

# О перспективах развития телекоммуникационных систем

А.Н. Назаров

Значительный прогресс в информатизации различных видов деятельности человека является одним из наиболее характерных признаков современного общества. Это свидетельствует о том, что на пороге XXI века информация становится стратегическим ресурсом, а наибольший экономический и социальный успех сопутствует тем, кто наиболее активно и целенаправленно использует современные информационные и телекоммуникационные технологии.

Процесс информатизации общества неразрывно связан как с его компьютеризацией, так и с бурным развитием электросвязи, сопровождаемым широким применением сетевых технологий, появлением новых методов средств передачи и распределения информации, базирующихся на последних достижениях в микроэлектронике, волоконной оптике и спутниковом телевидении.

Анализ современного этапа и основных тенденций развития электро- и телекоммуникационной среды приводит к выводу о появлении новой категории - телекоммуникационной среды, возникающей в результате неформального объединения основных элементов первичных и вторичных сетей электро- и телекоммуникации на принципах их "интеллектуализации". Это позволяет перевести традиционные системы электросвязи из плоскости узкоспециализированных и информационно изолированных сетей пассивной трансмиссии сообщений (телефонных, телеграфных, данных и т.п.) в принципиально широкий класс распределенных систем, реализующих наряду с классическими транспортными задачами, широкий набор функций хранения и обработки информации, выбора оптимальной конфигурации для обслуживания конкретных заявок пользователей и т.п. В настоящее время, наличие подобной телекоммуникационной среды, аде-

кватно отвечающей текущим и прогнозируемым информационным потребностям общества, создает материально-технические предпосылки перехода к информационному обществу.

Основное влияние на облик и функциональные возможности телекоммуникационной среды в целом оказывают научно-технический и логический уровень её взаимосвязанных базовых системообразующих элементов:

- спутниковых, волоконно-оптических и радиорелейных систем;
- на **первичном** ("скелетном") уровне сети электросвязи;
- специализированных (по видам информации) сетей и сетей с функцией служб (ЦСИО) - на **вторичном** уровне, непосредственно связанном с пользователями.

Анализ базовых направлений и тенденций развития телекоммуникационной среды должен учитывать основные особенности развития вышеупомянутых элементов, заключающиеся, в первую очередь, в сбалансированном паритете и постоянной конкурентной борьбе коммерческих спутниковых систем связи и наземных волоконно-оптических магистралей, стимулирующей совершенствование их основных технических характеристик (пропускной способности и верности передачи информации) в направлении удовлетворения высоких требований, предъявляемых современными высокоскоростными сетевыми технологиями (Frame Relay, ATM) уровня вторичных сетей.

Признавая принципиальное техническое превосходство оптических методов передачи сигналов по ВОЛС, Администрации спутниковых систем связи принимают решения о распространении на общесоюзном уровне действия Рекомендаций Международного союза электросвязи определяющих качество передачи информации по ВОЛС.

Реализация этих Рекомендаций в цифровых службах СССР в сочетании с прогрессивными помехоустойчивыми методами модуляции и высокоскоростными методами кодирования позволяет уже в настоящее время обеспечить формирование широкой номенклатуры цифровых спутниковых каналов с высокими скоростями (скорость передачи - от десятков кбит/с до сотен Мбит/с, вероятность ошибки - менее  $10^{-11}$ ), удовлетворяющими высоким требованиям перспективных цифровых сетей с интеграцией служб на любом уровне тракта связи.

Анализ процессов развития вторичного уровня телекоммуникационной среды позволяет выделить **основные этапы** перехода от

специализированных сетей к цифровым сетям с интеграцией служб; развертывание технической базы **цифровой** сети; создание **узкополосной** цифровой сети интегрального обслуживания с коммутацией каналов для службы телефонии и с коммутацией пакетов для телематических служб на базе единого 64 кбит/с цифрового канала; построение **широкополосной** цифровой сети интегрального обслуживания.

Основной задачей **первого этапа** состоит в замене **аналоговых** сетей цифровыми с интеграцией систем передачи и коммутации на базе унифицированных цифровых методов представления сигналов и создании **интегральных** цифровых сетей (IDN). На этом этапе также сохраняются отдельные специализированные сети, построенные как на принципах коммутации каналов, так и на принципах коммутации пакетов (сообщения). В настоящее время первый этап осуществляется практически во всех странах мира.

На **втором этапе** развития осуществляется создание **узкополосных** цифровых сетей интегрального обслуживания (УЦСИО), которые объединяют телефонную сеть и сети передачи данных на базе основных цифровых каналов со скоростью 64 кбит/с с организацией цифрового мультимедиа на абонентском уровне. В рамках такой сети абонент получает возможность пользоваться **несколькими** терминалами, предназначенными для работы с информацией различных видов.

На **третьем этапе** осуществляется переход ко второму поколению цифровых сетей интегрального обслуживания - **широкополосным** цифровым сетям (ШЦСИО), где пользователям широкополосных служб предоставляются каналы со скоростями передачи, варьируемыми в диапазоне нескольких десятков кбит/с до нескольких сотен Мбит/с. При этом в каждом оконечном устройстве, выполненном на базе персонального компьютера, эмулируются различные типы терминального оборудования, реализуя тем самым унифицированный абонентский доступ ко всем услугам электросвязи.

В условиях начального этапа создания современной коммуникационной среды в **России** следует отнести:

краткие (более 20 лет) сроки службы подавляющего числа (90%) кабельных линий связи первичной сети, среди которых преобладают коаксиальные кабели с устаревшими характери-

стиками;

- малый удельный вес современных волоконно-оптических линий цифровых систем передачи на магистральных, зонавых и местных ментах первичной сети;

- слабое развитие существующего спутникового сегмента первой сети, ориентированного преимущественно на аналоговые и скоростные цифровые методы передачи информации и, как следствие, обладающего невысокой пропускной способностью;

- материальный и моральный износ значительной (более 50%) коммутационного и другого узлового оборудования.

Все это ставит вопрос о поиске научно-технических решений, позволяющих наиболее оптимально решить проблему создания информационно-телекоммуникационной системы России и основы ее трансформации - широкополосной цифровой сети интегрального обслуживания на базе технологии АТМ.

## 1. Эволюция уровня требований к ресурсам

Основой для развития телекоммуникационных систем является впадение спроса на новые услуги с возможностями предоставления всего спектра телекоммуникационного оборудования, реализующего услуги с приемлемой для потребителя стоимостью их предоставления сетевыми операторами ведомственных (корпоративных) сетей общего пользования.

Повышение уровня требований, предъявляемых к системам связи, обуславливается следующими основными причинами:

- увеличением числа пользователей;

- расширением числа видов услуг, в которых заинтересованы пользователи;

- повышением уровня требований к качеству обслуживания всего к верности и конфиденциальности получаемой информации ее доставки).

В современной мировой практике наметилась устойчивая тенденция широкого внедрения конференцсвязи, телефонной почты, э

поиска информации и т.д. Появляются запросы на новые виды реализуемых только с использованием широкополосных цифровых каналов. К ним относятся, прежде всего, черно-белый и цветной телефон, видеоконференцсвязь, цветное факсимиле, видеопочта, видеoinформации, передача в ограниченные сроки больших объемов информации (файлов данных) и т.д. При этом большинство из перечисленных услуг являются услугами с комплексным предоставлением информации, которые в рекомендациях сектора стандартизации Международного союза электросвязи (СС МСЭ) определяются как мульти-

медийные. Статистические данные свидетельствуют, что среднегодовые темпы прироста телефонных сетей составляют 4...5%, сетей передачи данных - 20...25%, факсимиле - 40...50%, локальных сетей 50% и более. Революционным является глобальная вычислительная сеть Интернет, трафик которой увеличивается на 20...25% каждый месяц.

Таким образом, если еще недавно развитие сетей электросвязи определялось, в основном, потребностями человечества в телефонной связи, то сейчас - потребностями в обмене компьютерной информацией. Считается, что к 2000 году общее количество персональных компьютеров в офисе и домашнем секторах достигнет 2-х миллиардов.

Среднее быстродействие  $S$  персональных компьютеров в миллионах команд, выполняемых в секунду (MIPS), показан на рис.1. Быстродействие растет практически по экспоненте, достигая 175% каждые два года. На этом же рисунке приведен график, иллюстрирующий уровень требований к пропускной способности канала связи  $B$  в Мбит/с для доступа к базам данных, электронной почте, проведения видеоконференций, обмена мультимедиа и т.п.

График, показывающий отношение  $B/S$  необходимой пропускной способности цифрового тракта связи к быстродействию персонального компьютера, дает возможность сделать вывод о необходимости быстрого роста пропускной способности вычислительных сетей вслед за быстродействием ЭВМ.

Известно, что в развитии вычислительных сетей существуют две взаимосвязанные тенденции:

с одной стороны, повышение скорости работы в самих локальных

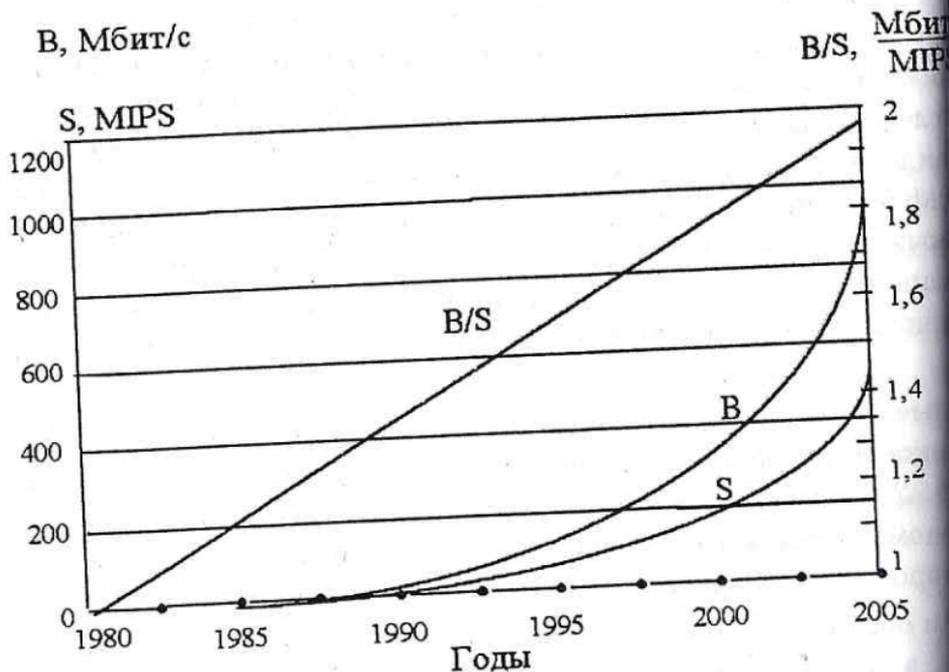


Рис. 1. Принцип упреждающего роста полосы пропускания цифровых трактов

- с другой стороны, объединение разнотипных локальных сетей (LAN) в городские (MAN), национальные (WAN) и глобальные сети с возможностью обмена всеми видами информации (VIVID Image, Video, Data) также способствует увеличению потребностей передачи информации с высокой пропускной способностью.

Таким образом, внедрение технологии мультимедиа является одним из определяющих факторов в развитии интеграционных процессов в системе телекоммуникаций.

Анализ возможностей, которые мультимедиа предоставляет владельцам делового и домашнего сектора позволяет сделать вывод, что новая услуга скоро станет массовой, получит бурное развитие и войдет в "технологии информатизации мирового сообщества XXI века".

Вместе с тем, технология мультимедиа накладывает ряд существенных ограничений на использование телекоммуникационных систем.

- невозможность использования обычной аналоговой телефонии и современных модемов, как не обеспечивающих в принципе требуемое качество видеоизображения и звука;

очень ограниченная область использования узкополосной цифровой интегральной обслуживания, реализующей только передачу среднего качества, неподвижного изображения (монохромного очень ограниченной цветовой палитрой) и низкокачественного подвижного изображения, представляющего собой относительно низкоскоростную последовательность неподвижных кадров; невозможность применения сетей с промежуточным накоплением информации (например, сети Internet) для получения высококачественного изображения и стереовещания;

ограниченные возможности использования специализированных сетей передачи данных (например, сеть "Frame Relay"), характеризующихся большими значениями вариации времени задержки и возможностью потери кадров, что ограничивает их применимость для мультимедийных приложений.

Большая скорость передачи, которую может предложить пользователь УЦСИО, равна скорости Н1-канала (1,5 или 2 Мбит/с), в то время как соединение локальных сетей (LAN) или передача движущегося изображения с хорошей разрешающей способностью требуют более высокой скорости.

Эти обстоятельства диктуют необходимость перехода от узкополосных сетей к широкополосным цифровым сетям интегральной обслуживания, которая сопряжена с необходимостью проведения тщательного экономического анализа возможности ее реализации.

## **Требования к перспективным сетям связи и возможность их реализации**

Как уже упоминалось, что созданные к настоящему времени трансмиссионные подсистемы (сети связи) являются узкоспециализированными в отношении конкретных служб связи (телефония, телеграфия, передача данных и т.п.). Важным следствием такой узкой специализации является наличие большого количества обособленных сетей, каждая из которых характеризуется собственными этапами разработки, производства и обслуживания. При этом свободные ресурсы одной сети не могут использоваться другой сетью. Все это позволяет сделать вы-

вод, что существующие в настоящее время транспортные подсистемы страдают целым рядом недостатков, важнейшими из которых являются:

- тесная связь характеристик сетей с видом информации, которую они транспортируют;

- отсутствие гибкости, т.е. невозможность практической адаптации к изменениям уровня требований со стороны пользователей к объемам передаваемой информации, к скорости передачи, времени доставки;

- низкая эффективность использования сетевых ресурсов.

Многие из этих недостатков сохраняются и при переходе к глобальным ЦСИО. Таким образом, с системных позиций было бы целесообразно иметь единую транспортную подсистему (рис. 2), реализованную унифицированным способом транспортирования всех видов информации с оптимальным распределением своих сетевых ресурсов на динамической основе.

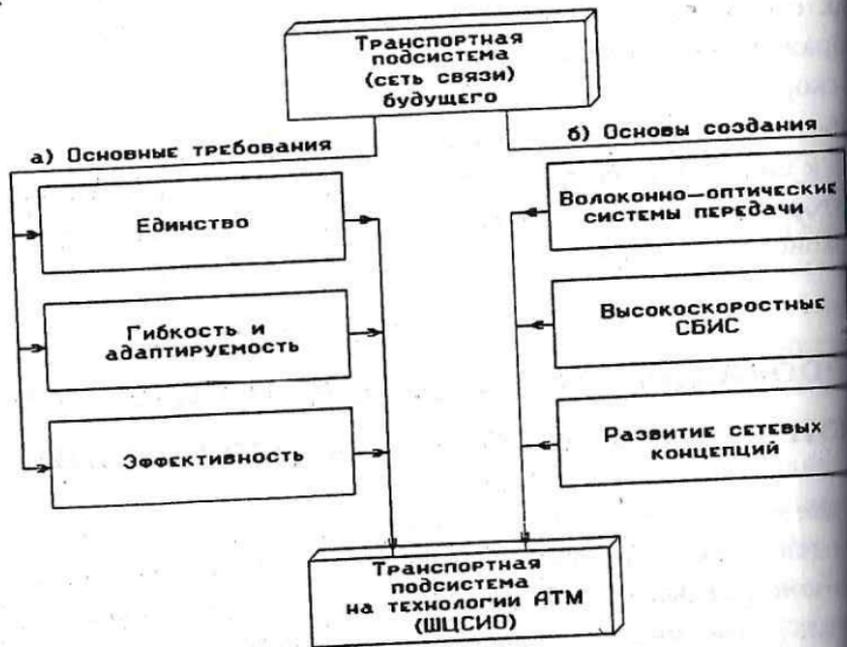


Рис. 2. Основные требования к транспортной подсистеме и пути ее создания

Такая подсистема, способная транспортировать единым способом

информации, позволяет обеспечить:  
гибкость и адаптацию подсистемы к изменению уровня требований  
пользователей к объему, скорости и качеству доставки информации;  
повышение эффективности использования имеющихся транспорт-  
ресурсов;  
снижение общих затрат на проектирование, строительство и обслу-  
живание подсистемы.

В настоящее время, благодаря успехам в разработке и производстве  
интегрированной элементной базы высокой степени интеграции и со-  
зданию на этой основе высокоскоростных цифровых систем передачи,  
новых коммутационных систем высокой производительности и ис-  
пользованию ВОЛС и цифровых ССС, а также возникновению и раз-  
витию новых сетевых идей на базе технологии АТМ (**Asynchronous  
Transfer Mode**), сформированы серьезные предпосылки создания еди-  
ной телекоммуникационной среды - широкополосной ЦСИО, отвечаю-  
щей перечисленным требованиям.

В этом в рамках ШЦСИО, спроектированной с единых систем-  
ных позиций, достигается оптимальное сочетание основных системно-  
технических характеристик высокоскоростных систем передачи с вы-  
сокой производительностью систем коммутации при отсутствии каких-  
либо ограничений на доступ пользователей к широкой гамме услуг элек-  
тронной связи.

Иллюстрацией широких пользовательских возможностей в ШЦ-  
АТМ служит тот факт, что к настоящему времени МСЭ стандар-  
тизовала два типа абонентских интерфейсов - со скоростью 155,520  
Мбит/с (интерфейс **первого** типа) и 622,080 Мбит/с (интерфейс **вто-  
рого** типа). Стандартизованы также вопросы использования техноло-  
гии АТМ на первом уровне доступа (2,048 Мбит/с) для европейской  
иерархии, что позволяет использовать технологию АТМ на  
территории России, оборудованных ЦСП ИКМ-30.

Одновременно, использование для организации ШЦСИО систем пе-  
риодической цифровой иерархии (SDH) принципиально меняет  
подход к построению первичных сетей, вызвав к жизни так называе-  
мые магистральные структуры. Использование кольцевых  
структур позволяет синтезировать на них как специализированные (те-  
леграфные, телеграфные и т.п.) сети на начальном этапе перехода к  
ШЦСИО как таковой.

Значительные научно-технические и технологические достижения в разработке и производстве специализированных БИС высокой сложности позволяют интегрировать функции, ранее выполняемые отдельными устройствами, также сокращать объем аппаратуры и повышать ее функциональные возможности при сохранении постоянной стоимости. Для иллюстрации на рис.3 приведены графики зависимости по годам стоимости в долларах США:

- одного MIPS быстродействия ПК;
- одного Мбайта памяти оперативного запоминающего устройства произвольной выборкой (RAM);
- одного Мбайта памяти на жестком диске (винчестере);
- передачи одного Мбайта данных в секунду на расстояние в один миллион миль.

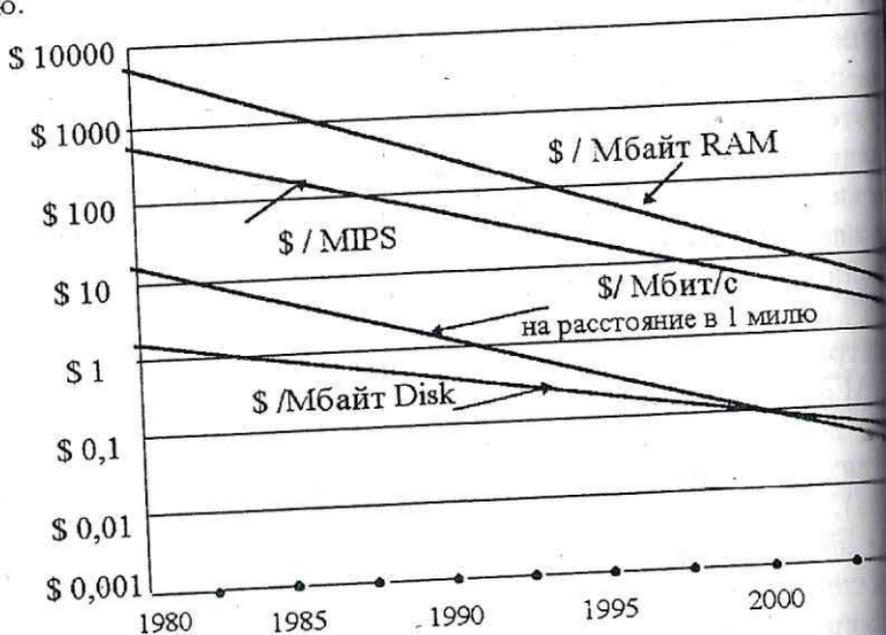


Рис. 3. Изменение стоимости основных составляющих информационных и телекоммуникационных технологий

Приведенные кривые показывают темпы совершенствования ко-экономических показателей основных системообразующих телекоммуникационной среды - систем коммутации и систем передачи. При этом наиболее быстро снижается стоимость единицы продукции.

бности последних.

Применение в качестве среды передачи волоконно-оптических кабелей с высокой помехозащищенностью позволило также пересмотреть сетевые концепции проверки достоверности передачи и вынести функции контроля и исправления ошибок в информацию пользователя удаленные от периферийного оборудования. Возложив их на оконечное оборудование, обеспечивающее темпы снижения стоимости систем передачи данных по волоконным трактам связи по сравнению с соответствующим показателем для стоимости процессоров и памяти (в терминальном оборудовании), создают экономические предпосылки для реализации на практике в глобальных сетях принципа упреждающего роста пропускной способности.

Это обстоятельство предопределяет более высокую технико-экономическую эффективность получения больших объемов информации из удаленных (удаленных) баз данных с использованием телекоммуникационной сети по сравнению с процессом ее формирования и хранения на локальном компьютере пользователя и создает предпосылки к внедрению информационной архитектуры "клиент-сервер".

## Список литературы

Базаров А.Н., Симонов М.В. АТМ: технология высокоскоростных сетей. М.: Эко-Трендз. - 1997. - 232 с.