

Лекция по ИТО N°8

# СЕТЕВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

# ПЛАН ЛЕКЦИИ

---

- 1) Системы терминал–хост
- 2) Системы клиент-сервер
- 3) Информационно-вычислительные сети
- 4) Базовые сетевые топологии
- 5) Технологии Internet

# 1) СИСТЕМЫ ТЕРМИНАЛ-ХОСТ

В исторической перспективе, с появлением в первой половине 1970-х гг. видеотерминалов, первоначально возникли структуры «терминал — хост» (локальный или удаленный).

Чуть раньше и независимо развивались глобальные сети (пакетной коммутации), используемые как для функций связи общего назначения, так и для коммуникаций «хост—хост» с целью (в то время) выравнивания использования вычислительных мощностей по часовым поясам (подобно тому, как это осуществляется в сетях энергопередачи). Это были именно вычислительные сети. Структуры «терминал — хост» вносят сюда дополнительную динамику.

Эта ситуация сохраняется до середины 1980-х гг., когда появление и взрывообразное распространение ПК (как выразился один из тогдашних научных острологов «карлики-млекопитающие на планете вычислительных динозавров») изменило положение. Появляются локальные сети, интегрирующие прежде всего информационные ресурсы (файл-сервер), редкие или дорогостоящие технические средства (принт-сервер) и т. п.

Изучение трафика (потоков данных) в развивающихся сетях показало смещение акцентов с распределенных вычислений на обмен информацией — доступ к удаленным базам данных, обмен сообщениями по электронной почте и пр. Вырисовываются, таким образом, информационные сети.

Наконец, в 1980—1990-е гг. широко распространяется технология TCP/IP, обеспечивая рост и развитие «сети сетей» — Internet, которая представляет собой *глобальную информационно-вычислительную сеть*.

# 1) СИСТЕМЫ ТЕРМИНАЛ-ХОСТ

Первые системы совместной эксплуатации информационных и вычислительных ресурсов (*системы коллективного пользования*) появляются в 1960—1970-е гг. и относятся к вычислительным системам с разделением времени. Первоначально операционные системы ЭВМ (ОС) были рассчитаны на пакетную обработку информации, затем с созданием интерактивных терминальных устройств появляется возможность совместной работы пользователей в реальном масштабе времени. Основные этапы развития систем доступа к информационным ресурсам представлены на рис. 6.1 и включают следующие схемы.

1. Взаимодействие *терминала* (конечный пользователь, источник запросов и заданий) и *хоста* (центральная ЭВМ, держатель всех информационных и вычислительных ресурсов) —

# 1) СИСТЕМЫ ТЕРМИНАЛ-ХОСТ

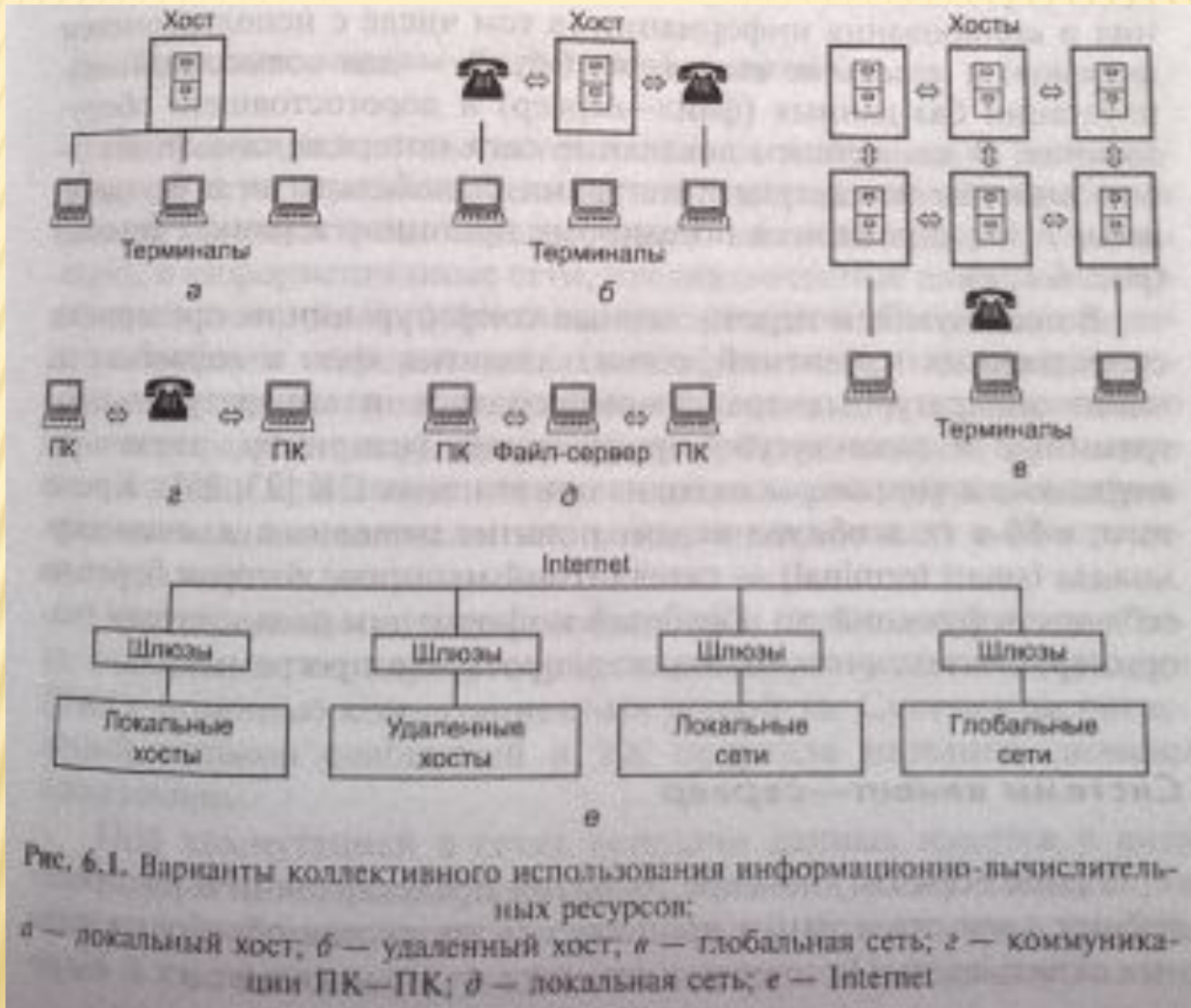


Рис. 6.1. Варианты коллективного использования информационно-вычислительных ресурсов:  
а — локальный хост, б — удаленный хост, в — глобальная сеть; г — коммуникации ПК-ПК; д — локальная сеть; е — Internet

# 1) СИСТЕМЫ ТЕРМИНАЛ-ХОСТ

358 Глава 6

рис. 6.1 а, б. Может осуществляться как в локальном, так и в удаленном режиме, во втором случае, как правило, некоторая совокупность пользователей (дисплейный класс) размещается в так называемом абонентском пункте — комплексе, снабженном контроллером (устройством управления), принтером, концентратором и обеспечивающим параллельную работу пользователей с удаленным хостом. Связь между хостом и абонентским пунктом в этом случае осуществлялась с помощью модемов, по телефонным каналам [26].

2. На следующем этапе (рис. 6.1, в) формируются *сети передачи данных* (из существующих общих и специальных цифровых каналов), позволяющие как осуществлять более тесное взаимодействие *терминал-хост*, так и обмен *хост-хост* для реализации распределенных баз данных и децентрализации процессов обработки информации.

3. Появление и массовое распространение *персональных компьютеров* выводит на первый план (для массового пользователя) проблему *связи ПК-ПК* (рис. 6.1, г) для быстрого резервирования и копирования информации (в том числе с использованием модемов) и *локальные сети* (рис. 6.1, д) — для совместной эксплуатации баз данных (файл-сервер) и дорогостоящего оборудования. В дальнейшем локальные сети потеряли самостоятельное значение вследствие интеграции с глобальными в *двухуровневые сети*, строящиеся по единому принципу в рамках Internet (рис. 6.1, е).

В последующем перечисленные конфигурации не претерпели существенных изменений, однако понятия *хост* и *терминал* из чисто аппаратных трансформировались в аппаратно-программные и даже сугубо программные (например, *эмуляторы терминала* и *эмуляторы хоста* на однотипных ПК [23, 26]). Кроме того, в 80-е гг. в обиход входит понятие *интеллектуального терминала* (smart terminal) — спутниковой машины, которая берет на себя часть функций по обработке информации пользователя (например, синтаксический анализ запроса или программы).

## 2) СИСТЕМЫ КЛИЕНТ-СЕРВЕР

Таким образом, по мере развития представлений о распределенных вычислительных процессах и процессах обработки данных складывается концепция архитектуры «клиент—сер-

вер» — обобщенное представление о взаимодействии двух компонент информационной технологии (технического и/или программного обеспечения) в вычислительных системах и сетях, среди которых логически или физически могут быть выделены:

- активная сторона (источник запросов, клиент);
- пассивная сторона (сервер, обслуживание запросов, источник ответов).

Взаимодействие клиент—сервер в сети осуществляется в соответствии с определенным стандартом, или *протоколом* — совокупностью соглашений об установлении/прекращении связи и обмене информацией.

Обычно клиент и сервер работают в рамках единого протокола — telnet, ftp, gopher, http и пр., однако в связи с недостаточностью такого подхода появляются *мультипротокольные клиенты и серверы*, например браузер Netscape Navigator.

### 3) ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

Информационно-вычислительные сети включают вычислительные сети, предназначенные для распределенной обработки данных (совместное использование вычислительных мощностей), и информационные сети, предназначенные для совместного использования информационных ресурсов. Сетевая технология обработки информации весьма эффективна, так как предоставляет пользователю необходимый сервис для коллективного решения различных распределенных прикладных задач, увеличивает степень использования имеющихся в сети ресурсов (информационных, вычислительных, коммуникационных) и обеспечивает удаленный доступ к ним.

Распределение потоков сообщений с целью доставки каждого сообщения по адресу осуществляется на узлах коммутации (УК) с помощью коммутационных устройств. Система распределений потоков сообщений в УК получила название *системы коммутации*.

Под коммутацией в сетях передачи данных имеется в виду совокупность операций, обеспечивающих в узлах коммутации передачу информации между входными и выходными устройствами в соответствии с указанным адресом. При коммутации с



### 3) ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

накоплением (КН) абонент имеет постоянную прямую связь со своим УК и передает на него информацию. Затем эта информация передается через узлы коммутации другим абонентам, причем в случае занятости исходящих каналов информация запоминается в узлах и передается по мере освобождения каналов в нужном направлении.

**Коммутация пакетов.** В системах ПД широкое распространение получил метод коммутации пакетов (КП), или пакетной коммутации, являющийся разновидностью коммутации с накоплением. При КП сообщения разбиваются на меньшие части, называемые пакетами, каждый из которых имеет установленную максимальную длину. Эти пакеты нумеруются и снабжаются адресами и прокладывают себе путь по сети (методом передачи с промежуточным хранением), которая их коммутирует.

Части одного и того же сообщения могут в одно и то же время находиться в различных каналах связи, более того, когда начало сообщения уже принято, его конец отправитель может еще даже не передавать в канал.

В сети с КП осуществляется следующий процесс передачи (рис. 6.2):

### 3) ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

- вводимое в сеть сообщение разбивается на части — пакеты длиной обычно до 1000—2000 единичных интервалов, содержащие адрес ОП получателя. Указанное разбиение осу-

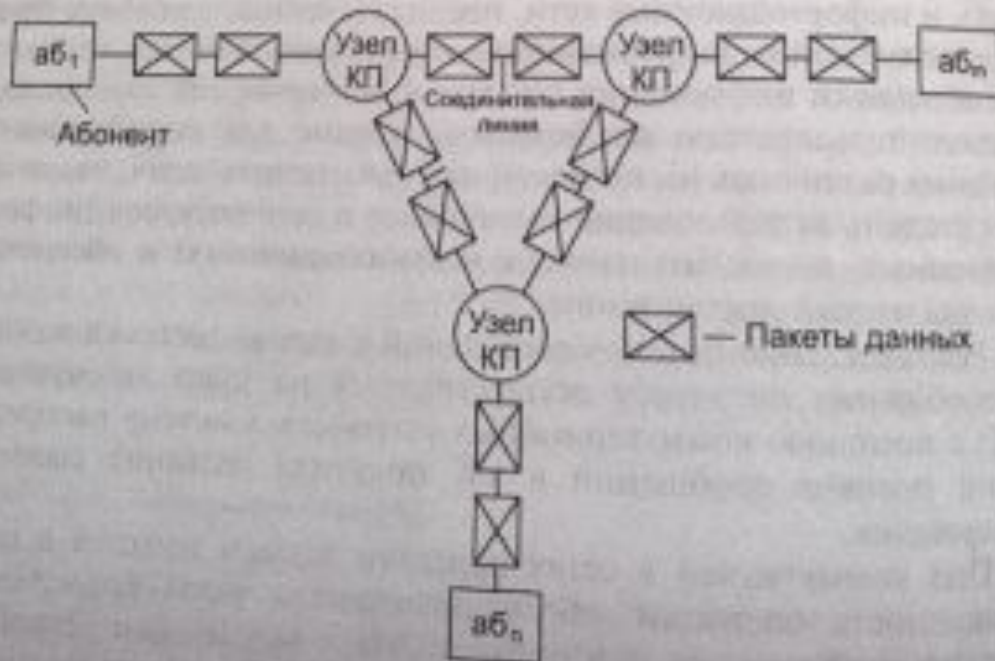


Рис. 6.2. Схема коммутации пакетов

### 3) ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

- осуществляется или в конечном пункте, если он содержит ЭВМ, или в ближайшем к ОП УК;
- если разбиение сообщения на пакеты происходит в УК, то дальнейшая передача пакетов осуществляется по мере их формирования, не дожидаясь окончания приема в УК целого сообщения;
  - в узле КП пакет запоминается в оперативной памяти (ОЗУ) и по адресу определяется канал, по которому он должен быть передан;
  - если этот канал к соседнему узлу свободен, то пакет немедленно передается на соседний узел КП, в котором повторяется та же операция;
  - если канал к соседнему узлу занят, то пакет может небольшое время храниться в ОЗУ до освобождения канала;
  - при хранении пакеты устанавливаются в очереди по направлению передачи, причем длина очереди не превышает 3—4 пакетов. Если длина очереди превышает допустимую, пакеты стираются из ОЗУ и их передача должна быть повторена.

# 3) ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

*Эталонная модель внутри- и межсетевого взаимодействия (OSI Reference Model).* Многослойный (многоуровневый) характер сетевых процессов приводит к необходимости рассмотрения многоуровневых моделей телекоммуникационных сетей. В качестве эталонной модели утверждена семиуровневая модель, в которой все процессы, реализуемые открытой системой, разбиты на взаимно подчиненные уровни. В данной модели обмен информацией может быть представлен в виде стека (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Семиуровневая модель (стек) протоколов межсетевого обмена OSI

№ уровня	Наименование уровня	Содержание
7	Уровень приложений	Предоставление услуг на уровне конечного пользователя: почта, теледоступ и пр.
6	Уровень представления данных	Интерпретация и скапие данных
5	Уровень сессии	Аутентификация и проверка полномочий
4	Транспортный	Обеспечение корректной сквозной пересылки данных
3	Сетевой	Маршрутизация и ведение учета
2	Канальный	Передача и прием пакетов, определение аппаратных адресов
1	Физический	Собственно кабель или физический носитель

### 3) ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

Эти представления были разработаны ISO (International Standard Organization) и получили название «Семиуровневой модели сетевого обмена» (Open System Interconnection Reference Model), или ВОС (Взаимодействие Открытых Систем). Основная идея модели заключается в том, что каждому уровню отводится конкретная роль, в том числе и транспортной среде. Благодаря этому общая задача передачи данных расчленяется на отдельные легко обозримые задачи.

Необходимые соглашения для связи одного уровня с вышележащим и нижерасположенными называют протоколом.

Наличие нескольких уровней, используемых в модели, обеспечивает декомпозицию информационно-вычислительного процесса на простые составляющие. В свою очередь, увеличение числа уровней вызывает необходимость включения дополнительных связей в соответствии с дополнительными протоколами и интерфейсами. Интерфейсы (макрокоманды, программы) зависят от возможностей используемой операционной системы.

### 3) ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

Рассмотрим вкратце характеристики уровней ВОС.

Уровень 1, физический уровень модели — определяет характеристики физической сети передачи данных, которая используется для межсетевых обмена. Это такие параметры, как напряжение в сети, сила тока, число контактов на разъемах, электрические, механические, функциональные и процедурные параметры для физической связи в системах.

Уровень 2, канальный — представляет собой комплекс процедур и методов управления каналом передачи данных, организованный на основе физического соединения. Канальный уровень формирует из данных, передаваемых 1-м уровнем, так называемые «кадры», последовательности пакетов. Каждый пакет содержит адреса источника и места назначения, а также средства обнаружения ошибок. На этом уровне осуществляются управление доступом к передающей среде, используемой несколькими ЭВМ, синхронизация, обнаружение и исправление ошибок.

К канальному уровню отнесены протоколы, определяющие соединение, — протоколы взаимодействия между драйверами устройств и устройствами, с одной стороны, а с другой — между операционной системой и драйверами устройств.

Уровень 3, сетевой — устанавливает связь в вычислительной сети между двумя абонентами. Соединение происходит благодаря функциям маршрутизации, которые требуют наличия

### 3) ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

сетевом адреса в пакете. Сетевой уровень должен также обеспечивать обработку ошибок, мультиплексирование, управление потоками данных.

К сетевому уровню относятся протоколы, которые отвечают за отправку и получение данных, где определяется отправитель и получатель и определяется необходимая информация для доставки пакета по сети.

Уровень 4, транспортный — поддерживает непрерывную передачу данных между двумя взаимодействующими друг с другом удаленными пользовательскими процессами. Качество транспортировки, безошибочность передачи, независимость вычислительных сетей, сервис транспортировки из конца в конец, минимизация затрат и адресация связи гарантируют непрерывную и безошибочную передачу данных.

Транспортный протокол связывает нижние уровни (физический, канальный, сетевой) с верхними уровнями, которые реализуются программными средствами. Этот уровень как бы разделяет средства формирования данных в сети от средств их передачи. Сетевой уровень предоставляет услуги транспортному, который требует от пользователей запроса на качество обслуживания сетью.

### 3) ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

После получения от пользователя запроса на качество обслуживания транспортный уровень выбирает класс протокола, который обеспечивает требуемое качество обслуживания. При существовании разных типов сетей транспортный уровень позволяет следующие параметры качества обслуживания:

- пропускная способность;
- надежность сети;
- задержка передачи информации через сеть;
- приоритеты;
- защита от ошибок;
- мультиплексирование;
- управление потоком;
- обнаружение ошибок.

Уровень 5, сеансовый (уровень сессии) — на данном уровне осуществляется управление сеансами (сессиями) связи между двумя взаимодействующими прикладными пользовательскими процессами (пользователями). Определяется начало и окончание сеанса связи: нормальное или аварийное; определяется время, длительность и режим сеанса связи, точки синхронизации для промежуточного контроля и восстановления при пе-



### 3) ИНФОРМАЦИОННО- ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

редиче данных, восстанавливается соединение после ошибок во время сеанса связи без потери данных.

Уровень 6, представления данных (представительский, уровень представления информации, уровень обмена данными с прикладными программами) — управляет представлением данных в необходимой для программы пользователя форме, осуществляет генерацию и интерпретацию взаимодействий процессов, кодирование/декодирование данных, в том числе компрессию и декомпрессию данных (преобразование данных из промежуточного формата сессии в формат данных приложения).

На рабочих станциях могут использоваться различные операционные системы: DOS, UNIX, OS/2. Каждая из них имеет свою файловую систему, свои форматы хранения и обработки данных. Задачей данного уровня является преобразование данных при передаче информации в формат, который используется в информационной системе. При приеме данных уровень представления данных выполняет обратное преобразование.

Уровень 7, прикладной (уровень прикладных программ или приложений) — определяет протоколы обмена данными этих прикладных программ; в его ведении находятся прикладные сетевые программы, обслуживающие файлы, а также выполняются вычислительные, информационно-поисковые работы, логические преобразования информации, передача почтовых сообщений и т. п. Одна из задач этого уровня — обеспечить интерфейс пользователя.

# 4) БАЗОВЫЕ СЕТЕВЫЕ ТОПОЛОГИИ

Проиллюстрируем (на примере локальных сетей) основные принципы комплексирования сетевого оборудования (или *томодрей семей*). При создании сети в зависимости от задач, которые она должна будет выполнять, может быть реализована одна из трех базовых топологий: «звезда», «кольцо» и «общая шина» — рис. 6.3, табл. 6.2.

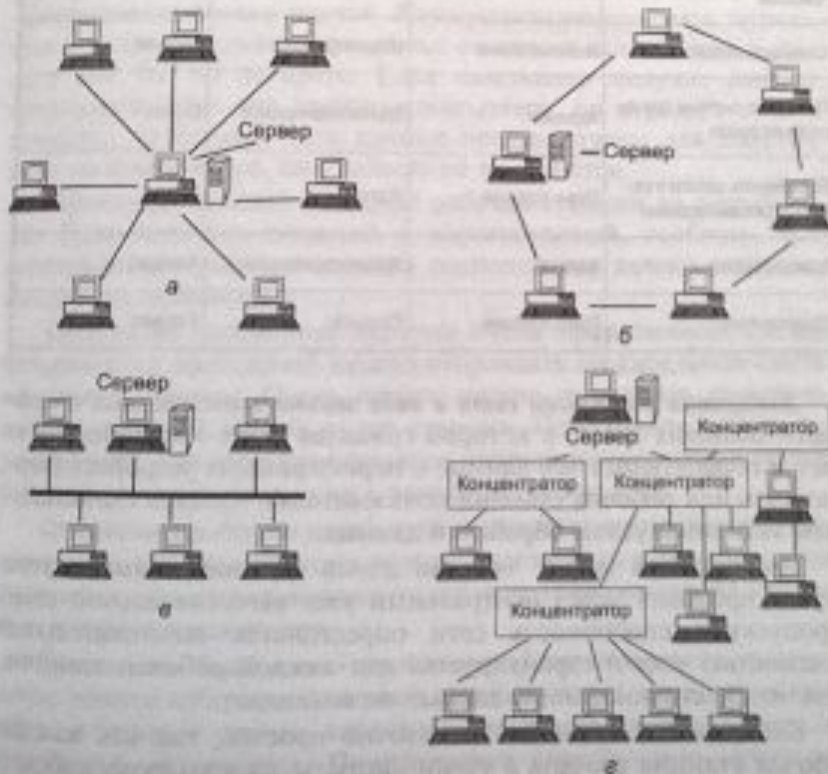


Рис. 6.3. Базовые сетевые топологии:  
а — звезда; б — кольцо; в — шинная топология; г — логическое кольцо

# 4) БАЗОВЫЕ СЕТЕВЫЕ ТОПОЛОГИИ

Таблица 4.2. Основные характеристики сетей разной топологии

Характеристики	Топологии		
	Звезда	Кольцо	Шина
Сложность реализации	Незначительная	Средняя	Средняя
Распределение объектов	Пассивное	Активное	Пассивное
Защита от ошибок	Незначительная	Незначительная	Высокая
Размеры системы	Любые	Любые	Ограничены
Защищенность от прослушивания	Хорошая	Хорошая	Незначительная
Сложность подключения	Незначительная	Незначительная	Высокая
Поведение системы при высокой нагрузке	Хорошее	Удовлетворительное	Плохое
Возможность работы в реальном режиме времени	Очень хорошая	Хорошая	Плохая
Ремонт кабеля	Хорошая	Удовлетворительная	Хорошая
Обслуживание	Очень хорошее	Среднее	Среднее

# 5) ТЕХНОЛОГИИ INTERNET

В [20] приведено следующее определение: «Федеральной сетевой совет признает, что... Internet — это глобальная информационная система, которая:

- логически взаимосвязана пространством глобальных уникальных адресов, основанных на Internet-протоколе (IP) или на последующих расширениях или преамбулах IP;
- способна поддерживать коммуникации с использованием семейства Протокола управления передачей/Internet-протокола (TCP/IP) или его последующих расширений/преамбул и/или других IP-совместимых протоколов;
- обеспечивает, использует или делает доступной на общественной или частной основе высокоуровневые сервисы, настроенные над описанной здесь коммуникационной и иной связанной с ней инфраструктурой.

За два десятилетия своего существования Сеть Internet претерпела кардинальные изменения (рис. 6.4). Она зарождалась в эпоху разделения времени, но сумела выжить во времена господства персональных компьютеров, одноранговых сетей, систем клиент/сервер и сетях компьютеров. Она проектировалась до первых ЛВС, но эволюционировала эту новую сетевую технологию, равно как и появившиеся позднее сервисы коммутации ячеек и кадров. Она задумывалась для поддержки широкого спектра функций, от разделения файлов и удаленного входа до разделения ресур-

# 5) ТЕХНОЛОГИИ INTERNET

