VoIP. Подобный анализ подразумевает проведение ряда весьма сложных исследований. Правда, если речь идет только о трафике речи, задача несколько упрощается.

Сначала рассмотрим таблицу 4.10, приведенную в [150]. Она уже встречалась нам в третьей главе монографии. Данные, содержащиеся в этой таблице, относятся к различным технологиям обслуживания речевого трафика между Японией и Бразилией.

Таблица 4.10

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

Интересный (правда, ожидаемый) вывод можно сделать, сравнивая величины третьей и четвертой строк этой таблицы. Одинаковая эффективность использования транспортных ресурсов может быть обеспечена как применением технологии VoIP, так и уплотнением цифровых каналов (например, оборудованием DCME).

Заслуживает внимания еще одно объяснение успешного продвижения технологии VoIP. Новые Операторы используют эту технологию как средство выхода на рынок трафика речи. Их успешная деятельность на рынке телефонных услуг объясняется скорее использованием современных бизнес-процессов, чем сменой технологий передачи и коммутации. Такая трактовка весьма интересна. С другой стороны, она не объясняет тот интерес, который проявляют к технологии VoIP Операторы ТФОП.

В технической литературе можно встретить различные оценки развития технологии VoIP. Например, в [150] упоминается 2006 год, когда доля трафика речи, обслуживаемого IP сетями, перешагнет рубеж в 50%. Бюллетень "Оператор. Новости связи, 16 – 22 апреля

2002 года" сообщил о планах японской компании NTT полностью перейти на технологию VoIP в течение 10 лет. Причем модернизация сети междугородной связи займет 5 лет.

Бюллетень "Подборка оперативной информации по связи, 05 марта – 11 марта 2004 года", ссылаясь на прогнозы компании Frost & Sullivan, приводит похожие оценки, но уже для всего мира. В частности, в 2005 году 36% всех международных соединений будут проходить через IP сети. Весь трафик речи "перекочует" в IP сети к 2010 году. В отчете "European Incumbent Telcos VoIP Road Map", который подготовлен компанией Forrester Research, полный перевод трафика речи в IP сети прогнозируется только к 2020 году [151]. Российский рынок VoIP в конце 2003 года оценивался на уровне 8 – 10% от суммарного исходящего трафика дальней связи [152] – международной и междугородной.

В [153] приводится анализ более реалистических прогнозов, которые сторонники технологии VoIP скорее отнесут к пессимистическим оценкам. Тем не менее, эта публикация весьма интересна для определения дальнейших путей развития рынка технологии VoIP.

Мне представляется, что на развитие технологии VoIP в России сильно влияют реальные экономические условия и психологические барьеры. Некоторые компании, для которых затраты на международные и междугородные телефонные разговоры составляют значительную часть общих расходов, тем не менее, не переходят на технологию VoIP. Как правило, это бюджетные организации или компании, которые негосударственными могут считаться только по формальным признакам. Большинство частных компаний перешли на технологию VoIP или планируют это сделать в ближайшее время. Часть пожилых людей, большинство из которых имеет низкие доходы, не пользуется услугами IP телефонии. Основная причина – сложность процедуры набора номера. Значительная часть молодых людей, доходы которых существенно выше, активно покупают карточки IP телефонии.

Перспективы развития VoIP для рынка услуг телефонной связи целесообразно анализировать с точки зрения перехода к NGN. Вероятно, все оптимистические прогнозы, упоминавшиеся ранее, были сделаны "под давлением" концепции NGN. Конечно, смена способа коммутации будет означать перевод всего трафика речи на технологию VoIP. К сожалению, радикальные процессы модернизации инфокоммуникационной системы, к которым относится создание NGN, в России протекают медленнее, чем в большинстве других стран. Это объясняется экономическими, географическими и демографическими причинами. Поэтому доминирование технологии VoIP на отечественном рынке речевых услуг вряд ли наступит так скоро, как в Европе и в мире в целом.

4.3.6.2. Виртуальные частные сети

Сети общего пользования не всегда отвечают требованиям всех потенциальных клиентов. Некоторые компании вынуждены создавать собственные сети, учитывающие специфику их производственной деятельности. Такой путь был выбран некоторыми министерствами и ведомствами в силу различных причин. Для некоторых компаний подобные решения не представляются возможными по финансовым причинам. Они вынуждены искать компромиссные решения, учитывающие как требования системы производственной связи, так и свои финансовые возможности.

Эти проблемы нельзя считать российской спецификой. Во многих странах свои сети создают министерства, ведомства, а также частные компании, занимающиеся вопросами обороны, энергетики, железнодорожного транспорта и другими сложными системами. Сети, создаваемые подобными структурами, в отечественной технической литературе обычно называли ведомственными.

Ранее считалось [154], что развитие сетей общего пользования сведет к минимуму необходимость в создании ведомственных сетей. Оказалось, что новые требования для современных ведомственных сетей не всегда обеспечиваются инфокоммуникационной системой общего пользования. Конечно, существуют и субъективные факторы, которые препятствуют разумной интеграции сетей ведомственной связи и общего пользования. Так или иначе, многие ведомства продолжают развивать свои сети как самостоятельные системы, используя современные инфокоммуникационные технологии. Правда, многое сделано и для взаимодействия сетей общего пользования с ведомственными.

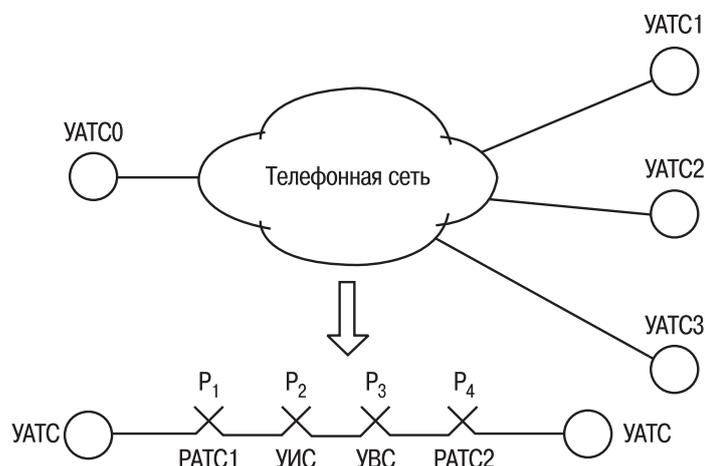


Рисунок 4.44 Модель системы производственной телефонной связи

В зарубежной технической литературе при описании систем производственной связи часто используется термин "Частная сеть" (Private Network на английском языке). Этот термин стал универсальным для сетей крупных ведомств и сравнительно небольших компаний. Он идентифицирует сеть, распределенную в границах некоторой территории. Такой территорией может быть как город (или даже его административный район), так и весь Земной шар.

На рисунке 4.44 показана модель системы производственной телефонной связи для компании, расположенной в четырех зданиях, которые находятся в одном городе. Эта модель характерна для аналоговой телефонной сети. Тем не менее, и в настоящее время некоторые системы производственной связи построены по аналогичным принципам.

Во всех четырех зданиях установлены УАТС. Индекс "0" присвоен той УАТС, которая расположена в главном офисе компании. Нумерация каждой УАТС зависит от ее емкости. Первые цифры полного (городского) номера абонента определяются той РАТС, в которую включена УАТС.

Допустим, что в ГТС используется семизначный план нумерации. Предположим, что для каждой УАТС выделены три последних цифры в плане нумерации соответствующей РАТС, что позволяет подключить до 1000 терминалов. Возможно, что эти три цифры для некоторых УАТС совпадают. Для модели, представленной на рисунке 4.44, такая ситуация не вызывает проблем. Для связи между абонентами различных УАТС надо набирать семь цифр. Это означает, что единый план нумерации для абонентов системы производственной телефонной связи разработать невозможно.

В пределах УАТС вероятность потери вызова обычно близка к нулю. Иная ситуация складывается для соединения между терминалами, включенными в разные УАТС. Нижняя часть рисунка 4.44 представляет модель устанавливаемого соединения. Величина P_k — вероятность установления через коммутационную станцию (наличие свободной СЛ и отсутствие блокировок в пределах РАТС или узла). Тогда вероятность успешной попытки установления соединения между терминалами двух различных УАТС может оцениваться произведением вероятностей P_1 , P_2 , P_3 и P_4 . В некоторых случаях потери между двумя УАТС становятся такими, что система производственной связи не справляется со своими задачами: оперативный обмен информацией нарушается.

Возможный рост потерь — не единственный недостаток рассматриваемой модели системы производственной телефонной связи. Современные УАТС представляют собой цифровые коммутационные станции, обеспечивающие ряд услуг, которые реально нужны для производственной связи. К их числу следует отнести единый план нумерации, услуги типа Call Waiting и ряд других функциональных возможностей. Часто именно ТФОП, которая в целом отставала от развития систем производственной связи, становилась

препятствием для эффективного использования аппаратно-программных средств УАТС.

Один из возможных вариантов решения проблемы был найден за счет объединения всех УАТС арендованными каналами – "прямыми проводами". Модель такой системы производственной связи показана на рисунке 4.45. Нижняя часть рисунка иллюстрирует эквивалентную структуру сети производственной телефонной связи.

УАТС0 обеспечивает выход в ТФОП для всех абонентов сети производственной связи. План нумерации для абонентов всех УАТС может стать единым. Первые четыре цифры городского номера определяются той РАТС, в которую включена УАТС0. Можно считать, что рассматриваемое решение эффективно для системы производственной связи за исключением одного момента. Плата за аренду ресурсов транспортной сети, как правило, очень высока.

В журнале *Public Network Europe* публикуются интересные статистические данные, касающиеся тарифов на арендованные линии. Эти данные основаны на информации, которая собирается и обрабатывается компанией *Teligen* [155]. В таблице 4.11 приведены ежемесячные тарифы на арендованные каналы с пропускной способностью 64 кбит/с и 2,048 Мбит/с без учета НДС. Все данные взяты из нескольких выпусков журналов *Public Network Europe* в период с 1998 по 2003 год. Тарифы характерны для Германии; они немного ниже среднеевропейского уровня.

Таблица 4.11

Длина канала	Арендванный канал 64 кбит/с		Арендванный канал 2,048 Мбит/с	
	1999 год	2003 год	1998 год	2002 год
3 км	90 Евро	90 Евро	900 Евро	350 Евро
30 км	390 Евро	360 Евро	2200 Евро	1600 Евро
300 км	630 Евро	520 Евро	4200 Евро	2800 Евро

Величины, приведенные в таблице, позволяют сделать ряд интересных выводов, среди которых целесообразно выделить следующий: тарифы на арендованные каналы с более высокой пропускной способностью за пятилетний период снижались быстрее. Другие выводы соответствуют тем оценкам, которые были приведены во второй главе монографии (таблица 2.6).

Российские Операторы не всегда приводят тарифы на арендованные каналы, но доступные данные позволяют сделать два вывода. Во-первых, аренда каналов обходится потенциальным клиентам не дешевле, чем их европейским коллегам. Во-вторых, тенденции изменения тарифов с ростом длины арендованного канала и его пропускной способности похожи на среднеевропейские.

Для многих предприятий создание системы производственной

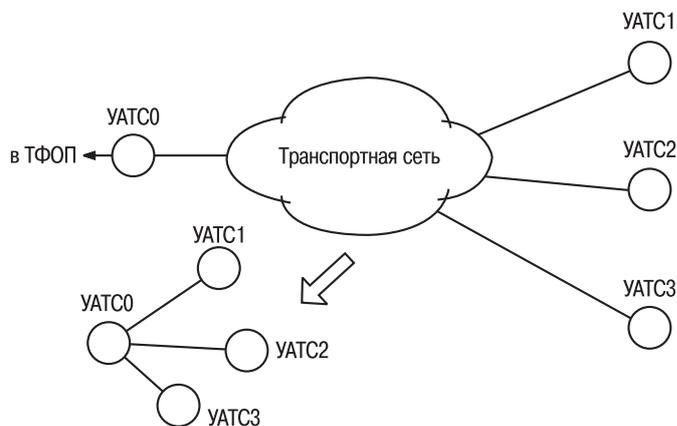


Рисунок 4.45 Модель системы производственной телефонной связи с арендованными каналами

связи за счет аренды транспортных ресурсов становится слишком дорогим решением. Поэтому было найдено новое решение, отчасти напоминающее модель, показанную на рисунке 4.44. Основное различие состоит в том, что телефонная сеть поддерживает функциональные возможности ИС. Одной из основных услуг ИС считается создание виртуальных частных сетей (VPN). Это означает, что абоненты всех УАТС могут иметь единый план нумерации. Оператор ТФОП, поддерживающий функциональные возможности ИС, обеспечивает те показатели качества обслуживания, которые установлены договорными отношениями. На рисунке 4.46 показана

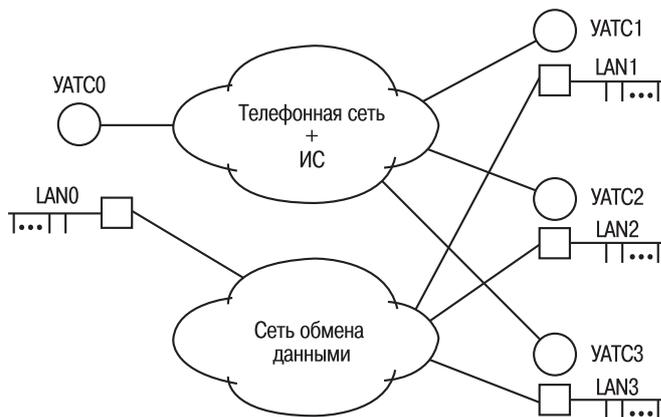


Рисунок 4.46 Модель системы производственной связи на базе ТФОП, в которой реализованы функциональные возможности ИС

структура системы производственной связи, построенной на базе ТФОП, в составе которой реализована ИС.

Все УАТС связаны между собой так, как было показано в левой нижней части рисунка 4.45. Выход в ТФОП осуществляется через УАТС0.

На рисунке 4.46 показана также производственная сеть для обмена данными. Она необходима для объединения отдельных локальных сетей. Предполагается, что решение поставленной задачи обеспечивается за счет включения всех четырех LAN в сеть обмена данными, которая создана каким-либо Оператором.

Система производственной связи использует, таким образом, две сети, которые могут принадлежать разным Операторам. Это иногда вызывает определенные неудобства. Многие клиенты хотят заключать договорные отношения с одним Оператором. Кроме того, система производственной связи, построенная в соответствии с теми принципами, которые показаны на рисунке 4.46, обладает одним недостатком. Система телефонной связи отвечает самым современным принципам. Этого нельзя сказать о системе обмена данными. Не всегда Оператор сети обмена данными может предоставить услуги, которые связаны с Intranet и Extranet.

В последние годы стала популярной идея организации виртуальной частной сети за счет связки технологий IP/MPLS. В таких сетях существенное внимание уделяется защите от НСД. Привлекательными свойствами виртуальных частных сетей, использующих такие

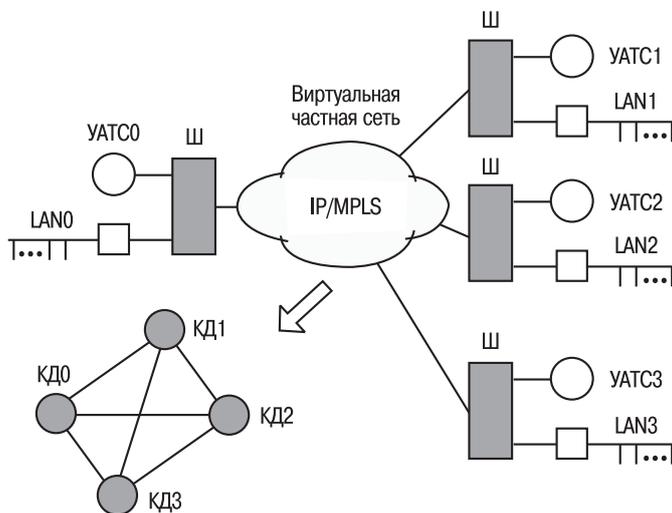


Рисунок 4.47 Модель системы производственной связи на базе VPN, в которой используется связка технологий IP/MPLS

решения, становятся возможность сокращения расходов на систему производственной связи и доступность ряда новых инфокоммуникационных услуг. На рисунке 4.47 показана модель системы производственной связи, построенная как VPN за счет связки технологий IP/MPLS. В левой нижней части рисунка 4.47 показана эквивалентная схема связи для оборудования, расположенного на четырех площадках предприятия. В данном случае вместо УАТС целесообразно рассматривать коммутаторы доступа (КД), обеспечивающие все виды инфокоммуникационных услуг. Связь между КД осуществляется по принципу "каждый с каждым".

В шлюзах выполняется преобразование информационных потоков и тех сообщений, которые циркулируют в системах сигнализации и технического обслуживания, в сторону виртуальной частной сети информационные потоки направляются в виде IP пакетов. Для УАТС и LAN шлюз осуществляет преобразование IP пакетов в ту форму, которая принята для этих типов оборудования.

Система производственной связи, основанная на связке технологий IP/MPLS, обеспечивает также подключение пользователей, находящихся вне четырех площадок, которые показаны на рисунке 4.47. Это очень привлекательное свойство VPN. Оно, в частности, обеспечивает возможность изменения структуры сети, состава обслуживаемых пользователей и перечня поддерживаемых услуг.

Клиенты системы производственной связи воспринимают VPN (если она работает с соблюдением заданных показателей качества обслуживания) как реальную сеть. Это означает, что "виртуализация" системы производственной связи, не ухудшая условий работы пользователей, позволяет сократить затраты на поддержку различных видов телекоммуникационных и информационных услуг. Некоторые экономические оценки затрат на построение VPN можно найти в [156].

Системы производственной связи отличаются многообразием характеристик и тех требований, которые они предъявляют к VPN. Компанией Cisco [106] предложено деление VPN на три вида. Во-первых, выделяется VPN доступа. Она обеспечивает подключение пользователей, находящихся вне территории обслуживаемых площадок. Подключение может осуществляться с помощью стационарных и мобильных терминалов. Два других вида VPN представлены сетями Intranet и Extranet. Вероятно, выделение VPN доступа подразумевает существование, как минимум, еще одного класса сетей. Речь идет о транзитной сети – ядре VPN.

Сеть доступа на основе VPN представляет собой очень интересный объект для исследований. В результате подобных исследований можно найти очень эффективные решения как для снижения расходов на систему производственной связи, так и для повышения ее функциональных возможностей. Среди тех новых типов оборудования, которые способны обеспечивать перспективный VPN доступ

следует выделить WLAN [157], соответствующие стандартам IEEE802.11, и GSM шлюзы [158].

По результатам исследований, которые проведены компанией Gartner Consulting [157], использование оборудования беспроводного доступа сотрудником, проводящим более 20% времени вне офиса, приводит к экономическому эффекту в 35 тысяч долларов. Считается, что, в среднем, около 40% времени сотрудники проводят вне офиса. Рост производительности труда сотрудников, пользующихся WLAN, оценивается в [157] на уровне 41%.

В настоящее время большинство сетей производственной связи построено за счет использования собственных или арендованных каналов. Ситуация начинает меняться. В [159] приведены любопытные оценки, полученные компанией Boston Consulting Group. Российский рынок VPN на период с 2004 по 2005 год оценивается в диапазоне 70 – 80 млн. долларов. В ближайшие годы VPN станет основным средством для качественной эволюции тех систем производственной связи, которые создаются для предприятий, имеющих удаленные филиалы.

4.3.6.3. Аутсорсинг

Слово "аутсорсинг" (в некоторых работах – "аутсортинг") появилось в лексиконе российских специалистов по инфокоммуникационным системам недавно. Оно было заимствовано из англоязычной экономической литературы, в которой встречается термин "Outsourcing". Из возможных вариантов перевода этого термина – с точки зрения инфокоммуникационной системы – целесообразно выбрать следующую формулировку: "привлечение внешних ресурсов для решения собственных проблем". Речь идет о специфической форме разделения труда.

Одно из характерных проявлений аутсорсинга – оффшорное программирование. В этом виде аутсорсинга лидирует Индия. В 2000 году экспорт программного обеспечения оценивался в 11 млрд. долларов. К 2008 году прогнозируется рост до 50 млрд. долларов [160]. Кстати, экспорт России, занимающей второе место на этом рынке, в 2000 году составил только 120 млн. долларов. В апреле 2004 года на шестом международном форуме МАС были озвучены данные 2003 года – 900 млн. долларов, что свидетельствует о развитии в России аутсорсинга в области программного обеспечения.

Аутсорсинг рассматривается многими специалистами как средство повышения конкурентоспособности, которое относится к внешним факторам совершенствования бизнес-процессов. Обычно к нему прибегают в тех случаях, когда решение задачи за счет собственных ресурсов нецелесообразно или же невозможно. В развитых странах доля расходов на услуги, касающиеся аутсорсинга в области информационных технологий, сравнима с уровнем затрат на приобретение программного обеспечения [161]. В России рынок аутсорсинга только начинает формироваться.

В [162] выделены следующие виды аутсорсинга: задачи, ресурсы, процессы, услуги. Возможно, предлагаемая классификация не охватывает все виды аутсорсинга, но она представляется весьма полезной с точки зрения вопросов, рассматриваемых в этой главе монографии.

Аутсорсинг отдельных задач имеет длинную историю. Он появился задолго до термина "аутсорсинг". Примером аутсорсинга отдельных задач можно считать обработку результатов измерения нагрузки, которые получены Оператором, исследовательским центром, специализирующимся в области теории телетрафика. Исследовательский центр не участвует в основных бизнес-процессах Оператора. Его функции ограничиваются – в предложенном примере – конкретной самостоятельной задачей.

Для аутсорсинга ресурсов, в свою очередь, можно выделить несколько направлений. Остановимся на двух из них. Первое связано с человеческими ресурсами (технические работники, эксперты высокой квалификации и так далее). Второе направление аутсорсинга касается технических ресурсов. Простейшим примером аутсорсинга можно считать использование вычислительных ресурсов для

проведения каких-либо работ.

Для аутсорсинга задач и ресурсов, по всей видимости, не было смысла вводить новый термин. В [162] упоминается, что для этих видов аутсорсинга более подходит иной термин – "Out-tasking". На русский язык этот термин можно перевести как организацию выполнения задач вне предприятия. В этом плане "Out-tasking" можно рассматривать как начальную фазу аутсорсинга.

Аутсорсинг процессов имеет более сложную природу. Часто он связан с изменением бизнес-процессов Оператора. Причины использования аутсорсинга процессов могут быть различными. В конечном счете, они связаны с поиском эффективных путей работы на инфокоммуникационном рынке. В качестве примеров аутсорсинга процессов обычно называют хранение данных, обеспечение безопасности и им подобные. Для аутсорсинга процессов необходимо заключать достаточно сложные соглашения, оговаривая, например, параметры SLA [141]. Аутсорсинг услуг подразумевает серьезную реструктуризацию бизнес-процессов Оператора.

С практической точки зрения интересным примером аутсорсинга можно считать отказ от использования УАТС. На рисунке 4.48 показаны два варианта организации связи в пределах предприятия. Первый вариант подразумевает установку УАТС, а второй – использование возможностей CENTREX [163]. Кстати, CENTREX иногда рассматривают как услуги хостинга УАТС [164].

Для реализации варианта (а) предприятие закупает УАТС и устанавливает ее в таком помещении, которое удовлетворяет ряду требо-

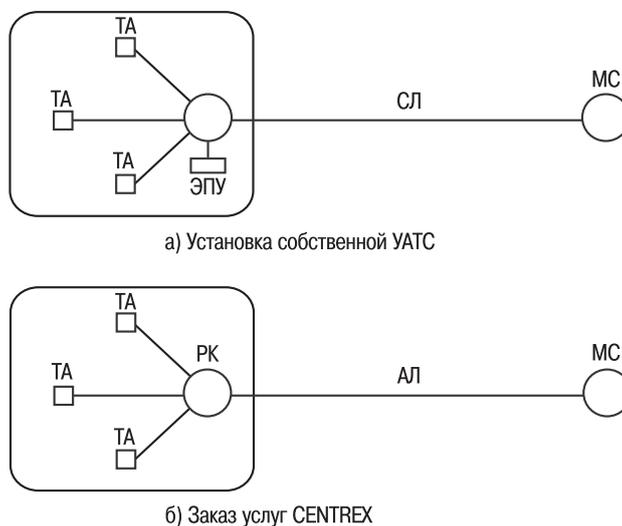


Рисунок 4.48 Два варианта организации связи в пределах предприятия

ваний. Эти требования касаются, например, мест размещения электропитающей установки (ЭПУ) и аккумуляторной батареи. Кроме того, необходимо выделить площади для установки УАТС. Далее необходимо обучить персонал ряду операций по техническому обслуживанию коммутационного оборудования. Издержки предприятия можно выразить суммой постоянных (C_0) и переменных (C_1) затрат. Переменные затраты касаются периода в один месяц.

УАТС включается в МС пучком СЛ емкостью V каналов. Ежемесячная плата за каждую СЛ составляет X рублей. Плата за каждую АЛ, имеющую право выхода в ТФОП, составляет Y рублей.

Вариант (б) подразумевает, что все N АЛ включаются прямо в МС. Поэтому на рисунке 4.48 вместо УАТС изображена распределительная коробка. Все виды затрат на оборудование равны нулю. Плата за каждую АЛ (их численность примерно на порядок превышает емкость пучка СЛ, то есть $N \gg V$) составляет Z рублей в месяц. Этот тариф учитывает стоимость услуг CENTREX.

Суммарные затраты предприятия за t месяцев – $S_A(t)$ и $S_B(t)$ – при отсутствии повременной оплаты местных соединений определяются простыми соотношениями:

$$\begin{aligned} S_A(t) &= C_0 + C_1 t + V X t + N Y t, \\ S_B(t) &= N Z t. \end{aligned} \quad (4.3)$$

Из равенства $S_A(t) = S_B(t)$ легко находится такое значение тарифа Z_0 , которое стимулирует руководство предприятия отказаться от приобретения УАТС. Допустим, что величина $S_B(t)$, определяемая значением тарифа Z_0 , не только покрывает издержки Оператора на введение услуг CENTREX, но и приносит доход. В этом случае использование аутсорсинга будет выгодным обеим сторонам.

Хотя мы говорили об услугах CENTREX, данный пример касается аутсорсинга ресурсов. Еще один интересный пример – аутсорсинг Contact Center [165]. В данном случае речь идет об аутсорсинге процессов и услуг. В [165] выделены три варианта организации аутсорсинга, свойственных Contact Center: организация бюро обслуживания, хостинг приложений и предоставление ресурсов сторонней компании. Эффективность аутсорсинга Contact Center оценивалась по ожидаемой величине чистой прибыли для договора, который предусматривает обслуживание заявок четырьмя операторами. Чистая прибыль владельца Contact Center составляет порядка 4,6 тысяч долларов США в месяц.

Конечно, подобным оценкам свойственна существенная дисперсия. Тем не менее, они позволяют определить порядок величин, характеризующих эффективность разных форм аутсорсинга. Судя по всему, популярность аутсорсинга в развитых странах имеет весьма понятные экономические объяснения.

4.3.6.4. Цифровая сеть интегрального обслуживания

Во многих публикациях конца XX века идея ЦСИО рассматривалась как основной путь развития цифровой телефонии. Ряд прогнозов, о которых мы поговорим в конце раздела 4.5, свидетельствовал о высоком уровне максимального проникновения ЦСИО – до 25%. Теперь, когда ситуация изменилась, некоторые специалисты стали рассматривать ЦСИО как ошибочную стратегию развития цифровых телефонных сетей. Вряд ли это верно. Идея ЦСИО, по моему мнению, оказалась очень плодотворной с нескольких точек зрения.

Во-первых, реализация функций ЦСИО в некоторых странах (например, в Германии, где соответствующая программа получила государственную поддержку) способствовала эффективному развитию инфокоммуникационной системы в целом. В России концепцию ЦСИО столь же активно поддерживало ОАО "Уралсвязинформ". Вопреки ожидаемым пессимистическим оценкам и эксплуатационный персонал, и клиенты, уже использующие терминалы ЦСИО, положительно оценивают концепцию интегрального обслуживания.

Во-вторых, концепция ЦСИО послужила основой для некоторых новых разработок. В частности, идеология xDSL сформировалась в результате поиска эффективных решений по реализации U-интерфейса ЦСИО [20]. Кстати, в некоторых публикациях приводится не совсем корректное сравнение ЦСИО и xDSL по скорости обмена данными и стоимости оборудования. Дело в том, что аппаратно-программные средства ЦСИО, кроме передачи цифрового потока между терминалом и коммутационной станцией, обеспечивают еще множество новых видов обслуживания. Оборудование xDSL предназначено только для высокоскоростной передачи информации между двумя точками.

В третьих, Операторы, предоставляющие услуги ЦСИО, получили бесценный опыт, который востребован в эпоху NGN. Столь же полезный опыт приобрели те пользователи, которые установили у себя оборудование ЦСИО.

Конечно, в настоящее время интерес к ЦСИО падает. Тому есть объективные причины. Тем не менее, численность пользователей ЦСИО немного растет. Вероятно, этот процесс будет продолжаться еще несколько лет.

4.3.6.4. Универсальная персональная связь

Разработка концепции УПС была начата МСЭ в начале 90-х годов прошлого века. Идея разработки заключалась в преодолении недостатков ТФОП, которые свойственны ей по определению. В сетях фиксированной телефонной связи соединение устанавливается с тем терминалом, который подключен к АЛ вызываемого абонента. Эта линия однозначно определяется номером, присвоенным Оператором телефонной сети. Возможно, что того человека, с которым хочет поговорить вызывающий абонент, в данное время нет на месте. Телефонная сеть, установив соединение с линией вызываемого абонента, правильно выполнила все свои функции. Тем не менее, коммуникативные потребности вызываемого абонента остались неудовлетворенными.

В результате поиска путей для решения подобных проблем сформировалась идея персональной мобильности (*personal mobility*). На сайте МСЭ [92] можно найти шесть определений этого термина, которые по смыслу не очень существенно различаются между собой. Общая идея состоит в том, что с потенциальным пользователем услуги УПС можно связываться по некому персональному номеру, не зная ни его местонахождения, ни типа терминала, который ему доступен. Фактически вызываемый абонент с помощью простых процедур сообщает сети куда и на какой терминал следует направлять входящие вызовы. Перечень услуг, который доступен абоненту, ограничивается только возможностями используемых терминалов и тех сетей, через которые устанавливается соединение.

Такое решение должно повысить коэффициент успешных вызовов, то есть долю тех соединений, которые заканчиваются разговором не с тем, кто подойдет к телефону, а с конкретным человеком. Правда, такой критерий не применим для тех случаев, когда достаточно поговорить с любым ответившим человеком. Характерные примеры – вызов оператора справочно-информационной службы или передача факсимильного сообщения.

Идею УПС можно реализовать средствами Интеллектуальной сети, а также иными способами. В США и Канаде для предоставления услуги УПС был выделен код DEF = 500 в плане нумерации ТФОП Северной Америки. Для персональных номеров такое решение позволяет выделить семь цифр. Позже МСЭ предложил код 878 для УПС как глобальной услуги. Это означает, что для нумерации абонентов можно использовать двенадцать цифр, что существенно расширяет численность потенциальных абонентов. Кстати, выделение номера из двенадцати знаков свидетельствует о том, что МСЭ смотрит на рынок услуг УПС с оптимизмом.

На перспективы практического использования УПС существенно повлияло бурное развитие рынка мобильной связи. Дешевели терминалы, снижались тарифы на услуги. Это привело к тому, что численность потенциальных клиентов УПС заметно снизилась.

Кроме того, ожидаемый запуск систем персональной спутниковой связи также охладил интерес к услугам УПС.

Такое положение отразилось даже на системе понятий. В ряде публикаций смело утверждается, что универсальная персональная связь – это услуга сетей 3G, UMTS или даже современных систем спутниковой связи. Конечно, соответствующие технологии способны решить ряд задач, для которых и разрабатывалась концепция УПС, но это не повод для подмены понятий.

Идея УПС, вне зависимости от коммерческого успеха, оказалась очень плодотворна для дальнейшего развития инфокоммуникационной системы. Во-первых, рекомендации МСЭ, относящиеся к УПС, стимулировали разработку базовых принципов персональной мобильности. Во-вторых, был найден один из путей повышения коэффициента успешных вызовов, что весьма актуально для системы телефонной связи. В третьих, концепция УПС оказала положительное влияние на разработку принципов ИС и ЦСИО. Следует отметить, что основные положения для всех трех концепций были разработаны в одной ИК МСЭ.

4.3.6.6. Глобальные услуги, etc.

Термин "глобальная услуга" был введен МСЭ в рекомендациях серии "Е". Ряд услуг, поддерживаемых, в частности, аппаратно-программными средствами ИС, представляет интерес для абонентов из разных стран. Характерный пример – услуги FreePhone, которые предоставляются компанией, работающей во многих странах. Поставщики услуг, для бизнеса которых границы между странами не столь существенны, заинтересованы в возможностях подобного рода. Кроме того, к глобальным услугам обычно причисляют системы спутниковой связи, обеспечивающие мобильность терминала по всему Земному шару или на значительной его части.

Поддержка глобальных услуг часто требует пересмотра плана нумерации ТФОП. Кстати, в числе аргументов, объясняющих актуальность введения пятнадцатизначного плана нумерации [166], упоминался ожидаемый спрос на глобальные услуги. Для четырех глобальных услуг МСЭ выделил негеографические трехзначные коды DEF:

- ♦ 800 – для универсальной международной услуги FreePhone (соединение, оплачиваемое вызываемым абонентом);
- ♦ 878 – для услуги "Универсальная персональная связь";
- ♦ 808 – для универсальной международной услуги с оплатой, разделяемой между абонентами;
- ♦ 979 – для универсальной международной услуги с дополнительной оплатой за полученную информацию.

Полный международный номер (не считая префиксов) может состоять из пятнадцати знаков. Это означает, что за кодом DEF может следовать до двенадцати цифр. Такая длина "местного номера" теоретически позволяет идентифицировать 10^{12} различных услуг. Эта величина выбрана с большим запасом. Вероятно, был учтен опыт Internet, для которого предыдущая система адресации (IPv4) представлялась избыточной, но быстро исчерпала имеющиеся ресурсы.

В завершение этого параграфа следует добавить несколько слов о тех концепциях, которые пока не получили широкого признания. Судьба некоторых из них еще не ясна.

В первую очередь упомянем о концепции "Smart Living". В 2002 году на выставке в Лас-Вегасе эту концепцию представил ее автор, Билл Гейтс. Она основана на технологии SPOT (Smart Personal Objects Technology). Эти слова можно перевести так: технология интеллектуальных персональных устройств.

Компанию Microsoft привлек рынок бытовой электроники. Одним из первых устройств, в которых использована технология SPOT, стали наручные часы. Фотография этих часов воспроизведена на рисунке 4.49. Они подключены к Internet, что позволяет владельцу часов получать письма, новости, информацию о погоде, пробках на дорогах, биржевых котировках и прочие полезные сведения. Предполагается, что стоимость таких часов составит около 200 долларов США.

Чтобы регулярно получать на экране часов текущую информацию, их владельцу придется оформить подписку в службе Microsoft "Direct Service". Стоимость подписки составит 9,95 долларов в месяц или 59 долларов за весь год. Сначала служба "Direct Service" будет работать только на территории США и в южных районах Канады. В начале 2004 года начались тестовые испытания в Европе.

Многие специалисты скептически отнеслись к новой идее Била Гейтса. Часы, которые были им продемонстрированы, похожи на пейджер. Действительно, информация передается в одном направлении – от источника данных к часам. С другой стороны, планы компании Microsoft связаны практически со всеми устройствами, используемыми людьми или работающими без вмешательства человека. В частности, технология SPOT может эффективно использоваться в холодильниках, в микроволновых печах и в ряде других устройств. Возможно, что оборудование, использующее технологию SPOT, окажется полезным для реализации концепции "Интеллектуальное здание", о которой мы говорили в параграфе 4.3.5.

Вторая концепция, о которой следует упомянуть, известна по аббревиатуре NPN. Похожая – и не только по формальным признакам – аббревиатура NGN уже многократно упоминалась во всех главах монографии. Концепция NPN (New Public Network) может рассматриваться как совокупность системных принципов по построению новой сети общего пользования. В этом смысле понятие NPN представляется более общим, нежели NGN.

Концепция NGN – как ЦСИО, ИС и другие идеи развития инфокоммуникационной системы – определяет основные контуры сети будущего. При этом не учитываются два обстоятельства. Во-первых, практически все концепции реализуются в уже работа-



Рисунок 4.49 Наручные часы, использующие технологию SPOT

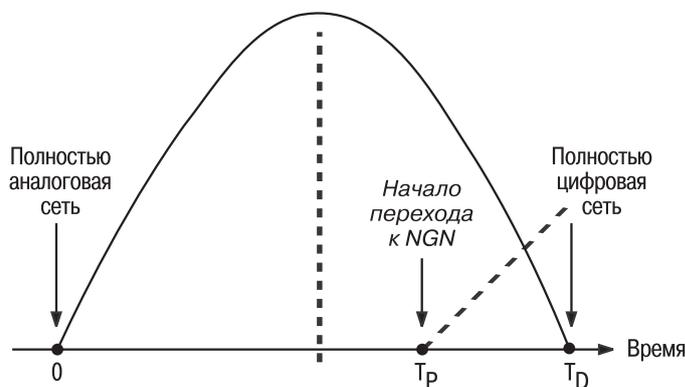


Рисунок 4.50 Процесс цифровизации местной телефонной сети

ющей сети, что трансформирует первоначальную идею. Во-вторых, ни одна концепция не может существовать "в чистом виде". }Сначала она испытывает влияние существующей системы связи, а потом новых концепций, появившихся позже. На рисунке 4.50 эти утверждения иллюстрируются примером из области цифровизации местной телефонной сети.

Точка "0" на оси времени соответствует тому моменту, до которого телефонная сеть была полностью аналоговой. Оператор рассчитывает завершить цифровизацию этой сети к моменту времени T_D . После момента T_D должна наступить эра полностью цифровой телефонной сети. В период $[0, T_D]$ могут появиться новые концепции развития сети и начаться процесс их практической реализации. На рисунке 4.50 показана точка T_P , которая фиксирует начало перехода к NGN. Это означает, что полностью цифровая телефонная сеть – в классическом понимании этого термина – никогда существовать не будет.

Поэтому следующий раздел четвертой главы монографии, посвященный основным сценариям перехода к NGN, на самом деле содержит принципы построения NPN. Следует подчеркнуть, что такое положение нисколько не снижает ценности концепции NGN и других идей развития инфокоммуникационной системы. Можно провести аналогию с первым законом Ньютона. Практические эксперименты (благодаря силе трения) не подтверждают этот закон, но зато он служит основой для большинства положений классической механики. Сама же классическая механика породила ряд практически значимых результатов.

Завершая этот раздел, мне представляется уместным упомянуть еще два важных аспекта модернизации инфокоммуникационной системы. Во-первых, нельзя забывать об информационной безопас-

ности. Значение информации во всех сферах жизни общества постоянно растет. Параллельно увеличивается численность случайных и умышленных угроз процессам передачи, хранения и обработки информации. Классификация этих угроз приведена в [167] и в ряде других публикаций. К сожалению, пакетные технологии в этом отношении пока весьма уязвимы. Поэтому при переходе к NGN актуальность обеспечения информационной безопасности будет возрастать [168]. Во-вторых, следует сказать хотя бы несколько слов об интеллектуальной собственности. Новые технологии (в первую очередь – Internet) открывают новые возможности для интеллектуальной деятельности. Вместе с тем, формируются грандиозные возможности для плагиата.

Чтобы не заканчивать раздел 4.3 на столь пессимистической ноте, мне хочется упомянуть о концепции, которая, на первый взгляд, относится к гуманитарным наукам. Речь идет о "цифровом разрыве" – различии уровня жизни в развитых и развивающихся странах [169]. Одной из причин цифрового разрыва считается радикальное различие в уровнях развития инфокоммуникационной системы. Доказательства были представлены еще в 1984 году в отчете МСЭ [170], который имеет символическое название "The Missing Link" – недостающее звено. В этом отчете убедительно показана та важная роль, которую играет инфокоммуникационная система в развитии страны. Монография [169] содержит ряд фундаментальных положений, касающихся преодоления цифрового разрыва, а также роли новых инфокоммуникационных технологий.

*Чего-нибудь монументального
Все время хочется в России,
Но непременно моментального
И без особенных усилий.
(Игорь Губерман)*

4.4. Основные сценарии перехода к NGN

4.4.1. Модернизация ТФОП в целом

В апреле 2004 года в Санкт-Петербурге состоялся семинар "Абонентский доступ в сетях NGN". На этом семинаре в докладе В.И. Лохтина и К.Ю. Кравченко "Подходы к построению мультисервисной сети доступа ОАО "Связьинвест" при переходе к NGN" была представлена интересная статистика по телефонной связи. На 1 января 2004 года 33,4 млн. номеров ТФОП распределялись по типам эксплуатируемых коммутационных станций следующим образом.

- ♦ декадно-шаговые АТС – 8%;
- ♦ координатные АТС – 44%;
- ♦ квазиэлектронные АТС – 5%;
- ♦ цифровые АТС – 43%.

В 2004 году процесс цифровизации ГТС отмечает двадцатилетнюю годовщину. Из приведенных статистических данных следует, что мы находимся на середине пути, считая конечной точкой стопроцентную цифровизацию ТФОП. Конечно, достижение этой цели не потребует еще двадцати лет, но в ближайшие годы процесс цифровизации завершен не будет. Сложившаяся ситуация рассматривалась в конце предыдущего раздела – рисунок 4.50. Ей присущи свои плюсы и минусы. Для дополнительных комментариев к данному утверждению воспользуемся рисунком 3.90, который был приведен в третьей главе монографии. Ниже он воспроизводится под номером 4.51 с небольшим дополнением. В сети абонентского доступа выделены два компонента, касающиеся фиксированной и мобильной связи. Такое изменение модели вызвано последующим обсуждением вопросов эволюции систем мобильной связи.

Для элемента "Сеть в помещении пользователя" вероятный спрос на IP технологию объясняется развитием системы производственной связи. Выбор IP технологии для другого элемента инфокоммуникационной системы ("Междугородная сеть"), который находится с противоположной стороны рассматриваемой модели, принят большинством Операторов в качестве экономичного способа обслуживания трафика дальней связи. Другие элементы инфокоммуникационной системы испытывают давление с двух сторон, что стимулирует изменение их технологической базы.

Мобильную сеть целесообразно рассматривать как неотъемлемый компонент единой инфокоммуникационной системы. Такая трактовка представляется мне весьма удачной с точки зрения изменения технологий коммутации. Если фиксированный компонент

сети абонентского доступа будет изменяться в направлении IP технологии, то будет ли разумен переход к 3G? Иное дело, если "время жизни" рассчитано лишь на переходный период до IP технологии в фиксированной сети абонентского доступа. Тогда возникает другой вопрос: не лучше ли сразу перейти к 4G? Такой путь развития выбрала Индия [171]. К нему склоняются и некоторые другие страны.

Вернемся к фиксированной связи. Говоря о модернизации ТФОП, целесообразно не только определить пути эффективного применения технологий, но и предложить решения по тем проблемам, которые свойственны существующей системе телефонной связи вне зависимости от используемых методов передачи и распределения информации. Можно найти множество проблем такого рода. В этом параграфе выделены только три проблемы. Во-первых, сейчас в российской ТФОП (особенно в СТС) используется слишком много коммутационных станций. Во-вторых, некоторые сети имеют чрезмерную численность уровней иерархии. В-третьих, необходимо учитывать диверсификацию тех требований, которые предъявляют потенциальные абоненты к инфокоммуникационной системе.

Первая и вторая проблемы порождены одной причиной – практикой планирования ТФОП, далекой от поиска оптимальных решений. Тому были свои причины. В самом начале 80-х годов под руководством П.А. Юнакова, моего научного руководителя во время обучения в аспирантуре, была разработана методика планирования цифровых ГТС. Численные оценки убедительно доказывали преимущества применения цифровых АТС большой емкости. Администрация связи СССР, проектные институты и некоторые Операторы были ознакомлены с результатами, составили положительные заключения и ... практика планирования ГТС не изменилась. Примерно через десять лет мне поручили аналогичную работу, но для цифровых СТС. Итог был таким же. Справедливость полученных нами выводов была подтверждена исследованиями китайских специалистов. Они пришли к таким же выводам. Правда, им повезло больше, так как разработанные рекомендации были реализованы на практике [172].

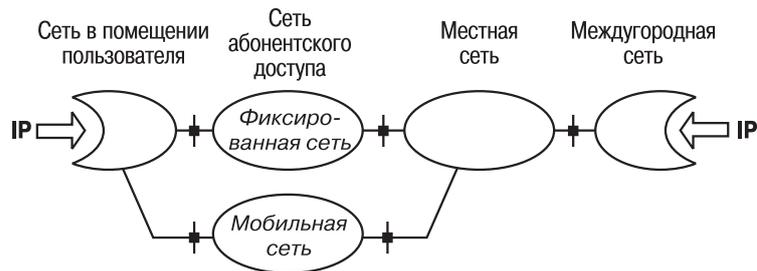


Рисунок 4.51 Основные движущие силы, определяющие переход к IP технологии

Теперь о третьей проблеме. Ее анализ целесообразно начать с таблицы 4.12 [173]. Для нас особый интерес представляет третий столбец, который содержит сведения о доле жилищ, использующих две и более АЛ. Приведенные данные были собраны в 2002 году.

Таблица 4.12

Страна	Процент жилищ, подключенных к ТФОП	Процент жилищ, подключенных к ТФОП по двум или более АЛ
Норвегия	100	20
Швеция	100	6
Южная Корея	99	1
Австралия	97	11
Германия	97	9
Великобритания	94	7
США	94	29
Италия	93	1
Франция	90	5

Эти данные косвенно свидетельствуют о расслоении клиентской базы Оператора. Данный факт уже обсуждался в первой главе монографии. Там рассматривалось деление абонентов делового и квартирного секторов на несколько групп. Такое деление было основано на результатах обработки статистических данных, касающихся платы за услуги связи абонентами нескольких АТС.

Из данных, приведенных в третьем столбце таблицы 4.12, следует выделить три страны, в которых численность двух или более АЛ в одном жилище превышает 10%. Речь идет о США (в первую очередь), а также Норвегии и Австралии. Сначала две или более линии использовались для включения телефонного и факсимильного аппаратов. В некоторых случаях устанавливались только телефоны с различными номерами. Это позволяло решить ряд задач:

- ♦ отделить входящие вызовы деловых партнеров от трафика, создаваемого друзьями и родственниками;
- ♦ предоставить некоторым членам семьи персональные номера для входящей связи;
- ♦ установить более сложные правила для использования нескольких номеров группой потенциальных абонентов.

По мере формирования спроса на услуги Internet некоторые АЛ стали оборудовать модемами, что позволило избежать растущих потерь входящих вызовов. Правда, один мой коллега из США рассказал забавную историю о том, как не мог дозвониться домой ни по одному из четырех телефонов, установленных дома. Оказалось, что дети, вернувшись из школы, "вошли" в Internet, а по двум другим

телефонам они обсуждали свои впечатления от путешествия по "всемирной паутине" с приятелями. Эта история приведена не только для иллюстрации возможности блокировки четырех АД двумя абонентами. Речь идет о важности обеспечения входящей связи вне зависимости от исходящего трафика.

Для перспективных сетей абонентского доступа понятие числа АД, используемых в помещении пользователя, начинает постепенно "размываться". Целесообразнее говорить о ресурсах, необходимых потенциальным клиентам. Эти ресурсы можно оценить величиной пропускной способности, которая будет нужна пользователям. Обратимся к рисунку 4.52, на котором показано изменение требований к полосе пропускания в сети абонентского доступа для абонентов квартирного сектора в США [174]. Этот прогноз был разработан компанией Technology Future Inc.

Четыре кривые, приведенные на рисунке 4.52, интересны, по крайней мере, с двух точек зрения. Во-первых, они позволяют оценить требуемые скорости обмена данными в сети доступа. Во-вторых, по этим кривым можно судить об уровне ожидаемого спроса на широкополосные услуги. Конечно, подобный процесс для российских условий будет иметь иной характер. Речь идет о масштабах по обеим осям графика. Процесс растянется во времени, а уровни насыщения каждой кривой будут располагаться ниже. В российских мегаполисах – особенно для так называемых "элитных" домов – характер спроса на широкополосный доступ будет очень похож на тот, что показан на рисунке 4.52.

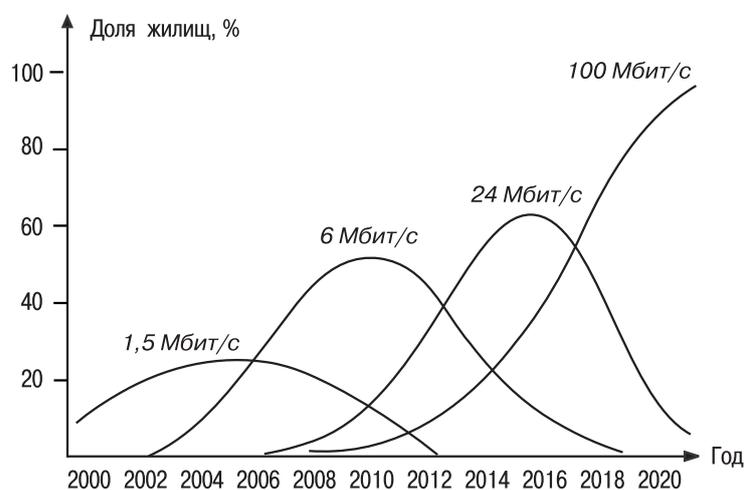


Рисунок 4.52 Изменение требований к полосе пропускания для абонентов квартирного сектора

Таблица 4.12 и рисунок 4.52 отражают – при всей непохожести представленных в них данных – общую идею. Она состоит в расслоении тех требований потенциальных клиентов, которые предъявляются к перспективной инфокоммуникационной системе. Это расслоение определяется множеством факторов, среди которых целесообразно выделить два важных аспекта. Во-первых, для значительной части абонентов ограничение в услугах инфокоммуникационной системы обусловлено финансовыми возможностями. Вряд ли эта ситуация изменится в обозримой перспективе. Во-вторых, диверсификация требований потенциальных клиентов обусловлена их персональной точкой зрения на то, что они хотели бы получить от инфокоммуникационной системы. Об этом мы говорили в первой главе, упоминая концепцию VI&P. В начале этой главы также упоминался переход от стандартизированной экономики к экономике клиента [1], что также ведет к расслоению требований, которым должна отвечать инфокоммуникационная система.

В этом параграфе, как следует из его названия, рассматривается "телефонная сеть в целом". Давайте немного поговорим об использовании слова "сеть" в технической литературе по электросвязи на русском языке. Следует отметить, что ситуация со словом "network" в английском языке – несколько иная. Сначала рассмотрим модели сетей будущего, предложенные в [175]. Они показаны на рисунке 4.53. Внутри каждого из трех "облаков" приведены названия на языке оригинала.

Верхняя часть модели, в некоторой степени, представляет существующее положение с сетями, использующими технологию

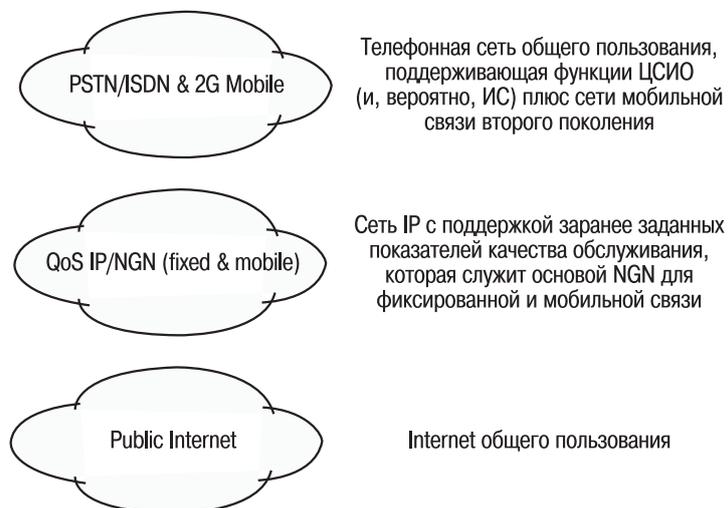


Рисунок 4.53 Модели сетей будущего

"коммутация каналов". Мне кажется, что такой подход очень удачен с точки зрения рассматриваемого вопроса — трактовки слова "сеть". Хотя в [175] упоминание об Интеллектуальной сети отсутствует, оно представляется весьма уместным. Поэтому я допустил некоторую вольность и ввел функции ИС в состав верхнего "облака". В расшифровках аббревиатур ЦСИО и ИС (как в русском, так и в английском языках) присутствует слово "сеть". Но ни в том, ни в другом случае новая сеть не создается. Речь идет о дополнительных аппаратно-программных средствах, с помощью которых ЦСИО и ИС поддерживают новые виды услуг. Сеть мобильной связи на самом деле представляет иной способ построения участка абонентского доступа (нижняя часть рисунка 4.51), обеспечивающий ряд полезных возможностей для потенциальных клиентов Оператора.

Средняя часть модели иллюстрирует следующую фазу эволюции фиксированного и мобильного компонентов телефонной сети. Основная идея этой эволюции состоит в смене технологий коммутаций. При несомненном расширении функциональных возможностей инфокоммуникационной системы можно говорить о том, что эволюция не приведет к увеличению числа сетей. Иными словами, речь снова идет об одной сети. Правда, NGN будет создаваться за счет эволюционной стратегии. Поэтому два верхних облака будут сосуществовать в течение некоторого периода времени. Возможно, что для России длина этого периода будет измеряться не одним десятилетием.

Нижняя часть модели связана с сетью Internet. Эта сеть, по всей видимости, сохранит свою автономию. Это отнюдь не означает, что Internet не будет модернизироваться.

Предложенная модель может быть дополнена сетями, которые — в силу сложившихся традиций — обычно рассматриваются отдельно. Речь, в частности, идет о сетях подачи программ телевизионного и звукового вещания, передачи газетных полос и некоторых других. Они обычно не относятся к интерактивным системам.

Хотя на рисунке 4.53 показаны три отдельные сети, не исключено использование ими общих ресурсов. Например, все эти сети могут использовать общие транспортные ресурсы, а также интегрированную систему технического обслуживания.

Еще одна особенность эволюции инфокоммуникационной системы состоит в том, что ее интеллект перераспределяется между терминалом и сетью (ее коммутационным оборудованием) — рисунок 4.54. Примерами сетей, для которых такое перераспределение представляет наибольший интерес, можно считать ТФОП, Internet и NGN.

В любой ТФОП можно использовать самые простые терминалы, то есть устройства, обладающие минимальным интеллектом. Это не исключает применение весьма сложных терминалов с развитым интеллектом. Такое свойство ТФОП обеспечивается за счет усложнения коммутационного оборудования. В сотовой сети терминал выполняет весьма сложные функции, что позволяет несколько упростить

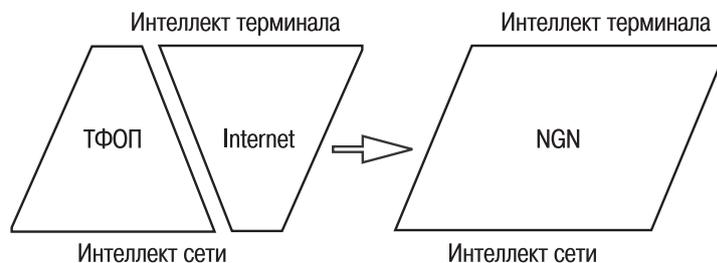


Рисунок 4.54 Перераспределение интеллекта между сетью и терминалом

функции коммутации. Это считается вполне естественным; иначе никто и не мыслит построение сотовой сети. В середине 80-х годов была разработана система коммутации C-32 [176], в которой часть функций абонентского комплекта выполнял цифровой ТА. Тогда это решение считалось большим недостатком коммутационной станции.

В сети Internet основной интеллект сосредоточен в терминалах – персональных компьютерах или иных вычислительных устройствах. По этой причине трапеция, которая соответствует Internet, перевернута относительно такой же фигуры, характеризующей ТФОП.

Похоже, что для NGN годится старая истина: Veritas in medio (истина в середине). Интеллект будет распределен между терминалами и сетью. Отдать предпочтение кому-то из них будет сложно. Параллелограмм, полученный объединением двух трапеций, по всей видимости, не лучшим образом отражает распределение интеллекта между терминалом и сетью NGN. Вероятно, адекватной моделью будет даже не плоская, а объемная фигура. Правда, практического значения поиск лучшей модели не имеет.

Завершая этот параграф, необходимо сформулировать общие принципы перехода к NGN. Они – методологически – не отличаются от тех принципов цифровизации ТФОП, которые были приняты в большинстве стран. В самом общем виде эти принципы показаны на рисунке 4.55. Предлагаемый алгоритм будет использован в двух следующих параграфах этого раздела. Он состоит из четырех основных этапов.

На первом этапе необходимо провести тщательный анализ основных характеристик эксплуатируемых телекоммуникационных сетей и совокупности тех требований, которым должна отвечать создаваемая инфокоммуникационная система. Полученные результаты позволяют разработать оптимальные решения для инфокоммуникационной системы на момент завершения процесса ее модернизации – этап II. Это означает, что Оператор (или проектировщик) может приступить к решению задачи, для которой извест-



Рисунок 4.55 Общие принципы перехода к NGN

тен ответ, то есть четко поставлена цель в виде топологии сети, перечня услуг, плана нумерации и прочих атрибутов.

На третьем этапе выбирается совокупность сценариев, каждый из которых – после его реализации – ведет к достижению поставленной цели (оптимальному решению). Таких сценариев может быть очень много, но из них необходимо выбрать только практически значимые решения. На четвертом этапе выбирается лучший сценарий и на его основе готовится информация, требуемая ЛПП. В процессе анализа сценариев может выясниться, что оптимальное решение нереализуемо по каким-либо соображениям. Как правило, такой вывод – следствие расчета инвестиций или срока окупаемости. В этом случае необходимо вернуться к фазе II (пунктирная линия на рисунке 4.55) и скорректировать оптимальное решение.

Худший сценарий модернизации ТФОП – замена каждой коммутационной станции аппаратно-программными средствами, использующими пакетные технологии. В этом случае численность систем коммутации и структура сети не меняются. В двух следующих параграфах мы будем рассматривать иные подходы к модернизации местных телефонных сетей. Они основаны на оптимизации структуры пакетных сетей. Ни о каком копировании решений, характерных для телефонии, речи быть не может.

4.4.2. Эволюция ГТС

На рисунке 4.56 приведена модель фрагмента ГТС, для которого в этом параграфе будут представлены принципы перехода на технологию "коммутация пакетов". Фрагмент сети состоит из двух узловых районов, в каждом из которых показаны УИС, УВС и три РАТС. В первом узловом районе все РАТС связаны между собой по принципу "каждая с каждой". Связь между РАТС второго узлового района осуществляется через УИС и УВС. Для междугородной связи в обоих узловых районах используются пучки ЗСЛ и СЛМ, организуемые на участках АМТС – УИС и УВС соответственно. Это означает, что УВС для входящего междугородного трафика выполняет функции УВСМ.

В соответствии с положениями, сформулированными в предыдущем параграфе, необходимо найти структуру коммутируемой сети, которая будет оптимальна к моменту завершения процесса построения NGN. Допустим, что такая структура была найдена. Ее фрагмент приведен на рисунке 4.57. Общие принципы поиска оптимального решения для городской сети будут рассматриваться в параграфе 4.4.4. Для нас – в данное время – важнее пути реализации оптимальной структуры NGN.

Оптимальная структура городской инфокоммуникационной сети состоит из двух уровней иерархии. Нижний уровень формируют мультисервисные коммутаторы доступа (МКД). Аппаратно-программные средства МКД предназначены для оптимизации сети абонентского доступа. Термин "мультисервисный коммутатор

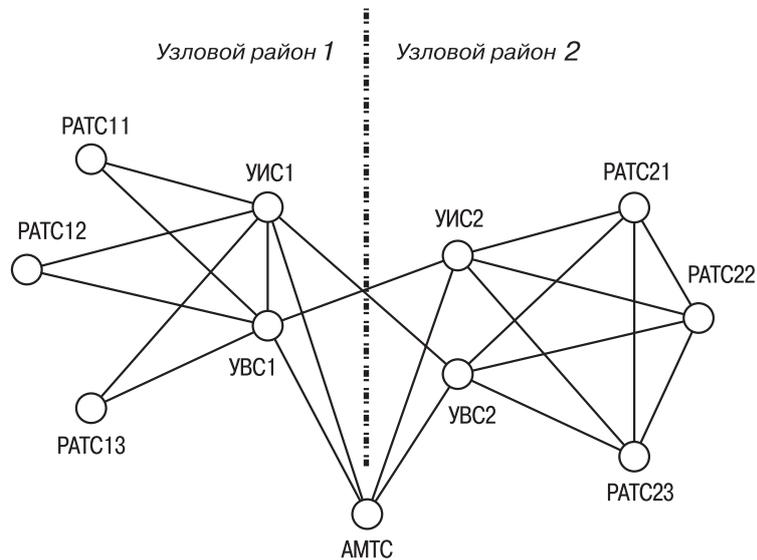


Рисунок 4.56 Модель фрагмента городской телефонной сети

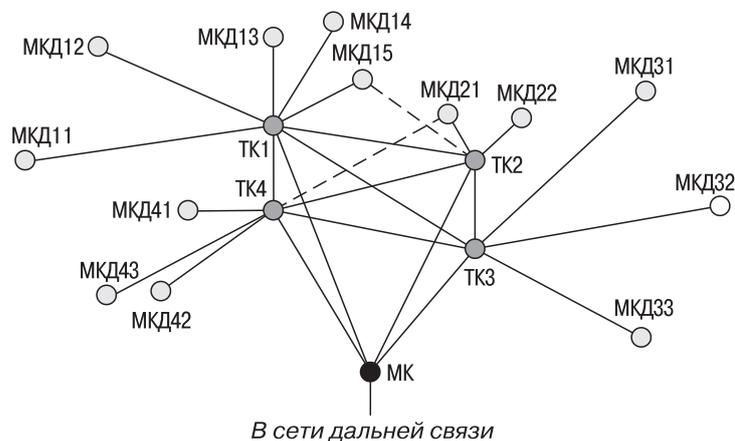


Рисунок 4.57 Оптимальная структура NGN для рассматриваемого фрагмента городской сети

доступа" был предложен одним из производителей оборудования NGN [177] и стал использоваться в работах ряда специалистов по системным вопросам развития электросвязи.

Каждый МКД включен в транзитный коммутатор (ТК). Первая цифра в номере каждого МКД определяет опорный ТК. Обеспечение надежной связи между МКД и ТК может осуществляться различными способами. Во-первых, транспортная сеть построена так, что между МКД и опорным ТК существуют несколько (не менее двух) независимых (в смысле надежности) путей передачи пакетов. Во-вторых, МКД может включаться в два ТК. На рисунке 4.57 такая возможность показана пунктирными линиями для двух направлений связи: ТК4 – МКД21 и ТК2 – МКД15.

Все ТК связаны между собой по принципу "каждый с каждым". Кроме того, между каждой парой ТК существуют как минимум два независимых пути передачи пакетов, что обеспечивается принятыми принципами построения транспортной сети. Это означает, что "ядро" сети, которое образуют все ТК, имеет хорошие показатели надежности.

Выход в сети дальней (междугородной и международной) связи обеспечивает МК – магистральный коммутатор. Он связан со всеми ТК. С точки зрения надежности ТК входит в тот полностью связанный граф, который формируется транзитными коммутаторами. Это обеспечивает высокую надежность коммутируемой сети на участке ТК – МК.

Итак, определена конечная цель преобразования ГТС. Теперь необходимо выбрать подходящий сценарий для реализации оптимального решения. Эта задача требует очень серьезной проработки,

которая выходит за рамки данной монографии. Мы рассмотрим только этапы ее решения, не вдаваясь в подробности. Допустим, что на первом этапе будет создана сеть, показанная на рисунке 4.58. Новыми элементами в эксплуатируемой сети становятся МК и МКД42. Кроме того, подключаются три IP УАТС.

Если использовать терминологию, принятую специалистами по телефонии, то МКД можно рассматривать как РАТС. Оборудование МК по выполняемым функциям подобно аппаратно-программным средствам АМТС. МК и АМТС, по всей видимости, будут всегда располагаться в одном здании. Они должны взаимодействовать друг с другом. Эта задача возлагается на МК. Обслуживание трафика дальней связи может осуществляться тремя основными способами:

- ♦ только через АМТС, что определяет сохранение технологии "коммутация каналов";
- ♦ только через МК, что означает полный переход на технологию "коммутация пакетов";
- ♦ и через АМТС, и через МК в режиме разделения нагрузки, который определяется также целесообразным способом обслуживания вызовов.

Используя полупостоянные соединения в СУ транспортной сети, МКД42 временно включается непосредственно в МК. Те же функциональные возможности транспортной сети позволяют подключить все IP УАТС в МКД42. Пунктирные линии подчеркивают тот факт, что вторая и третья IP УАТС включены в МКД42 временно. В пределах городской сети потребуются только одно преобразование технологий распределения информации, которое необходимо

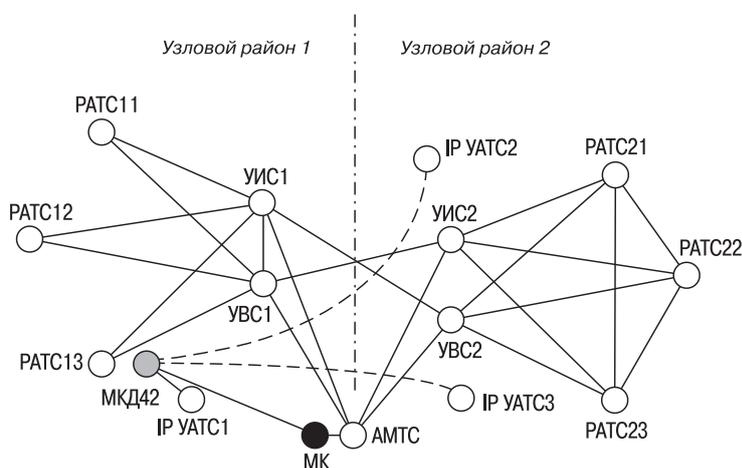


Рисунок 4.58 Первый этап формирования NGN в городе

при связи терминалов, включенных, например, в МКД и в РАТС.

Следующий этап модернизации ГТС подразумевает замену узлового оборудования и некоторых РАТС. Модернизация ГТС подобна процессу «расширяющегося» ядра. Это означает, что ядро IP сети, которое первоначально формируется на международном и междугородном уровнях, расширяет свои границы. В нашем примере – за счет транзитных узлов ГТС.

Идеальное решение – замена всех УИС и УВС на МК. Такой подход, напоминающий процедуру перехода с шестизначного на семизначный план нумерации (по крайней мере, с организационной точки зрения), упрощает процесс модернизации сети. Правда, он требует концентрации финансовых средств, необходимых для закупки и монтажа оборудования МК. Если же растянуть процесс замены УИС и УВС на некоторый период времени, то для работы ГТС потребуется большее число шлюзов за счет их установки на участках между МК и УИС/УВС. В любом случае структура ГТС на втором этапе ее модернизации будет идентичной. Она представлена на рисунке 4.59. МК в этой сети полностью заменяет АМТС. Происходит также переключение одной из IP УАТС в ближайший МКД. Кроме того, МКД42 переключается в ТК4; прямая связь с МК может остаться как резервное направление обмена IP пакетами.

Оставшиеся в эксплуатации РАТС выполняют своего рода функции узлов доступа к IP сети. На рисунке 4.59 показан ряд новых МКД, позволяющих подключить к IP сети тех пользователей, которым нужны новые виды инфокоммуникационных услуг.

Следующий этап модернизации ГТС заключается в постепенной

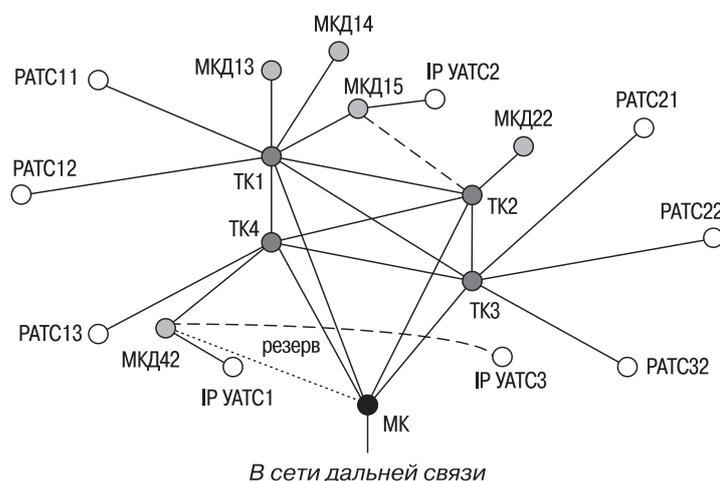


Рисунок 4.59 Второй этап формирования NGN в городе

замене всех РАТС. Этот процесс не нуждается в концентрации финансовых ресурсов. Наличие некоторого числа МКД позволяет подключать все IP УАТС, а также иные современные средства, размещаемые в помещении пользователей, к IP сети. В результате ГТС будет трансформирована в сеть, показанную на рисунке 4.57. Эта модель – согласно принятой нами легенде – представляет оптимальную структуру мультисервисной сети, которая соответствует идеологии NGN.

Возможны и иные сценарии модернизации ГТС, которые могут оказаться более эффективными для той ситуации, когда оборудование некоторых РАТС требует скорейшей замены. Например, если все станции второго узлового района были построены на базе декадно-шагового оборудования, то их следует демонтировать одновременно с заменой УИС и УВС (второй этап модернизации ГТС, рисунок 4.59). На площадках РАТС21, РАТС22 и РАТС23 целесообразно установить МКД. Сценарии модернизации ГТС могут также различаться темпами замены эксплуатируемого коммутационного оборудования, численностью МКД и ТК в IP сети, а также другими особенностями.

Выбранная модель модернизируемой ГТС – сеть с УИС и УВС – позволяет проанализировать один из самых сложных вариантов перехода к технологии "коммутация пакетов". Для районированной ГТС принципы перехода к NGN очевидны. На месте той РАТС, которую нужно заменить, устанавливается МКД. Необходимость в оборудовании ТК отсутствует. Конечно, всем типам ГТС присущи специфические особенности, которые связаны с переходом к NGN. Тем не менее, самые сложные проблемы характерны именно для ГТС большой емкости, построенной с УИС и УВС.

4.4.3. Эволюция СТС

СТС в большинстве российских регионов имеет ряд особенностей, существенных с точки зрения ее перевода на IP технологию. С географической точки зрения территорию, обслуживаемую СТС, целесообразно разделить на два уровня:

- ♦ сельская местность (Rural area);
- ♦ удаленные и/или труднодоступные пункты (Remote).

Об этом мы говорили в третьей главе монографии. Такая классификация предложена МСЭ; она используется в ряде стран, для которых проблемы сельской связи весьма актуальны (Австралия, Канада, США и другие).

На рисунке 4.60 приведена типичная структура российской СТС. В районном центре расположена ЦС. Она является транзитной станцией для всех сельских АТС, обеспечивая им связь между собой и выход к АМТС. Одновременно ЦС входит в состав ГТС районного центра. В сельской местности (Rural area) расположены ОС, которые включаются непосредственно в ЦС или в УС. В состав ГТС районного центра входят ПАТС1 и УАТС1. В УС1 включены три ОС, а в УС2 – две. Три ОС включены непосредственно в ЦС.

По аналогии с принципами модернизации ГТС необходимо определить оптимальное решение для рассматриваемой модели сети. Кроме того, такое же решение должно быть найдено для ГТС районного центра. Мы пока не будем рассматривать модернизацию того фрагмента СТС, который касается удаленных и/или труднодоступных пунктов. Этот аспект создания NGN приведен в конце данного параграфа.

На рисунке 4.61 показана модель СТС, которая далее рассматривается в качестве оптимального решения. Как и для ГТС, предполагается, что сеть NGN будет отличаться не только технологиям

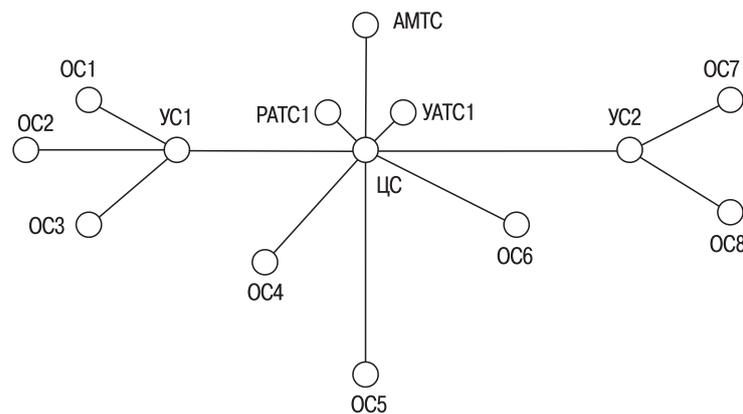


Рисунок 4.60 Модель типичной российской сельской телефонной сети

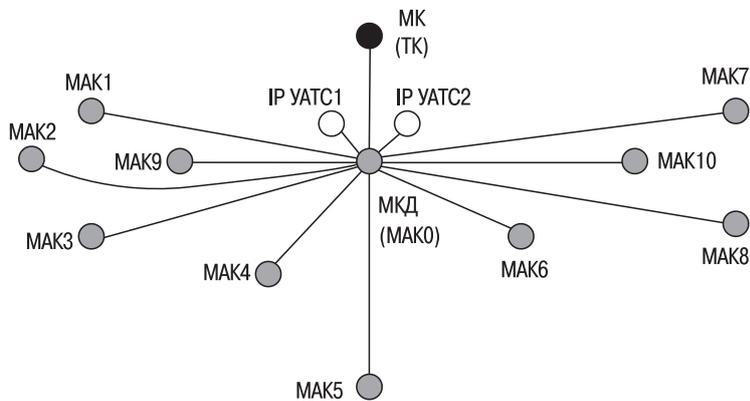


Рисунок 4.61 Оптимальная структура NGN для рассматриваемого фрагмента сельской сети

и передачи и коммутации, но и структурой. Изменения, касающиеся структуры коммутируемой сети, обусловлены технико-экономической целесообразностью снижения численности иерархических уровней в инфокоммуникационной системе.

Все ОС будут заменены мультисервисными абонентскими концентраторами (МАК), которые непосредственно включаются в МКД. Он устанавливается вместо ЦС. Для организации связи в районном центре используется МКД, выполняющий также функции МАК. На рисунке 4.61 эта возможность подчеркнута записью "МАК0" в скобках после аббревиатуры МКД. Для организации внутризоновой, междугородной и международной связи МКД включа-

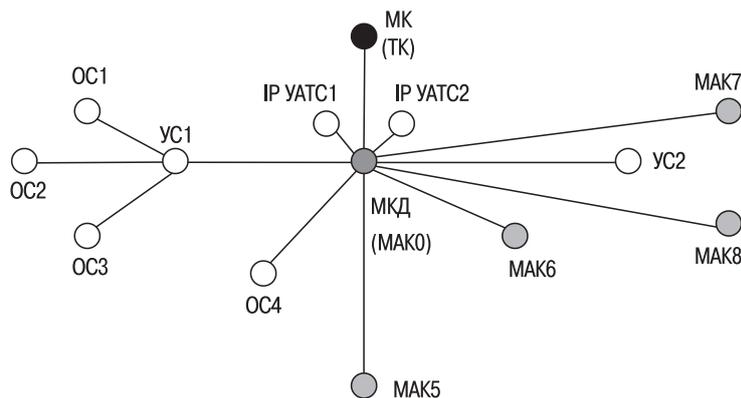


Рисунок 4.62 Первый этап формирования NGN в сельской местности

ется в МК или ТК, что определяется принципом организации дальней связи, принятой в субъекте Федерации. В составе ГТС районного центра появляются две новые IP УАТС. Аналоговые РАТС1 и УАТС1 демонтируются.

Реализация оптимального решения осуществляется поэтапно. Структура СТС, формирующаяся на первом этапе модернизации сети, показана на рисунке 4.62. В начале процесса модернизации ЦС заменяется на МКД. Кроме того, устанавливаются четыре МАК. Они заменяют четыре ОС (номера МАК и демонтируемых ОС совпадают). Использование МАК означает, что организуется вынос ЦС. Такое включение целесообразно для большинства групп пользователей.

Бывшие ОС7 и ОС8 демонтируются. Вместо них устанавливаются МАК7 и МАК8, включаемые в МКД. Оба МАК не имеют прямой связи с УС2. Вместо двух других ОС – пятой и шестой – также устанавливаются МАК. На этом этапе модернизации СТС остаются в эксплуатации обе УС и четыре ОС. Очередность замены аналоговых УС и ОС определяется двумя основными факторами: техническое состояние оборудования и уровень спроса на услуги, которые стимулируют переход к IP технологии.

На рисунке 4.63 показана структура СТС после завершения второго этапа ее модернизации. УС1 заменяется на МАК9. Демонтируются также и все ОС, включенные ранее в УС1. В результате в эксплуатации остаются только две аналоговые станции – УС2 и ОС4.

Заключительный этап модернизации СТС приводит к структуре сети, которая была показана на рисунке 4.61. Все ОС и УС демонтированы. На их площадках размещены аппаратно-программные средства МАК.

Известно, что затраты, необходимые для подключения нового

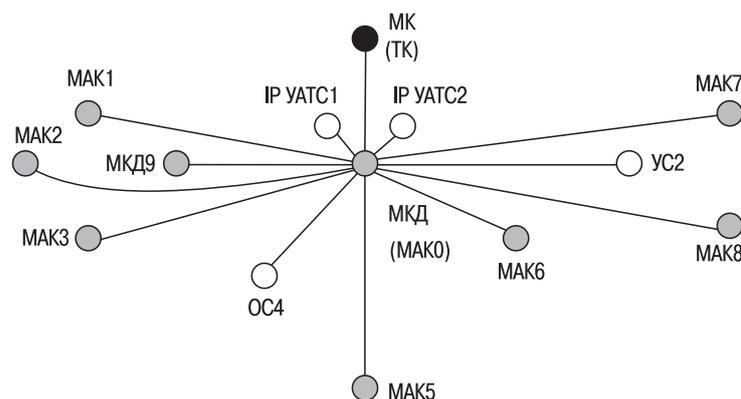


Рисунок 4.63 Второй этап формирования NGN в сельской местности

терминала к СТС, превышают аналогичную величину для ГТС. В уже упоминавшемся отчете МСЭ [170] типичное соотношение этих затрат оценивается как пять к одному. Очевидно, что для удаленных и/или труднодоступных пунктов (Remote) подобное соотношение составит не менее чем десять к одному. Конечно, дисперсия таких оценок весьма велика, но все же различие в необходимых инвестициях для телефонизации будет впечатляющим. Каково же будет соотношение инвестиций в эпоху NGN?

В отчете МСЭ [178], который рассматривался в предыдущей главе монографии, неявно предложен подход к построению NGN. Это объясняется выбором технологий для развития связи в удаленных и труднодоступных пунктах. МСЭ в [178] рекомендует беспроводную IP технологию (Wireless IP).

Беспроводные технологии, использующие технологии "коммутация каналов" или "коммутация пакетов", представляют большой интерес для сельской связи. Несомненно, рекомендации МС, касающиеся беспроводной IP технологии, будут реализованы на практике и принесут хорошие результаты. Тем не менее, заслуживает внимания еще один подход, опирающийся на возможности современных систем спутниковой связи. Для ряда субъектов Федерации такое решение становится не просто весьма эффективным, но – в некоторых случаях – единственно возможным.

Следует подчеркнуть, что вопросы применения спутниковой

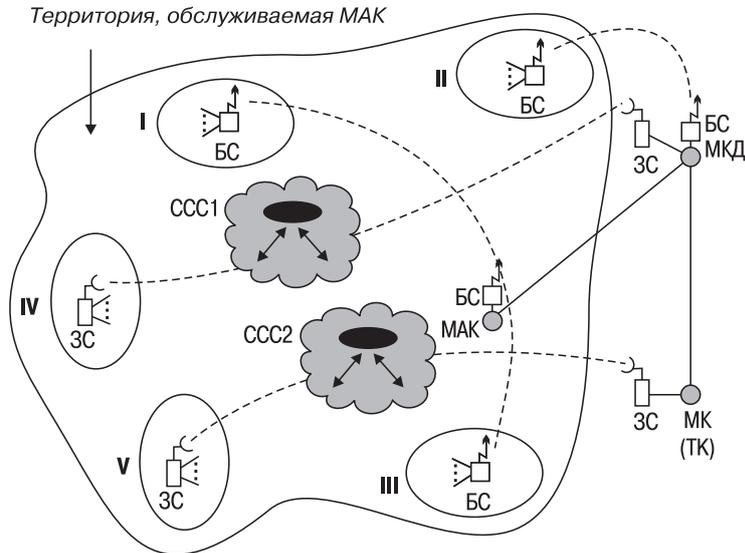


Рисунок 4.64 Фрагмент сельской сети с пятью удаленными и труднодоступными пунктами

связи для создания NGN начинают изучаться МСЭ [179]. Правда, эти работы носят общий характер, то есть не учитывают специфику развития связи в удаленных и труднодоступных пунктах сельской местности.

С точки зрения вопросов, рассматриваемых в этом параграфе, целесообразно выбрать гипотетическую модель труднодоступных и малонаселенных пунктов в сельской местности, для которой можно выделить характерные особенности перехода к NGN. Для этой цели подходит фрагмент сельской сети, показанный на рисунке 4.64. Он содержит пять удаленных и труднодоступных пунктов, образующих своего рода анклав. В трех анклавах, менее удаленных от центра, в принципе может быть использовано оборудование беспроводного доступа. В двух других случаях подобное решение не представляется возможным из-за больших расстояний и/или рельефа местности.

Территория, которую обслуживает МАК, как правило, определяется границами пристанционного участка демонтированной ОС. Организация связи на участке МАК – МКД – МК (ТК) соответствует принципам, показанным на рисунках 4.61 – 4.63. Новая задача состоит в разработке эффективных решений для организации современной системы связи для анклавов, пронумерованных римскими цифрами.

Для решения этой задачи необходимо отказаться от ряда устаревших принципов, которые были сформулированы в 70-х годах прошлого века. Они, большей частью, были адаптированы к принятым принципам сельскохозяйственного производства и стали причиной неэффективных решений по построению СТС и ТСС. Остановимся на одном из этих принципов: все терминалы, расположенные в границах пристанционного участка, должны включаться только в свою ОС, чтобы обеспечить простую организацию системы производственной связи. Это означает, что систему беспроводного доступа типа РМР необходимо устанавливать так, чтобы ее основная БС размещалась около ОС (в сети NGN – рядом с МАК). Применение спутниковой связи для удаленных и труднодоступных пунктов потребовало бы установки ЗС около ОС (в сети NGN – рядом с МАК), что явно не соответствует экономической целесообразности.

Модель сети, показанная на рисунке 4.64, основана на современных принципах организации связи для удаленных и труднодоступных пунктов. Терминалы, находящиеся в первом и третьем анклавах, используют беспроводной IP доступ через БС, которая расположена рядом с МАК. Предполагается, что для терминалов из второго анклава более эффективной будет связь с БС, которая расположена рядом с МКД, то есть в районном центре. Оборудование ЗС, обслуживающее абонентов четвертого и пятого анклавов, использует различные спутниковые каналы – ССС1 и ССС2 на рисунке 4.64. Терминалы пользователей будут включаться в разные ЗС, расположенные около МКД или МК (ТК) соответственно.

Если эти соображения изложить языком проектировщика, то решаемая им задача трансформируется весьма существенно. Ранее проблема организации связи в удаленных и труднодоступных пунктах формулировалась так: совокупность анклавов $\{A_{OC}\}$ соединить с точкой, имеющей координаты $\{X_{OC}, Y_{OC}\}$, используя набор технических средств $\{E_{OC}\}$. Нижний индекс "ОС" использован для того, чтобы подчеркнуть следующие моменты:

- ♦ объединяются только анклавов, находящиеся в границах пристанционного участка – $\{A_{OC}\}$;
- ♦ точка, к которой подключаются все анклавов, определяется географическими координатами размещения ОС – $\{X_{OC}, Y_{OC}\}$;
- ♦ технические средства, которые могут быть выбраны проектировщиком, должны входить в некое множество $\{E_{OC}\}$, разрешенное для использования в системе сельской связи.

В процессе формирования NGN задача, решаемая проектировщиком, может быть представлена следующим образом:

- ♦ заданы места размещения анклавов и величины требуемых транспортных ресурсов для территории, в границах которой расположено множество анклавов $\{A_T\}$;
- ♦ необходимо для каждого анклава найти координаты той точки из множества $\{X_i, Y_j\}$, с которой его следует связать, и выбрать подходящие технические средства из всей совокупности оборудования, соответствующего технологии беспроводного IP доступа.

Такая постановка задачи подразумевает комплексный подход к модернизации всей системы связи в удаленных и труднодоступных пунктах. Необходимо – особенно для эффективного использования ССС – рассматривать проблему на уровне МРК. В ряде случаев может оказаться целесообразной и совместная система ССС для нескольких МРК. В бюллетене "Подборка оперативной информации по связи, 9 марта – 15 января 2004 года" сообщалось о начале испытаний мультисервисной сети связи на основе VSAT в Красноярском крае. Этот край служит полигоном для продвижения перспективных спутниковых технологий по всей Сибири. Возможно, что подобные проекты позволят существенно ускорить решение сложных проблем по организации современной системы связи в удаленных и труднодоступных пунктах сельской местности.

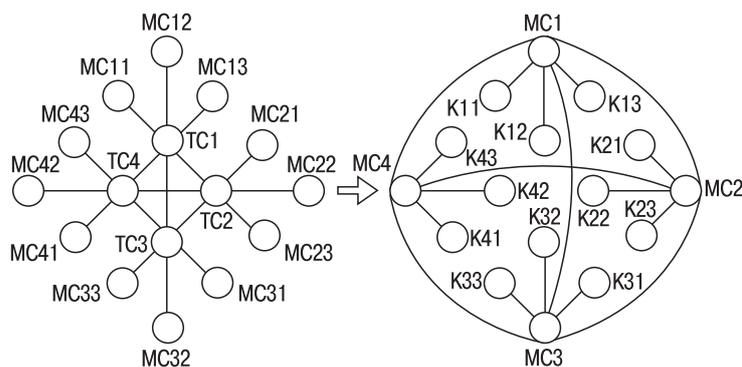
4.4.4. Новые задачи

Перечень новых задач целесообразно начать с общих положений, которые только косвенно связаны с формированием NGN. Одно из таких положений мы коснулись в конце предыдущего параграфа. Речь идет о пересмотре ряда принципов построения и развития сетей электросвязи, которые казались незыблемыми.

Начиная с фундаментальных работ [180, 181] по проектированию телефонных сетей, построенных на базе декадно-шаговых и координатных АТС, постановка задачи долго не менялась. Надо было найти такое число коммутационных станций и узлов, а также места их размещения, чтобы капитальные затраты на реализацию проекта были минимальны. В процессе модернизации построенная ранее сеть могла изменить свою структуру (иногда – весьма существенно), но заложенные ранее принципы не пересматривались.

Вспомним одну особенность современного телекоммуникационного оборудования, которая в дальнейших рассуждениях будет играть важную роль. Речь идет о тенденции, которая приводит к миниатюризации аппаратных средств, снижению энергопотребления и повышению надежности. В результате те помещения, в которых ранее размещались АТС электромеханического типа, становятся слишком просторными для нового поколения телекоммуникационного оборудования. Как использовать освобождающиеся площади? Один из моих коллег, работающий в Западной Европе, рассказал о весьма оригинальном проекте, который представляет пример нетривиального подхода к развитию ГТС.

В левой части рисунка 4.65 показан фрагмент эксплуатируемой ГТС. Он состоит из четырех узлов (транзитных станций) и двенадцати МС. Естественный процесс развития городов заключается в формировании центра, который постепенно "обрастает" новыми районами.



а) Фрагмент эксплуатируемой ГТС

б) Фрагмент проектируемой ГТС

Рисунок 4.65 Проект модернизации ГТС одного города в Западной Европе

Стоимость недвижимости (в том числе — зданий, в которых располагаются ТС и МС) быстрее всего растет в центральной части города. Экономические оценки показали, что средства, которые могут быть выручены за счет продажи зданий, в которых пока размещены ТС и некоторые МС, существенно превышают затраты, необходимые для модернизации всей инфокоммуникационной системы города.

В результате подобного анализа появился проект сети, фрагмент которой показан в правой части рисунка 4.65. Телефонная сеть образована четырьмя МС, которые связаны между собой по принципу "каждая с каждой". В тех местах, где ранее были расположены коммутационные станции, устанавливаются концентраторы. Они монтируются либо в новых (но более дешевых) помещениях, либо устанавливаются на улицах в специальных шкафах, обеспечивающих защиту от взлома.

Транспортная сеть, созданная для ГТС, фрагмент которой представлен в левой части рисунка 4.65, обычно позволяет за счет установления новых полупостоянных соединений в ЦКУ и МВК реализовать предлагаемые проектные решения. Конечно, ряд изменений необходим и в составе транспортной сети.

К сожалению, я не знаю дальнейшую судьбу этого проекта, но заложенные в нем идеи заслуживает серьезного анализа. Они в чем-то перекликаются с теми изменениями, которые предлагаются рядом специалистов в области градостроения и транспортных магистралей [182].

Рассмотренный проект подводит нас ко второй задаче, которая уже упоминалась в параграфе 4.4.2. Эта задача связана с поиском оптимальной структуры модернизируемой ГТС. Поскольку NGN представляет собой качественно новую сеть, то методологический подход к выбору ее структуры будет отличаться от тех принципов, которые свойственны ГТС и СТС.

С точки зрения экономики связи существенна смена критерия оптимизации. Ранее поиск оптимальной структуры телефонной сети осуществлялся по критерию минимальной стоимости (C_{MIN}). Это означало, что из всех N возможных вариантов построения сети ($i = 1, 2, \dots, N$) выбирался тот, для которого стоимость реализации $C_{\text{MIN}} = \min \{C_i\}$. При этом каждое из возможных решений удовлетворяло системе заданных ограничений по надежности, качеству обслуживания, длине АЛ и другим показателям.

Стоимость сети обычно оценивалась величиной капитальных или приведенных затрат. В последнем случае необходимо рассчитывать эксплуатационные расходы. Кстати, в отечественной технической литературе почему-то вместо хорошо знакомых терминов "капитальные затраты" и "эксплуатационные" расходы чаще используются сокращения CAPEX и OPEX, заимствованные из публикаций на английском языке.

В настоящее время используются иные экономические критерии. В первую очередь, необходимо упомянуть кривые чистой текущей стоимости (NPV), примеры которых уже несколько раз приводились

в этой монографии. Информация, которая заложена в кривой NPV, подобна функции распределения для случайной величины. Иными словами, мы можем получить практически любые интересующие нас характеристики, используя не очень сложный математический аппарат. Величины капитальных или приведенных затрат – по содержащейся информации – можно сравнить со средними значениями случайной величины. Средние значения дают некоторое представление о характере процесса, но, как правило, этого недостаточно.

Анализ кривых NPV осуществляет ЛПР, в результате чего выбирается оптимальное решение. Как правило, для выбора решения необходимо еще и анализ финансовых рисков [183]. Подобные исследования ранее в практике планирования сетей не проводились. По всей видимости, основная причина состояла в том, что расширение ТФОП, а потом и ее модернизация были, в некотором роде, детерминированными процессами с точки зрения необходимых инвестиций и ожидаемых доходов. В России до перехода к рыночной экономике вообще отсутствовал интерес Операторов к анализу финансовых рисков.

Обычно, набор сценариев, в которых решаются основные задачи планирования сети, готовит ЛОР. На рисунке 4.66 показаны фрагменты двух сетей, для которых необходимо найти оптимальное решение при переходе к NGN. В левой части показана структура ГТС, а в правой – сети обмена данными.

Номера коммутационных станций и центров коммутации пакетов совпадают, если соответствующее оборудование располагается в одном здании. Обычно для размещения оборудования используются здания, принадлежащие Оператору ТФОП. В редких случаях (ЦКП14 на рисунке 4.66) оборудование коммутации пакетов размещается в другом месте. Как правило, в ТФОП установлено максимальное число коммутационных станций.

В рассматриваемом примере численность площадок, которые будут задействованы в сети NGN (L_{NGN}), определяется просто. Она будет равно такой сумме:

$$L_{NGN} = L_{ТФОП} + L_{доп}, \quad (4.4)$$

где $L_{ТФОП}$ определяет численность мест размещения коммутационных станций ТФОП, а $L_{доп}$ – дополнительные помещения, используемые в сети обмена данными (для рассматриваемой модели $L_{NGN} = 11$).

Это решение нельзя считать окончательным. Оно определяет некую исходную точку для дальнейших исследований. Во-первых, необходимо проанализировать возможность появления дополнительных мест размещения оборудования NGN (например, районы нового строительства, появление крупных промышленных предприятий и иные факторы). Во-вторых, следует разработать решения по

построению сети абонентского доступа в NGN, которые определяют численность уровней иерархии в инфокоммуникационной системе.

Для этого необходимы самостоятельные исследования, цель которых – разработка математического аппарата для планирования сетей NGN. Изложенные выше соображения можно считать иллюстрацией к актуальности разработки методики планирования NGN.

В качестве третьей задачи (по счету, а не важности) следует назвать круг проблем, касающихся технической эксплуатации [184]. В этой монографии вопросы, относящиеся к технической эксплуатации, не рассматриваются. Такой подход объясняется известным выражением Козьмы Пруткова: "Никто не обнимет необъятного". Аргументы, которые приведены в [184], убедительно оправдывают название этой публикации. Обильный поток публикаций по NGN посвящен, в основном, потенциальным возможностям (в некоторых случаях – фантастическим обещаниям) NGN. Хорошо известно, что новое поколение инфокоммуникационного оборудования порождает и специфические проблемы. Сеть NGN не будет исключением. Поэтому исследования вопросов технической эксплуатации можно считать одной из ключевых задач по реализации NGN.

Четвертая задача связана с возрастными особенностями потенциальных клиентов перспективной инфокоммуникационной системы. Рассматривая эти вопросы, несложно выделить ряд характерных проблем. Их целесообразно ранжировать по трем возрастным группам.

Начнем с подрастающего поколения. Посмотрим на таблицу 4.13 [25]. Она содержит результаты опроса, проведенного компанией Knowledge Network / Statistical Research. Вопрос был таким: "Какое средство развлечения Вы предпочтете, если можно выбрать только одно?". Отвечали дети в возрасте от 8 до 17 лет.

Таблица 4.13

Средство развлечения	Все дети	Мальчики	Девочки
Internet	33%	38%	28%
Телевидение	26%	34%	17%
Телефон	21%	12%	31%
Радио	15%	12%	17%
Журнал	4%	2%	2%
Газета	1%	1%	1%

Очевидно, что Internet уже стал доминирующим средством развлечения (особенно у мальчиков и юношей). Эта ситуация объясняется несколькими причинами, отражающими сложные процессы развития общества. Не последняя роль принадлежит индустрии развлечений, ориентированных на использование компьютерной техники. В публикациях на английском языке часто встречается утверждение такого рода: игры – серьезное дело [185]. Скорее всего,

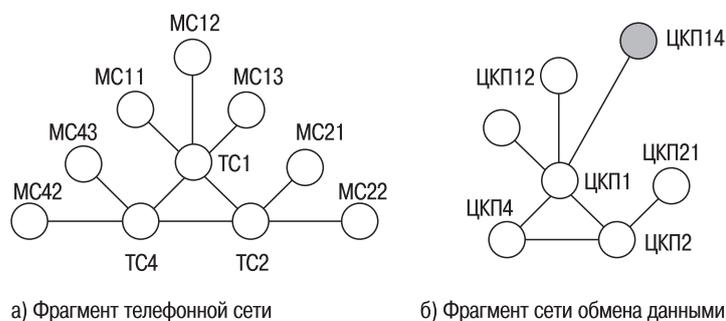


Рисунок 4.66 Фрагменты двух сетей, объединяемых при переходе к NGN

речь идет о серьезном бизнесе. На рисунках 4.67 и 4.68 приведены графики, заимствованные из [185]. Первый график – распределение времени, которое пользователи тратят на игры в течение недели. Прогноз численности жилищ, в которых будут использоваться консоли для игр в режиме on-line, показан на втором графике. Он составлен компанией Yankee Group в 2002 году.

Широкополосный Internet в домашних условиях в значительной мере будет использоваться подрастающим поколением для игр и иных развлечений. Тем не менее, именно эта аудитория рассматривается специалистами по маркетингу в качестве локомотива, способного существенно изменить тот элемент инфокоммуникационной системы, который называется сетью в помещении пользователя.

Люди старше семнадцати лет – те, кто учатся и работают, – ощу-

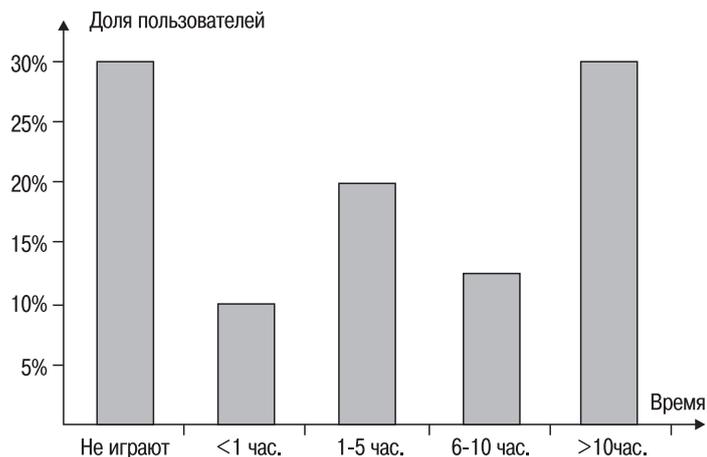


Рисунок 4.67 Распределение продолжительности игр в течение недели

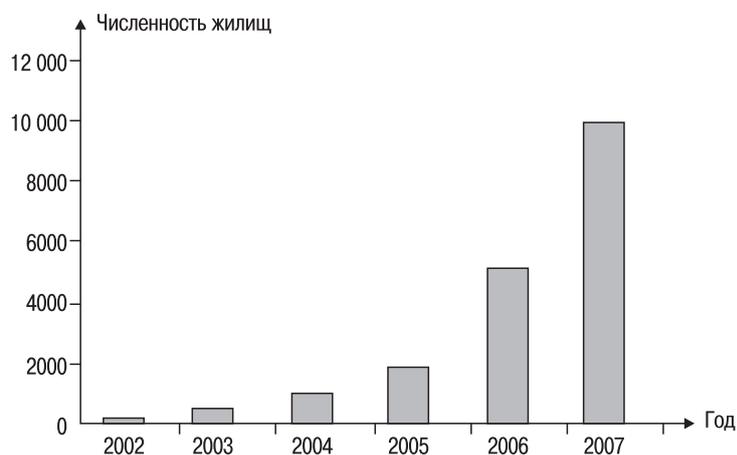


Рисунок 4.68 Рост численности жилищ, в которых используются консоли для игр в режиме on-line

щают усиливающееся проникновение инфокоммуникационных технологий. Симбиоз современных средств электросвязи и информационных систем позволяет качественно изменить облик многих видов человеческой деятельности. Возможности инфокоммуникационной сети активная часть населения использует иначе, чем подрастающее поколение. Основная цель — рост доходов, личных и общественных. Тем не менее, формальные требования к сети связи для обеих групп населения совпадают. Например, широкополосный Internet нужен и для игр, и для работы. Радикально различаются требования к информационным ресурсам (Content). К этому вопросу мы еще вернемся.

Люди старшего возраста часто сталкиваются с серьезными проблемами, которые порождает современная инфокоммуникационная система. Работать с ПК существенно сложнее, чем с привычным телефонным терминалом. Тем более, если речь идет о выходе в Internet или общении с помощью "электронной почты". Более того, у людей старшего возраста иногда возникают проблемы с использованием мобильных телефонов. Новые функциональные возможности терминалов и различные ДВО пожилых людей, как правило, редко интересуют. Впрочем, правил нет без исключений. Известны случаи, когда Internet осваивался пользователями старше восьмидесяти лет. Автор монографии [114] посвятил ее своему отцу, который завел себе "электронный почтовый ящик" в возрасте 88 лет.

Пятая задача касается информационных ресурсов (Content), которые становятся доступны через сети электросвязи. Возможность получения необходимой информации в приемлемые сроки — одно из

самых значительных достижений человечества за последние десятилетия. Строго говоря, задачи поиска информации были актуальны всегда. Отличие XXI века обусловлено быстрорастущими объемами информации и резким сокращением того периода времени, в течение которого необходимые сведения сохраняют актуальность (ценность).

В [186] утверждается, что к началу XXI века в архивах всего мира находилось около 50 млн. часов кино- и видеоматериалов. Причем каждый год объем архивных материалов растет почти на 900 тысяч часов (кстати, в году менее 9 тысяч часов). Если рассмотреть аналогичные данные по другим видам информации, то актуальность проблем поиска нужных сведений становится очевидной.

Сокращение времени на поиск информации обусловлено многими причинами. Мне ближе всего проблемы со сроками проведения научно-исследовательских работ (НИР). В 70-х годах сроки проведения НИР позволяли провести поиск источников информации по реферативным и иным журналам, заказать интересные публикации по межбиблиотечному абонементу, ознакомиться с работами коллег и даже дождаться очередной конференции для обсуждения поставленной задачи. В начале XXI века такая организация выполнения НИР часто не представляется возможной.

Поиск информации осуществляется по книгам и журналам, численность которых заметно выросла. Здесь уместно вспомнить один из законов Паркинсона: "Прогресс науки обратно пропорционален числу выходящих журналов". Привлекательным источником информации стал Internet. Важным направлением развития Internet считается создание эффективных инструментов поиска информации. Если Вы ищете какие-нибудь сведения из хорошо знакомой области знаний, то вероятность успешного поиска весьма высока. Существенно хуже обстоит дело с поиском информации по тем видам деятельности, где Вас можно считать дилетантом.

Инструменты, на помощь которых можно рассчитывать в Internet, представлены справочниками или каталогами (directories), а также различными поисковыми системами (search engines). Об эффективности этих инструментов можно рассуждать очень долго. В качестве резюме можно привести шутку, известную старожилам всемирной паутины: "В Internet можно найти любую информацию, но конкретную не найдешь". Справедливости ради я должен отметить, что мне, по всей видимости, повезло существенно больше, чем среднестатистическому посетителю Internet. В процессе работы над этой монографией в Internet были найдены многие интересные данные. В этом можно убедиться, заглянув в конец каждой главы, где приводится список использованных источников.

В процессе поиска все чаще можно обнаружить информацию, за приобретение которой необходимо заплатить. Информация, как товары и услуги, имеет свою цену. Иногда ее достаточно просто расчитать, но это скорее исключение. Вопрос о реальной стоимости

информации можно считать новым для российских специалистов. Пока на рынке информационных ресурсов идет своего рода переходный процесс. Мне доводилось читать аналитические обзоры ряда компаний, за которые были заплачены немалые деньги. К сожалению, изложенные соображения по своему уровню часто уступают материалам, бесплатно размещенным в Internet или опубликованным в статьях и монографиях.

В качестве шестой задачи я бы назвал разработку прогностических оценок группой экспертов, которые независимы от Операторов и Поставщиков оборудования. Дело не в том, что прогнозы можно использовать в качестве средства продвижения услуг или оборудования на инфокоммуникационном рынке. Для подобных целей и впредь будут публиковаться "заказные" прогнозы. Обычно эксперты, занимаясь каким-либо вопросом (например, новой технологией), "заболевают" предметом исследований. В этом случае они бескорыстно становятся источником необъективных результатов. Мне дважды довелось испытать это в период работы в группе по созданию концепций ЦСИО, а затем и ИС. Мы пребывали в некоторой эйфории, потому что обе концепции очень красивы с технической точки зрения. К сожалению, прогнозы, которые были нами сделаны, оказались далеки от реального спроса на рынке соответствующих услуг.

Вероятно, начать подобную работу следует с прогнозов, опубликованных в 90-е годы. Тогда многих специалистов интересовал инфокоммуникационный рынок XXI века. В начале нынешнего столетия было сделано множество прогнозов, в которых часто фигурировал 2005 год. Поэтому база для анализа существует. Подобные исследования помогут выявить ряд характерных ошибок. В частности, начиная с 70-х годов прошлого века почти все прогнозы развития ТФОП оказались слишком оптимистичными. С другой стороны, мне не попадались публикации, где бы предсказывался тот фантастический рост, который наблюдается на российском рынке мобильной связи.

Идея седьмой задачи сформировалась после прочтения монографии [169]. В ней разработан математический аппарат для измерения "цифрового разрыва". Это явление известно также по англоязычному термину "digital divide". В некоторых публикациях, как синоним, используется термин "Informational inequality" – информационное неравенство [187]. Мне представляется, что второй термин точнее отражает суть проблемы. В [187] термин "digital divide" трактуется как новый вид социальной дифференциации, который обусловлен разными возможностями использования новейших инфокоммуникационных технологий.

В [169] были разработаны теоретические основы для измерения информационного неравенства. Полученные результаты были использованы для получения ряда численных оценок, относящихся

к стране в целом. Методика расчета параметров информационного неравенства может применяться и для анализа ситуации в субъектах Федерации, а также для различных слоев общества. В частности, компания J'son & Partners публикует на своем сайте [188] данные о численности пользователей Internet для субъектов Федерации. В конце 2003 года 37% пользователей Internet составляли москвичи и 10% – петербуржцы (вместе с жителями Ленинградской области). Разве это не проявление информационного неравенства?

Конечно, для анализа сложившегося положения и разработки практических рекомендаций по решению реально существующих проблем нужны дополнительные статистические данные. Практическая ценность подобных исследований представляется очевидной.

Перечисленные задачи не исчерпывают перечень тех вопросов, которые должны быть изучены для эффективного развития национальной инфокоммуникационной системы. Ряд других задач можно сформулировать и на основе материалов последнего раздела этой главы монографии. В ней предпринята попытка подвести некоторые итоги и представить прогностические оценки на ближайшее десятилетие.

*Слушая полемик жалький бред,
Я люблю накал предубеждений,
Ибо чем туманнее предмет,
Тем категоричнее суждения.
(Игорь Губерман)*

4.5. Итоги и прогнозы

4.5.1. Сценарии развития инфокоммуникационной системы в России

В конце XX и в начале XXI века был опубликован ряд монографий по перспективам развития инфокоммуникационных систем. Эти работы были выполнены известными специалистами и представляют несомненный теоретический и практический интерес. Из всех публикаций я бы выделил три монографии [8, 189, 190], которые можно отнести к фундаментальным исследованиям.

Основная цель этого параграфа – сформулировать вероятные сценарии развития российской инфокоммуникационной системы на основе результатов, изложенных как в упомянутых монографиях, так и в других работах. Перспективы эволюции национальной (не только российской) инфокоммуникационной системы зависят от развития экономики страны и ее социальной сферы. Далее мы будем предполагать, что развитие России будет осуществляться без каких-либо экономических, политических и социальных катаклизмов. Никакого экономического чуда тоже не будет.

Как можно охарактеризовать существующий уровень развития инфокоммуникаций в России? Этот вопрос имеет практический смысл применительно к конкретному объекту – городу, группе абонентов с примерно одинаковым уровнем спроса на услуги связи и так далее. Конечно, общепринятые показатели развития инфокоммуникаций (телефонная плотность, численность аудитории Internet и прочие) содержат полезную информацию, но ее лучше использовать для международных сравнений.

Дело в том, что эти показатели представляют собой средние значения. Математики иногда называют такие оценки средней температурой больных в палате. Сравнение весьма удачное. Действительно, если у одного пациента температура поднялась до 41 градуса, а у другого опустилась до 32 градусов, то необходимо экстренное вмешательство врачей. Если подсчитать среднюю температуру, которая составляет 36,5 градусов, то оснований для беспокойства вроде бы и нет. Поэтому средней оценкой (математическим ожиданием) следует пользоваться очень осторожно. Лучше оперировать функцией распределения. По крайней мере, целесообразно знать дисперсию оцениваемой величины в дополнение к ее математическому ожиданию.

Поэтому в перечень характеристик уровня развития инфокоммуникаций в России целесообразно включить неравномерность. Далее это слово всегда будет сопровождаться дополнением, которое

конкретизирует анализируемый объект. Например, целесообразно различать неравномерность телефонной плотности и длительности сеансов работы в Internet среди субъектов Федерации.

Важным показателем развития инфокоммуникационной системы можно считать те тарифы, которые устанавливаются Операторы сетей электросвязи и Поставщики услуг. Этот показатель представляется очень важным, но анализ тарифной политики – одна из самых сложных задач, стоящих перед всеми участниками инфокоммуникационного рынка. Для некоей абстрактной услуги обычно устанавливается несколько тарифных планов. Каждый тарифный план определяется с учетом множества факторов, среди которых обычно выделяют три основных [191]:

- ♦ затраты, необходимые для предоставления услуги;
- ♦ уровень спроса на услугу;
- ♦ поведение конкурентов.

Кроме того, тарифы необходимо соотносить с уровнем платежеспособного спроса потенциальных клиентов. В ряде случаев Оператор с помощью тарифов "формирует" свою клиентскую базу. В частности, введение низких тарифов на мобильную связь стимулирует рост числа пользователей, но снижает величину ARPU. Это, в свою очередь, существенно влияет на поведение кривой NPV, которая характеризует эффективность технической и финансовой политики Оператора.

В таблице 4.41 приведены результаты опроса жителей Германии, проведенного в 2002 году [190]. Цель опроса – оценка расходов семьи на инфокоммуникационные услуги, которые предоставляются всеми возможными способами (не только через сети связи).

Таблица 4.14

Виды ежемесячных расходов на инфокоммуникационные услуги	Расходы
Отдых и культурные развлечения	59,50 Евро
Устройства и услуги по передаче данных, факсов и телефонной связи	53,50 Евро
Журналы	20,00 Евро
Игрушки и увлечения (хобби)	15,50 Евро
Компьютеры и аксессуары	14,50 Евро
Книги	13,50 Евро
Устройства для загрузки информации, записи и воспроизведения	13,00 Евро
Образование	11,25 Евро
Телевизоры и антенны	8,00 Евро
Хранение изображения и звука (пленки, DVD)	7,00 Евро
Устройства записи фото и фильмов	6,00 Евро
Итого:	221,75 Евро

Понятно, что среднестатистическая российская семья не может позволить себе такие расходы. Более того, нельзя утверждать, что процентное соотношение отдельных видов расходов в России и Германии идентично. Необходимы статистические обследования, которые следует проводить в различных субъектах Федерации.

В настоящее время тарифы, установленные Операторами, которые входят в две основные группы (традиционные и альтернативные), различаются весьма существенно. Названия этих двух групп Операторов не совсем удачны, но они употребляются почти во всех официальных документах Администрации связи России. К традиционным относят тех Операторов, которые создали и эксплуатируют ТФОП в субъектах Федерации. Они, конечно, предоставляют и другие виды инфокоммуникационных услуг. Другие Операторы, предоставляющие, в том числе, услуги телефонной связи, относятся к альтернативным. Например, традиционным Оператором в Северной столице было ОАО "Петербургская телефонная сеть", сменившее свое название после образования МРК в Северо-западном Федеральном округе. Альтернативных Операторов в Санкт-Петербурге несколько – компании ПетерСтар, Метроком и другие.

Наличие двух групп Операторов имеет положительные и отрицательные моменты. Этот вопрос рассматривался в начале третьей главы монографии при обсуждении влияния механизма bypass на развитие инфокоммуникационной системы [192]. Различие в составе клиентской базы традиционных и альтернативных Операторов становится очевидным из распределения полученных доходов. За девять месяцев 2003 года это распределение было представлено такими данными [193]:

- ♦ традиционные Операторы получили 54% доходов за счет услуг населению, 37% – коммерческим структурам и 9% – бюджетным организациям;
- ♦ альтернативные Операторы за услуги, оказанные населению и бюджетным организациям, получили 9% и 2% доходов соответственно, а 89% денежных средств поступили благодаря обслуживанию коммерческих структур.

В [194] приведены интересные данные за 2002 год о перераспределении доходов между двумя основными группами Операторов – таблица 4.15. Эти оценки основаны на информации компаний Company Data и J'son & Partners.

Таблица 4.15

Операторы	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
Традиционные	52%	48%	45%	44%
Альтернативные	48%	52%	55%	56%

Следует подчеркнуть, что периодическое повышение тарифов традиционными Операторами способно изменить абсолютные зна-

чения приведенных величин, но не саму тенденцию. С другой стороны, альтернативные Операторы в силу объективных законов конкурентной борьбы вынуждены снижать тарифы на некоторые виды услуг, что также меняет значения тех процентов доходов, которые приходятся на долю обоих участников рынка.

Еще одним важным показателем уровня развития инфокоммуникационной системы можно считать потенциал ее развития. Он может оцениваться различными способами. Мы ограничимся техническими аспектами потенциала развития. К сдерживающим факторам развития инфокоммуникационной системы относятся медленная цифровизация сетей связи, низкая эффективность технической эксплуатации, отрицательные последствия решений, принятых в нарушение международных стандартов, а также другие атрибуты российской ТФОП.

Перечень показателей развития инфокоммуникационной системы можно дополнить другими параметрами. С точки зрения вопросов, рассматриваемых в этом разделе, можно ограничиться четырьмя показателями, перечисленными выше. Сформулируем их в такой форме:

- ♦ неравномерность развития (различие в потреблении услуг между субъектами Федерации или между характерными группами клиентов);
- ♦ разумность тарифов (соответствие платы, взимаемой с клиентов, затратам Оператора и уровню платежеспособного спроса);
- ♦ организация рынка (распределение клиентской базы и доходов между двумя основными группами Операторов);
- ♦ потенциал эволюции (простота модернизации эксплуатируемых ныне сетей и систем).

Как оценивать такие показатели? Общепринятой методики оценки не существует. Среди используемых подходов целесообразно выбрать методику, которая принята для оценки конкурентоспособности товаров и услуг [7]. Она основана на построении так называемых многоугольников конкурентоспособности. Оцениваемые показатели должны быть представлены нормированными величинами, принимающими любые значения на отрезке (0, 1). Это позволяет разместить многоугольники конкурентоспособности в границах окружности с единичным радиусом. Для любого показателя R_j справедливо следующее неравенство:

$$0 \leq R_j \leq 1. \quad (4.5)$$

Пример построения многоугольника конкурентоспособности для выбранных выше показателей развития инфокоммуникационной системы приведен на рисунке 4.69. Внешний многоугольник, имеющий форму квадрата, определяет оптимальные условия для всех четырех показателей. Заштрихованный многоугольник образуется путем соединения всех точек R_j . Эти точки определяют реальные показатели инфокоммуникационной системы.

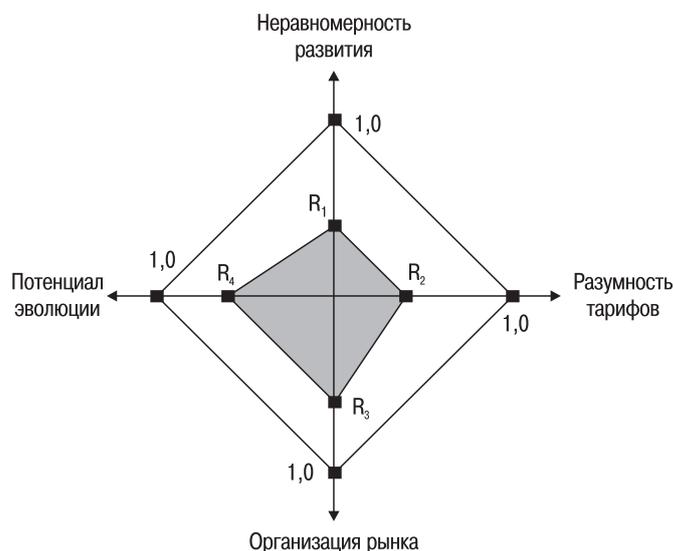


Рисунок 4.69 Многоугольники конкурентоспособности

Величина R_j может определяться аналитически или методом экспертных оценок. Ее иногда называют весом или коэффициентом. При оценке конкурентоспособности часто сравнивается несколько вариантов, которым соответствуют многоугольники с различной площадью. Лучшим вариантом считается тот, который имеет максимальную площадь многоугольника [7]. Для рассматриваемой нами задачи площадь многоугольника можно сравнивать с единицей. Это объясняется тем, что площадь внешней фигуры (идеальные условия для развития инфокоммуникационной системы) равна единице. Для вычисления площади внутреннего многоугольника (S_0) можно использовать простейшие соотношения из курса геометрии:

$$S_0 = 0,5 (R_1 + R_3) (R_2 + R_4). \quad (4.6)$$

Величина S_0 представляет интерес как численная оценка совокупности проблем, с которыми сталкиваются участники инфокоммуникационного рынка. Оценки вида $(1 - R_j)$ и $(1 - R_j)^2$ могут оказаться весьма полезны с точки зрения выбора приоритетных направлений для модернизации инфокоммуникационной системы.

Модернизация инфокоммуникационной системы в целом или ее фрагментов может осуществляться по различным сценариям. Формальные требования ко всем сценариям можно сформулировать в виде максимизации величины S^0 и минимизации оценок $(1 - R_j)$ и $(1 - R_j)^2$. Неформальные требования сводятся к выбору таких

сценариев модернизации инфокоммуникационной системы (как и ее фрагментов), чтобы поставленные цели были достигнуты с минимальными затратами и в сжатые сроки.

В технической литературе рассматриваются различные модели, иллюстрирующие процесс разработки сценария модернизации. Одна из самых удачных моделей была предложена в [191]. Она воспроизведена на рисунке 4.70 без существенных изменений. В принципе алгоритм, приведенный на этом рисунке, не отличается от тех схем, которые уже использовались в монографии. Преимущество данной модели заключается в более полной форме представления стратегии Оператора.

Начнем с двух верхних блоков предложенной модели. Анализ стартовых условий подразумевает своего рода аудит эксплуатируемой инфокоммуникационной системы к тому моменту времени, когда начинается поиск оптимального сценария ее модернизации. Этот момент времени обозначен как T_0 . Определение цели компании (Оператора) обычно осуществляется для некоего времени T_F . Разница ($T_F - T_0$) чаще всего составляет пять или десять лет.

Абстрактный анализ стартовых условий может включать сбор и обработку большого объема информации. Обычно сначала опреде-



Рисунок 4.70 Процесс разработки сценария для модернизации инфокоммуникационной системы

ляются вероятные цели компании, а затем выполняется анализ тех данных, которые действительно необходимы для разработки основных системных решений. Поэтому между соответствующими блоками на рисунке 4.70 показана пунктирная линия.

Допустим, что определяется цель компании, которая предоставляет ряд новых услуг в границах территории двух административных районов крупного города. Стратегия такой компании обычно включает такие моменты: расширение границ обслуживаемой территории и введение ряда новых услуг. В блоке "Стратегия компании" на рисунке 4.70 именно эти моменты перечислены в первую очередь. Следующий важный шаг, который также относится к стратегии компании, – выбор рационального способа освоения новых технологий. Обычно технологические аспекты непосредственно связаны с возможностью введения новых инфокоммуникационных услуг. Далее следует традиционная задача по выбору структуры сети. Завершает перечень вопросов, касающихся стратегии компании, разработка тарифной политики.

Результаты, полученные в процессе анализа стратегии компании, позволяют перейти к двум следующим этапам разработки сценария модернизации инфокоммуникационной системы, которые выполняются параллельно. Первый этап включает анализ внешних условий и различных видов регулирования Операторской деятельности. Совокупность факторов, которые должны быть учтены, обозначена множеством $\{K\}$. Путь развития на отрезке времени $[T_0, T_F]$ – второй этап – состоит из последовательности действий, которые должны быть выполнены для модернизации инфокоммуникационной системы. Полный перечень этих действий образует множество $\{L\}$.

Теперь можно перейти к разработке сценариев. Их перечень обозначен множеством $\{N\}$. Каждый сценарий, который может быть реализован на практике, представляет собой последовательность операций, выполняемых на отрезке времени $[T_0, T_F]$. Каждый из сценариев ориентирован на достижение одной и той же цели различными способами. Для любого сценария можно выделить четыре аспекта [191]:

- ♦ различные виды регулирования;
- ♦ условия эксплуатации;
- ♦ поддерживаемые услуги;
- ♦ используемые технологии.

Сценарий характеризуется большим числом атрибутов. Типичные атрибуты могут быть представлены следующими примерами: структура существующей сети, перечень тех территорий, в которых планируется Операторская деятельность, виды востребованных услуг и уровень ожидаемого спроса, вероятные планы потенциальных конкурентов. Все эти атрибуты можно увязать с перечисленными выше аспектами любого сценария модернизации инфокоммуникационной системы.

Все виды регулирования можно разделить на две группы. В первую группу входят рыночные механизмы, среди которых следует выделить конкуренцию. Процедуры государственного регулирования образуют вторую группу.

Условия эксплуатации характеризуют существующее и планируемое состояние сети в совокупности с географическими и демографическими факторами. Понятно, что для анализа этих условий представим анализ большого объема данных и исследования ряда новых проблем. Например, только для территорий, в которых планируется Операторская деятельность, необходимо получить следующие результаты:

- ♦ численность потенциальных клиентов (существующее положение и прогноз);
- ♦ распределение потенциальных клиентов в границах зоны обслуживания;
- ♦ ожидаемые расходы потенциальных клиентов на инфокоммуникационные услуги (в настоящее время и на перспективу);
- ♦ стоимость строительных и иных работ;
- ♦ распределение для абонентских и соединительных линий.
- ♦ наличие свободных ресурсов в ранее созданной инфраструктуре (кабельная канализация, помещения и прочее).

Здесь необходимо сказать несколько слов о термине "инфраструктура". Оно стало употребляться в современной технической литературе слишком часто, но далеко не всегда корректно. Энциклопедии и толковые словари дают четкое определение инфраструктуры как комплекса отраслей, обеспечивающего общие условия функционирования экономики: дороги, связь, транспорт, образование и тому подобное. Различают производственную и социальную инфраструктуру. Принято считать, что инфокоммуникационная система входит в производственную инфраструктуру, хотя она решает и некоторые социальные задачи. Если рассматривать принципы построения инфокоммуникационной сети, то в ней также можно выделить инфраструктуру, которая – следуя общему приведенному выше определению – обеспечивает функционирование всей системы электросвязи. В ее состав обычно включают так называемые гражданские сооружения (преимущественно здания для размещения оборудования), кабельную канализацию, вышки и мачты для установки антенн.

Вернемся к множеству $\{N\}$, которое содержит различные сценарии модернизации инфокоммуникационной системы. В качестве примера рассмотрим два сценария развития сети гипотетического Оператора, которые качественно отличаются друг от друга. Левая часть рисунка 4.71 иллюстрирует первый сценарий, который предусматривает реализацию намеченной цели с одним промежуточным этапом. В правой части рисунка 4.71 показан иной сценарий. Весь процесс модернизации сети Оператора осуществляется сразу, то есть без промежуточных этапов.

Оператор до начала процесса модернизации своей сети обслуживал территорию одного района, в которой была установлена цифровая МС. Конечная цель модернизации эксплуатируемой сети включает два основных момента. Во-первых, зона обслуживания должна включить все четыре района. Во-вторых, ряд новых услуг будет поддерживаться за счет установки аппаратно-программных средств Contact Center.

На промежуточном этапе устанавливаются два новых концентратора, что позволяет начать Операторскую деятельность в районах II и IV. Для поддержки ряда новых услуг принято решение об аутсорсинге Contact Center. Для этого заключается соответствующее соглашение с другим Оператором.

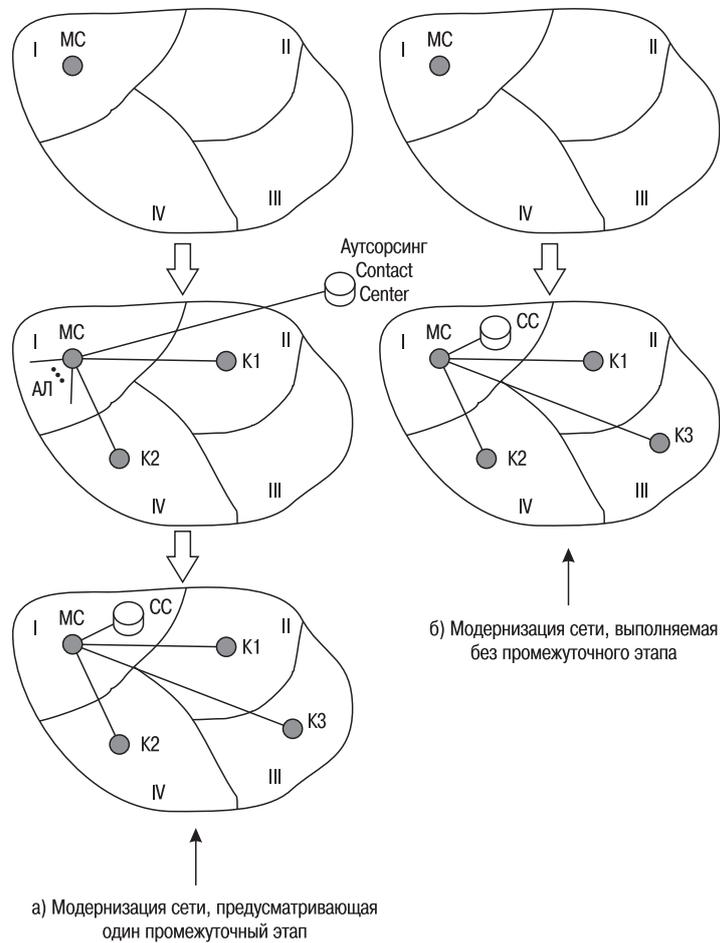


Рисунок 4.71 Два сценария развития сети гипотетического Оператора

После того, как будут получены дополнительные доходы, завершается процесс модернизации сети. Устанавливается еще один концентратор, обеспечивающий услуги в районе III. Кроме того, приобретается собственное оборудование Contact Center (при условии, что такое решение экономически целесообразно). Процесс модернизации сети не требует больших единовременных инвестиций, но задержка с введением концентратора в районе III чревата потерей части потенциальных клиентов, которых будут обслуживать конкурирующие Операторы.

Для второго сценария промежуточный этап отсутствует. Это означает, что все три концентратора и оборудование Contact Center устанавливаются сразу. Подобный подход позволяет рассчитывать на подключение большей группы абонентов. Существенный недостаток второго сценария – большие начальные инвестиции.

Задача ЛПР состоит в оценке всех плюсов и минусов для наиболее вероятных путей модернизации инфокоммуникационной системы и в выборе наилучшего решения – блок "Оценка сценария" на рисунке 4.70. Критерии, которыми обычно руководствуется ЛПР, могут быть представлены таким перечнем:

- ♦ возможность использования эксплуатируемых технических средств и ранее созданной инфраструктуры;
- ♦ величины капитальных затрат и эксплуатационных расходов;
- ♦ потенциальные доходы;
- ♦ использование возможностей рынка или риск их потери;
- ♦ возможность последующей модернизации для более перспективных решений;
- ♦ соответствие требованиям VI&P или других концепций, более важных для Оператора или инвестора;
- ♦ необходимость продажи установленного оборудования;
- ♦ ликвидационная стоимость сети.

Как правило, ЛПР решает самую сложную задачу. Для минимизации рисков к решению задачи обычно привлекаются высококвалифицированные консалтинговые группы и независимые специалисты, имеющие большой опыт работы по техническим и экономическим вопросам модернизации инфокоммуникационных систем.

Теперь мы можем перейти к разработке сценариев развития инфокоммуникационной системы в России. Для решения этой задачи воспользуемся алгоритмом, который был показан на рисунке 4.70. Начнем с блока "Анализ стартовых условий". Как и ранее, мы ограничимся рассмотрением интерактивных сетей. Их целесообразно представить тремя основными компонентами:

- ♦ фиксированные сети с коммутацией каналов, предназначенные, в основном, для телефонной связи;
- ♦ сети мобильной связи, ориентированные, в основном, на речевой трафик;
- ♦ сеть Internet.

По численности обслуживаемых абонентов среди всех видов фиксированных сетей несомненным лидером является ТФОП. Ее анализ представляет большой практический интерес. Основные выводы, которые можно сделать, учитывая изложенные ранее соображения о состоянии российской ТФОП, сводятся к следующим тезисам:

- ♦ система телефонной связи построена с нарушением ряда международных стандартов и норм (сигнализация, нумерация, алгоритмы обслуживания вызовов и так далее), что порождает дополнительные проблемы при введении новых видов услуг;
- ♦ очередь на установку телефона сокращается медленно, а значительная часть населенных пунктов в сельской местности не имеет телефонной связи;
- ♦ местные телефонные сети были построены на базе коммутационных станций малой емкости, что привело к росту необходимых инвестиций;
- ♦ производительность труда обслуживающего персонала ТФОП, оцениваемая численностью работников на 1000 линий, остается весьма низкой;
- ♦ цифровизация телефонной сети осуществляется медленно, препятствуя тем самым развитию инфокоммуникационной системы в целом.

Сети мобильной связи развиваются на основе международного опыта. Темпы роста клиентской базы – особенно по сравнению с фиксированными сетями – большинством специалистов оцениваются как превышающие все заранее сделанные прогнозы, даже самые оптимистические. Если не считать естественные технические проблемы, то можно выделить только два существенных момента. Во-первых, очень заметна неравномерность распределения абонентов сотовых сетей по субъектам Федерации: с большим отрывом лидируют мегаполисы России [195]. Например, в феврале 2004 года в Москве и в Санкт-Петербурге было зарегистрировано 40% всех абонентов мобильных сетей. Правда, ситуация начинает меняться. Во-вторых, тарифы остаются весьма высокими, что объясняет сравнительно низкую величину удельной телефонной нагрузки.

В сети Internet абоненты квартирного сектора чаще используют коммутируемый доступ. Эффективная скорость получения информации остается низкой. Вероятность нарушения установленного соединения существенно превышает аналогичную величину для телефонной связи. При этом абонент платит за суммарное время пребывания в сети, а не за полученную им информацию. Конечно, коммутируемый доступ представляется анахронизмом, но он выбирается абонентами по экономическим соображениям. Качество этой услуги должно быть гарантированным. Весьма тревожным фактором следует считать неравномерность распределения пользователей по субъектам Федерации. Здесь также доминируют крупные города – как по численности пользователей,

так и по длительности пребывания в Internet.

Перейдем к блоку "Определение цели компании". Для дальнейших рассуждений необходимо выбрать величину T_F , то есть определить период прогнозирования. Думаю, что брошюра, в которой будет опубликована эта глава монографии, станет доступна в конце 2004 года. Тогда есть смысл говорить о пятилетнем периоде прогнозирования, то есть $T_F = 5$. Попробуем определить цели гипотетического Оператора ТФОП к началу 2010 года. Двух других сетей – за исключением вопросов, которые можно считать общими для всех трех компонентов инфокоммуникационной системы, – далее касаться не будем.

Самым простым среди вопросов, перечисленных на рисунке 4.70, можно считать выбор территории обслуживания. Для большинства городов эта задача практически уже решена. Обеспечивается почти стопроцентное покрытие территории города. В сельской местности задача существенно сложнее. Ранее были приведены статистические данные, свидетельствующие о значительном числе населенных пунктов, в которых услуги ТФОП еще не предоставляются. Тем не менее, постановка задачи очевидна, а пути ее решения хорошо известны.

Второй вопрос – выбор спектра поддерживаемых услуг. Актуальность этой задачи объясняется тем, что поддержка некоторых современных услуг требует использования дополнительных аппаратно-программных средств, то есть новых инвестиций. Окупятся ли они? Практика многих Операторов показывает, что из множества видов обслуживания, предлагаемых абонентам, спросом пользуются только несколько услуг. Выбор абонентов, как правило, определяется множеством объективных и субъективных факторов.

Любопытные сведения, касающиеся мотивов использования телефонной связи жителями Москвы, приведены в [196]. Вне зависимости от пола, возраста, социального положения и уровня дохода потенциального абонента основным назначением телефона остается установление соединения для общения с родными и знакомыми. В 2003 году при проведении опроса этот мотив выделили 93% мужчин и 95% женщин. Для пяти возрастных групп среднее значение для этой же оценки составило 94,2%, а коэффициент вариации -0,014. Это означает, что изменения оцениваемой величины очень незначительны.

Совершенно иная ситуация складывается с численными оценками других мотивов использования ТФОП – получение справочной информации, вызов врача, выход в Internet и других. Во-первых, средние значения существенно уступают величине, характерной для общения с родными и знакомыми. Во-вторых, коэффициент вариации возрастает более чем в двадцать раз, приближаясь в некоторых случаях к единице. Это означает, что все оцениваемые величины могут заметно отличаться от своих средних значений.

Ожидания Операторов ТФОП, связанные с ростом доходов за счет

введения новых видов услуг, оказались завышенными. Это не означает, что следует отказаться от развития рынка новых услуг, но действия Операторов должны быть тщательно продуманы. По всей видимости, до 2010 года в России не произойдет существенных изменений в структуре доходов Операторов ТФОП. Основные доходы будут приносить обслуживание местного, междугородного и международного трафика. Для местного трафика будет характерен рост времени занятия тех АЛ, которые используются для доступа в Internet.

Третий вопрос – выбор способа освоения новых технологий до 2010 года. Этот вопрос – применительно к пакетным технологиям – рассматривался в разделе 4.4, но без определения длительности модернизации местных телефонных сетей. Скорее всего, до 2010 года основное внимание будет уделяться применению пакетных технологий в сетях дальней связи. Кроме того, пакетную сеть можно рассматривать как весьма эффективное средство проникновения на привлекательный рынок трафика речи. Поэтому Операторы, которые только осваивают рынок телефонной связи, будут создавать свои сети именно за счет пакетных технологий.

Кроме вопросов, касающихся выбора метода распределения информации (каналы или пакеты), существует еще несколько "технологических" проблем. Целесообразно, в частности, еще раз обратить внимание на технологии технической эксплуатации, анализ которых не входит в перечень вопросов, рассматриваемых в этой монографии.

Четвертый вопрос касается выбора структуры сети. Строго говоря, речь идет также и о выборе численности сетей, которые будут поддерживать услуги, предоставляемые Оператором. Об этой задаче мы начали говорить еще во второй главе. Теперь необходимо сформулировать методологический подход к ее решению. На рисунке 4.72 показана структура ГТС, состоящая из четырех РАТС. Для этой ГТС целесообразно разработать такие решения, которые позволят Оператору поддерживать широкий спектр новых услуг.

Будем считать, что численность площадок (зданий) в сети оста-

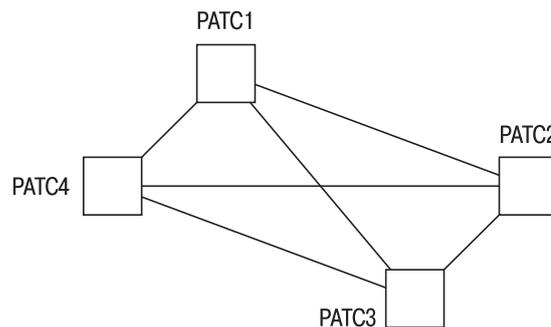


Рисунок 4.72 Структура модернизируемой сети

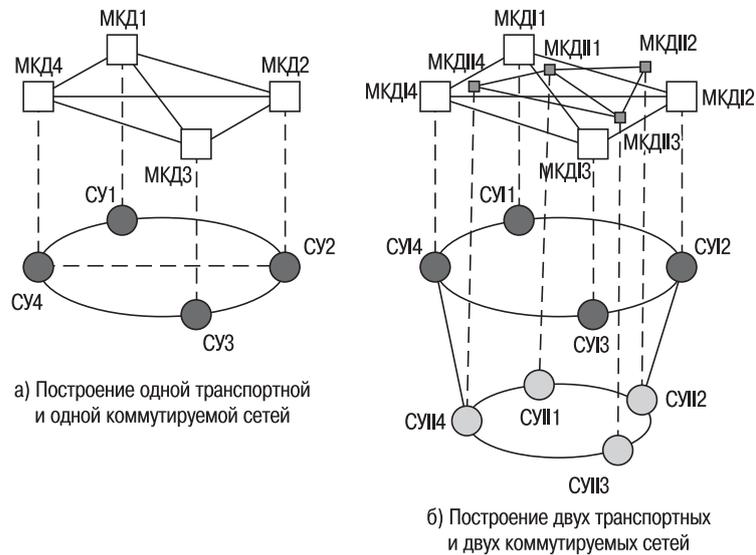


Рисунок 4.73 Два варианта построения инфокоммуникационной системы

ется неизменной. Оператор собирается предоставить своим абонентам инфокоммуникационные услуги, в состав которых входят телефонная связь, обмен данными, получение видеoinформации и прочие возможности. Для этой цели должна быть создана новая инфокоммуникационная система, реализация которой может осуществляться различными способами.

На рисунке 4.73 показаны два варианта построения такой инфокоммуникационной системы. Для каждого варианта создается различное количество сетей – транспортных и коммутируемых.

Вариант (а) иллюстрирует решение, которое, на первый взгляд, представляется оптимальным. Вместо РАТС устанавливаются МКД, которые опираются на одну мощную транспортную сеть. Все МКД связаны по принципу "каждый с каждым". Транспортная сеть построена в виде кольца с хордой для повышения надежности трактов, связывающих МКД между собой. МКД обрабатывают пакеты, которые переносят информацию любого типа. Иными словами, МКД становится универсальным средством распределения для информации вида "речь – данные – видео".

Здесь я бы хотел сделать небольшое отступление от рассматриваемого вопроса. В начале предыдущего абзаца слова "на первый взгляд" использованы не случайно. Для большинства специалистов по теории телетрафика и построению сетей эффективность объединения транспортных ресурсов представляется очевидной. На самом

деле в NGN объединяется трафик, имеющий различные параметры. Кроме того, для многих видов трафика устанавливаются специфические показатели качества обслуживания. Поэтому казалось бы верный вывод о росте эффективности использования транспортных ресурсов при объединении трафика может оказаться заблуждением. Кстати, эффективность сетей с пакетной коммутацией считается скорее теоретическим, а не практическим свойством [197]. Для ТФОП уровень использования транспортных ресурсов достигает 33%, а для пакетных сетей пока характерен диапазон от 10% до 15% [198]. Подобные оценки очень важны, но они требуют отдельного тщательного исследования. Эти исследования не входят в перечень вопросов, изложенных в монографии. На этом закончим небольшое теоретическое отступление и вернемся к нашей модели.

Вариант (б) представляет иное решение. Инфокоммуникационная система основана на МКД двух типов. Эти типы МКД различаются первой римской цифрой. Совпадение второй цифры означает, что МКД располагаются на одной площадке. Предположим, что первый тип МКД обрабатывает трафик, критичный к задержке пакетов. Задача МКД второго типа заключается в обработке трафика, для которого допустимы большие задержки. Возможны и другие принципы специализации МКД.

Для каждого типа МКД создается своя транспортная сеть. Обе сети основаны на кольцевой топологии. Между транспортными сетями организованы две линии передачи, которые позволяют повысить надежность связи между МКД. Кроме того, такие линии передачи способны обеспечить обмен транспортными ресурсами в случаях аварий или перегрузок.

Возможны и другие варианты перехода к новой инфокоммуникационной системе. Например, создаются отдельные коммутируемые сети (используются МКД двух типов), а транспортные ресурсы организуются так, как показано для варианта (а). Как же выбрать оптимальное решение? Вариант (б) представляется более громоздким, но Операторы в некоторых случаях идут именно по такому пути. Можно привести несколько весомых аргументов, объясняющих причины создания Операторами нескольких сетей — как транспортных, так и коммутируемых.

Во-первых, выбор отказоустойчивых структур транспортной и коммутируемой сетей нельзя считать гарантией требуемой надежности инфокоммуникационной системы. Дело в том, что некоторые виды отказов обусловлены ошибками или сбоями программного обеспечения. К сожалению, такие отказы способны вывести из строя всю сеть. Наличие нескольких сетей позволяет избежать подобных ситуаций. Мне приходилось сталкиваться с ситуациями, когда в компании нет доступа в Internet или отсутствует телефонная связь. Согласитесь, что отсутствие всех видов связи — а такое может случиться при создании Оператором одной сети — чревато серьезными последствиями.

Во-вторых, новые виды инфокоммуникационных услуг вводятся постепенно. Для их поддержки необходимо предусмотреть аппаратно-программные средства, обладающие соответствующей функциональностью. Это означает, что оборудование коммутируемой сети должно выбираться с учетом всех тех требований, которые характерны для новых видов инфокоммуникационных услуг. Транспортная сеть также должна предусматривать возможность такого расширения пропускной способности линий передачи, которая может потребоваться для поддержки новых видов инфокоммуникационных услуг. Поэтому и транспортная и коммутируемая сети должны обладать существенной избыточностью. С другой стороны, спрос на услуги и результаты конкурентной борьбы при планировании оценить очень сложно. Это означает, что степень риска весьма высока; дополнительные функциональные возможности оборудования, которые повышают стоимость сети, могут не потребоваться.

В-третьих, создание нескольких сетей, специализированных по видам услуг или составу клиентской базы, повышают ликвидность [199] инфокоммуникационной системы. Часть оборудования может быть продана или перепрофилирована в зависимости от рыночной конъюнктуры.

Допустим, перечисленные аргументы убедили Оператора, что создавать одну сеть рискованно. Тогда резонный вопрос: сколько же сетей целесообразно спланировать, чтобы минимизировать всевозможные риски и эффективно реализовать перспективную инфокоммуникационную систему?

Предварительные исследования показали, что две транспортные сети – оптимальное решение. Эти сети целесообразно строить по принципам, показанным на рисунке 4.73 для варианта (б). Оптимальные структуры транспортных сетей не обязательно должны быть кольцевыми. Выбор структур – задача конкретного проектирования. Несколько линий передачи (две или более) между различными транспортными сетями следует считать обязательным условием надежного функционирования инфокоммуникационной системы.

Для коммутируемых сетей решение поставленной задачи представляется более сложным. Во-первых, оборудование, использующее технологии "коммутация каналов" и "коммутация пакетов", будет сосуществовать в течение не одного десятка лет. Во-вторых, для ответа на поставленный вопрос необходимо четко знать позиционирование Оператора на перспективном рынке инфокоммуникационных услуг. Результаты решения задачи значительно влияют на расходы Оператора и возможные доходы. Поэтому целесообразно детально рассмотреть все практически значимые варианты построения коммутируемых сетей. Для крупного мегаполиса подобный анализ показал возможность реализации как одной (телефонная связь и широкополосный доступ в Internet), так и трех (все виды инфокоммуникационных услуг) коммутируемых сетей.

С помощью моделей, представленных на рисунке 4.73, можно рассматривать различные варианты поддержки инфокоммуникационных услуг сетями фиксированной связи. Вряд ли такой подход уместен, хотя сети фиксированной и мобильной связи, как правило, создаются разными Операторами. Рассмотрим рисунок 4.74, который отражает основные этапы модернизации сетей фиксированной и мобильной связи. На оси абсцисс отмечены те годы, когда происходили (ранее) или ожидаются (в будущем) существенные изменения в базовых принципах построения сетей фиксированной и мобильной связи в России.

В ближайшее время уровень цифровизации ТФОП перейдет рубеж в 50%. Вскоре все фиксированные сети начнут переходить на пакетные технологии. Примерно в это же время начнется создание сетей мобильной связи, относящихся к поколению 3G [83]. Стоит ли модернизировать системы мобильной связи в соответствии с этой концепцией? Идеология 4G более уместна с точки зрения взаимодействия сетей фиксированной и мобильной связи [200], то есть с позиций построения единой инфокоммуникационной системы. Возможно, создание сетей 3G станет чем-то подобным практике внедрения квазиэлектронных станций – тупиковой ветвью эволюции коммутационных станций [190]. Должен подчеркнуть, что это мои личные ощущения, основанные, правда, на анализе ведущих тенденций эволюции инфокоммуникационной системы. Симптоматично, что надежды Операторов на возврат инвестиций, направленных на покупку лицензий UMTS, не оправдались [190]. Статистика, приведенная в [98], свидетельствует о том, что британцы

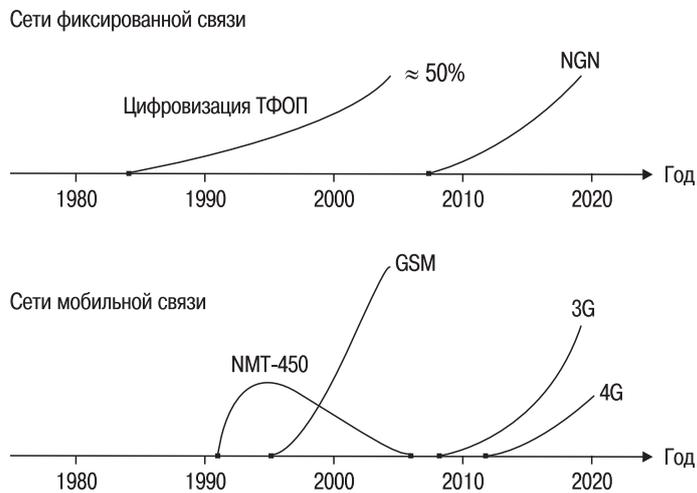


Рисунок 4.74 Основные этапы модернизации сетей фиксированной и мобильной связи

предпочитают обмениваться SMS, хотя 55% используемых ими мобильных терминалов способны передавать и принимать MMS. Соотношение численности SMS и MMS, переданных за 2003 год в Великобритании, составило пятьсот к одному.

Вернемся к рисунку 4.70. Нам осталось рассмотреть последний (пятый) вопрос из перечня, приведенного в большом прямоугольнике, – "разработка тарифной политики". Для иллюстрации влияния тарифов на рынок инфокоммуникационных услуг рассмотрим рисунок 4.75 [190]. Он содержит интересный график, показывающий влияние тарифа на долю жилищ, в которых используется широкополосный доступ.

График не нуждается в каких-либо комментариях. Пожалуй, следует подчеркнуть, что ВВП на душу населения в Японии, Германии и Франции выше, чем в Корее. Следовательно, при иной тарифной политике в этих европейских странах можно было ожидать большее распространение широкополосного доступа. Конечно, утверждение такого рода основывается на ряде допущений. Во-первых, предполагается, что для оценки уровня проникновения широкополосного доступа справедливы экономические законы, которые основаны на диаграммах Джиппа [201]. Во-вторых, не учитываются особенности, которые свойственны ментальности пользователей Internet в Юго-Восточной Азии.

График, приведенный на рисунке 4.75, еще раз подтверждает актуальность работ, касающихся формирования эффективной тарифной политики. Характерным примером постоянного проведения подобных работ можно считать российские компании мобильной связи. Они регулярно совершенствуют свои тарифные планы,

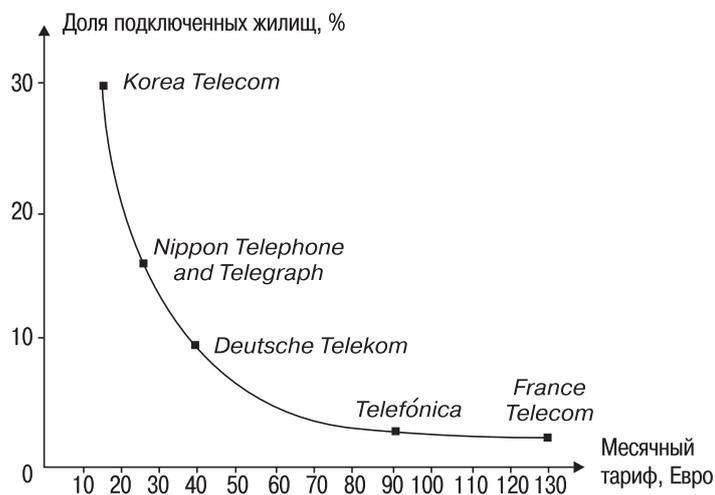


Рисунок 4.75 Рынок широкополосного доступа для квартирного сектора

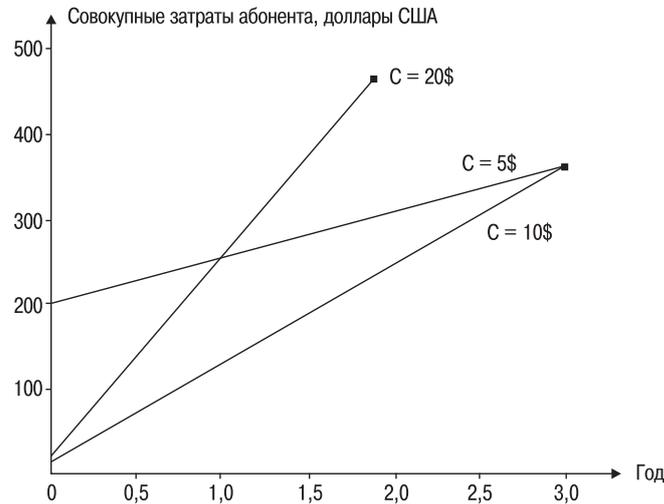


Рисунок 4.76 Суммарные затраты абонентов на услуги местной связи

а также дополняют перечень поддерживаемых услуг. Эти действия направлены на расширение клиентской базы и рост ARPU.

Операторы российской ТФОП периодически повышают плату за установку телефона и тарифы на услуги. Причинами этого явления считаются рост затрат Оператора на создание и эксплуатацию сети, инфляция, а также ряд других экономических процессов. Как правило, тарифы повышаются на услуги местной связи. Возрастают как стоимость установки телефона (подключение к ТФОП), так и абонентная плата. Далее мы ограничимся рассуждениями, характерными для тех абонентов местных сетей, которые не используют систему повременной оплаты местных соединений.

На рисунке 4.76 приведены графики, показывающие суммарные затраты абонентов на услуги местной связи. Для каждого из трех графиков указан размер тарифа в месяц (C). Постоянная составляющая в размере 200 долларов США соответствует, в среднем, той сумме, которая взимается с российского абонента Оператором ГТС. Уровень тарифа ($C = 5\$$) также соответствует некоторому среднему общероссийскому уровню. Для двух других графиков, представляющих суммарные затраты абонента в США и Канаде, плата за установку телефона не соизмерима с теми суммами, которые приняты российскими Операторами. Правда, величины тарифов также не идентичны. По данным, размещенным на сайтах Internet и опубликованным в североамериканских телефонных справочниках, можно выделить два характерных уровня тарифов: $C = 10\$$, и $C = 20\$$.

Очевидно, что тарифной политике Операторов российской

ТФОП присущи, по крайней мере, две особенности. Во-первых, плата за установку телефона позволяет если не полностью, то в значительной мере компенсировать затраты Оператора. Аналогичная плата для абонентов в Северной Америке существенно ниже. Во-вторых, ежемесячные тарифы для российских абонентов заметно ниже. По утверждению некоторых Операторов абонентская плата не всегда компенсирует затраты Оператора на поддержание заданного уровня функционирования ТФОП. Кстати, и при повременной системе оплаты стоимость трехминутного разговора для российских абонентов также меньше, чем в большинстве других стран [202].

До 2010 года тарифная политика российских Операторов ТФОП вряд ли претерпит радикальные изменения. Основная интрига заключается во введении повременной системы оплаты местных соединений. Эта эпопея тянется очень долго; истоки ее почти забыты. Первые исследования, в которых мне довелось участвовать, проводились в середине 70-х годов. Тогда сложилась парадоксальная ситуация. Администрация связи СССР активно боролась с ростом абонентской нагрузки. В других странах процессы роста абонентской нагрузки поощрялись. Некоторые специалисты считали, что повременная система оплаты местных соединений выведет национальную ТФОП на цивилизованный путь развития. Официально задача ставилась иначе.

В настоящее время, как мне представляется, принято удачное решение, позволяющее абоненту самостоятельно выбрать тот тарифный план, который ему больше подходит. Это означает, что переход на повременную систему оплаты – по крайней мере, для абонентов квартирного сектора – можно рассматривать как реакцию потенциальных клиентов на предложения Операторов. Если эти предложения составлены разумно (интересный опыт, в частности, накоплен ОАО "Уралсвязьинформ"), то значительная часть абонентов будет переходить на повременную систему оплаты местных соединений.

Нам пора вернуться к рисунку 4.70. Множество $\{K\}$, определяющее возможные состояния блока "Условия эксплуатации и различные виды регулирования", далее рассматриваться не будет. Подобные аспекты развития инфокоммуникационной системы не входят в перечень вопросов, которым посвящена эта монография. Будем предполагать, что наши чиновники, в значительной мере определяющие состояние блока "Условия эксплуатации и различные виды регулирования", будут руководствоваться правилом Гиппократата: "Не навреди".

Множество $\{L\}$ определяет возможные пути развития телефонной сети на отрезке времени $[T_0, T_F]$. Характерными примерами путей развития российской ТФОП можно считать три варианта, которые представлены на рисунке 4.77. Первый и второй варианты относятся к эволюционным процессам ТФОП как сети с коммутацией каналов. Третий вариант иллюстрирует переход на пакетные

технологии. Для всех трех вариантов выбран фрагмент ГТС, состоящий из шести МС. Цифровым станциям присвоены нечетные номера; соответствующие кружки заштрихованы.

Первый вариант соответствует простейшей стратегии поведения Оператора. Он заменяет аналоговые МС; структура фрагмента телефонной сети остается прежней. Основные плюсы и минусы такого пути развития местных телефонных сетей обсуждались в третьей главе монографии. Предполагается, что к 2010 году остается одна аналоговая МС. Такая гипотеза принята для всех трех вариантов развития выбранного фрагмента телефонной сети.

Второй вариант представляет пример прагматической стратегии модернизации телефонной сети. Оператор находит оптимальную структуру фрагмента сети. Допустим, что такая структура предусматривает расширение емкости цифровой МС1, в которую будут включаться выносные концентраторы, заменяющие демонтируемые аналоговые станции. Вместо МС2 и МС4 устанавливаются концентраторы К11 и К12. Впоследствии МС6 будет также заменена концентратором. Плюсы и минусы такого пути развития местных телефонных сетей также обсуждались в третьей главе монографии.

Третий вариант развития телефонной сети рассматривался в этой главе монографии. Он основан на постепенном переходе к IP сети, в которой поддерживаются показатели QoS, необходимые для телефонной связи. Шлюз, который устанавливается на площадке демонтируемой МС2 обеспечивает связь всех МС с IP сетью. Эта сеть обслуживает тех абонентов, которые были включены ранее в МС2 и МС4. Аналоговая МС6 может быть связана со шлюзом непосред-

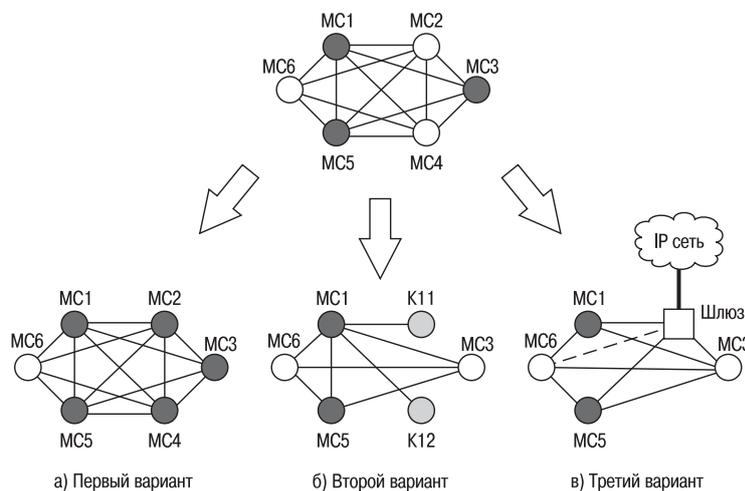


Рисунок 4.77 Три основных пути развития фрагмента телефонной сети до 2010 года

ственно (пунктирная линия на рисунке 4.77) или через одну из цифровых станций. Выбор типа связи между шлюзом и МСб осуществляется на этапе разработки проектных решений.

Следующий этап реализации алгоритма, приведенного на рисунке 4.70, состоит в разработке набора сценариев, образующих множество {N}. Обычно под множеством {N} понимают совокупность тех решений, которые представляют практическую ценность для Оператора. Выбор этих решений основан на опыте и интуиции проектировщика, но Оператор может и сам сформулировать несколько сценариев, которые, по его мнению, следует обязательно проанализировать.

На рисунке 4.78 приведен пример формирования множества {N} для модернизации фрагмента СТС. Этот фрагмент включает ЦС, УС и шесть ОС. Предполагается, что к 2010 году все аналоговые станции (УС и пять ОС) должны быть демонтированы.

Все сценарии можно разделить на две группы, определяемые видом технологии распределения информации. Технология "коммутиция каналов", в свою очередь, может быть представлена сценариями, которые подразумевают использование только проводных средств электросвязи, исключительно оборудования беспроводного доступа (WLL) или же относятся к комбинированным решениям. Каждый из этих трех сценариев может быть реализован различными способами.

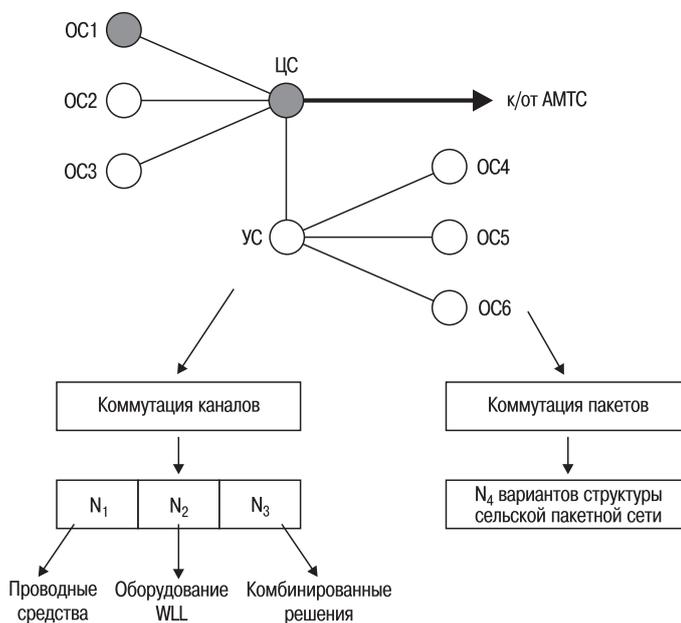


Рисунок 4.78 Формирование набора сценариев для развития фрагмента СТС до 2010 года

Это означает, что можно выделить N_1 , N_2 и N_3 вариантов модернизации фрагмента СТС на основе технологии "коммутиция каналов". К ним следует добавить N_4 вариантов модернизации того же фрагмента СТС на основе технологии "коммутиция пакетов". Множество $\{N\}$ образуется всеми вариантами, которые должен проанализировать проектировщик. Это означает, что $N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4$.

Конечно, такому подходу к оценке множества $\{N\}$ свойственны некоторые допущения, но их нельзя считать существенными с точки зрения разработки набора сценариев для модернизации инфокоммуникационной системы. Следует отметить, что для выбранного периода времени (с 2005 до 2010 года) множество $\{N\}$ будет содержать внушительный перечень возможных сценариев модернизации ТФОП. Это утверждение объясняется той неопределенностью, которая характерна для практических решений по выбору основных путей развития не столько телефонии, сколько инфокоммуникационной системы в целом.

Оценка сценария подразумевает два основных вывода. Во-первых, сценарий может быть возвращен на доработку. На рисунке 4.70 эта возможность указана в виде петли обратной связи, замыкающейся в блоке "Стратегия компании". Во-вторых, каждому из рассмотренных сценариев присваивается место, определяющее возможность реализации на практике. Очевидно, что наибольшие шансы имеет первый сценарий. Это не значит, что именно он будет выбран для разработки проектных решений. Например, для СТС может оказаться оптимальным сценарий, основанный на технологии WLL, но в процессе его дальнейшей проработки не исключена ситуация, когда требуемый частотный диапазон недоступен. Возможно, что для реализации будет выбран вариант, который основан на использовании проводных средств электросвязи.

В этом параграфе рассматриваются в основном системно-сетевые аспекты развития российской инфокоммуникационной системы. Не исключено, что возможные сценарии эволюции инфокоммуникационной системы будут модифицированы за счет внешних факторов — политических и экономических. Однако существенных изменений в технике электросвязи и в принципах построения инфокоммуникационных сетей не произойдет.

4.5.2. Прогнозы развития инфокоммуникационной системы в России

В настоящее время большинство прогнозов осуществляется с помощью методов экстраполяции и экспертных оценок [203]. Каждый из этих двух методов реализуется различными способами, выбор которых зависит от исследуемого процесса и поставленной задачи. Современные информационные технологии способствуют синтезу различных способов прогнозирования, что – в ряде случаев – повышает достоверность полученных результатов.

На выбор метода прогнозирования влияют доступные статистические данные. Это влияние определяется как достоверностью имеющейся информации, так и формой ее представления. Большинство публикуемых статистических данных не содержат сведений о достоверности собранной информации. На первый взгляд, присутствуют только ошибки округления [204]. На самом деле на достоверность статистических данных влияют (иногда – существенно) объективные и субъективные факторы, о которых мы говорили в разделе 1.5 первой главы монографии.

Информационные ресурсы для прогнозов, касающихся развития российской инфокоммуникационной системы, содержатся в источниках (официальные документы Администрации связи, публикации, сайты Internet и прочие материалы), которые представляют данные по трем основным направлениям. Во-первых, очень важны данные, отражающие изменения исследуемой величины в России за прошедшие годы. Чем больше имеется достоверных данных, тем лучше. Во-вторых, интересны аналогичные данные для развитых стран, так как многие процессы развития инфокоммуникационных систем не имеют национальной специфики. В-третьих, весьма полезны прогнозы, которые сделаны известными компаниями. Особенно интересны прогнозы компаний, которые не связаны с основными участниками инфокоммуникационного рынка.

Начнем с оценки емкости ТФОП до 2010 года. В бюллетене "Оператор. Новости связи, 22 – 28 марта 2003 года" приведены данные по численности ОТА на конец 2002 года – 36,7 млн. В [205] приведены сведения о росте номерной емкости ТФОП в 2003 году на 4 млн. номеров. В 2004 году планируется такой же рост численности ОТА. Эти оценки позволяют дополнить соответствующую строку таблицы 1.6. Итоговые значения емкости ТФОП приведены в таблице 4.16.

Таблица 4.16

Год	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003 ¹⁾	2004 ²⁾
Емкость ТФОП, млн. номеров	28,6	30,2	31,9	33,0	34,7	36,7	40,7	44,7

Примечания:

1) Указанная величина существенно расходится с данными Госкомстата (31,9 млн. ОТА), которые приведены в бюллетене "Подборка оперативной информации по связи, 13 – 19 февраля 2004 года".

2) Приведенную величину следует рассматривать как прогностическую оценку.

Примечание под первым номером настораживает. Разница в 8,7 млн. номеров (более 20%) между одной и той же величиной в двух источниках информации, которые можно считать официальными, не может считаться приемлемой. Причина, по всей видимости, заключается в том, что в данных Госкомстата не учтена емкость сетей тех Операторов, которые не входят в ОАО "Связьинвест". Такая гипотеза представляется вероятной, если учесть приведенную ранее оценку емкости телефонной сети (33,4 млн. номеров на 1 января 2004 года) в докладе В.И. Лохтина и К.Ю. Кравченко "Подходы к построению мультисервисной сети доступа ОАО "Связьинвест" при переходе к NGN". Возможно, что в документах Госкомстата "забыта" также та часть емкости сетей других Операторов (например, эксплуатирующих системы ведомственной телефонной связи), для которой выделяются номера ТФОП.

Еще одна интересная гипотеза была высказана старшим консультантом компании iKS-Consulting Оксаной Панкратовой. Некоторые Операторы, по различным причинам, не сдают в назначенное время свои отчеты. Итоговая величина (в нашем случае – емкость ТФОП) определяется суммированием полученных данных. Поэтому каждый год величина ошибки, в некотором смысле, является случайной величиной.

В монографии [206], которая была опубликована в 1994 году, представлен прогноз роста емкости российской ТФОП на 2000 год. Исследуемая величина оценивалась на уровне 35 млн. номеров. Сравнивая это значение с величиной, приведенной в таблице 4.16, легко рассчитать ошибку прогнозирования, которая составляет 6,1%. Эту ошибку для шестилетнего периода можно считать вполне приемлемой. Во многих публикациях точность прогнозирования считается приемлемой для ошибок в диапазоне от 20% до 50%. Для особо сложных задач удачной оценкой считается та, которая правильно определяет порядок изучаемой величины.

Метод прогнозирования, использованный в [206], был основан на выборе тренда роста емкости ТФОП в виде непрерывной кривой [207]. Эта кривая подбиралась из двенадцати функций методом наименьших квадратов. Подобный подход целесообразно дополнить методикой, которая предложена в [208]. Суть этой методики заключается в том, что характер процессов, описывающих развитие инфокоммуникационной системы в России и в развитых странах, совпадает. Различаются только абсолютные значения прогностических кривых (амплитуды) и соответствующие точки на оси времени (фазы). Определение этих амплитуд и фаз может быть выполнено методом экспертных оценок или на базе статистических данных, если таковые имеются. Такой подход можно рассматривать как совместное использование методов экстраполяции и экспертных оценок [203].

Для некоторых прогнозируемых величин практический интерес

представляют три вида оценок: пессимистическая, прагматическая (наиболее вероятная) и оптимистическая. Иногда достаточно получить пессимистическую и оптимистическую оценки, которые определяют наиболее вероятную область изменения исследуемой величины.

На рисунке 4.79 представлен прогноз роста емкости российской ТФОП до 2010 года. Начиная с 2001 года (своего рода точка бифуркации) показаны две прогностические кривые, определяющие пессимистический и оптимистический сценарии для процесса повышения емкости ТФОП.

В отличие от оценок, приведенных в [206] для периода с 1994 по 2000 год, данный прогноз, к сожалению, нельзя считать столь же достоверным. Это утверждение, в первую очередь, объясняется сложным механизмом влияния рынка мобильной связи на ТФОП. Тем не менее, выход реальной емкости ТФОП за пределы области, которая ограничена кривыми, представляющими два сценария развития рынка фиксированной телефонии, маловероятен.

Для ТФОП примерно в 2010 году можно ожидать переход кривой роста емкости ТФОП в фазу "насыщение". Такая трактовка приемлема, если считать прогностическую кривую похожей на логистическую [207]. Уровень насыщения определить сложнее. Его можно оценить на основе статистической информации, которая ежегодно публикуется компанией Siemens [209]. В группе развитых стран телефонная сеть уже несколько лет практически не растет. Любопытно, что телефонная плотность в этих странах различна. Она изменяется в диапазоне от 50 до 80 ОТА на 100 жителей. Примечателен факт снижения телефонной плотности в Финляндии, что объясняется как успешным развитием рынка мобильной связи, так и практически идентичными тарифами на телефонную связь в фиксиро-



Рисунок 4.79 Прогноз роста емкости российской ТФОП до 2010 года

ванных и сотовых сетях. Возможно, что уровень телефонной плотности в 50 ОТА на 100 жителей станет уровнем насыщения для российской ТФОП.

Характер развития рынка мобильной связи в меньшей степени зависит от изменения емкости ТФОП. Прогнозы роста численности абонентов сотовых сетей в России, выполненные в 90-х годах, большей частью оказались ошибочными. Я не нашел ни одной публикации, в которой бы оценки рынка мобильной связи оказались близкими к реалиям начала XXI века. Темпы "мобилизации" России впечатляют, особенно на фоне неспешной эволюции ТФОП. В начале XXI века Россия продемонстрировала уникальную скорость развития сотовых сетей [210].

Для сетей мобильной связи фаза насыщения рынка может наступить раньше, чем для ТФОП. Уровень насыщения для сетей мобильной связи также можно определить по аналогичному показателю для развитых стран. Обобщая данные, которые, большей частью, опубликованы в Internet, можно задать уровень насыщения рынка мобильной связи диапазоном от 70 до 85 МТА на 100 жителей. По сведениям, которые были опубликованы компанией iKS-Consulting, в апреле 2004 года суммарная емкость сетей мобильной связи в России составила 44,72 млн. терминалов. Это означает, что скоро будет преодолен пятидесятипроцентный рубеж потенциальной емкости национальной системы мобильной связи.

На рисунке 4.80 самой нижней линией показана аппроксимирующая кривая для статистических данных роста емкости сетей мо-

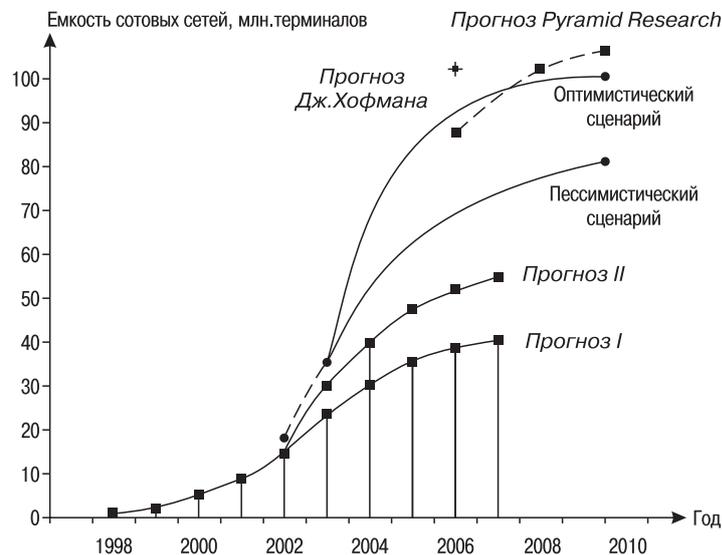


Рисунок 4.80 Прогноз роста емкости мобильных сетей в России до 2010 года

бильной связи и соответствующего прогноза до 2007 года. Этот график основан на информации, приведенной в бюллетене "Подборка оперативной информации по связи, 18 – 24 июля 2003 года". В качестве основного источника информации в этом бюллетене названа компания "The Research Room". Эта кривая названа "прогноз I".

Статистические данные за 2003 год и первые месяцы 2004 года говорят об ошибке этого прогноза. Судя по поведению аппроксимирующей кривой, автор данного прогноза предполагал, что уровень насыщения рынка уже близок. Он, вероятно, оценивался в диапазоне 45 – 50 млн. терминалов.

Кривая, названная "Прогноз II" приведена в [211]. В качестве источника названа компания АСМ-Consulting, представившая прогноз в январе 2003 года. Данный прогноз, конечно, точнее, но и он, судя по статистической информации на апрель 2004 года, был сделан специалистами, которые слишком пессимистично оценили потенциал российского рынка мобильной связи.

Пунктирными линиями на рисунке 4.80 показаны прогнозы роста численности мобильных терминалов, которые выполнены для оптимистического и пессимистического сценариев развития инфокоммуникационной системы. Эти кривые получены за счет совместного использования методов экстраполяции и экспертных оценок. Никакой дифференциации по стандартам мобильной связи для этого прогноза не проводилось, но подразумевалось использование терминалов, предназначенных для обслуживания трафика речи. Кстати, в июне 2004 года было озвучено мнение Администрации связи России о возможном росте емкости сотовых сетей до 80 млн. номеров [212]. Такая оценка совпадает с прогнозом для 2010 года на рисунке 4.80 – кривая "Пессимистический сценарий".

Для периода с 2006 по 2010 год приведены прогностические оценки компании Pyramid Research [213]. Они близки к данным, которые получены для оптимистического сценария развития рынка мобильной связи в России. Для конца 2005 года приведена еще одна оценка, принадлежащая Дж. Хоффману, который занимает пост директора по консалтингу во Всемирной ассоциации GSM [214]. Он утверждает, что емкость сотовых сетей в России составит 100 млн. терминалов к концу 2005 года.

С некоторыми допущениями можно считать, что рынок мобильной связи в России растет почти так же, как и в развитых странах. Такое утверждение будет ошибочным для многих других видов инфокоммуникационного рынка. На рисунке 4.81 приведен прогноз, представленный финансовой компанией CSFB в 2000 году. Он иллюстрирует как рост доходов Операторов электросвязи в целом, так и тот вклад, который вносят услуги, порождаемые трафиком речи и данных.

Рискованно утверждать, что в 2007 году установится паритет между теми доходами, которые порождаются трафиком речи и данных. В 2003 году в большинстве развитых стран, как минимум, три

четверти доходов Операторы получили благодаря трафику речи. Кроме того, многие специалисты считают, что предполагаемый пятидесятипроцентный уровень доходов за счет обслуживания трафика данных может быть достигнут существенно позже. До 2010 года, скорее всего, можно говорить о 70% доходов, которые Операторы в развитых странах будут получать за счет обслуживания трафика речи.

С другой стороны, законы распределения доходов Оператора и затрат клиентов для различных видов связи хотя и не идентичны, но похожи. На рисунке 4.82 приведено распределение расходов небольшой компании на различные виды связи для двух лет [215]. Эти данные получены компанией Yankee Group Europe.

В 2001 году суммарные расходы гипотетического предприятия, касающиеся трафика речи, составили 69%. Следует учесть, что значительная часть этих расходов – оплата трафика, которую получает Оператор. Затраты на обмен данными и Internet включают – помимо оплаты трафика – расходы на аппаратные средства и программное обеспечение. Эти расходы обычно существенно выше, чем затраты на поддержку VACS и покупку мобильных телефонов. Поэтому проценты, указанные на рисунке 4.82, не противоречат тому распределению доходов Оператора, о котором говорилось выше.

Если посмотреть на аналогичную статистику для российских Операторов, то можно обнаружить ожидаемое распределение. В [193] приведены следующие данные:

- ♦ в 2000 году доходы отрасли составили около 5 млрд. долларов США, из которых 59,5% обеспечила фиксированная связь, 25,5%

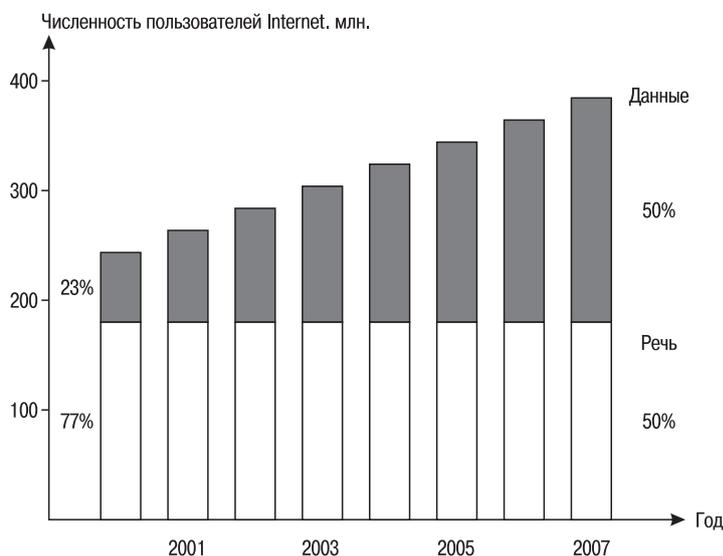


Рисунок 4.81 Доходы Операторов электросвязи с 2000 по 2007 год

- сотовая связь, а 15% приходилось на прочие виды связи;
 - ♦ за девять месяцев 2003 года доходы отрасли возросли примерно до 9 млрд. долларов США, из которых 47% обеспечила фиксированная связь, 36% – сотовая связь, а 17% дали остальные источники.
- Это означает, что рынок трафика речи составил 85% в 2000 году и 83% за 9 месяцев 2003 года соответственно. Из этого следует, что почти за четыре года снижение доли трафика речи в доходах российских Операторов составило 2%. Это существенно меньше, чем в большинстве других стран. В [216] приводятся данные, свидетельствующие о снижении доходов за счет обслуживания трафика речи с 1998 по 2001 год на уровне 7%. К 2004 году прогнозировалось снижение этих доходов еще на 6%.

Такое положение, по всей видимости, объясняется двумя факторами. Во-первых, рынок нетелефонных услуг – с точки зрения доходов Оператора – развивается медленнее, чем в ряде других стран. Во-вторых, используемые принципы расчета доходов не всегда позволяют оценить тот экономический эффект, который обеспечивается новыми видами инфокоммуникационных услуг. Например, достаточно повысить абонентную плату за услуги ТФОП, не меняя, например, расценки на дополнительные виды услуг. Тогда простые арифметические расчеты покажут падение той доли доходов Оператора, которая обеспечивается за счет поддержки дополнительных услуг.

В [205] со ссылкой на Администрацию связи России приведены диаграммы, которые представляют структуру доходов от различных видов связи и услуг за 2002 и 2003 годы. Приведенные на этих диаграммах доли доходов содержатся в таблице 4.17. Некоторые виды доходов в эти годы рассчитывались по различным методикам, что объясняет наличие пустых граф в таблице.

Таблица 4.17

№	Наименование источника доходов	2002 год	2003 год
1	Местная телефонная связь	21,1%	18,1%
2	Международная и междугородная телефонная связь	25,1%	18,1%
3	Подвижная (мобильная) связь	33,8%	37,5%
4	Таксофонная связь		0,7%
5	Присоединение и пропуск трафика		9,3%
6	Новые услуги	2,5%	
7	Цифровая сеть интегрального обслуживания		0,2%
8	Интеллектуальная сеть		0,1%
9	Проводное вещание	0,8%	0,7%
10	Радиосвязь, ЗВ, ТВ и спутниковая связь	3,5%	3,2%
11	Документальная связь	5,5%	4,9%
12	Спецсвязь	0,4%	0,3%
13	Почтовая связь	7,3%	6,9%

Статистические данные, приведенные в таблице, подтверждают доминирующую роль речевого трафика в доходах отрасли "Связь". К сожалению, строки под номерами 4, 5, 6, 7 и 8 содержат данные только для одного года. Такая ситуация с оцениваемыми показателями не позволяет проследить характер изменения спроса на услуги и виды связи.

Шестая строка таблицы 4.17 содержит оценку доходов за счет поддержки новых услуг. В [217] приведены подобные данные за шесть месяцев 2003 года – таблица 4.18. В этой таблице отражены только сведения по МРК, входящим в ОАО "Связинвест".

Таблица 4.18

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

Информация, приведенная в таблице 4.18, свидетельствует о весьма амбициозных планах Операторов, которые ориентированы на удвоение и даже утроение полученных доходов за счет развития рынка новых услуг. Эти планы не следует считать фантазией оптимистов. Известно, что в мире объем информации, обрабатываемой и передаваемой посредством инфокоммуникационных систем, удваивается каждые два-три года [218]. Лишь незначительная часть растущего объема информации будет порождаться трафиком речи. В основном, будет расти трафик данных, преимущественно связанный с системами обработки информации, и видео, который в большей мере относится к сфере развлечений. Поэтому для роста рынка новых видов услуг объективно складываются благоприятные внешние условия.

С точки зрения численных значений долей доходов делать какие-либо выводы мне представляется преждевременным. Необходимо разработать систему оценок, которая бы включала как экономические, так и технические показатели рынка новых услуг. Возможно,

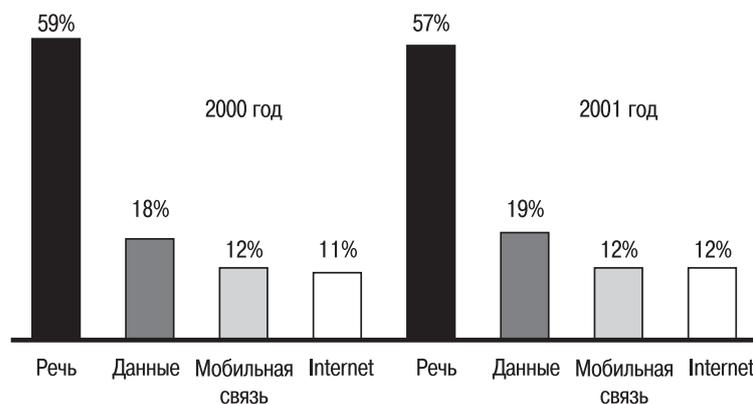


Рисунок 4.82 Распределение расходов небольшой компании на различные виды связи

что эти показатели придется дополнить рядом атрибутов, отражающих мнение потенциальных пользователей.

При прогнозировании численности пользователей в фиксированных и мобильных сетях приходится решать ряд сложных задач. Для Internet эти задачи усложняются тем обстоятельством, что нельзя четко определить само понятие "пользователь". Имеющиеся статистические данные можно трактовать различными способами. Численность абонентов в телефонных сетях определяется на основе множества присвоенных номеров. Адреса в Internet "создаются" самими пользователями, что существенно затрудняет их подсчет. Общий рынок ПК определить не так просто. Численность ПК, используемых для работы в Internet, оценить еще сложнее.

В некоторых публикациях предлагается выделить активных пользователей Internet, руководствуясь неким порогом времени работы в сети – T_A . Если пользователь в течение недели (или месяца) проводит в сети больше времени, чем порог T_A , то он зачисляется в группу активных клиентов. Иногда эту группу называют ядром пользователей. Очевидно, что необходимо разработать систему оценок, позволяющих более четко сформулировать понятие "пользователь Internet".

На рисунке 4.83 представлены прогностические оценки численности пользователей Internet до 2010. При разработке прогноза было принято формальное определение для словосочетания "пользователь Internet". К числу пользователей были отнесены все клиенты всемирной паутины, которые учитываются Провайдерами услуг Internet. Конечно, такой подход несколько снижает достоверность полученных оценок.

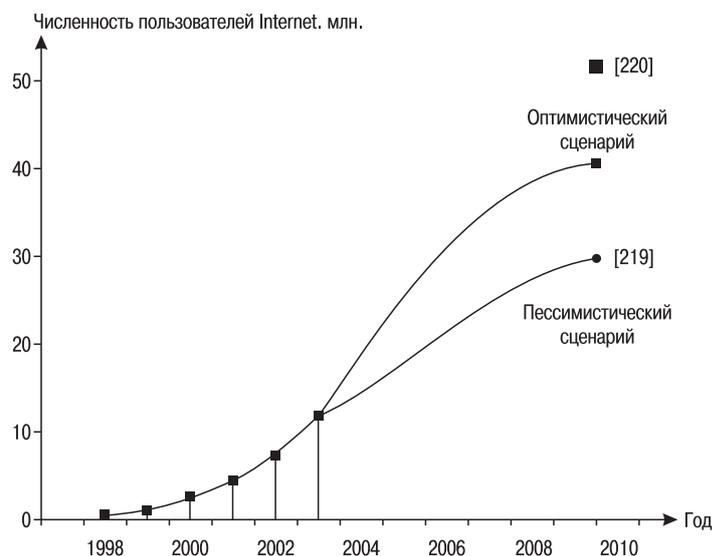


Рисунок 4.83 Прогноз роста численности пользователей Internet в России до 2010 года

Интересно, что для 2010 года численность пользователей Internet, соответствующая пессимистическому сценарию, практически совпадала с оценкой, которая приведена в [219]. Правда, в [219] эта оценка численности пользователей Internet относится к прагматическому сценарию. В правой верхней части рисунка 4.83 показана точка, которая соответствует прогностической оценке на 2010 год [220]. Автор этого прогноза считает, что к 2010 году численность пользователей российского сегмента Internet может достичь 50 млн., что, на первый взгляд, заметно превышает оценку для оптимистического сценария, приведенную на рисунке 4.83. Следует отметить, что различие прогностических оценок не столь уж существенно, если учесть неопределенность понятия "пользователь Internet".

В завершение этого параграфа целесообразно привести один фрагмент из [221]. Он посвящен эволюции взглядов специалистов по прогнозированию. Рассматриваются результаты одной и той же задачи, которая решалась в 1994, 1997 и 2002 годах. Вопрос, который задавался специалистам по прогнозированию, заключался в определении доли пользователей, которым потребуется широкополосный доступ в инфокоммуникационную сеть. Во всех трех исследованиях речь шла о Западной Европе, а прогноз составлялся для 2005 года. В 1994 году искомая величина оценивалась в 11,3%, в 1997 году – 20% и в 2002 году – 24,9%.

Такое изменение оцениваемой величины понятно. Оно очень похоже на историю прогнозов для рынка мобильной связи. При оценке исследуемых показателей для оптимистического и пессимистического сценариев удастся минимизировать ошибку прогноза. Интервальная оценка прогнозируемых величин все чаще используется отечественными и зарубежными специалистами.

Литература к главе 4

1. Л.Е. Варакин. Инфокоммуникации будущего. – Электросвязь, №11, 2003.
2. Мир связи на пороге XXI века: близится время великого раздела. – Материал компании PricewaterhouseCoopers (<http://www.pwc-global.com>).
3. В.К. Шульцева. Экономика телекоммуникаций: вектор эффективности. – Информ Курьер Связь (ИКС), №12, 2003.
4. Г.Б. Давыдов, В.Н. Рогинский, А.Я. Толчан. Сети электросвязи. – М.: Связь, 1977.
5. В.П. Артемьев. Вступление России во всемирную торговую организацию – важнейший фактор глобализации российских телекоммуникаций. – Электросвязь, №5, 2002.
6. К. Хаксевер, Б. Рендер, Р.С. Рассел, Р.Г. Мердик. Управление и организация в сфере услуг. – Санкт-Петербург, Питер, 2002.
7. И.М. Лифиц. Теория и практика оценки конкурентоспособности товаров и услуг. – М.: "Юрайт", 2001.
8. Перспективные телекоммуникационные технологии. Потенциальные возможности // Под ред. Л.Д. Реймана, Л.Е. Варакина. – М.: МАС, 2001.
9. Л. Черняк. Порталы и жизненные циклы. – Открытые системы, №2, 2002.
10. Л.В. Коловская, И.А. Ковалевич. Информационная культура. Учебное пособие. – КГТУ, Красноярск, 2002.
11. Р.С. Гиляревский. Основы информатики: курс лекций. – М.: Издательство "Экзамен", 2003.
12. <http://www.ipiran.ru>.
13. ITU-T. Information technology – Open Systems Interconnection – Basic reference model: The basic model common text with ISO/IEC. Recommendation X.200. – Geneva, 1994.
14. И.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 2-е издание. – СПб.: Издательство "Питер", 2003.
15. М. Мур, Т. Притски, К. Риггс, П. Сауфвик. Телекоммуникации. Руководство для начинающих. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
16. ITU-T. B-ISDN asynchronous transfer mode functional characteristics. Recommendation I.150. – Geneva, 1999.
17. ITU-T. Vocabulary of the terms for ISDNs. Recommendation I.112. – Geneva, 1993.

18. ITU-T. Vocabulary of terms for broadband aspects of ISDN. Recommendation I.113. – Geneva, 1997.
19. ITU-T. Maintenance terminology and definitions. Recommendation M.60. – Geneva, 1993.
20. Н.А. Соколов. Сети абонентского доступа. Принципы построения – Пермь, "Энтер-профи", 1999.
21. Н.Н. Слепов. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи. – М.: Радио и связь, 2000.
22. ITU-T. Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for terminals operating in the packet mode and connected to public data networks by dedicated circuit. Recommendation X.25. – Geneva, 1996.
23. ITU-T. Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for public data networks providing frame relay data transmission service by dedicated circuit. Recommendation X.36. – Geneva, 1995.
24. О. Ибе. Сети и удаленный доступ. – М.: ДМК Пресс, 2002.
25. M.R. Wilkinson. Broadband isn't wasted on the young. – Alcatel Telecommunications Review, 2nd Quarter 2003.
26. В. Олифер, Н. Олифер, Д. Петрусов. ATM и MPLS – враги или союзники? – Журнал сетевых решений LAN, декабрь 2002.
27. В. Karlson, А. Bria, J. Lind, P. Lonnqvist, С. Norlin. Wireless Foresight. – Wiley, 2003.
28. Р. Кох, Г. Яновский. Эволюция и конвергенция в электросвязи. – М.: Радио и связь, 2001.
29. M.P. Clark. ATM Networks. Principles and Use. – Wiley and Teubner, 1996.
30. В. Buchanan. Handbook of Data Communications and Networks. – Kluwer Academic Publishers, 1999.
31. Л. Хендерсон, Т. Дженкинс. Frame Relay. Межсетевое взаимодействие. – Киев: Век+, М.: Горячая линия-Телеком, ЭНТРОП, 2000.
32. E. Dunne. Frame Relay Still Going Strong. – Frame Relay Forum News, Summer 2002.
33. Ш. Д. Кривда. Frame Relay достиг совершеннолетия. – Журнал сетевых решений LAN, август 1996.
34. S. Byars. Multiservice over IP: The Next Generation Network. – Proceedings of the 5th International Conference of Advanced Communications Technology, Korea, 2003.

35. Т. Ноле. MPLS: новый порядок в сетях IP? – Журнал сетевых решений LAN, Май 1999.
36. А.Б. Гольдштейн. Механизм эффективного туннелирования в сети MPLS. – Вестник связи, №2, 2004.
37. W. Davies. MPLS boost for IP VPNs. – Telecommunications International, №3, 2003.
38. S. Harnedy. The MPLS primer. An Introduction to Multiprotocol Label Switching. – Prentice Hall PTR, 2002.
39. Y. Soon. ATM to Multiservice MPLS Migration – Directions, Strategies and Architecture. – Telecommunications Journal of Australia, Vol. 53, No 4, Summer 2003.
40. Пакеты или каналы? Пакеты и каналы? – Вестник связи, №2, 2004.
41. С. Орлов. Ethernet в сетях доступа. – Журнал сетевых решений LAN, Январь 2004.
42. А. Мисюренко. Использование технологии Ethernet в сетях масштаба города. – Connect! Мир связи, №7, 2003.
43. S. Hawley. Access networks for triple-play services. – TelephonyOnline.com, November 15, 2002.
44. В. Плесский. Metro Ethernet- мифы и реальность. – Connect! Мир связи, №7, 2003.
45. <http://www.netforecast.com>.
46. Г. Башилов. Бег по кругу. – СIO (Руководитель информационной службы), январь 2004.
47. <http://www.eut.ru>.
48. У. Гулд. Fast Ethernet рука об руку с ATM. – Журнал сетевых решений LAN, Июнь 1997.
49. P. Sevcik, J. Bartlett. Alternative Visions of MPLS. – NetForecast, Report 5056, 2001.
50. С. Браннер. Так сколько же девяток нужно? – Computerworld, №34, 1998.
51. W. Taren. Who's got the edge? – Telephony/July 10, 1995.
52. Д. Вудс. RPR "впитывает" лучшее. – Сети и системы связи, №5, 2003.
53. В.А. Нетес. Сравнение отказоустойчивости колец RPR и SDH. – Вестник связи, №2, 2004.
54. <http://www.metroethernetforum.org>.
55. Знакомьтесь: Virtual Private LAN. Connect! Мир связи, №2, 2004.

56. Report "The evolution to 10 Gigabit Ethernet: A Fresh Assessment of Worldwide Opportunities in Access, LAN, MAN and WAN Markets". – Pioneer Consulting, 2003.
57. <http://www.idc.com>.
58. <http://www.verticalsystems.com>.
59. Е. Чепусов, С. Шаронин. Домашняя сеть по телефону. – Журнал сетевых решений LAN, Декабрь 2000.
60. М. Мирошников. HPNA – технология "последнего дюйма". – ТелеМультиМедиа, декабрь, 2001.
61. Городская телефонная связь: Справочник / Б.З. Берлин, А.С. Брискер, Л.С. Васильева и др.; Под ред. А.С. Брискера и К.П. Мельникова – М.: Радио и связь, 1987.
62. И.Г. Смирнов. Структурированные кабельные системы. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998.
63. С.Г. Шаронин. Дитя ошибок трудных. – Журнал сетевых решений LAN, Июнь 2001.
64. ITU-T. Phonenumber Networking Transceivers – Foundation. Recommendation G.989.1. – Geneva, 2001.
65. ITU-T. Phonenumber networking transceivers – Payload format and link layer requirements. Recommendation G.989.2. – Geneva, 2001.
66. ITU-T. Phonenumber networking transceivers – Isolation function. Recommendation G.989.3. – Geneva, 2003.
67. E. Rabinovich. To RIP or To OSPF? – <http://www.nwc.com>.
68. ITU-T. Message handling system and service overview. Recommendation X.400 (F.400). – Geneva, 1996.
69. ITU-T. Information technology – Open Systems Interconnection – The Directory: Overview of concepts, models and services. Recommendation X.500. – Geneva, 1997.
70. ITU. The world telecom market. – Geneva, 1999.
71. Лауреаты Нобелевской премии говорят о будущей роли Интернета. – <http://www.cisco.com>.
72. К. Муминов, Е. Суржиков. Российские телекоммуникации: анализ & прогнозы. – Connect! Мир связи, №2, 2001.
73. ITU. Report of the Secretary-General on IP Telephony. – Geneva, 2001.
74. А. Полунин.Packetная телефония: иллюзии и реальность. – Сети, февраль 2000.
75. Е. Евдокименко. ОСС: оценка российского рынка IP-телефонии. – Телеком Вести, 14 ноября, 2003.

76. IP-телефония: не все так просто. — <http://www.internet.ru>.
77. Microsoft разрабатывает стандарт IP-телевидения. — <http://www.compulenta>.
78. Б. Виноградов. Интерактивное ТВ не за горами. — Сетевой журнал, №10, 2000.
79. С. А. Панфилов, С.Г. Шаронин. Видеоконференцсвязь как новая услуга. — Вестник связи, №1, 2001.
80. В Финляндии стартует IP-телевидение. — "Панорама недели Broadcasting", №26, 2003.
81. Б.С. Гольдштейн, А.В. Пинчук, А.Л. Суховицкий. IP телефония. — М.: Радио и связь, 2001.
82. Ю.М. Горностаев. Перспективные рынки мобильной связи. — М.: "Связь и Бизнес", 2000.
83. В.В. Афанасьев, Ю.М. Горностаев. Эволюция мобильных сетей. — М.: "Связь и бизнес", 2001.
84. В.П. Морозов, Я.С. Дымарский. Элементы теории управления ГАП. — Л.: "Машиностроение", 1984.
85. М.Д. Димариа. Умный дом. — Сети и системы связи, №6, 2002.
86. С.В. Богданов. Умный дом. — СПб: Наука и техника, 2003.
87. Д. Б. Хейвуд. Аутсортинг. В поисках конкурентных преимуществ — М.: Издательский дом "Вильямс", 2002.
88. Н.А. Соколов. Конвергенция телекоммуникационных сетей. Терминологический аспект. — Вестник связи, 2000, №4.
89. ITU-T. V-ISDN service aspects. Recommendation I.211. — Geneva, 1993.
90. K. Wieland. Whatever happened to FMC? — Communications International, October 2002.
91. Ю. Волкова. Миражи конвергенции. — Chief Information Officer, December 2003.
92. <http://www.itu.int>.
93. Б.С. Гольдштейн, И.М. Ехриель, Р.Д. Рерле. Интеллектуальные сети. — М.: Радио и связь, 2000.
94. В.В. Саморезов, С.Б. Шурыгина. О реализации Интеллектуальной сети в МРК. — Вестник связи №12, 2002.
95. P.S. Richards. Rapid Services Delivery and Customization in a Developing Network Infrastructure. — Proceedings of ITC Specialists Seminar. Vol. 1. Cracow, 1991.
96. Б.С. Гольдштейн, В.А. Фрейкман. Call-центры. — М.: Радио и связь, 2002.

97. Engineering and Operations in the Bell System / Prepared by Member of the Technical Staff and the Technical Publication Department AT&T Bell Laboratories; R.F. Rey, Technical Editor. – AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, N.J., 1983.
98. <http://www.mtu-inform.ru>.
99. <http://www.usi.ru>.
100. В. Голубев. От управления отношениями с клиентами – к отношениям, управляемым клиентами: парадигма в сфере обслуживания клиентов. – Биллинг. Компьютерная телефония, №5, 2001.
101. В. Демин. CRM нельзя купить, CRM – это стратегия Вашего бизнеса. – <http://www.novamedia.ru>.
102. В.А. Росляков. Общеканальная система сигнализации №7. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998.
103. ITU-T. Architecture framework for the development of signalling and OA&M protocols using OSI concepts. Recommendation Q.1400. – Geneva, 1993.
104. Б.С. Гольдштейн. Системы коммутации. – Санкт-Петербург, БХВ, 2003.
105. В. Андрианов, А. Соколов. Средства мобильной связи. – Санкт-Петербург, БХВ, 2001.
106. <http://www.cisco.com>.
107. Р. Техан. Плетя "всемирную паутину": история и структура сети Интернет. – Доклад исследовательской службы Конгресса США, 2001.
108. <http://encycl.yandex.ru>.
109. А.А. Ивин. Логика. Учебное пособие. – М.: Знание, 1998.
110. О. И. Лагутенко. Спутниковый доступ в Интернет. – Сети и системы связи, №10, 2002.
111. В. Quoitin, С. Pelsser, L. Swinnen, O. Bonaventure, S. Uhlig. Interdomain Traffic Engineering with BGP. – IEEE Communications Magazine, May 2003.
112. Л.М. Невдяев. Узкие места широкополосной сети, или Четыре проблемы Интернета. – Информ Курьер Связь (ИКС), №6, июнь 2003.
113. А.И. Панкратов. Развитие российского сегмента сети Интернет. – Электросвязь, №11, 2003.
114. Т. Грир. Сети Интранет. – М.: Издательско-торговый дом "Русская Редакция", 2000.

115. А. И. Дядькин, Д. И. Панфилов, С. Г. Шаронин. Учрежденческие системы внутренней связи. – Сети и системы связи, №4, 1997.
116. D. Krupinski, C. Schick, B. McConnell. Next Generation Phone Systems. – CMP Media, Inc., 2001.
117. Т.И. Иванова. Корпоративные сети. – М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 2001
118. Д.А. Романов, Т.Н. Ильина, А.Ю. Логинова. Правда об электронном документообороте. – М.: ДМК Пресс, 2002.
119. Ю.В. Бородакий, Ю.Г. Лободинский. Информационные технологии. Методы, процессы, системы. – М.: Радио и связь, 2002.
120. Б. Гейтс. Дорога в будущее. – М.: Русская редакция, 1996.
121. C. Heegard, J.T. Coffey, S. Gummadi, P.A. Murphy, R. Provencio, E.J. Rossin, S. Schrum, M.B. Shoemake. High-Performance Wireless Ethernet. – IEEE Communications Magazine, November 2001.
122. Wi-Fi: What's Next? – IEEE Communications Magazine, December 2002.
123. <http://www.jesuschrist.ru>.
124. J.C. Collins, J. Dunn, P. Emer, M. Johnson. Data express Gigabit junction with the next-generation Internet. – IEEE Spectrum, February 1999.
125. И. Баглаев. О проектах Internet 2 и Next Generation Internet (NGI). – <http://www.sdi.nsk.su>.
126. <http://www.internet2.edu>.
127. <http://e-rus.org>.
128. П. Анни. Этот Grid – неспроста. – Открытые системы, №1, 2003.
129. J. Mambretti, A. Schmidt. Next Generation Internet: Creating Advanced Networks and Services. – Wiley, 1999.
130. И. Федоров. Сколько этажей у Интеллектуального здания? – "Босс", №10, 1999.
131. В. Иванов. Интеллектуальное здание. – <http://www.asutp.ru>.
132. <http://www.neirosplav.com>.
133. А. Авдеевский. Крыша для интеллекта. Что стоит за популярным термином "интеллектуальное здание"? – Журнал сетевых решений LAN, декабрь 1998.
134. ITU-T. One-way transmission time. Recommendation G.144. – Geneva, 2003.
135. ITU-T. Talker echo and its control. Recommendation G.131. – Geneva, 2003.

136. ITU-T. Report of the Secretary-General on IP Telephony. – Geneva, 2001.
137. ITU-T. Digital exchange design objectives – Operations and maintenance. Recommendation Q.542. – Geneva, 1993.
138. ITU-T. Digital exchange performance design objectives. Recommendation Q.543. – Geneva, 1993.
139. ITU-T. Network Performance Objectives for IP-Based Services. Recommendation Y.1541. – Geneva, 2002.
140. ITU-T. Internet Protocol Data Communication Services – IP Packet Transfer and Availability Performance Parameters. Recommendation Y.1540. – Geneva, 2002.
141. М.А. Шнепс-Шнеппе. SLA: гарант прав потребителей. – Connect! Мир связи, №7, 2003.
142. N. Seitz. ITU-T QoS Standards fro IP-Based Networks. – IEEE Communications Magazine, June 2003.
143. ETSI. ETR 138. Quality of service indicator for Open Network Provision (ONP) for voice telephony and Integrated Services Digital Network (ISDN).
144. ITU-T. End-user multimedia QoS categories. Recommendation G.1010. – Geneva, 2001.
145. <http://comstar.ru>.
146. D. Minoli, E. Minoli. Delivering Voice over IP Networks. – John Wiley & Sons, Inc, 1998.
147. А.В. Коган. IP-телефония: оценка качества речи. – Технологии и средства связи, №1, 2001.
148. ETSI. ETR 101 329-2, V2.1.1 (1999). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON). Release 3; End-to-end Quality of Service in TIPHON systems; Part 2: Definition of Speech Quality of Service (QoS) Classes.
149. ETSI. ETR 101 329-7, V2.1.1 (2002). Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON). Release 3; End-to-end Quality of Service in TIPHON systems; Part 7: Design guide fore elements of TIPHON connection from an end-to-end speech transmission performance point of view.
150. А. Гольшко. Неизвестная высота IP-телефонии. – Connect! Мир связи, 2003, №8.
151. Европа: полный переход связи на VoIP займет 17 лет. – <http://www.mclub.ru>.
152. П. Иванов. Блеск и нищета IP. – Network World, №24, 2003.

153. А. Полунин.Packetная телефония: иллюзии и реальность. – Сети, февраль 2000.
154. Теория сетей связи. Под редакцией В.Н. Рогинского. – М.: Радио и связь, 1981.
155. <http://www.teligen.com>.
156. К. Зимин, А. Силонов. Что нам стоит IP VPN построить. – Корпоративные системы, №22, 2003.
157. А. Семенов. WLAN совершает чудеса. – Connect! Мир связи, №3, 2003.
158. С. Панфилов, С. Шаронин. Шлюзы мобильных сетей. – Журнал сетевых решений LAN, декабрь, 2003.
159. А. Герасимов, С. Ефимов. Рынок частных сетей. – ВУТЕ, №12/1, декабрь 2002 – январь 2003.
160. А. Щелкин. Бостон на Неве или повторение пройденного. – "Петербург. Место и время", №1, 2003.
161. В. Вайнштейн. Российский аутсорсинг в зеркале мирового опыта. – СЮ (Руководитель информационной службы), март 2004.
162. Я. Лебедев. Аутсорсинг ИТ-сервисов. – Сетевой журнал, №2, 2004.
163. Ч. Гуанхуа. Услуги CENTREX. – Вестник связи, №11, 2001.
164. Э. Мураскин. Хостинг УАТС: больше функций, меньше капитальных затрат. – Сети и системы связи, №3, 2004.
165. В. Фрейнкман, С. Шурыгина. Аутсорсинг Контакт-центров. – Вестник связи International, №5, 2002.
166. Н.С. Мардер. Структура сетей связи негеографических зон нумерации телефонной сети общего пользования Российской Федерации. – М.: ИРИАС, 2003.
167. Ю.В. Дмитриев, В.А. Минаев, В.Е. Потанин, С.В. Скрыль. Классификация угроз безопасности информационно-телекоммуникационных систем. – "Экономика и производство" №2, 2001.
168. А.Н. Голубев, Б.С. Гольдштейн, М.Х. Гончарок. Основные принципы построения системы защиты информации в узлах коммутации. – Электросвязь, №1, 2002.
169. Л.Е. Варакин. Цифровой разрыв в глобальном информационном обществе. – М.: Международная Академия Связи, 2004.
170. ITU. The Missing Link. Report of the Independent Commission for World-Wide Telecommunications Development. – Geneva, 1984.
171. В. Приходько. В 4G первой шагнет Индия. – <http://www.gazeta.ru>.

172. А.В. Шалагинов, К.Н. Анкилов. Эволюция ТфОП Китая: от наращивания емкости к повышению эффективности. – Информ Курьер Связь (ИКС), №12, 2003.
173. National Office of the Information Economy (NOIE), State of Play, April 2002. – <http://www.noie.gov.au>.
174. M. Crawford, D. Verheye. Residential Service Aggregation in the Second Mile. – Alcatel Telecommunications Review, 2nd Quarter 2003.
175. P. Darling. Future Network Standards. – Telecommunications Journal of Australia, Vol. 53, N1, 2003.
176. Г.Г. Кудрявцев, Л.Е. Варакин, М.У. Поляк. Новая концепция построения интегральной цифровой сети: техника, экономика, стандартизация. – Электросвязь, №1, 1991.
177. <http://www.protei.ru>.
178. ITU-D. New Technologies for Rural Applications. – Final Report of ITU-D Focus Group 7, 2000.
179. C.S. Lee. ITU-T SG13 Activities in NGN and IP Project. – Workshop on Next Generation Network, Seoul, August 2003.
180. Е.В. Мархай. Основы технико-экономического проектирования городских телефонных сетей. – М.: Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1953.
181. И.М. Жданов, Е.И. Кучерявый. Построение городских телефонных сетей. – М.: Связь, 1972.
182. Г. Томчин. В каком городе мы живем? – Санкт-Петербург, ОИД "Медиа Пресса", 2003.
183. В.М. Попов, С.И. Ляпунов, А.Л. Касаткин. Бизнес-планирование: анализ ошибок, рисков, конфликтов. – М.: "КноРус", 2003.
184. И.Бакланов. Мультисервисные сети: пороховой погреб для системы эксплуатации. – Connect! Мир связи, №3, 2004.
185. B. Van Doorselaer, T. Coppens. Broadband Gaming: It Is a Serious Business. – Alcatel Telecommunications Review, 2st Quarter 2003.
186. К.И. Кукк, В.И. Хохлов. Проблемы создания сетевых систем обмена контентом. – Вестник связи, №4, 2002.
187. <http://www.iis.ru>.
188. <http://www.json.ru>.
189. M. Feneyrol. Telecommunication in the 21st Century. The Real and the Virtual. – Springer, London, 1998.
190. Ф. Юнг. Перспективы развития инфокоммуникаций. – СПб.: "Петеркон", 2003.

191. Broadband Access Networks Introduction Strategies and Techno-economic Evaluation. Edited by L. A. Ims. – Chapman & Hall, 1998.
192. J. Hills. Telecommunications and Democracy: the International Experience. – Telecommunication Journal, Vol. 60, I/1993.
193. Т. Толмачева. Скромное обаяние фиксированной связи – Информ Курьер Связь (ИКС), №3, 2004.
194. O. Pankratova, J. Smolek. From Russia with VAS. – Telecommunications International, October 2003.
195. <http://www.sotovik.ru>.
196. И.Е.Коваленко. Особенности развития и современное состояние московского рынка инфокоммуникационных услуг. – Электросвязь, №12, 2003.
197. J. Maisonneuve. Reliable IP routing technologies. – Technologies White Paper, Alcatel, 2003.
198. А.М. Odlyzko. Data Networks are lightly utilized, and will stay that way. – Review of Networks Economics, No. 3, September 2003.
199. К.Р. Макконнелл, С.Л. Брю. Экономикс: Принципы, проблемы и политика. – М.: ИНФРА-М, 2001.
200. S.Y. Hui, K.H. Yeung. Challenges in Migration to 4G Mobile System – IEEE Communications Magazine, December, 2003.
201. 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.
202. <http://www.nationmaster.com>.
203. В.В. Глущенко. Прогнозирование. – М.: "Вузовская книга", 2000.
204. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М.: Наука, 1984.
205. Т. Толмачева. Связь и информация России-2003: год активного развития. – Информ Курьер Связь (ИКС), №4, 2004.
206. Н.А. Соколов. Эволюция местных телефонных сетей. – Издательство ТОО "Типография "Книга", Пермь, 1994.
207. К.Д. Льюис. Методы прогнозирования экономических показателей.- М.: "Финансы и статистика", 1986.
208. N. Sokolov. Traffic Forecasting for the Digital Overlay Networks. – International Conference "Distributed Computer Communication Networks. Theory and Application", Proceedings, November 4 – 8, Tel-Aviv, 1997.

209. International Telecom Statistics. Status: December 31, 1999, Siemens, 2000, December 31, 2000, Siemens, 2001, December 31, 2001, Siemens, 2002.
210. Обзор рынка сотовой связи в мире. Часть 2. – <http://www.sotobik.ru>.
211. Р. Лампрехт. Siemens ICM: итоги 10 лет. – Сети (Network World), 29.01.2003.
212. <http://www.mforum.ru>.
213. <http://www.pyg.com>.
214. "Съезд победителей! В поиске точек wireless-роста. – Информ Курьер Связь (ИКС), №7, июль 2004.
215. Н. Шагурина. "Мобилизация" Интернета. – Сетевой журнал, №1, 2003.
216. С. Wahl. The Business Convergence. – Public Network Europe, January 2002.
217. "Связьинвест": реформа как фактор эффективности. – Информ Курьер Связь (ИКС), №12, 2003.
218. Н.С. Мардер. Электросвязь в Российской Федерации. – М.: ИРИАС, 2004.
219. Прогноз развития российского сегмента сети Интернет до 2010 г. – <http://www.invur.ru>.
220. Оперативная информация "Связь". По материалам электронных средств массовой информации, 18 – 24 июня 2004 года. – М.: ЦНТИ "Информсвязь".
221. К. Stordahl, К. О. Kalhagen, В. Т. Olsen. Access Technology Demand in Europe. – International Communications Forecasting Conference, San Francisco, 2002.

*Все, что я написал, ничего не стоит.
(св. Фома Аквинский)*

Послесловие

Эта монография началась со слов благодарности за помощь в издании моей первой книги. Похожими словами она и завершается. Когда две главы рукописи были готовы, Генеральный директор группы компаний ИМАГ С.Г. Шаронин предложил мне помощь, касающуюся решения всех организационных и финансовых вопросов издания книги. Более того, вместе со своими коллегами С.Г. Шаронин внимательно прочитал рукописи всех глав. Высказанные замечания и предложения позволили улучшить текст некоторых разделов. Я очень признателен всем сотрудникам группы компаний ИМАГ, принявшим участие в публикации этой монографии. Вся редакторская работа была выполнена моей женой, М.Ю. Соколовой, что позволило соблюсти основные каноны русского языка.

Работа над монографией растянулась на несколько лет, хотя я надеялся подготовить рукопись за один год. За это время инфокоммуникационная система заметно изменилась, по некоторым направлениям – радикально. Поэтому на сайте <http://www.teleinfo.ru> вскоре будут размещены материалы, дополняющие или уточняющие все главы монографии. Я надеюсь получить предложения читателей. Для Ваших писем предусмотрен почтовый ящик nsokolov@teleinfo.ru.

Такое решение было принято с учетом трех соображений. Во-первых, развитие инфокоммуникационной системы ускоряется. Возникает дилемма: готовить следующее издание (исправленное и дополненное) для печати или же оперативно размещать в Internet соответствующие материалы. Вариант с использованием ресурсов Internet представляется предпочтительным. Во-вторых, общение с читателями (посредством "электронной почты" или иным способом) – та цепочка "обратной связи", которая необходима для дальнейшей работы любому специалисту. В-третьих, ряд важных положений, сформулированных в монографии, требует дальнейшего изучения. Надеюсь, что в ближайшие годы удастся провести необходимые исследования. Тогда полученные результаты будут размещены в Internet, что позволит доказать или опровергнуть (скорее – уточнить) те положения, которые представляются спорными.

В "Предисловии" я обращался к читателям с призывом: "Пожалуйста, не считайте прочитанное Вами истиной в последней инстанции". Перед Вами – один из путеводителей по телекоммуникационным сетям. Поэтому завершается монография словами известного российского библиографа и писателя Николая Александровича Рубакина: "Всякое настоящее образование добывается путем самообразования".



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 4 (Глава 4)*

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

ООО “Альварес Пабблишинг”
Тел./факс: (495) 251-9423. E-mail: welcme@alvares.ru
Лицензия ИД № 02846 от 18.09.2000. ISBN 5-94439-096-4.

Подписано в печать 02.12.2004. Формат 84*108/32.
Объем 6 п.л. Печать офсетная. Бумага офсетная.
Тираж 4500 экз. Заказ № 5374.

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