

Тема 13-2. Глобальные сети и перспективные сетевые технологии



Гончаров Сергей Леонидович
Старший преподаватель

СЕТИ ISDN



ISDN - сети с интегральными услугами

- ❖ *Integrated Services Digital Network* — *цифровые сети с интегральными услугами* - относятся к сетям, в которых основным режимом коммутации является режиме коммутации каналов, а данные обрабатываются в цифровой форме.
- ❖ Появились в 1970-х годах для передачи в цифровом виде речевых сигналов, данных, графики и видеосигналов.

Службы ISDN





Услуги сети ISDN

- ❖ обеспечение связи между локальными сетями;
- ❖ обеспечение работы домашних офисов и надомных работников;
- ❖ удаленная архивация и восстановление настольных компьютерных систем;
- ❖ подключение частной телефонной системы к региональной телефонной компании;
- ❖ передача больших файлов изображений и данных;
- ❖ обеспечение работы видео- и мультимедиа-приложений, работающих в нескольких локальных сетях.



Достоинства сети ISDN

- ❖ возможность передачи по одной сети речевых сигналов, данных и видеоинформации;
- ❖ наличие многоуровневого стека протоколов, совместимых с эталонной моделью OSI;
- ❖ коммуникационные каналы со скоростями, кратными 64, 384 и 1536 Кбит/с;
- ❖ наличие служб коммутируемых и некоммутируемых соединений;
- ❖ широкополосные средства ISDN, обеспечивающие скорость 155 Мбит/с и выше.



Узкополосная ISDN-сеть

- ❖ (N-ISDN) поддерживает интерфейсы двух типов:
 - интерфейс базового уровня (basic rate interface, BRI) и
 - интерфейс основного уровня (primary rate interface, PRI).



Интерфейс базового уровня (BRI)

- ❖ Интерфейс базового уровня *состоит* из трех каналов:
 - двух несущих (bearer, B) каналов для передачи данных, речи и графики со скоростью 64 Кбит/с и
 - третьего — D-канала (Delta, иногда называемого Demand (запрос)), обеспечивающего скорость 16 Кбит/с и используемого для передачи сигналов управления коммуникациями, коммутации пакетов и верификации кредитных карт.
- ❖ Главная задача D-канала — обеспечить прохождение и снятие ISDN-вызова, а также начало и окончание сеанса передачи данных.



Интерфейс базового уровня (BRI)

- ❖ Интерфейс базового уровня применяется для выполнения следующих задач;
- ❖ обеспечение связи локальных сетей;
- ❖ проведение видеоконференций;
- ❖ подключение к поставщику услуг Интернета;
- ❖ высокоскоростной обмен данными с надомными работниками и домашними офисами.



ISDN-сети с интерфейсом основного уровня (PRI)

- ❖ обеспечивают более высокую по сравнению с BRI ISDN скорость передачи данных, при этом суммарная полоса пропускания коммутируемых данных достигает 1,536 Мбит/с.
- ❖ Для подключения клиентов к PRI-интерфейсу используется мультиплексор или частная телефонная система, а также группа из 24 каналов, называемая транком (магистралью).
- ❖ Мультиплексор обычно применяется тогда, когда PRI ISDN обеспечивает связь между локальными сетями, для поставщика услуг Интернета он может представлять собой внешнее устройство или модуль в маршрутизаторе.
- ❖ Частная телефонная система используется для организации видеоконференций и центров обработки телефонных вызовов, имеющих базы абонентских номеров, связанных с пользовательскими службами.

Широкополосные сети ISDN

broadband ISDN, B-ISDN.

- ❖ Эта развивающаяся технология предназначена для обеспечения совместимости с сетями ATM и SONET
- ❖ Широкополосные ISDN-сети предназначены для коммуникаций со скоростями от 155 Мбит/с до 1 Гбит/с (и выше) по оптоволоконному кабелю.



Принципы работы ISDN-сетей

- ❖ Сети ISDN совместимы со многими существующими цифровыми сетями и телекоммуникационными технологиями.
- ❖ Для передачи по сети цифровых сигналов используются два метода.



Уплотнение с временной компрессией

time-compression multiplexing, когда 16- или 24-разрядные блоки данных передаются в виде повторяющихся цифровых пакетов.

- ❖ Между пакетами имеется пауза, позволяющая линии подготовиться к передаче следующего пакета. Следовательно, после передачи пакета в одном направлении следует пауза, после которой пересылается пакет в обратном направлении. Скорость передачи пакетов равна 288 Кбит/с.

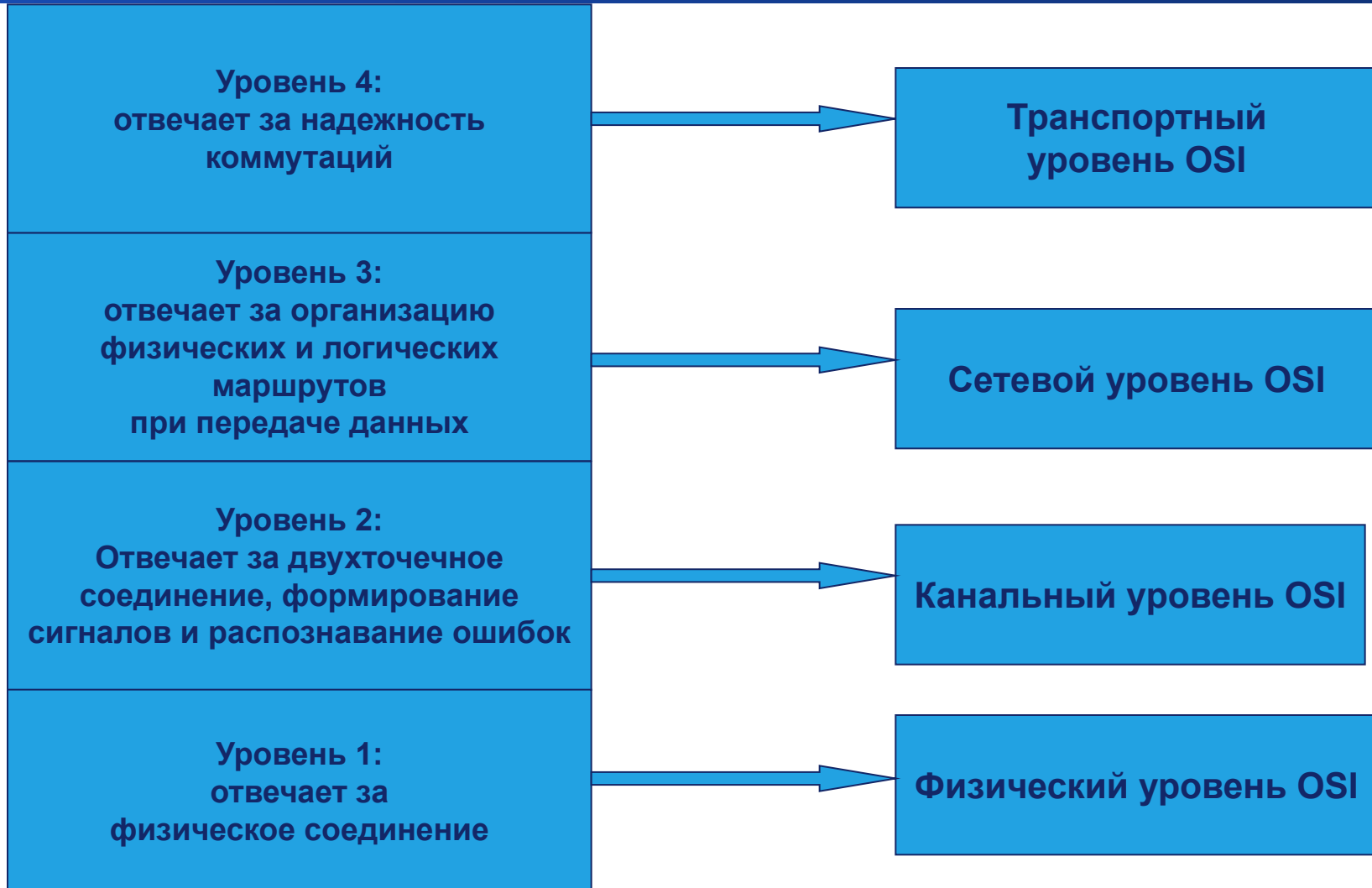
Эхоподавление

echo cancellation.

- ❖ В этом случае данные одновременно передаются в обоих направлениях.
- ❖ Для подключения трансивера (приемопередатчика) к абонентской линии используется устройство, называемое гибридным (hybrid).
- ❖ При осуществлении одновременных двунаправленных коммуникаций часто возникает отражение (эхо) передаваемого сигнала.
- ❖ Отраженный сигнал в линии может в три раза превышать по мощности истинные сигналы, из-за чего данные трудно распознать.
- ❖ Для борьбы с отраженными сигналами в ISDN-сетях применяется эхоподавитель, который определяет амплитуду этих сигналов и вычитает ее из амплитуды входящих сигналов.



Уровни коммуникаций ISDN в сравнении с эталонной моделью OSI





ТЕХНОЛОГИЯ АТМ

Технология АТМ

Технология *асинхронною режима передачи (Asynchronous Transfer Mode, АТМ)* разработана как единый универсальный транспорт для нового поколения сетей с интеграцией услуг, которые называются широкополосными сетями ISDN (Broadband-ISDN, В-ISDN).

Технология АТМ

Может обеспечить несколько перечисленных ниже возможностей.

- ❖ Передачу в рамках одной транспортной системы компьютерного и мультимедийного (голос, видео) трафика, чувствительного к задержкам, причем для каждого вида трафика качество обслуживания будет соответствовать его потребностям.
- ❖ Иерархию скоростей передачи данных, от десятков мегабит до нескольких гигабит в секунду с гарантированной пропускной способностью для ответственных приложений.



Технология АТМ

- ❖ Общие транспортные протоколы для локальных и глобальных сетей.
- ❖ Сохранение имеющейся инфраструктуры физических каналов или физических протоколов.
- ❖ Взаимодействие с унаследованными протоколами локальных и глобальных сетей: IP, SNA, Ethernet, ISDN.

Основные принципы

- ❖ Сеть АТМ имеет классическую структуру крупной территориальной сети — конечные станции соединяются индивидуальными каналами с коммутаторами нижнего уровня, которые в свою очередь соединяются с коммутаторами более высоких уровней.
- ❖ Коммутация пакетов происходит на основе идентификатора виртуального канала (Virtual Channel Identifier, VCI), который назначается соединению при его установлении и уничтожается при разрыве соединения.
- ❖ Виртуальные соединения могут быть постоянными (Permanent Virtual Circuit, PVC) и коммутируемыми (Switched Virtual Circuit, SVC).

Основные принципы

- ❖ **Постоянная битовая скорость — Constant Bit Rate, CBR.**
Требуются временные соотношения между передаваемыми и принимаемыми данными. С установлением соединения.
Примеры: голосовой трафик, трафик телевизионного изображения
- ❖ **Переменная битовая скорость — Variable Bit Rate, VBR.**
Требуются временные соотношения между передаваемыми и принимаемыми данными. С установлением соединения.
Примеры: компрессированный голос, компрессированное видеоизображение



Основные количественные параметры

- ❖ Peak Cell Rate (PCR) — максимальная скорость передачи данных;
- ❖ Sustained Cell Rate (SCR) — средняя скорость передачи данных;
- ❖ Minimum Cell Rate (MCR) — минимальная скорость передачи данных;
- ❖ Maximum Burst Size (MBS) — максимальный размер пульсации;
- ❖ Cell Loss Ratio (CLR) — доля потерянных ячеек;
- ❖ Cell Transfer Delay (CTD) — задержка передачи ячеек;
- ❖ Cell Delay Variation (CDV) — вариация задержки ячеек.



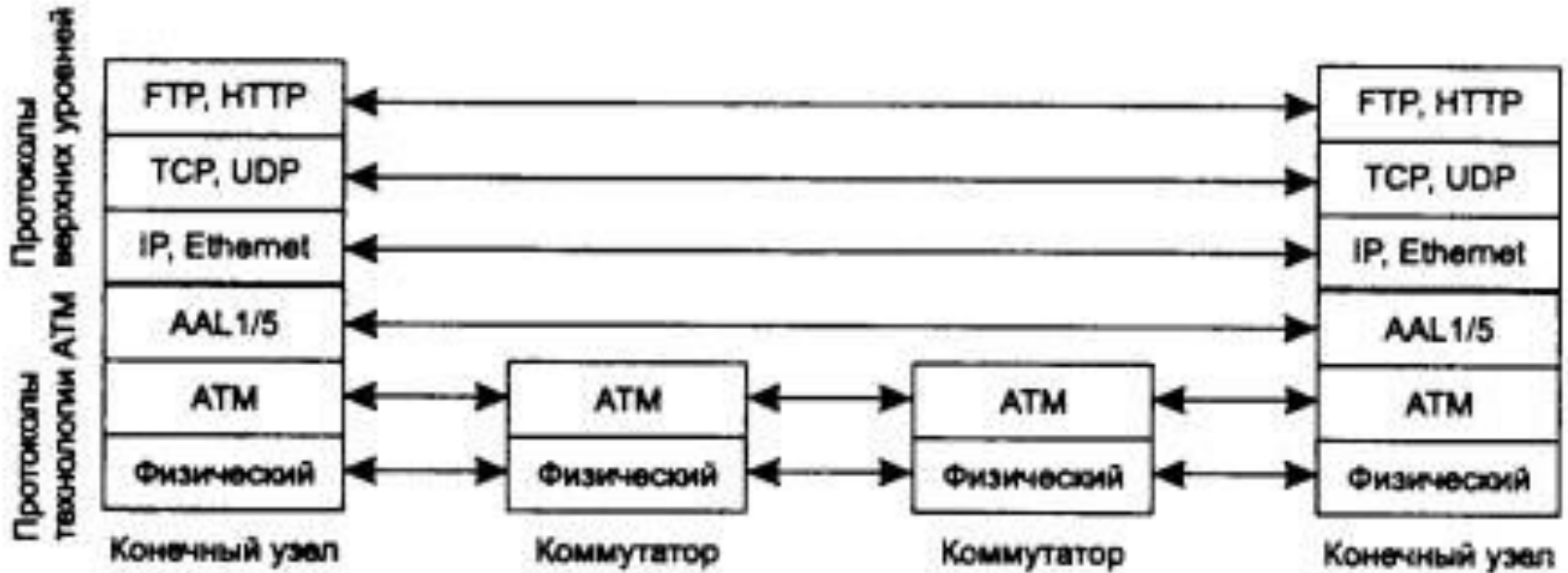
Стек протоколов АТМ

Верхние уровни сети

Уровни адаптации АТМ (AAL1-5)	Подуровень конвергенции (CS)	Общая часть подуровня конвергенции
		Специфическая для сервиса часть
	Подуровень сегментации и реассемблирования (SAR)	
Уровень АТМ (маршрутизация пакетов, мультиплексирование, управление потоком, обработка приоритетов)		
Физический уровень	Подуровень согласования передачи	
	Подуровень, зависящий от физической среды	



Распределение протоколов по узлам и коммутаторам сети ATM



Протокол АТМ

- ❖ Протокол АТМ занимает в стеке протоколов АТМ примерно то же место, что протокол IP в стеке TCP/IP или протокол LAR-F в стеке протоколов технологии frame relay.
- ❖ Протокол АТМ занимается передачей ячеек через коммутаторы при установленном и настроенном виртуальном соединении, то есть на основании готовых таблиц коммутации портов.
- ❖ Протокол АТМ выполняет коммутацию по номеру виртуального соединения, который в технологии АТМ разбит на две части –
 - *идентификатор виртуального пути (Virtual Path Identifier, VPI) и*
 - *идентификатор виртуального канала (Virtual Channel Identifier, VCI).*

Протокол АТМ

- ❖ Поле *Управление потоком (Generic Flow Control)* используется только при взаимодействии конечного узла и первого коммутатора сети.
- ❖ В настоящее время его точные функции не определены.

Протокол АТМ

- ❖ Поля *Идентификатор виртуального пути (Virtual Path Identifier, VPI)* и *Идентификатор виртуального канала (Virtual Channel Identifier, VCI)* занимают соответственно 1 и 2 байта.
- ❖ Эти поля задают номер виртуального соединения, разделенный на старшую (VPI) и младшую (VCI) части.

Протокол АТМ

- ❖ Поле *Идентификатор типа данных (Payload Type Identifier, PTI)* состоит из 3-х бит и задает тип данных, переносимых ячейкой, - пользовательские или управляющие (например, управляющие установлением виртуального соединения).
- ❖ Кроме того, один бит этого поля используется для указания перегрузки в сети - он называется *Explicit Congestion Forward Identifier, EFCI* - и играет ту же роль, что бит *FECN* в технологии *frame relay*, то есть передает информацию о перегрузке по направлению потока данных.

Протокол АТМ

- ❖ Поле *Приоритет потери кадра (Cell Loss Priority, CLP)* играет в данной технологии ту же роль, что и поле DE в технологии frame relay - в нем коммутаторы АТМ отмечают ячейки, которые нарушают соглашения о параметрах качества обслуживания, чтобы удалить их при перегрузках сети.
- ❖ Таким образом, ячейки с $CLP=0$ являются для сети высокоприоритетными, а ячейки с $CLP=1$ - низкоприоритетными.

Протокол АТМ

- ❖ *Поле Управление ошибками в заголовке (Header Error Control, HEC) содержит контрольную сумму, вычисленную для заголовка ячейки. Контрольная сумма вычисляется с помощью техники корректирующих кодов Хэмминга, поэтому она позволяет не только обнаруживать ошибки, но и исправлять все одиночные ошибки, а также некоторые двойные.*



Классы сервиса АТМ

- ❖ Классы сервиса АТМ содержат ряд параметров, которые определяют гарантии качества сервиса.
- ❖ Гарантии качества сервиса могут определять минимальный уровень доступной пропускной способности, предельное значение задержки ячейки и вероятность потери ячейки.
- ❖ В архитектуре АТМ приложение заказывает у сети определенное качество обслуживания, и сеть динамически выделяет приложению необходимые ресурсы.



Классы сервиса ATM

CBR (Constant Bit Rate) - постоянная битовая скорость, представляет собой наиболее простой класс сервиса ATM.

- ❖ Основной параметр - пиковая скорость передачи ячеек PCR (Peak Cell Rate) - максимальная скорость, которая может потребоваться каналу без риска потерять ячейку.
- ❖ Данные передаются по этому соединению с запрошенной скоростью - не быстрее и, во многих случаях, не медленнее.
- ❖ Трафик, передаваемый с большей скоростью, может теряться.
- ❖ CBR-соединения должны гарантировать пропускную способность с минимальной вероятностью потери ячейки и низкими изменениями задержки передачи ячейки.
- ❖ Сервис CBR предназначен специально для передачи голоса и видео в реальном времени.



Классы сервиса ATM

UBR (Unspecified Bit Rate) -

неопределенная битовая скорость, не определяет ни битовую скорость, ни параметры трафика, ни качество сервиса.

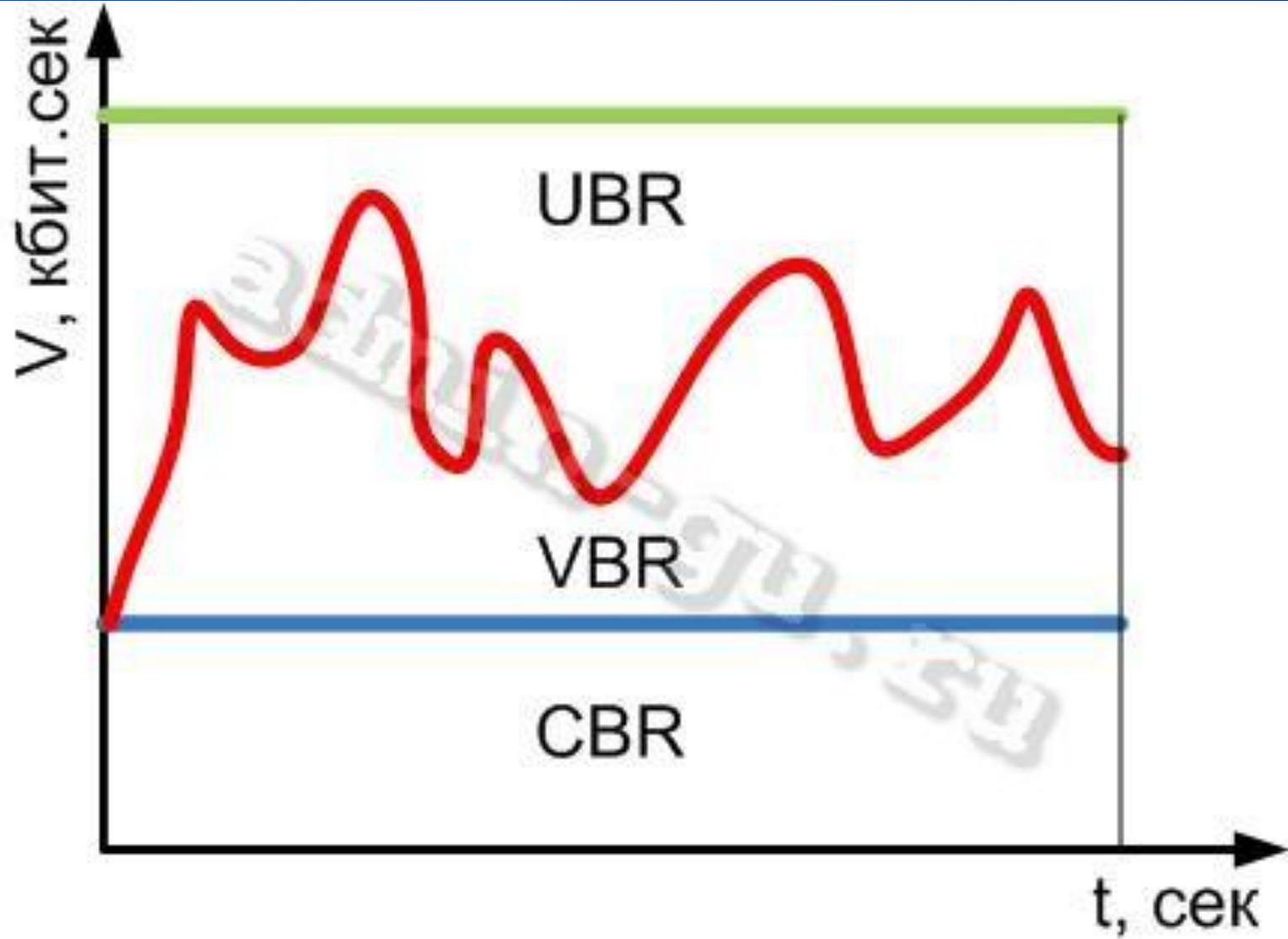
- ❖ Сервис UBR предлагает только доставку "по возможности", безо всяких гарантий.
- ❖ Сервис UBR представляет собой решение для эластичного трафика, не критичного к реальному времени и полосе пропускания.
- ❖ Этот класс сервиса обычно устанавливается по умолчанию.



Классы сервиса ATM

VBR (Variable Bit Rate) - переменная битовая скорость.

- ❖ По сравнению с сервисом CBR, VBR требует более сложной процедуры заказа соединения между сетью и приложением.
- ❖ В дополнение к пиковой скорости VBR определяет длительно поддерживаемую скорость (среднюю скорость ячеек в секунду) SCR (Sustained Cell Rate), которая представляет собой среднюю гарантированную скорость передачи данных.
- ❖ Канал может превышать скорость SCR вплоть до величины PCR, но только на определенное количество ячеек MBS (Maximum Burst Size), которое может быть передано со скоростью большей чем SCR, но меньшей чем PCR.
- ❖ VBR будет использовать среднее значение SCR для управления трафиком, снижая его интенсивность на соответствующие периоды времени. Как и в случае CBR, пользователи VBR получают гарантированное обслуживание в отношении потерь ячеек, изменения задержек передачи ячеек и доступной полосы пропускания до тех пор, пока трафик удовлетворяет определенным при соединении требованиям.



СЛУЖБА SMDS

История

- ❖ Служба *Switched Multimegabit Data Service (SMDS)*, разработанная компанией Bell Communications, впервые была продемонстрирована в 1990 году в качестве системы на основе телекоммуникационных каналов, предназначенной для объединения сетей FDDI в региональную сеть.
- ❖ В настоящее время эта служба может также связывать сети Ethernet и Token Ring.
- ❖ Служба SMDS представляет собой технологию передачи данных с использованием ячеек, она обеспечивает скорость передачи до 155 Мбит/с и широко применяется в Европе.

Выполнение задач

- ❖ предоставление высокоскоростных каналов связи для региональных сетей;
- ❖ передача больших графических файлов (например, рентгеновских снимков);
- ❖ передача архитектурных чертежей и файлов систем автоматизированного проектирования (САПР);
- ❖ быстрый доступ к библиотечным хранилищам и электронным каталогам.

Достоинства

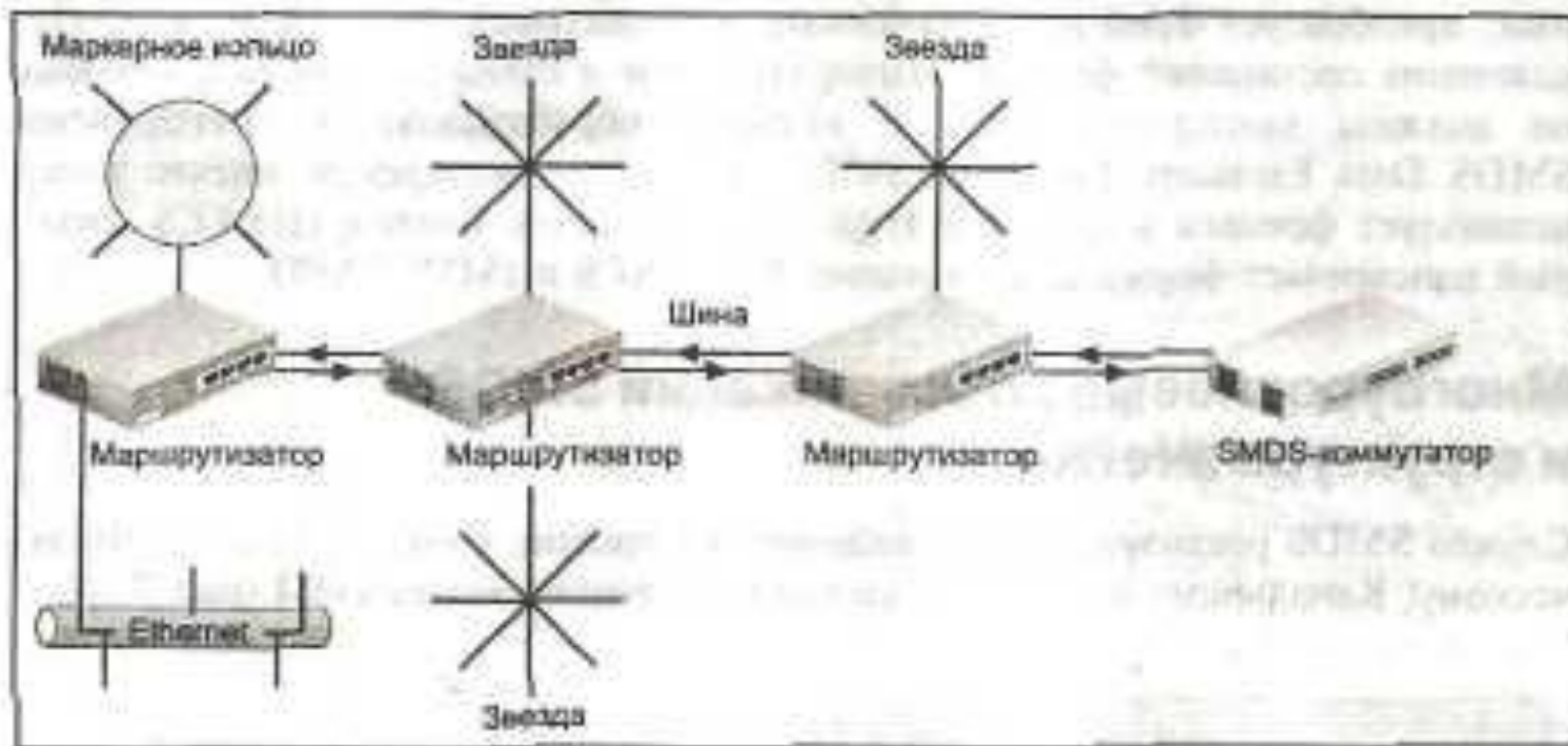
- ❖ Архитектура SMDS масштабируемая и предусматривает использование различных коммуникационных скоростей, поэтому служба SMDS может легко интегрироваться как в региональные сети, так и в глобальные сети.
- ❖ Она совместима со множеством протоколов, включая TCP/IP, SNA, IPX/SPX, DECnet и AppleTalk.
- ❖ Поскольку для передачи данных служба SMDS использует ячейки, при работе в глобальных сетях она может пропускать очень большие фреймы, не фрагментируя их на более мелкие блоки.

Архитектура SMDS

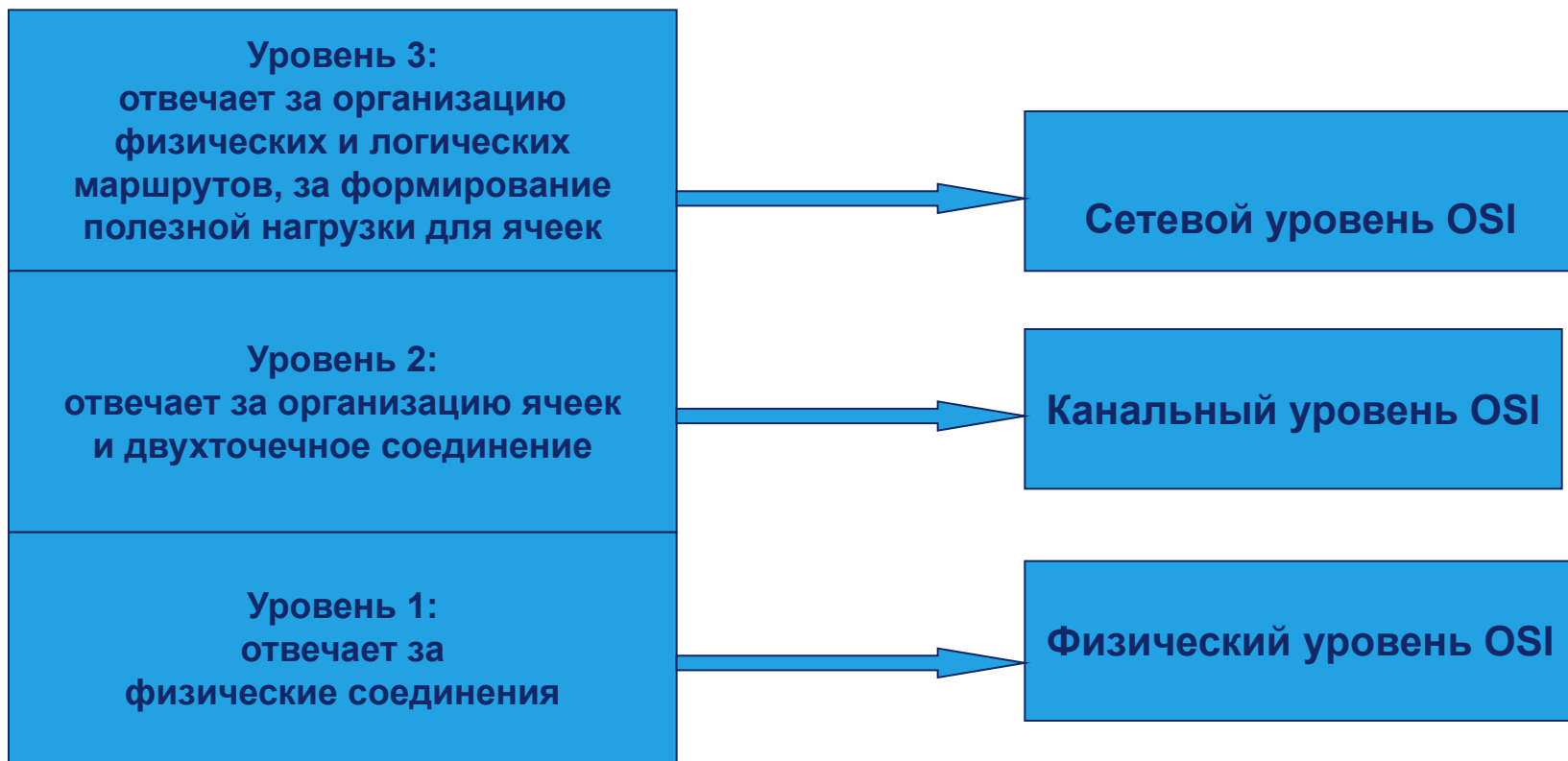
- ❖ Интерфейс службы SMDS носит название *Distributed Queue Dual Bus (DQDB)* (двойная шина распределенных запросов) и образуется двумя оптоволоконными кабелями с общим доступом.
- ❖ С одного конца оба кабеля подключаются к оборудованию клиента, а с другой — к коммутатору, установленному у поставщика услуг.
- ❖ Данные по каждому кабелю передаются только в одну сторону: по одному кабелю информация поступает от клиента к поставщику, а по другому — в обратном направлении.
- ❖ Наличие двух независимых однонаправленных шин устраняет вероятность возникновения конфликтов.



Глобальная сеть на основе службы SMDS



Многоуровневые коммуникации SMDS в сравнении с эталонной моделью OSI





Особенности подключения к сетям SMDS

- ❖ Помимо того, что сети SMDS обеспечивают высокую скорость передачи данных и совместимы с технологиями B-ISDN, SONET и ATM, эти сети предоставляют пользователям надежные средства безопасности.
- ❖ Например, доступ к сети со стороны узла можно ограничить и разрешить его только группам адресов или отдельным адресам.
- ❖ Кроме того, для передачи особо важной информации можно организовать частные сети.
- ❖ Клиенты могут оплачивать сетевые услуги с учетом степени использования SMDS-служб.
- ❖ Слабым местом сетей SMDS является их недостаточная доступность (по сравнению с сетями X.25, frame relay и ISDN).
- ❖ Кроме того, сети SMDS предназначены только для передачи данных.

ЛИНИИ DSL



Цифровая абонентская линия

- ❖ *Digital Subscriber Line (DSL или xDSL)*— это технология, использующая усовершенствованные методы модуляции в существующих телекоммуникационных сетях и обеспечивающая высокие скорости передачи данных между абонентом и региональной телефонной или телекоммуникационной компанией.
- ❖ Технология DSL, позволяет передавать данные, речь и видео, а также файлы мультимедийных приложений.
- ❖ Телекоммуникационный акт (Telecommunications Act), принятый в 1996 году, особенно повлиял на развитие DSL, поскольку способствовал тому, что поставщики услуг телекоммуникаций и кабельного телевидения стали развивать средства интерактивных коммуникаций на основе существующих телефонных сетей.



Области применения

- ❖ создание линий связи для домашних работников;
- ❖ доступ к Интернет (особенно передача файлов к клиенту и в обратном направлении);
- ❖ сетевой доступ к средствам мультимедиа, в том числе к новинкам музыкальной и киноиндустрии;
- ❖ быстрая передача больших графических файлов между различными узлами;
- ❖ проведение интерактивных учетных занятий или семинаров;
- ❖ реализация распределенных клиент-серверных приложений для географически удаленных пользователей.

Основные понятия DSL

- ❖ DSL — это цифровая технология на основе медных проводов, проложенных и используемых телефонными службами.
- ❖ Для работы с этой технологией в устройство, подключаемое к сети DSL, необходимо установить интеллектуальный адаптер.
- ❖ Таким устройством, к примеру, может быть компьютер, сервер доступа или маршрутизатор.
- ❖ Для компьютера подобный адаптер может выглядеть как внутренняя плата модема, а для маршрутизатора он может представлять собой сменный модуль.

Типы служб DSL

- ❖ Существуют восемь основных типов служб DSL:
 - Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL);
 - D G.lite Asymmetric Digital Subscriber Line (G.lite ADSL);
 - Integrated Services Digital Network Digital Subscriber Line (IDSL);
 - Rate Adaptive Asymmetric Digital Subscriber Line (RADSL);
 - High-Bit-Rate Digital Subscriber Line (HDSL);
 - Symmetric High-Bit-Rate Digital Subscriber Line (SHDSL);
 - Very High-Bit-Rate Digital Subscriber Line (VDSL);
a Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL).



Asymmetric Digital Subscriber Line

- ❖ Появление технологии *ADSL* (Асимметричная цифровая абонентская линия) стало возможным тогда, когда Федеральная комиссия связи США (FCC) разрешила телекоммуникационным компаниям передавать телевизионные сигналы домашним пользователям.
- ❖ В настоящее время *ADSL* является самой распространенной модификацией *DSL*.
- ❖ Помимо передачи данных и файлов мультимедийных приложений, эта технология может эффективно применяться для интерактивного мультимедиа и дистанционного обучения.
- ❖ Перед тем как передавать данные, аппаратура *ADSL* проверяет телефонную линию на наличие шума и отсутствие ошибок. Этот процесс называется прямым исправлением ошибок (*forward error correction*).
- ❖ При своем появлении технология *ADSL* обеспечивала скорость восходящего потока, равную 64 Кбит/с, а нисходящие данные передавались со скоростью 1,544 Мбит/с.
- ❖ В настоящее время эти скорости составляют 576—640 Кбит/с и 6 Мбит/с (максимум) соответственно.
- ❖ Также в *ADSL* может использоваться третий коммуникационный канал для передачи речи с частотой 4 кГц, причем это осуществляется одновременно с передачей данных.



G.lite Asymmetric Digital Subscriber Line

- ❖ *G.lite ADSL* (Асимметричная цифровая абонентская линия G.lite) — это разновидность ADSL, созданная для совместимости с технологией *Plug-and-Play (PnP)*, с помощью которой компьютерные операционные системы могут автоматически конфигурировать новые установленные аппаратные средства.
- ❖ Линия G.lite ADSL позволяет передавать восходящие данные со скоростью 500 Кбит/с и нисходящие — со скоростью 1,5 Мбит/с.



Integrated Services Digital Network Digital Subscriber Line

- ❖ Во многих новых жилых и деловых районах распространено устройство телефонной сети, называемое Digital Loop Carrier (Цифровой контурный канал) и предназначенное для совершенствования методов разводки телефонного кабеля, а также для реализации услуг DSL.
- ❖ Для использования DSL в таких районах была разработана технология *IDSL* (Цифровая абонентская линия ISDN).
- ❖ Линия *IDSL* позволяет передавать восходящие и нисходящие данные со скоростью до 144 Кбит/с. Другим достоинством линий *IDSL* является то, что они совместимы с существующими терминальными адаптерами ISDN.



Rate Adaptive Asymmetric Digital Subscriber Line

- ❖ Технология *RADSL* (Асимметричная цифровая абонентская линия с адаптивной скоростью), базирующаяся на принципах ADSL, первоначально была разработана для передачи видео по запросу.
- ❖ В отличие от ADSL, она позволяет менять скорость передачи информации в зависимости от того, передаются ли данные, файлы мультимедиа или речь.
- ❖ Для определения скорости обмена имеются два способа.
 - Во-первых, телекоммуникационная компания может установить определенную скорость для каждой абонентской линии в зависимости от того, для чего эта линия будет использоваться.
 - Во-вторых, поставщик услуг может разрешить адаптивную настройку скорости в зависимости от типа информации, передаваемой по линии.



High Bit-Rate Digital Subscriber Line

- ❖ Первоначально технология *HDSL* (Высокоскоростная цифровая абонентская линия) разрабатывалась для осуществления дуплексных коммуникаций по двум парам медных телефонных проводов с фиксированной скоростью приема и передачи, равной 1,544 Мбит/с или 2,3 Мбит/с, для расстояний не свыше 3,6 км.
- ❖ Другой вариант HDSL был создан для использования только одной из двух пар телефонных проводов, при этом скорость дуплексных коммуникаций равнялась 768 Кбит/с.
- ❖ Ограничением технологии HDSL является то, что в отличие от ADSL и RADSL она не поддерживает передачу речи.
- ❖ Она особенно полезна для компаний, которым требуется объединять локальные сети.
- ❖ Новая версия, названная HDSL2, позволяет по одному медному кабелю передавать восходящий и нисходящий потоки, содержащие данные сетей ATM или frame relay, со скоростью 1,544 Мбит/с.



Symmetric High-Bit-Rate Digital Subscriber Line

- ❖ Технология *SHDSL* (Высокоскоростная симметричная цифровая абонентская линия), позволяет передавать данные по одному или двум кабелям.
- ❖ При использовании двух кабелей максимальное расстояние составляет 6,4 км, что превышает аналогичный показатель для старых версий DSL, равный 5,5 км.
- ❖ Выигрыш достигается за счет дополнительного поглощения отраженного сигнала в линии.
- ❖ Скорость восходящего и нисходящего потоков может меняться от 192 Кбит/с до 2,3 Мбит/с.
- ❖ Одним из ограничений технологии SHDSL является то, что она предназначена для пересылки данных и не обеспечивает одновременную передачу данных и речи.



Very High-Bit-Rate Digital Subscriber Line

- ❖ Технология *VDSL* (Сверхскоростная цифровая абонентская линия) создавалась как альтернатива сетям на основе коаксиального или оптоволоконного кабеля.
- ❖ Она позволяет для передачи нисходящего потока (к абоненту) достичь скорости 51—55 Мбит/с, а для восходящего потока (от абонента)— 1,6—2,3 Мбит/с.
- ❖ Хотя данная технология обеспечивает очень высокую пропускную способность, длина линий *VDSL* относительно невелика и равняется 300—1800 м, что уменьшает их ценность в качестве средства построения глобальных сетей.



Symmetric Digital Subscriber Line

- ❖ Линия *SDSL* (Симметричная цифровая абонентская линия) напоминает *ADSL*-линию, однако скорость передачи как для восходящего, так и для нисходящего потока данных в ней составляет 384 Кбит/с.
- ❖ Линии *SDSL* особенно эффективны для организации видеоконференций и дистанционного обучения, поскольку скорость передачи информации одинакова в обоих направлениях.



Разновидности DSL

Технология DSL	Скорость восходящего (upstream) потока данных	Скорость нисходящего (downstream) потока данных
Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL)	576-640 Кбит/с	До 6 Мбит/с
G lite Asymmetric Digital Subscriber Line (G.liteADSL)	До 500 Кбит/с	До 1,5 Мбит/с
Integrated Services Digital Network Digital Subscriber Line (IDSL)	До 144 Кбит/с	До 144 Кбит/с
Rate Adaptive Asymmetric Digital Subscriber Line (RADSL)	До 1 Мбит/с	До 7 Мбит/с
High-Bit-Rate Digital Subscriber Line (HDSL)	Фиксированные скорости 1,544 Мбит/с и 2,3 Мбит/с	Фиксированные скорости 1,544 Мбит/с и 2,3 Мбит/с
Symmetric High-Bit-Rate Digital Subscriber Line (SHDSL)	192 Кбит/с-2,3 Мбит/с	192 Кбит/с -2,3 Мбит/с
Very High-Bit-Rate Digital Subscriber Line (VDSL)	1,6-2,3 Мбит/с	51-55 Мбит/с
Symmetric Digital Subscriber Line (SDSL)	384 Кбит/с	384 Кбит/с



SDH/SONET



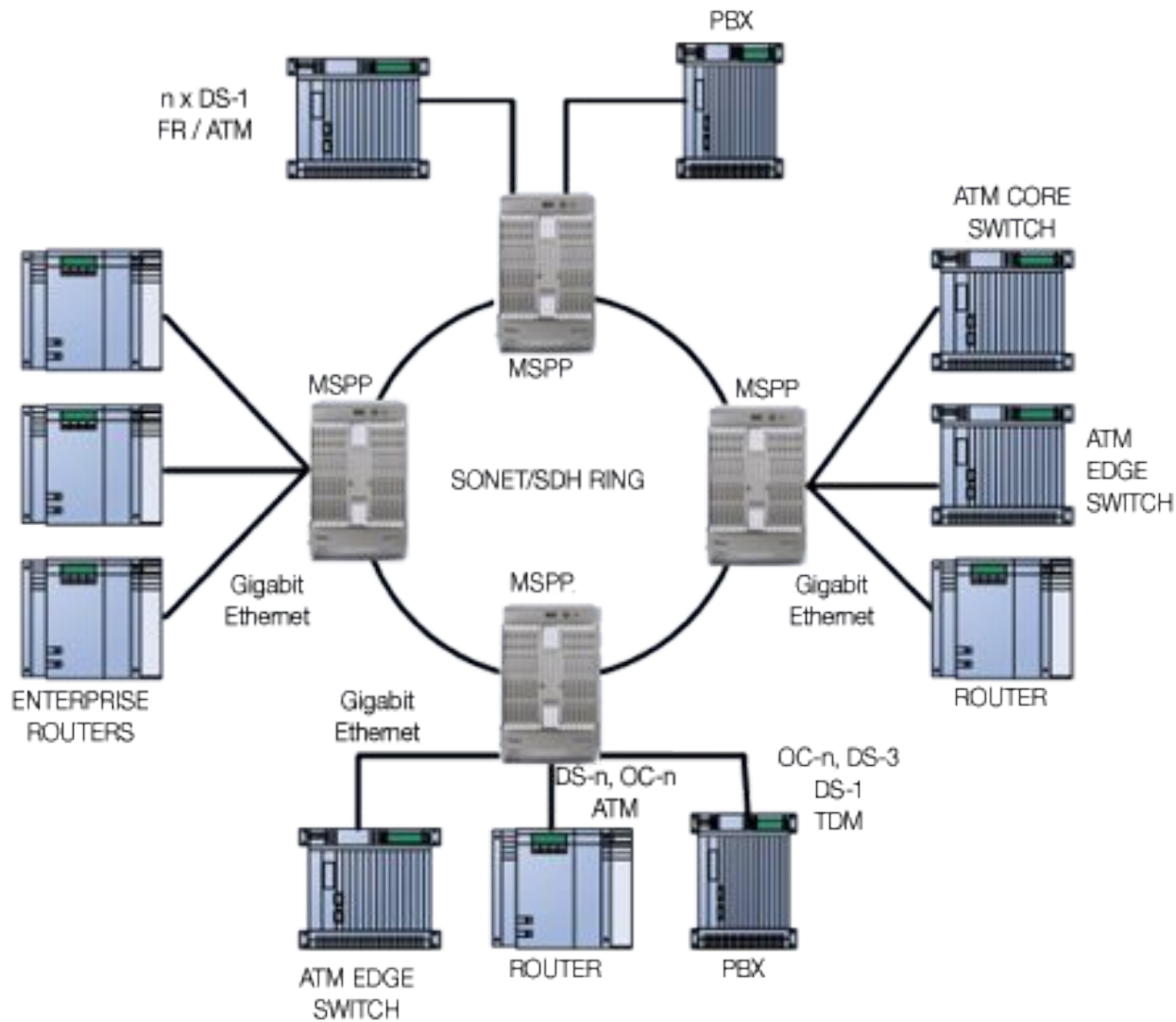
Synchronous optical network

- ❖ *SONET* (Синхронная оптическая сеть) — это оптоволоконная технология, позволяющая передавать данные быстрее, чем 1 Гбит/с.
- ❖ Synchronous Digital Hierarchy (SDH) и используемый преимущественно в Европе.



Области применения

- ❖ создание сверхскоростных каналов передачи данных между удаленными сетями (например, между кампусами колледжа и исследовательскими центрами, спонсируемыми частными компаниями);
- ❖ проведение видеоконференций между удаленными площадками;
- ❖ дистанционное обучение;
- ❖ высококачественная передача музыки и видео;
- ❖ высокоскоростная передача сложных графических изображений (например, топографических карт) и фотографий, полученных со спутников.



Для организации
сети SONET
используется
кольцевая
топология



Уровень 4 SONET:

Маршрутный уровень,
отвечающий

за то, чтобы сигналы
направлялись

в нужные каналы, а также за

~~обеспечение надежности канала~~

Уровень 3 SONET:

Канальный уровень, отвечающий
за

коммутацию сигналов, мониторинг
процесса передачи данных

и устранение ошибок

Уровень 2 SONET:

Сегментирующий уровень,
отвечающий за инкапсуляцию

данных и их передачу
в правильном порядке

Уровень 1 SONET:

Световой уровень, отвечающий
за физические соединения

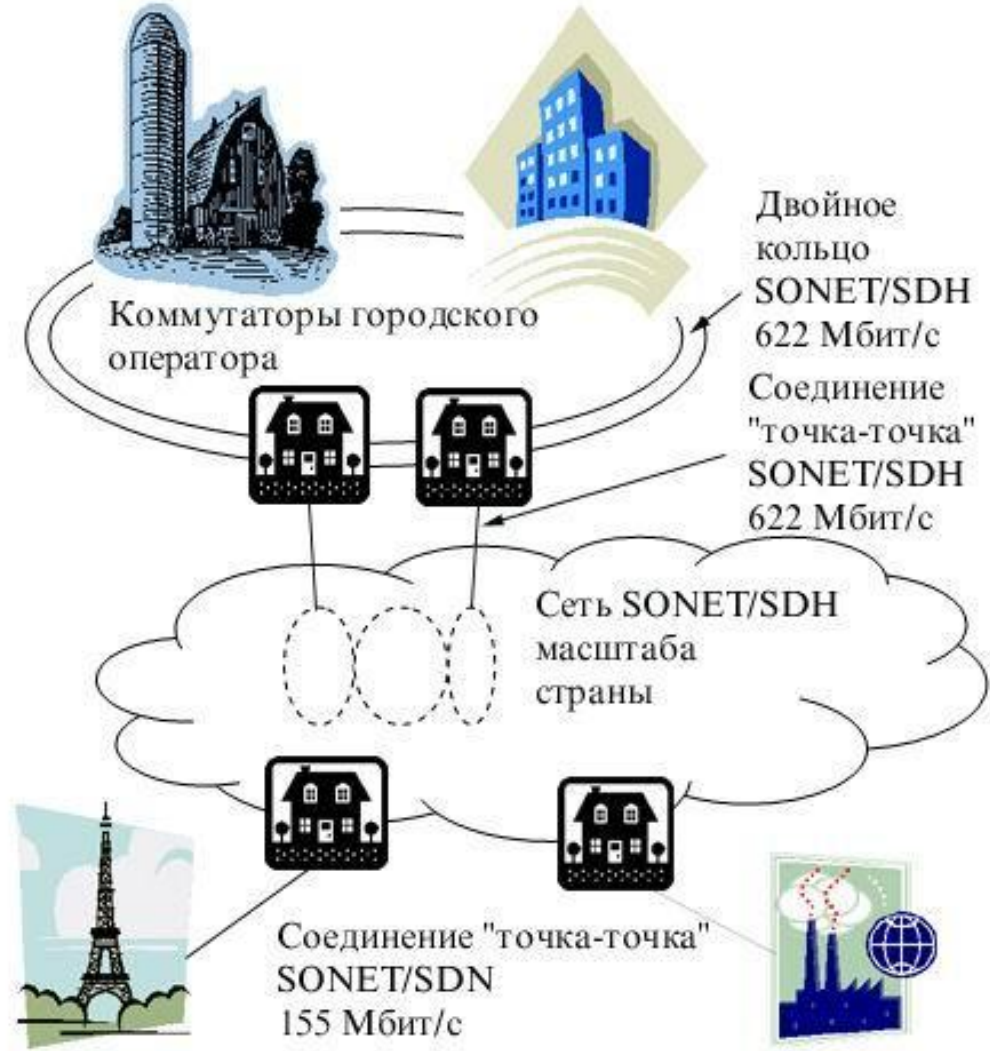
(например, за преобразование
и передачу световых сигналов)

Многоуровневые
коммуникации SONET в
сравнении с эталонной
моделью OSI



Физический уровень OSI

Обеспечение отказоустойчивости сети SONET/SDH

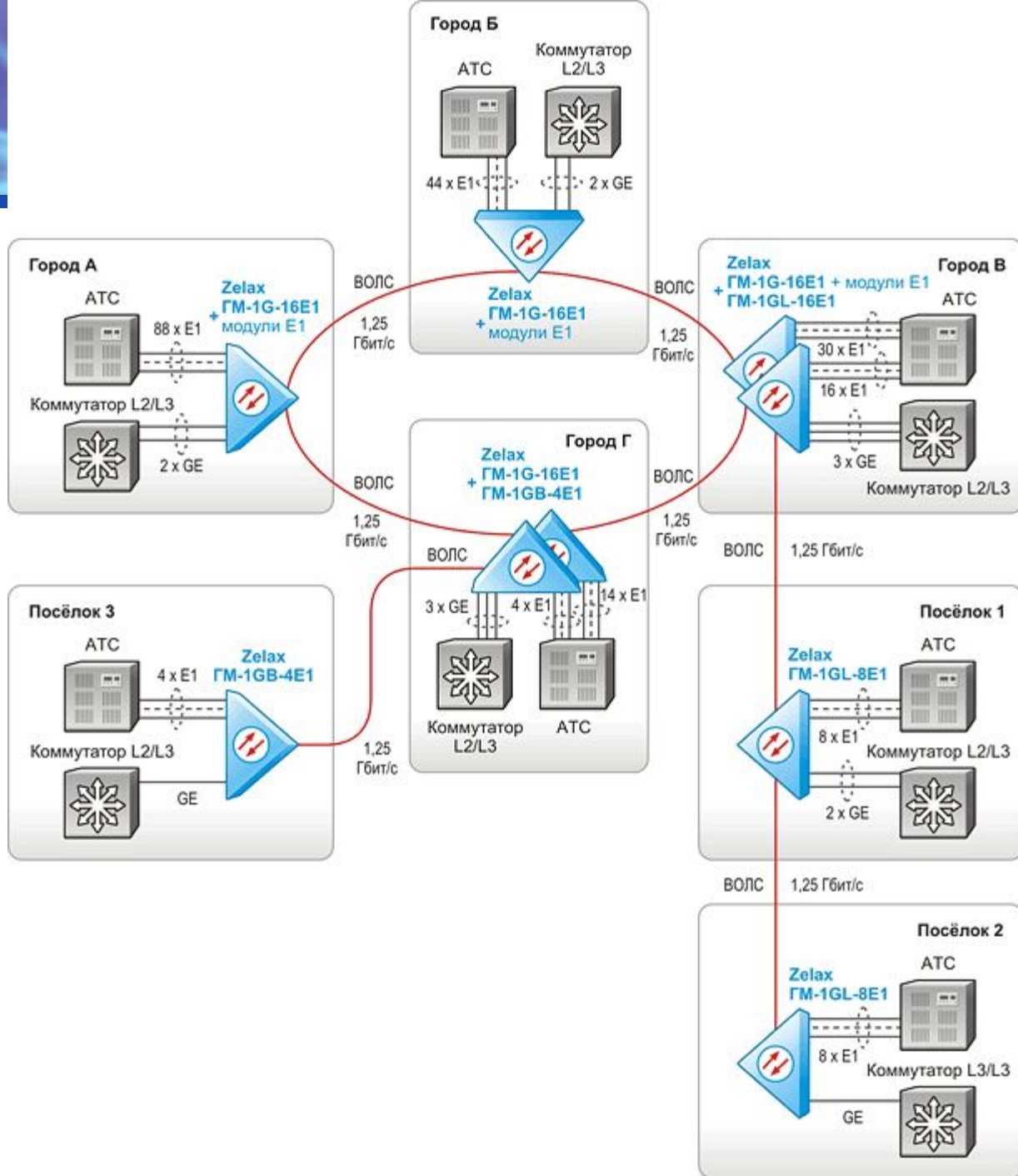




РЕГИОНАЛЬНЫЕ ETHERNET- СЕТИ

Optical Ethernet

- ❖ Высокоскоростные технологии *Optical Ethernet* начинают конкурировать с сетями SONET и frame relay в региональных сетях Ethernet, реализованных на базе оптоволоконного кабеля.
- ❖ В состав таких сетей обычно входят следующие компоненты:
 - магистраль Gigabit Ethernet или 10 Gigabit Ethernet;
 - подключения по многомодовому оптоволоконному кабелю, имеющие длину до 9,6 км;
 - а подключения по одномодовому оптоволоконному кабелю, имеющие длину до 71 км.



Оптическая
 региональная
 Ethernet-сеть



ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРОТОКОЛЫ ГЛОБАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

SLIP

- ❖ Протокол *Serial Line Internet Protocol* (Межсетевой протокол для последовательного канала) изначально предназначался для UNIX-систем и служит для осуществления двухточечных коммуникаций между компьютерами, серверами и хостами, работающими с TCP/IP.
- ❖ Например, SLIP применяется в том случае, когда пользователь может передавать данные между удаленным домашним компьютером и UNIX-системой, находящейся в офисной локальной сети.
- ❖ Для подключения к UNIX-компьютеру может использоваться коммутируемая телефонная линия, а коммуникации ведутся с помощью пакетов TCP/IP, инкапсулированных в SLIP.
- ❖ Для хоста SLIP является протоколом глобальной сети, координирующим сеансы связи по телефонной линии с использованием модемов.
- ❖ После того как протокольная информация (содержащая полезную нагрузку) достигает пункта назначения, заголовок и хвостовик SLIP удаляются и пакет TCP/IP остается в "чистом виде".

CSLIP

- ❖ Новой модификацией SLIP является протокол *Compressed Serial Line Internet Protocol* (Межсетевой протокол для сжатого последовательного канала), который сжимает заголовок каждого пакета, передаваемого по каналу удаленной связи.
- ❖ CSLIP уменьшает объем служебной информации SLIP-подключения благодаря тому, что он уменьшает размер заголовка, в результате чего скорость коммуникаций увеличивается.
- ❖ Однако на принимающем узле заголовок нужно распаковать.

PPP

- ❖ Протокол *Point-to-Point Protocol* (Протокол двухточечного соединения) применяется для удаленных коммуникаций чаще, чем SLIP или CSLIP, поскольку он использует меньше служебной информации, имеет больше возможностей и обеспечивает хорошую защиту.
- ❖ PPP поддерживает больше сетевых протоколов, чем SLIP, в их число входят протоколы IPX/SPX, NetBEUI и TCP/IP.
- ❖ PPP может автоматически организовывать и осуществлять одновременно коммуникации, соответствующие нескольким уровням модели OSI.
- ❖ Кроме того, он обеспечивает безопасность, аутентифицируя и шифруя соединения.

PPTP

- ❖ В дополнение к PPP имеется более новый протокол *Point-to-Point Tunneling Protocol* (Протокол туннелированного двухточечного соединения), который позволяет использовать Интернет для удаленного подключения к сетям, а также организовывать частные виртуальные сети (VPN).
- ❖ С помощью PPTP менеджер компании может, например, из дома подключиться к Интернету по коммутируемой линии и получить доступ к документам, хранящимся в корпоративной сети или VPN-сети.
- ❖ Оба протокола (PPP и PPTP) поддерживают синхронные и асинхронные коммуникации, позволяя передавать данные через модемы, коммутируемые телефонные линии, выделенные линии, сети ISDN, X.25 и SONET.
- ❖ Протокол PPP имеется в системах Windows 95/98, Windows NT, Windows 2000 и Windows XP.
- ❖ Например, если сервер Windows 2000 сконфигурирован как сервер удаленного доступа (RAS-сервер), то его можно настроить на прием удаленных подключений с использованием PPP.

SS7

- ❖ *Signaling System 7* — это протокол глобальных сетей, предназначенный для определения самых быстрых коммуникационных маршрутов между разнообразными глобальными сетями, построенными на основе телекоммуникационных каналов.
- ❖ Протокол SS7 может эффективно маршрутизировать трафик между глобальными сетями и адаптирован для быстрой маршрутизации в глобальных сетях на основе T-линий и ATM.

SS7

- ❖ Протокол SS7 может обеспечить скоростные коммуникации, благодаря следующим факторам:
 - он поддерживает информационные базы маршрутов в различных опорных точках глобальной сети;
 - он может перехватить запрос к центральному узлу (запрос на поиск кратчайшего маршрута для некоторого вызова) и быстро перенаправить тому узлу, который содержит соответствующую информацию о маршрутах;
 - он отслеживает все телекоммуникационные вызовы, определяя кратчайший маршрут для этих вызовов, после чего обновляет соответствующую информационную базу.

SS7

- ❖ Для реализации функций, выполняемых протоколом SS7, используются следующие средства:
 - *пункты управления службами (service control point)*, представляющие собой узлы глобальной сети, содержащие информационные базы маршрутизации;
 - *пункты переключения служб (service switching point)*, расположенные в главных узлах глобальной сети и используемые для того, чтобы определить, какую базу данных пункта управления службами следует выбрать при поиске маршрута для определенных коммуникаций;
 - *пункты передачи сигналов (signal transfer point)*, работающие подобно маршрутизаторам и с максимальной скоростью соединяющие некоторый пункт переключения служб с соответствующим пунктом управления службами.



УДАЛЕННЫЙ ДОСТУП



Удаленный доступ

- ❖ Если магистральные связи между локальными сетями всегда строятся путем соединения локальных сетей с территориальным транспортом через маршрутизаторы, то для организации удаленного доступа могут использоваться различные схемы и продукты.
- ❖ Продукты удаленного доступа могут существенно отличаться реализованными в них функциями, а значит, и возможностями при решении конкретной практической задачи.

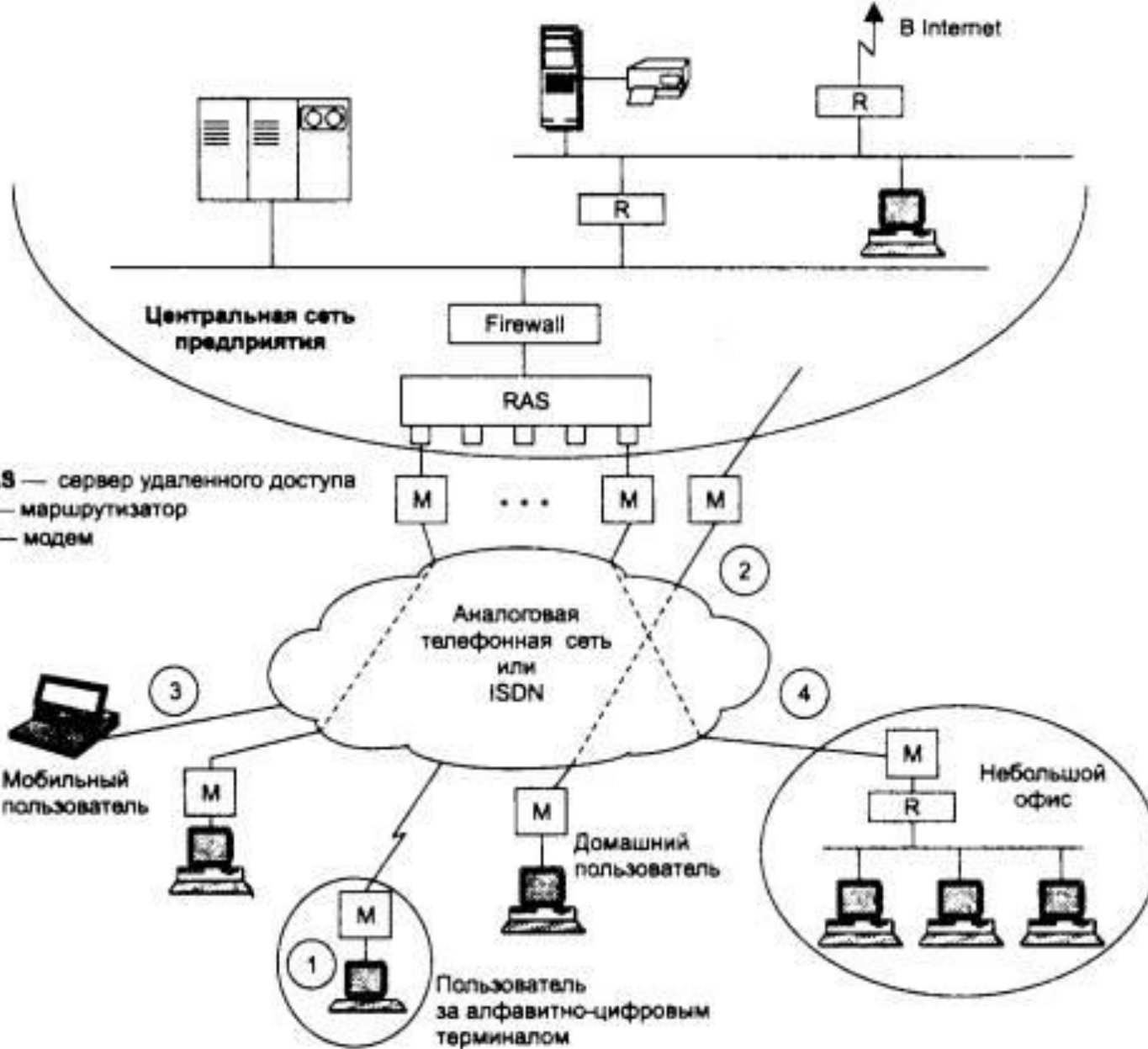


ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ГЛОБАЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ УДАЛЕННОМ ДОСТУПЕ



Основные понятия

- ❖ Удаленный доступ - очень широкое понятие, которое включает в себя различные типы и варианты взаимодействия компьютеров, сетей и приложений.
- ❖ Если рассматривать все многочисленные схемы взаимодействия, которые обычно относят к удаленному доступу, то всем им присуще *использование глобальных каналов или глобальных сетей* при взаимодействии.
- ❖ Кроме того, для удаленного доступа, как правило, характерна *несимметричность взаимодействия*, когда, с одной стороны, имеется центральная крупная сеть или центральный компьютер, а с другой - отдельный удаленный терминал, компьютер или небольшая сеть, которые хотят получить доступ к информационным ресурсам центральной сети.
- ❖ Количество удаленных от центральной сети узлов и сетей, требующих этот доступ, постоянно растет, поэтому современные средства удаленного доступа рассчитаны на поддержку большого количества удаленных клиентов.



Общая схема удаленного доступа

терминал-компьютер-(1)
 ;
 компьютер-компьютер - (2);
 компьютер-сеть- (3);
 сеть-сеть - (4).

ROBO и SOHO

- ❖ Первые три вида удаленного доступа часто объединяют понятием индивидуального доступа, а схемы доступа сеть-сеть иногда делят на два класса - ROBO и SOHO.
- ❖ Класс *ROBO (Regional Office/Branch Office)* соответствует случаю подключения к центральной сети сетей средних размеров - сетей региональных подразделений предприятия, а классу *SOHO (Small Office/Home Office)* соответствует случай удаленного доступа сетей небольших офисов и домашних сетей.



Схема организации удаленного доступа

- ❖ Схема организации удаленного доступа во многом определяется теми глобальными транспортными службами, которые доступны в точках нахождения многочисленных клиентов удаленного доступа.
- ❖ Кроме степени распространенности необходимо учитывать и стоимость глобальной службы.
- ❖ С учетом этих двух обстоятельств наиболее часто для организации удаленного доступа используется служба телефонных сетей — аналоговых (Plain Old Telephone Service — POTS) и, если это возможно, ISDN.



Схема организации удаленного доступа

- ❖ Только эти сети пока могут обеспечить дешевый доступ практически из любого географического пункта.
- ❖ Правда, для нашей страны это справедливо только для аналоговых телефонных сетей, службы же ISDN доступны только в крупных городах и то фрагментарно.
- ❖ В то же время для большинства стран Западной Европы, Японии, Южной Кореи, а также США и Канады получение услуг ISDN для небольшого офиса или домашнего пользователя — это реальность сегодняшнего дня, и этим объясняется большое количество продуктов для организации удаленного доступа, ориентированных на службу ISDN.
- ❖ Хотя количество установленных абонентских окончаний ISDN даже в развитых странах пока в процентном отношении и невелико по отношению к общему числу абонентов телефонной сети, но главную роль здесь играет то, что при заказе такого окончания абонент получает его в течение нескольких недель.



Экономические аспекты удаленного доступа

- ❖ *Экономические аспекты удаленного доступа должны учитывать способ его оплаты и интенсивность использования, которое обычно оценивается количеством часов загрузки глобальных каналов в месяц.*
- ❖ Необходимо иметь в виду, что практически все транспортные службы удаленного доступа, связанные с коммутируемыми каналами, оплачиваются по временной схеме, а в транспортных службах постоянных каналов схема оплаты помесечная, не зависящая от загрузки канала.
- ❖ Например, доступ через аналоговую телефонную сеть или ISDN оплачивается по временной схеме, а доступ через выделенный канал 64 Кбит/с или постоянный канал 64 Кбит/с в сети frame relay оплачивается фиксированной месячной суммой.

ДОСТУП КОМПЬЮТЕР - СЕТЬ



Доступ к сети в целом

- ❖ В связи с широким использованием на предприятиях локальных сетей наиболее часто встречающийся вид удаленного доступа — это доступ не к отдельному компьютеру, а к сети в целом.
- ❖ Для этой цели в центральной сети предприятия устанавливается специальная система — сервер удаленного доступа (Remote Access Server, RAS), который выполняет большой спектр функций по обслуживанию многочисленных удаленных клиентов.
- ❖ Задачи сервера удаленного доступа, который часто называют также коммуникационным сервером, зависят от схемы удаленного доступа.

Пул модемов

- ❖ Очевидно, что для экономии модемов можно не ставить на каждый компьютер центральной сети отдельный модем, а организовать общий *пул модемов* и сделать его разделяемым ресурсом как для звонков из локальной сети, так и для звонков извне.
- ❖ Действительно, если каждому пользователю выделить персональный модем (и персональную линию связи), то, как правило, большую часть времени он будет простаивать, поэтому гораздо эффективнее использовать то число модемов (и линий), которое реально необходимо.



Коммуникационный сервер

- ❖ Разделяемый для пользователей локальный пул модемов создается с помощью так называемого *коммуникационного сервера (Communication Server)*.
- ❖ Коммуникационный сервер — это обычный компьютер или специализированное устройство, предоставляющее пользователям локальной сети прозрачный доступ к последовательным портам ввода/вывода, к которым подключены разделяемые модемы.
- ❖ Пользователь, подключившийся по локальной сети к коммуникационному серверу, может работать с одним из подключенных к нему модемов точно так же, как если бы этот модем был подключен непосредственно к компьютеру пользователя.
- ❖ Таким образом, коммуникационный сервер обслуживает пользователей локальной сети, делая локальные модемы разделяемыми ресурсами.
- ❖ Говорят, что коммуникационный сервер поддерживает режим dial-out — режим, который позволяет пользователям локальной сети устанавливать по своей инициативе связь через телефонную сеть с каким-либо удаленным компьютером.



Сервер удаленного доступа

- ❖ Сервер удаленного доступа (Remote Access Server, RAS) обслуживает не локальных, а удаленных пользователей, предоставляя им доступ к ресурсам локальной сети — файлам, принтерам и т. п. — извне.
- ❖ Сервер удаленного доступа поддерживает режим dial-in — режим, который позволяет пользователю, работающему на удаленном компьютере, устанавливать связь с локальной сетью *по его инициативе*.
- ❖ Именно это является основной задачей систем удаленного доступа.
- ❖ С этой точки зрения удаленный доступ можно определить как эффективный способ разделения ресурсов централизованных серверов между удаленными клиентами.



Коммуникационный сервер и сервер удаленного доступа

- ❖ Часто коммуникационный сервер и сервер удаленного доступа являются одним и тем же продуктом, выполненным либо в качестве дополнительного программного обеспечения в среде какой-либо популярной ОС, либо в хамстве отдельного устройства. За таким комбинированным продуктом обычно закрепляется название сервера удаленного доступа.
- ❖ Примерами программных серверов удаленного доступа являются сервер Microsoft RAS, работающий в составе ОС Windows NT, и сервер NetWare Connect, работающий в среде ОС NetWare.
- ❖ Однако если режим dial-in поддерживают все серверы удаленного доступа по определению, то режим dial-out является факультативным и реализуется не всегда.
- ❖ Режимы dial-in и dial-out только говорят о том, кто является инициатором установления соединения — удаленный пользователь или пользователь локальной сети..

Удаленный узел

- ❖ Одним из вариантов удаленного доступа типа компьютер - сеть является режим *удаленного узла (remote node)*.
- ❖ Программное обеспечение удаленного узла на клиентской машине позволяет последовательному порту и модему (или терминальному адаптеру ISDN) стать медленным узлом удаленной локальной сети, взаимодействующим обычным способом с сетевыми операционными системами при разделении их ресурсов.
- ❖ В локальной сети должен быть установлен сервер удаленного доступа, поддерживающий режим удаленного узла.
- ❖ Протокол канального уровня необходим для связи удаленного компьютера с центральной локальной сетью.

Удаленный узел

- ❖ Так как чаще всего этот канал является коммутируемым каналом телефонной сети или ISDN, то сервер удаленного доступа должен поддерживать протоколы PPP и SLIP, используемые на этих каналах.
- ❖ В сети X.25 или frame relay сервер удаленного доступа должен поддерживать протоколы этих сетей, то есть протоколы LAP-B и X.25/3 для первого случая и LAP-F для второго (если сеть frame relay поддерживает только постоянные виртуальные каналы).
- ❖ При получении по глобальному каналу кадров соответствующего протокола, сервер, работающий в режиме удаленного узла, извлекает из кадра, например, PPP, пакеты тех общих протоколов сетевого уровня, по которым работают удаленный компьютер и компьютеры локальной сети.
- ❖ Такими протоколами могут быть протоколы IP, IPX или немаршрутизируемый протокол NetBEUI.
- ❖ Далее вступают в работу протоколы верхних уровней, и пользователь получает такой же доступ, как если бы его компьютер находился непосредственно в локальной сети, но с небольшим исключением — скорость обмена его компьютера с остальными компьютерами удаленной сети зависит от пропускной способности глобального канала связи.



Удаленное управление и терминальный доступ

- ❖ Другим распространенным вариантом удаленного доступа являются две разновидности практически одного и того же режима — *удаленное управление (remote control)* и *терминальный доступ (terminal access)*.
- ❖ При этом способе удаленный компьютер становится, в сущности, виртуальным терминалом компьютера - хоста, который может быть, а может и не быть подключен к сети.
- ❖ Этот вариант позволяет запустить любое приложение на компьютере - хосте, а также получить доступ к любым данным этого хоста.
- ❖ Если компьютер - хост подключен к сети, то и удаленные его пользователи становятся полноправными членами сети, действуя как пользователи компьютера - хоста.
- ❖ При удаленном управлении пользователь связывается с операционной системой, не рассчитанной на поддержку многотерминального режима (MS-DOS, Windows 3.1, Windows 95/98, Windows NT, OS/2 Warp), а терминальный доступ осуществляется к операционным системам, для которых многотерминальный режим является основным (Unix, IBM, 1MB OS-400, VAX VMS).
- ❖ Удаленное управление или терминальный доступ нужны тогда, когда удаленный пользователь работает с приложениями, не оптимизированными для работы в сети, например с традиционными СУБД персональных компьютеров типа dBase, Paradox или Access.



Удаленное управление и терминальный доступ

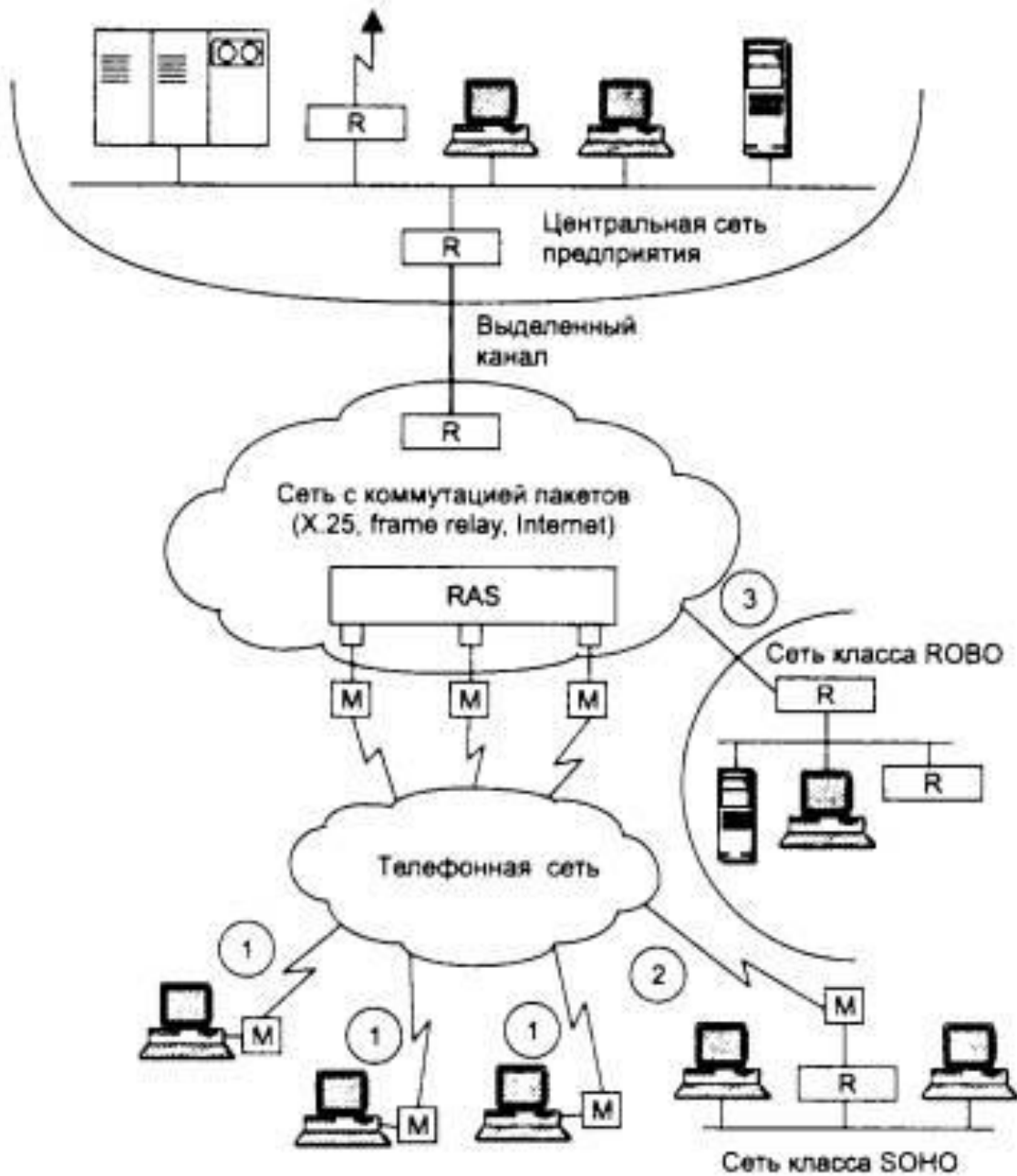
- ❖ Централизованная схема удаленного управления требует установки в локальной сети предприятия специального программного продукта — сервера удаленного управления, например сервера WinFrame компании Citrix.
- ❖ На клиентских удаленных компьютерах также нужно установить дополнительное программное обеспечение — клиента удаленного управления.
- ❖ Протоколы, используемые программами удаленного управления для передачи информации об обновлении экрана, нажатиях клавиш и перемещениях мыши, являются нестандартными — поэтому нужно устанавливать серверную и клиентские части удаленного управления от одного производителя.
- ❖ Например, пользователи программного клиента удаленного доступа Norton pcAnywhere не смогут дозвониться до хоста, работающего под управлением программ ReachOut, LapLink for Windows, Carbon Copy, Remotely Possible или Close-Up.

Почта

- ❖ Почта является еще одним видом удаленного доступа.
- ❖ Почтовые шлюзы, доступные по коммутируемым телефонным линиям, и клиентское почтовое обеспечение удаленного доступа могут быть достаточными для удовлетворения потребностей многих обычных пользователей.
- ❖ Такие почтовые шлюзы позволяют удаленным пользователям или даже удаленным офисам звонить в почтовую систему центрального отделения, обмениваться входящими и исходящими сообщениями и файлами, а затем отключаться.



УДАЛЕННЫЙ ДОСТУП ЧЕРЕЗ ПРОМЕЖУТОЧНУЮ СЕТЬ

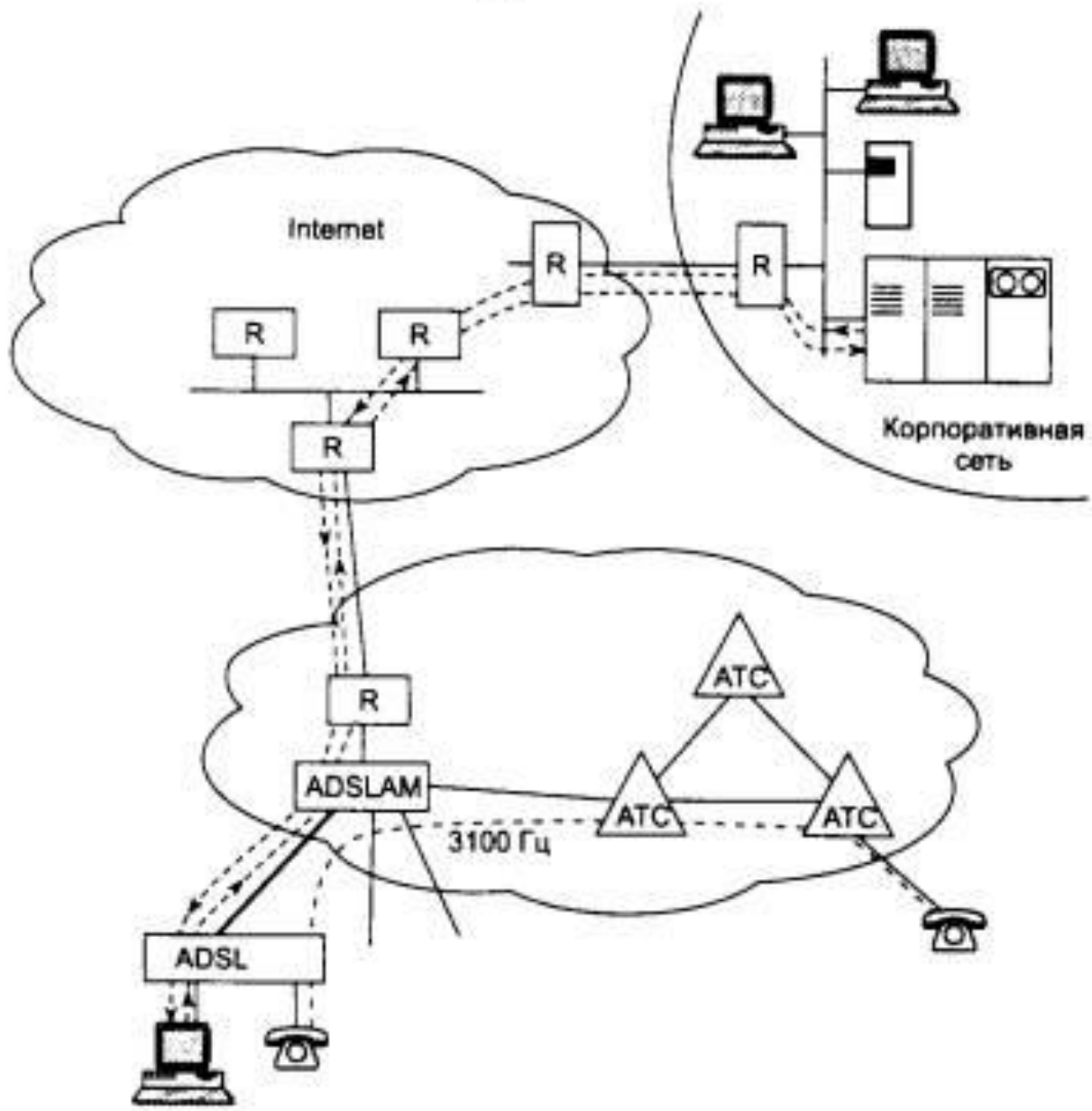


Подключение удаленных пользователей через промежуточную публичную сеть с коммутацией пакетов



Технологии ускоренного доступа к Internet через абонентские окончания телефонных и кабельных сетей

- ❖ В последнее время наибольшее внимание специалистов привлекла технология асимметричной цифровой абонентской линии (Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL), но помимо нее пользователям предложены также службы симметричной цифровой абонентской линии (SDSL), цифровой абонентской линии с переменной скоростью (Rate Adaptive DSL, RADSL) и сверхбыстрой цифровой абонентской линии (Very high-speed DSL, VDSL).
- ❖ Цифровые абонентские окончания появились достаточно давно - впервые их ввели первичные сети каналов T1/E1, Цифровое абонентское окончание High-speed DSL (HDSL) работает по 4-проводной линии со скоростью до 1,544 или 2,048 Мбит/с. Цифровое абонентское окончание сети ISDN работает по 2-проводному окончанию со скоростью 128 Кбит/с.
- ❖ Однако сегодня пользователям хотелось бы получить доступ к Internet (и через Internet к своим корпоративным сетям) с помощью стандартного 2-проводного телефонного окончания, установив при этом на своем домашнем компьютере какое-нибудь устройство типа модема. Перечисленные выше технологии позволяют это сделать с помощью специальных модемов.



Отличия условий
работы ADSL-модемов
от обычных модемов



Кабельное телевидение

- ❖ Кроме абонентских окончаний телефонных сетей в последнее время для скоростного доступа к Internet стали применять абонентские окончания кабельного телевидения.
- ❖ Для этих целей уже разработан специальный вид модемов - кабельные модемы.
- ❖ В кабельных модемах используется имеющийся коаксиальный 75-омный телевизионный кабель для передачи данных из сети в компьютер со скоростью до 30 Мбит/с, а из компьютера в сеть - со скоростью до 10 Мбит/с.
- ❖ При этом качество передаваемых сигналов очень высокое.
- ❖ Высокоскоростные абонентские окончания создают для поставщиков услуг Internet дополнительную проблему - им необходимо иметь очень скоростные каналы доступа к остальной части Internet, так как 10 абонентов с трафиком по 8 Мбит/с создают общий трафик в 80 Мбит/с, который качественно можно передать только с помощью технологий SONET/SDH или ATM.



Спасибо за внимание!