

Лекция 1. Локальные вычислительные сети (LAN)

Локальная вычислительная сеть (ЛВС, LAN – Local Area Network) – это совокупность аппаратного и программного обеспечения, позволяющего объединить компьютеры в единую распределенную систему обработки и хранения информации. К аппаратному обеспечению можно отнести компьютеры, с установленными на них сетевыми адаптерами, повторители, концентраторы, коммутаторы, мосты, маршрутизаторы и др., соединенные между собой сетевыми кабелями. К программному обеспечению можно отнести сетевые операционные системы и протоколы передачи информации. Расстояние между компьютерами объединяемыми в ЛВС обычно не превышает нескольких километров (термин "локальные сети"), что связано с затуханием электрического сигнала в кабелях. Технология виртуальных частных сетей (VPN – Virtual Private Network) позволяет через Internet или линии телефонной связи объединять в единую ЛВС несколько ЛВС, разнесенных на тысячи километров, однако это скорее именно объединение сетей и термин ЛВС здесь не достаточно точен.

Задачи, решаемые ЛВС

1. Передача файлов:

Во-первых, экономится бумага и чернила принтера. Во-вторых, электрический сигнал по кабелю из отдела в отдел движется гораздо быстрее, чем любой сотрудник с документом. Он не болтает о футболе и не забывает в курилке важные документы. Кроме того, за электричество Вы платите гораздо меньше, чем зарплата курьера.

2. Разделение (совместное использование) файлов данных и программ:

отпадает необходимость дублировать данные на каждом компьютере. В случае если данные бухгалтерии одновременно нужны дирекции, планово экономическому отделу и отделу маркетинга, то нет необходимости отнимать время и нервы у бухгалтера, отвлекая его от калькуляции себестоимости каждые три секунды. Кроме того, если бухгалтерию ведут несколько человек, то 20 независимых копий бухгалтерской программы и соответственно 20 копий главной книги (1 человек занимается зарплатой, 2-ой материалами и т.д.) создали бы большие трудности для совместной работы и невероятные трудности при попытке объединить все копии в одну. Сеть позволяет бухгалтерам работать с программой одновременно и видеть данные, вносимые друг другом.

3. Разделение (совместное использование) принтеров и другого оборудования:

значительно экономятся средства на приобретение и ремонт техники, т.к. нет никакой необходимости устанавливать принтер у каждого компьютера, достаточно установить сетевой принтер.

4. Электронная почта:

помимо экономии бумаги и оперативности доставки, исключается проблема "Был, но только что вышел. Зайдите (подождите) через полчаса", а также проблема "Мне не передали" и "А вы точно оставляли документы?". Когда бы занятый товарищ ни вернулся, письмо будет ждать его.

5. Координация совместной работы:

при совместном решении задач, каждый может оставаться на рабочем месте, но работать "в команде". Для менеджера проекта значительно упрощается задача контроля и координирования действий, т.к. сеть создает единое, легко наблюдаемое виртуальное пространство с большой скоростью взаимодействия территориально разнесенных участников.

6. Упорядочивание делопроизводства, контроль доступа к информации, защита информации:

Чем меньше потенциальных возможностей потерять (забыть, положить не в ту папку) документ, тем меньше таких случаев будет. В любом случае, гораздо легче найти документ на сервере (автоматический поиск, всегда известно авторство документа), чем в гуде бумаг на столе. Сеть также позволяет проводить единую политику безопасности на предприятии, меньше полагаясь на сознательность сотрудников: всегда можно четко определить права доступа к документам и протоколировать все действия сотрудников.

7. Стиль и престиж:

Играют не последнюю роль, особенно в высокотехнологичных областях.

1. Сетевые адаптеры (сетевые карты)

Существуют большое количество сетевых карт различных производителей, однако, по типу используемого протокола канального уровня, можно выделить три наиболее используемых типа:

1. Сетевая карта Ethernet (Fast Ethernet).

Самая распространенная сетевая карта. Используется в небольших офисных ЛВС и ЛВС среднего размера. Использование протокола Ethernet позволяет карте работать на скорости 10 Мбит/с, а протокола Fast Ethernet – 100 Мбит/с. Эти протоколы будут подробно рассмотрены далее в лекциях.

2. Сетевая карта Token Ring (High Speed Token Ring)

Сетевая карта для больших ЛВС. Использование протокола Token Ring позволяет карте работать на скоростях 4 и 16 Мбит/с, а протокола High Speed Token Ring – на скоростях 100 и 155 Мбит/с.

3. Сетевая карта FDDI (Fiber Distributed Data Interface)

Используется в оптоволоконных сетях. Протокол FDDI работает на скорости 100 Мбит/с и исторически, когда скорости других протоколов ограничивались 10-16 Мбит/с, из-за дороговизны оптоволоконных сетей использовался в основном на магистральных сетях передачи данных.

Выше были перечислены только самые распространенные протоколы, применяемые в сетевых картах. Существуют сетевые карты, поддерживающие и другие протоколы (например, 100VG-AnyLAN или GigabitEthernet). Подробнее об этих и других протоколах канального уровня будет сказано далее в лекциях. Существует также классификация сетевых карт, предложенная фирмой 3Com, делящая карты по четырем поколениям развития. Однако, поскольку эта классификация представляет больше исторический, чем практический интерес, то интересующихся отошлю к книге В.Г. Олифер, Н.А. Олифер "Компьютерные сети", с.274. Выпускаемые сейчас сетевые карты относятся в основном к четвертому поколению.

Сетевые карты также можно условно разделить на сетевые карты для клиентских компьютеров и сетевые карты для серверов. В сетевых картах для клиентских компьютеров значительная часть работы перекладывается на драйвер сетевой карты. Например, на стандартный драйвер фирм Microsoft и 3Com – драйвер NDIS (Network Driver Interface Specification), или драйвер ODI (Open Datalink Interface) фирмы Novell, использующийся в сетях NetWare. Благодаря такому подходу сетевая карта оказывается проще и дешевле, однако сильнее загружает центральный процессор компьютера, который вынужден выполнять часть функций сетевой карты, вместо выполнения прикладных задач пользователя. Поэтому сетевые карты, предназначенные для серверов, обычно снабжаются собственными процессорами, которые самостоятельно выполняют большую часть функций сетевой карты. Примером такой сетевой карты может служить сетевая карта SMS EtherPower со встроенным процессором Intel i960.

2. Сетевые кабели

Сетевые кабели бывают трех основных типов:

- витая пара (экранированная и неэкранированная)
- коаксиальный кабель (тонкий и толстый)
- оптоволоконный кабель (одномодовый, многомодовый).

Неэкранированная витая пара

Неэкранированная витая пара (UTP, unshielded twisted pair) - это кабель, в котором изолированная пара проводников скручена с небольшим числом витков на единицу длины. Скручивание проводников уменьшает электрические помехи извне при распространении сигналов по кабелю. Существует семь категорий витой пары:

Таблица

Категории кабеля витая пара

Категория	Характеристика
1-2	Устаревшие стандарты кабелей. Передача голоса и низкоскоростных данных (до 20 Кбит/с).
3	Наиболее широко распространенный на западе кабель телефонной проводки. Передача голоса и данных.
4	Улучшенный вариант категории 3. Повышенная помехоустойчивость и низкие потери сигнала. На практике используются редко.
5	Основной тип кабеля, используемый в современных компьютерных системах. Большинство новых высокоскоростных протоколов ориентируются именно на витую пару пятой категории.
6-7	Выпускаются сравнительно недавно. Основное назначение – поддержка высокоскоростных протоколов на отрезках кабеля большей длины, чем кабель категории 5. Кабель категории 7 по стоимости соизмерим с волоконно-оптическим кабелем, хотя характеристики волоконно-оптического кабеля выше. Поэтому ставится под сомнение целесообразность его применения.

В дальнейшем, если не будет отдельно оговорено, под витой парой будет пониматься витая пара пятой категории. Неэкранированная витая пара имеет волновое сопротивление 100 Ом (стандарт ISO 11801 допускает также 120 Ом). Неэкранированная витая пара подключается к сетевой карте через разъем, напоминающий телефонный. Внешне вид кабеля приведен ниже.

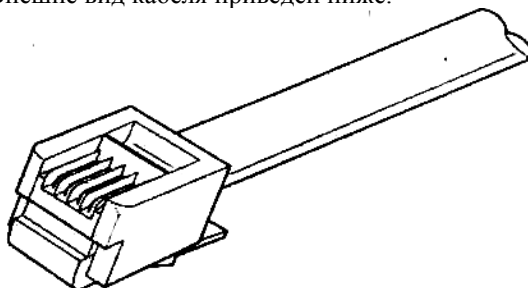


Рис. Неэкранированная витая пара

Кабель позволяет соединять напрямую только два компьютера, поэтому в сетях построенных на витой паре преобладает топология типа "звезда" (см. далее в лекциях), когда каждый из компьютеров, при помощи своего кабеля подключен напрямую к дополнительному сетевому устройству - концентратору (hub), который и обеспечивает взаимодействие между компьютерами в сети. Таким образом, при повреждении кабеля, сеть продолжит функционировать, а исчезнет связь только с одним компьютером, что легко диагностируется и устраняется. С другой стороны, при повреждении концентратора сеть станет недоступной для всех компьютеров, подключенных к нему.

Экранированная витая пара

В экранированной витой паре (STP, shielded twisted pair) изолированная пара проводников дополнительно помещена в экранирующую оплетку, что еще в большей степени увеличивает степень помехозащищенности сигналов. Экранированные витые пары внешне напоминают силовые электрокабели, используемые в быту.

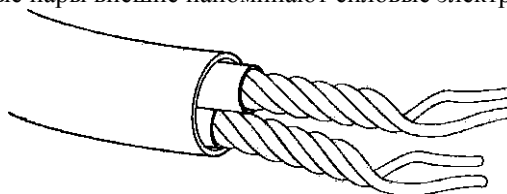


Рис. Экранированная витая пара.

По экранированным витым парам передают только данные, голос не передают. Экранирование защищает передаваемые сигналы от внешних помех, а также уменьшает вредное для здоровья электромагнитное излучение. Однако наличие заземляемого экрана удорожает кабель и усложняет его прокладку. Кроме того, экранированная витая пара имеет волновое сопротивление 150 Ом, поэтому невозможно просто "улучшить" отдельные участки сети, путем замены неэкранированной витой пары (100 Ом) на экранированную – для этого потребуются также заменить сетевые адаптеры.

Тонкий коаксиальный кабель

Тонкий коаксиальный кабель RG-58 (иногда называется CheaperNet или ThinNet) представляет собой медный провод, экранированный при помощи оплетки. Толщина кабеля 6 мм. Волновое сопротивление 50 Ом. Схематично коаксиальный кабель изображен ниже. Следует отличать тонкий коаксиальный от телевизионного кабеля, применяемого в кабельном телевидении. Несмотря на схожесть, телевизионный кабель (RG-59) имеет волновое сопротивление 75 Ом и не предназначен для использования в компьютерной сети.



Рис. Коаксиальный кабель (схема).

Кабель к компьютерам в сети присоединяется при помощи T-коннектора (см. рис.), оба конца кабеля должны заканчиваться терминаторами 50 Ом. При отсутствии терминатора в кабеле будут образовываться стоячие волны, что скорее всего приведет к неработоспособности всего сегмента сети. Схема подключения изображена ниже.

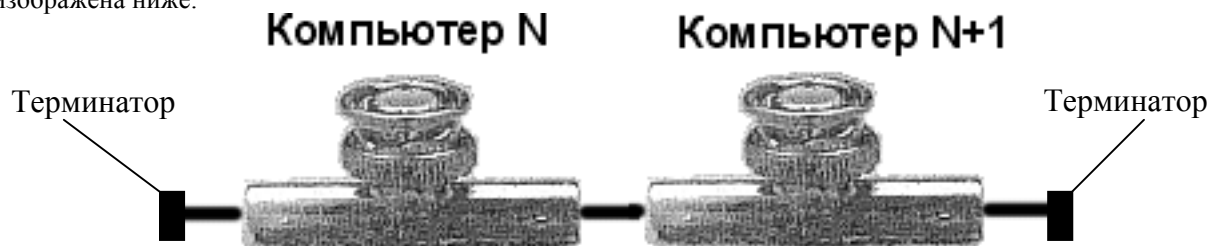


Рис. Подключение к тонкому коаксиальному кабелю при помощи T-коннекторов (схема).

Сети, построенные на тонком кабеле Ethernet, имеют топологию "общая шина" (см. далее в лекциях), т.е. все компьютеры в сегменте сети подключены к одному кабелю. Из-за технических особенностей, при повреждении участка кабеля (или плохом контакте в Т-коннекторе или терминаторе) сеть не распадется на два изолированных, но работающих фрагмента, а полностью выходит из строя. Это снижает ее надежность, а также значительно затрудняет диагностику места возникновения неполадки. В связи с этим, перспективнее строить сети на основе кабеля "витая пара". Использование коаксиального кабеля считается устаревшей технологией, которая, например, даже не поддерживается протоколом Fast Ethernet. Тем не менее, большинство небольших офисных сетей продолжают использовать коаксиальный кабель, как исторически, так и просто экономя средства, т.к. использование "витой пары" предполагает покупку концентратора (hub) .

Толстый коаксиальный кабель

Толстый коаксиальный кабель (RG-8 и RG-11) имеет толщину 12 мм и бывает двух разновидностей: гибкий и жесткий. Он имеет большую степень помехозащищенности, большую механическую прочность, а также позволяет подключать новый компьютер к кабелю, не останавливая работу сети. Однако он сложен при прокладке, а для подключения к нему требуется специальное устройство (трансивер). Трансивер устанавливается непосредственно на кабеле контактно (прокалыванием) или бесконтактно, и питается от сетевого адаптера компьютера. Трансивер соединяется с сетевым адаптером при помощи кабеля AUI (Attachment Unit Interface) длиной до 50 метров. Сетевой адаптер должен иметь разъем AUI (разъем DB-15), который обычно имеется в концентраторах (hub-ax). Основная область применения толстого коаксиального кабеля – магистральные линии, соединяющие этажи здания (если использовать оптоволоконный кабель не позволяют средства).

Оптоволоконный кабель

В оптоволоконном кабеле для передачи сигналов используется свет. Он обычно состоит из центральной стеклянной нити толщиной в несколько микрон (световода), покрытой сплошной стеклянной оболочкой, обладающей меньшим показателем преломления, чем световод. Распространяясь по световоду, лучи света не выходят за его пределы, отражаясь от покрывающего слоя оболочки. Все это в свою очередь спрятано во внешнюю защитную оболочку. В первых оптоволоконных кабелях в качестве материала для световода использовалось стекло. В современных разработках используется также пластик. В качестве источника света в таких кабелях применяются светодиоды (длина волны 850 нм и 1300 нм) или полупроводниковые лазеры (длина волны 1300 нм и 1500 нм), а информация кодируется путем изменения интенсивности света. На приемном конце кабеля детектор преобразует световые импульсы в электрические сигналы. Волоконно-оптические кабели присоединяют к оборудованию разъемами MIC, ST и SC.

Различают следующие виды оптоволоконных кабелей:

- одномодовый кабель
- многомодовый кабель со ступенчатым изменением показателя преломления
- многомодовый кабель с плавным изменением показателя преломления

В одномодовом кабеле (Single Mode Fiber, SMF) используется центральный проводник очень малого диаметра, соизмеримого с длиной волны света — от 5 до 10 мкм. При этом практически все лучи света распространяются вдоль оптической оси световода, не отражаясь от внешнего проводника. В качестве источника света используется полупроводниковый лазер. Это самый дорогой тип кабеля, с самыми высокими показателями.

В многомодовых кабелях (Multi Mode Fiber, MMF) используются более широкие внутренние сердечники, которые легче изготовить технологически. В многомодовых кабелях во внутреннем проводнике одновременно существует несколько световых лучей, отражающихся от внешнего проводника под разными углами. Угол отражения луча называется модой луча. В качестве источников излучения в многомодовых кабелях применяются светодиоды, т.к. они дешевле. В целом, многомодовое волокно дешевле одномодового, хотя его характеристики хуже (больше затухание сигнала, уже полоса пропускания).

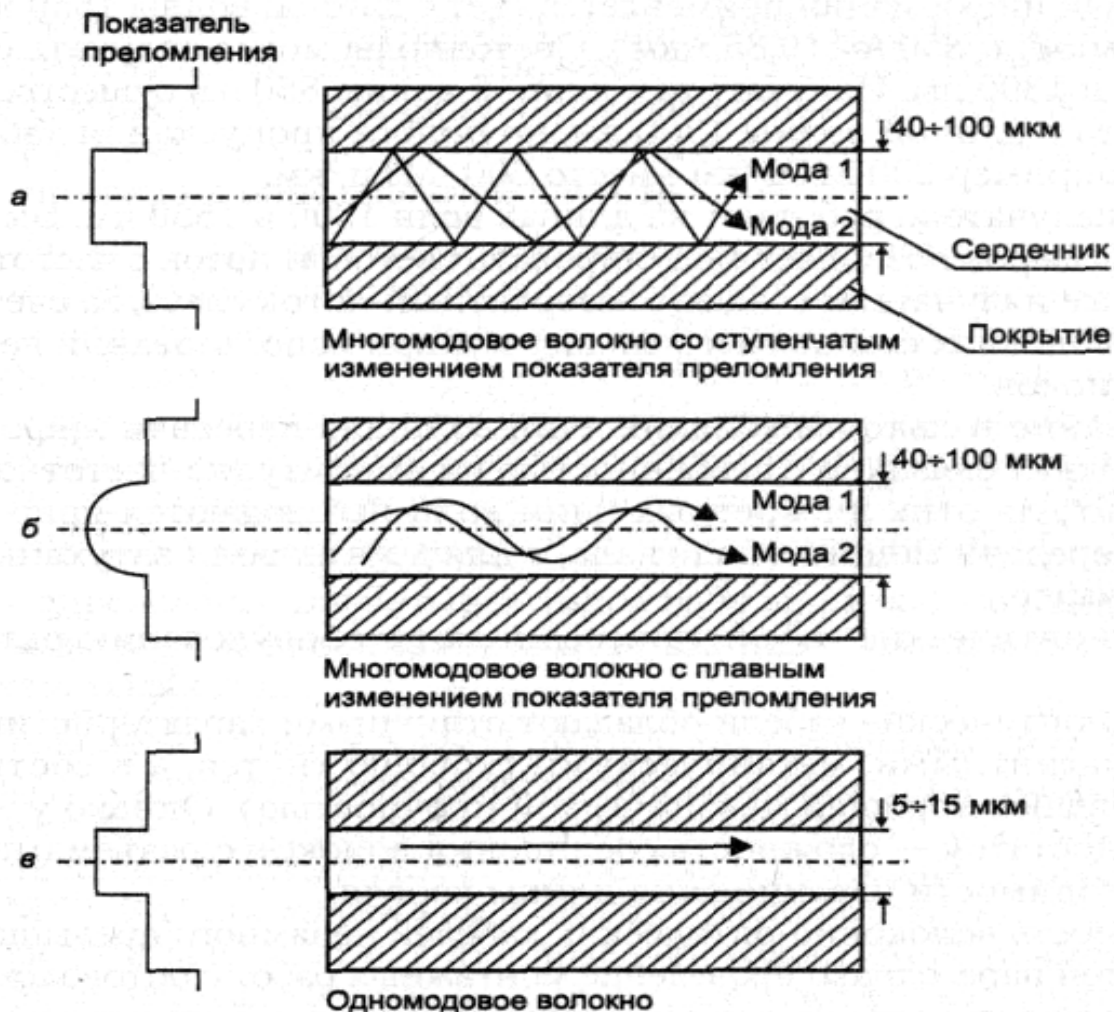
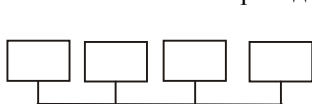


Рис. Типы оптоволоконного кабеля

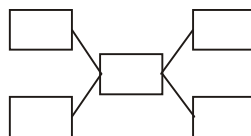
Волоконно-оптические кабели обладают отличными характеристиками: защищенность от электромагнитных помех, механическая прочность (в изоляции) и хорошая гибкость. Однако у них есть серьезный недостаток — сложность соединения волокон с разъемами и между собой при необходимости наращивания длины кабеля. Сама стоимость волоконно-оптических кабелей ненамного превышает стоимость кабелей на витой паре, однако проведение монтажных работ с оптоволоконном обходится намного дороже из-за трудоемкости операций и высокой стоимости применяемого монтажного оборудования. Так, присоединение оптического волокна к разъему требует проведения высокоточной обрезки волокна в плоскости строго перпендикулярной оси волокна, а также выполнения соединения путем сложной операции склеивания, а не обжатия, как это делается для витой пары. Выполнение же некачественных соединений сразу резко сужает полосу пропускания волоконно-оптических кабелей и линий. Для установки разъемов, создания ответвлений, поиска неисправностей в оптоволоконном кабеле необходима специальная аппаратура и высокая квалификация. Поэтому оптоволоконную линию чаще всего используют в качестве основной высокоскоростной магистрали крупной ЛВС, к которой через шлюзы (см. далее в лекциях) подключаются сегменты сетей отделов, построенные на "витой паре" или коаксиальном кабеле.

3. Топология сети

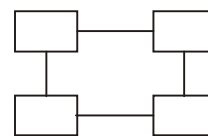
Под топологией подразумевается способ соединения компьютеров сетевыми кабелями. Самые распространенные топологии приведены ниже.



Общая шина



Звезда



Кольцевая
ТОПОЛОГИЯ

Рис. Наиболее распространенные топологии сетей.

Топология "общая шина" чаще всего используется для сетей Ethernet на коаксиальном кабеле, а топология "звезда" – для сетей на "витой паре". Кольцевая топология характерна для сетевых карт TokenRing, хотя кольцо там чисто логическое и физически сеть, скорее всего, будет построена по смешанной топологии "звезда" и "кольцо". В крупных ЛВС топология почти наверняка будет смешанной, а между компьютерами будет более одной связи. Возможны любые топологии, в том числе и не упомянутые выше.

4. Одноранговые сети и сети с выделенным файловым сервером.

Одноранговые сети – это сети равноправных компьютеров, т.е. каждый компьютер одновременно выполняет функции и рабочей станции (работают пользователи) и файлового сервера (хранение и разделение файлов). Для создания одноранговой сети в Windows 95 достаточно просто включить совместный доступ к файлам и принтерам (Пуск/Настройка/Сеть/Конфигурация/Доступ к файлам и принтерам) и создать сетевую папку, диск или принтер на своем компьютере, разрешив к ней доступ из сети (Мой компьютер/Выделить папку или диск/Контекстное меню/Доступ/Указать сетевое имя ресурса, установить разрешения доступа). Если это сделают и другие пользователи в сети, то вы сможете работать с дисками друг друга.

Преимущества одноранговой сети очевидны: экономятся деньги на покупке файлового сервера. Поэтому для маленьких ЛВС, где не требуется высокая производительность и надежность хранения данных и число пользователей невелико (2-11 человек), одноранговые сети являются эффективным решением.

Однако у одноранговых сетей есть и серьезные недостатки:

1. Низкая скорость доступа к данным.

В организации невозможно на каждом рабочем месте поставить высокопроизводительный компьютер. Поэтому, если к старенькому Pentium-у бухгалтера будут постоянно обращаться другие пользователи, то за компьютером работать станет просто невозможно, не говоря уже о том, что доступ к нему будет крайне замедлен.

2. Низкая надежность работы сети.

По той же причине, что и в п.1, надежность старого Pentium-а и нового файлового сервера с системой дублирования дисков, источником бесперебойного питания, надежной файловой системой и т.д. просто не сопоставимы. Кроме того, если бухгалтер, не озаботившись, что на его компьютер "пишут" другие пользователи, выдернет его из розетки, то данные могут быть просто испорчены.

3. Сложность администрирования сети.

Построение профессиональной ЛВС подразумевает использование профессиональной сетевой операционной системы (типа Windows NT 5.0, NetWare или Linux). В одноранговой сети это сделать невозможно, т.к. рядовые пользователи не смогут, да и не должны разбираться в таких ОС. Кроме того, их компьютеры просто "не потянут" эти операционные системы из-за ограниченных возможностей аппаратуры. В связи с этим будет очень сложно управлять сетью, выставить права доступа, вести журналы регистрации и т.д. Построение же защищенной сети станет вообще невозможным, т.к. Windows 95/98 – самая уязвимая, с точки зрения безопасности, операционная система.

В ЛВС с выделенным файловым сервером, компьютеры пользователей (рабочие станции) не разделяют диски друг друга. Вместо этого один (или несколько) компьютеров выделены исключительно для работы с файлами (файловый сервер), архивного хранения данных (сервер резервного копирования), управления печатью на сетевом принтере (сервер печати) или организации доступа в ЛВС по телефонным линиям (модемный пул). Пользователи за сервером не работают, за исключением редких случаев его настройки администратором сети, поэтому он может вообще не иметь монитора или иметь дешевый монохромный монитор. Для того, чтобы файл пользователя стал доступен другим людям в сети, он должен скопировать его на файловый сервер, в каталог, доступный другим пользователям. Преимущества построения сети с выделенным файловым сервером прямо противоположны недостаткам одноранговых сетей, однако это решение более дорогое.

Особенно хотелось бы остановиться на безопасности, которую может обеспечить такое построение сети. Во-первых, файл-сервер позволяет установить на нем профессиональную сетевую операционную систему с четкой моделью разграничения доступа, протоколированием доступа, надежными алгоритмами аутентификации (подтверждения личности пользователя) и шифрования. Так например, возможность шифрования файлов встроена в Windows 2000 Server уже на уровне операционной системы. Также сервер можно физически установить в хорошо защищенном и охраняемом помещении, а в качестве компьютеров пользователя использовать **бездисковые рабочие станции**, т.е. компьютеры, у которых отсутствует винчестер и дисковод, так что после выключения в них не сохраняется никакой информации (все файлы хранятся на сервере). В таком случае информацию нельзя несанкционированно скопировать на дискету, а кража бездисковой рабочей станции ничего не даст. Иногда бездисковые рабочие станции используют в целях экономии, однако это неверно, т.к. сильно повышает нагрузку на сеть. Кроме того, из-за специфического ПЗУ начальной загрузки, в будущем ее не удастся переделать в самостоятельный компьютер, даже установив винчестер.

Другим средством повышения защищенности сети, является организация удаленного доступа к ЛВС только через **модемный пул**. Часто пользователи, сетевые компьютеры которых имеют модем,

настраивают их так, чтобы позвонив из дома можно было бы работать за компьютером также, как и сидя за ним в офисе. Однако, не являясь специалистами в области компьютерной безопасности, они тем самым создают "черный вход" для проникновения в ЛВС. Поэтому целесообразнее не предоставлять им такую возможность, а организовывать удаленный доступ в сеть только через специальный выделенный сервер, где будет вестись аутентификация (подтверждение личностей) пользователей, протоколирование их работы, а разрешения доступа будут выставлены с учетом того, что связь идет по телефонным линиям и может быть перехвачена.

5. Сетевое оборудование

Помимо серверов и рабочих станций в локальной сети используется большое количество дополнительного оборудования. В сети на витой паре, объединяющей больше двух компьютеров, будет, по крайней мере, один концентратор (hub), к которому и будут подключены все компьютеры. В более крупных сетях, скорее всего, появятся мосты, коммутаторы, маршрутизаторы. Подробнее все это оборудование будет рассмотрено в последующих лекциях, после рассмотрения сетевых протоколов.

6. Сетевые операционные системы.

Практически все современные ОС поддерживают работу в сети. Однако в качестве ОС для сервера чаще всего используются Novell NetWare, Unix, Linux и Windows NT (Windows 2000 Server). Ниже будут кратко рассмотрены эти ОС, а также упомянуты такие ОС, как MacOS X, OS/2 Warp Server, BeOS и др. Не будут рассматриваться ОС MS Windows 95/98/ME, т.к. они представляют собой исключительно клиентские ОС, и построение сервера на базе этих операционных систем не рационально. Не будут также рассматриваться MS DOS 6.0 и MS Windows 3.11, т.к. они не отвечают современным требованиям.

6.1. ОС Novell NetWare

Одна из первых коммерческих сетевых ОС, позволивших строить сети произвольной топологии, состоящих из разнородных компьютеров. Если раньше сетевые ОС сильно зависели от конкретной конфигурации сети, то ОС Novell NetWare стала первой универсальной сетевой ОС. Любая сетевая карта, имеющая драйвер ODI (Open Datalink Interface) может использоваться в сетях Novell. Благодаря такой универсальности ОС быстро завоевала рынок, и долгое время оставалась основной ОС для локальных сетей. С 1990 года даже фирма IBM стала перепродавать NetWare, и по сегодняшний день эта ОС используется достаточно широко.

Текущей версией ОС является NetWare 5.x. Помимо удобного графического интерфейса, эта версия NetWare имеет ряд других характерных особенностей:

1) NetWare 5.0 использует в качестве основного сетевого протокола TCP/IP (протокол, используемый в сети Internet). Если предыдущие версии NetWare работали на собственном протоколе фирмы Novell - протоколе IPX/SPX, а протокол TCP/IP мог использоваться только поверх IPX/SPX (также эмулировался NetBIOS), то теперь NetWare 5.0 предлагает следующие варианты:

- только протокол TCP/IP
- протокол TCP/IP в режиме "совместимости" (может использоваться IPX/SPX поверх TCP/IP)
- совместное использование протоколов TCP/IP и IPX/SPX (оба протокола работают параллельно и независимо)
- только протокол IPX/SPX.

2) В NetWare используется служба каталога NDS (Novell Directory Service), которая представляет собой единую распределенную базу данных в виде дерева каталогов, в которой описываются все объекты сети (пользователи, группы пользователей, принтеры и т.д.), с указаниями прав доступа. База данных NDS является общей для всей сети. Если в предыдущих версиях NetWare 3.x и 2.x необходимо было создавать учетную запись пользователя (имя и пароль) на каждом сервере сети, то в NetWare 5.0 достаточно один раз зарегистрировать пользователя в NDS и он получит доступ ко всем серверам сети.

3) В NetWare используется мощная и гибкая модель разграничения доступа. Система безопасности подключения к сети включает в себя: ограничения на срок действия и частоту смены пароля, запрет на повторное использование старых паролей, ограничение времени суток и адресов компьютеров, с которых пользователь может подключаться к сети, запрет одному и тому же пользователю на подключение к сети с нескольких машин одновременно. Система безопасности файловой системы позволяет для каждого файла и каталога назначить различным пользователям любую комбинацию следующих прав доступа: чтение, запись, создание, удаление, модификация (имени файла и его атрибутов), просмотр (содержимого каталога), изменение прав доступа, супервизор (полный набор всех прав). Аналогично регулируется доступ и к любым другим объектам NDS (права на просмотр, создание, удаление, переименование объектов, чтение, запись, сравнение и добавление их свойств, права супервизора). NetWare имеет также двухстороннюю систему аудита: внешние независимые аудиторы могут анализировать события в сети, не имея доступа к секретным данным, в то же время, администраторы сети не имеют доступа к данным аудита.

4) В NetWare 5.0 поддерживаются как традиционные тома (аналог логических дисков), так и тома NSS (Novell Storage Services). Традиционные тома обеспечивают надежную файловую систему, основанную на обработке транзакций (при сбое, файлы восстанавливаются в состояние "до сбоя"), сжатие файлов и систему

зеркального отражения дисков (данные параллельно пишутся на два различных винчестера: при повреждении одного, информация будет считана с другого). Тома NSS могут иметь размер до 8 терабайт и хранить до 8 триллионов файлов. Доступ к томам NSS происходит гораздо быстрее, чем к традиционным томам. В качестве тома NSS может монтироваться CD-ROM и разделы DOS.

5) В NetWare 5.0 реализована распределенная система печати NDPS (Novell Distributed Print Services), которая была разработана совместно с компаниями Hewlett-Packard и Xerox и позволяет реализовать:

- двухсторонний обмен данными (компьютер имеет возможность передавать данные на принтер, и принтер имеет возможность передавать данные в компьютер).
- оповещение о событиях (принтер по сети имеет возможность оповестить технический персонал, например о том, что кончился тонер).
- автоматическая загрузка драйверов принтера, шрифтов и др. ресурсов на компьютеры, которым требуется производить распечатку документов.

6) В комплект поставки NetWare 5.0 входит мощный и простой в использовании Web-сервер FastTrack Server for NetWare, тесно интегрированный с NDS и поддерживающий большинство языков разработки приложений для Web. FastTrack Server призван заменить собой Novell Web Server, использовавшийся в предыдущих версиях NetWare.

7) В состав сервера NetWare 5.0 входит виртуальная машина Java, что позволяет запускать приложения и апплеты Java на сервере. Например, графическая утилита управления сервером ConsoleOne написана на языке Java.

К сожалению, объемы лекции не позволяют раскрыть всю гамму возможностей ОС NetWare (основной упор в последующих лекциях будет сделан на рассмотрении ОС Linux и Windows 2000 Server). Тем не менее, NetWare продолжает оставаться удобной и широко используемой сетевой ОС для сервера.

6.2. ОС Windows NT

Эта сетевая операционная система очень мощная и удобная в администрировании, т.к. имеет хорошо продуманный графический интерфейс, привычный пользователям Windows, и позволяющий автоматизировать и упростить выполнение типовых задач. Однако, с точки зрения сетевой безопасности, она оставляет желать лучшего. Негативную роль здесь играет и "закрытость" системы, т.е. отсутствие возможности изменить и протестировать ее программный код под свои нужды (как это возможно в FreeBSD или Linux). Если для быстрого развертывания и простоты обслуживания локальной сети целесообразно использовать Windows NT, то для Internet-сервера лучше использовать различные клоны Unix и Linux. Эти утверждения подтверждаются фактическим материалом: по данным исследовательского сайта **void.ru** только 16% серверов домена RU используют Windows NT, а 60% приходится на Linux и клон Unix ОС FreeBSD (остальные 24% либо не были протестированы в ходе исследований, либо приходятся на другие ОС, например, ОС Solaris – 2.5%). Последней версией Windows NT, в настоящее время является Windows NT 5.0 (Windows 2000 Server). В связи с важностью вопроса, эта операционная система будет рассмотрена в лекциях отдельно.

6.3. ОС Unix, Linux

ОС Unix является старейшей сетевой операционной системой (создана в 1969 г.) и по сегодняшний день используется в Internet (см. статистику выше). Существует множество клонов Unix – практически ничем не отличающихся друг от друга операционных систем разных производителей: FreeBSD, BSD Unix (университет Berkley), SunOS, Solaris (фирма Sun Microsystems), AIX (фирма IBM), HP-UX (фирмы Hewlett Packard), SCO (фирмы SCO) и др. Самым популярным клоном Unix пожалуй является FreeBSD, в основном из-за того, что ее исходные тексты распространяются свободно, что позволяет произвольно переделывать ОС "под себя", а также тестировать систему на отсутствие ошибок и "черного хода". В связи с этим, FreeBSD содержит гораздо меньше ошибок, чем коммерческие варианты Unix, т.к. отладкой и устранением ошибок занималась не одна компания, а все программистское сообщество.

К клонам Unix можно отнести и Linux, однако в последнее время он выделился в самостоятельную операционную систему и продолжает бурно развиваться. Существует множество дистрибутивов (пакетов установки) Linux различных фирм. Самые популярные из них – это Red Hat Linux (США) и Mandrake (Европа). Существуют также Slackware Linux, Corel Linux, Caldera OpenLinux, Debian Linux, SuSE Linux, Black Cat Linux, Connectiva Linux и др. Структура файловой системы, система разграничения доступа и основные команды в Linux и Unix сходны. С точки зрения пользователя, основным отличием Linux от ранних версий Unix является удобный графический интерфейс, во многом сходный с интерфейсом Windows (особенно у графической рабочей среды Gnome), а основным преимуществом, по сравнению с Windows, - большая надежность и скорость работы, большая защищенность файловой системы (в том числе и от вирусов) и более профессиональные средства работы с локальной сетью и Internet. Для Linux существует и разрабатывается большое количество программного обеспечения: от офисного пакета Star Office и графического редактора Corel Draw, до мощных СУБД (DB2 фирмы IBM) и систем разработки программ на C++, Perl, Java и др. И хотя пока еще рано рекомендовать неопытному пользователю переходить на Linux (в основном из-за проблем с использованием русских шрифтов в приложениях – отсутствует единая прозрачная схема настройки), тем не менее, в будущем, Linux возможно займет значительное место в нише ОС для домашних компьютеров. Пока же, он четко удерживает статус "удобной ОС для профессионалов", а также

используется как ОС для устройств бытовой электроники. Подробнее ОС Linux будет рассмотрена далее в лекциях.

6.4. ОС MacOS X

Если традиционно фирма Apple создавала свою операционную систему MacOS, как удобную ОС для настольных компьютеров, то MacOS X ориентирована на использование в качестве ОС для сервера. Это операционная система для компьютеров Macintosh, в основу построения которой были положены те же принципы, что и в ОС Unix. Фирма Apple создала операционную систему, которая сочетает в себе удобный графический интерфейс MacOS и зарекомендовавший себя "профессионализм" Unix систем. Если ваш сервер является компьютером Macintosh (процессор PowerPC), то использование MacOS X в качестве ОС более чем приемлемо.

6.5. ОС OS/2 Warp Server 5

OS/2 Warp Server – это мощная серверная ОС, построенная на идеологии клиент-сервер (программа подразделяется на две части, которые работают совместно: одна – на компьютере клиента, вторая – на сервере). Первоначально OS/2 было совместной разработкой фирм IBM и Microsoft (поэтому в OS/2 поддерживалось программное обеспечение DOS и Windows). Однако впоследствии фирмы прекратили сотрудничество. IBM продолжила развитие OS/2, а вариант Microsoft, называвшийся OS/2 Lan Manager, в дальнейшем трансформировался в ОС Windows NT. В настоящее время, под OS/2 понимается вариант фирмы IBM. Помимо серверного варианта, существует и клиентский вариант OS/2 Warp Client 5.0. Характерными чертами OS/2 является:

- высокая надежность работы.
- хорошо реализованная вытесняющая многозадачность (включая нити). Задачи подразделяются на приоритетные классы: критический, серверный, нормальный, отложенный. Внутри нормального класса приоритет формируется динамически.
- удобный объектно-ориентированный графический интерфейс, возможность работы в режиме командной строки, специальный язык REXX для написания командных файлов.
- простота конфигурирования практически любых настроек ОС.
- высокопроизводительная и надежная файловая система HPFS (High Performance File System). В серверной версии применяется "журналируемая ФС" (JFS), перенесенная из ОС AIX и обеспечивающая высокую надежность.
- мощная система разграничения доступа к данным, хорошая защищенность от вирусов и др.

6.6. ОС BeOS

BeOS - операционная система, которая была создана в 1996 году, в компании Be, Inc, как операционная система для мультимедийного интернет - компьютера BeBox. Однако этот компьютер не снискал большой популярности, и в дальнейшем BeOS была перенесена на платформы PowerPC (Macintosh) и Intel x86 (IBM).

BeOS - полностью графическая система, созданная специально для работы с мультимедиа и Internet. Система обладает удобным и приятным пользовательским интерфейсом. Графическая система BeOS реализована в клиент - серверной архитектуре, что открывает возможности для многопоточной обработки и разделения задач между процессорами. BeOS обладает хорошей поддержкой мультипроцессорности, надежностью и обладает средой разработки приложений на языке C++, что приводит к появлению множества бесплатных программ. BeOS способна работать с файлами в несколько терабайт. А ко всему этому BeOS распознает такие файловые системы как FAT16/32 (Windows), HFS (Mac OS), NFS и другие. Сама операционная система занимает меньше 200 Мб, хотя набор стандартного программного обеспечения намного шире, чем в Windows. А ставится BeOS не более 10 минут.

Хотя BeOS и не задумывалась, как серверная ОС, однако ее сетевые возможности очень широки:

- **Многопоточный сетевой доступ:** сетевые возможности BeOS максимально многопоточны, и используют для своей работы многопроцессорную обработку.
- **Использование TCP/IP:** сетевые возможности BeOS базируются на протоколе TCP/IP, "родном" протоколе Internet.
- **Разделение доступа к файлам, основанное на FTP:** встроенные в систему возможности распределения доступа к файлам базируются на протоколе FTP, что позволяет разделять доступ к файлам с пользователями, использующими BeOS, Windows, Unix, Mac OS или любую другую систему, поддерживающую протокол FTP.
- **Интегрированный Web-сервер:** Встроенные в систему простейшие возможности Web-сервера, позволяют публиковать web-страницы с первого дня использования системы. Эти возможности являются модульными и могут быть заменены более мощными сервисами сторонних производителей.
- **Интегрированный Web-браузер:** NetPositive, Web-браузер BeOS, предлагает быструю обработку Internet-страниц, или чтение документации по BeOS, прилагающейся на CD. NetPositive поддерживает спецификацию HTML 3.2, HTTP 1.0 и 1.1, FTP, SSL, и другие Internet-стандарты.

- **Интегрированные почтовые сервисы:** Почтовые сервисы Internet, включая почтового клиента POP3, встроены в BeOS. Эти возможности являются модульными, поэтому могут быть расширены или заменены сторонними разработчиками.
- **Интегрированный сервер Telnet:** стандартный Internet-сервис Telnet встроен в систему.
- **Совместимость с Unix (Posix):** BeOS имеет полную функциональную совместимость с Unix, что делает возможным перекомпиляцию Unix-совместимого кода без каких-либо изменений. BeOS имеет Unix-подобную командную строку и оболочку bash. Эти возможности также могут быть задействованы удаленно с помощью Telnet.
- **Совместимость с сетями Microsoft:** BeOS включает в себя клиента для сетей Microsoft, позволяя BeOS-системам получать доступ к общим (shared) дискам, файловым серверам и доменам Windows.
- **Поддержка печати AppleTalk:** BeOS поддерживает печать на AppleTalk-базированные принтеры через стандартные сети Ethernet, позволяя печатать на стандартных лазерных принтерах AppleTalk. BeOS также поддерживает TCP/IP-базированные принтеры.

6.7. ОС QNX 6.0

ОС QNX была разработана канадской фирмой QNX Software Systems, Ltd. для систем реального времени, т.е. компьютерных систем в которых необходима "быстрая реакция" операционной системы (порядка нескольких микросекунд). Системы реального времени применяются в управлении технологическими процессами (автоматизированные производства, ТЭЦ, атомные станции).

Название QNX происходит от сокращения Quick Unix (быстрый Unix). QNX – это система, построенная по стандарту POSIX (общий стандарт для всех Unix - систем), но отличающаяся чрезвычайно небольшими размерами и быстродействием. Микроядро QNX занимает всего 32 килобайта. Этого удалось добиться за счет того, что в состав микроядра включены только самые необходимые функции (управление реальной памятью; создание, переключение и взаимодействие между процессами; управление сетевым взаимодействием), а все прочие менеджеры ресурсов ОС являются такими же процессами, как и процессы пользователей. ОС QNX не требовательна к аппаратуре: для ее нормальной работы достаточно достаточно Pentium 200 с 32 Мб RAM.

Несмотря на столь скромные размеры и требования QNX обеспечивает удобную графическую оболочку Photon, схожую с оболочкой Windows, а также оболочку X-Photon для поддержки приложений X-Windows. QNX позволяет запускать приложений Windows и DOS в режиме эмуляции, планируется возможность запускать Linux-программы (пока их перенос возможен только в виде исходных текстов). Файловая система QNX устойчива к внезапным отключениям питания. QNX также обеспечивает доступ к дискам с файловыми системами fat32 (Windows), ext2 (Linux) и ISO9660 (CD-ROM). В QNX имеется удобные графические средства визуальной разработки приложений, например Photon Application Builder.

Сетевые возможности QNX обширны и отражают специфику применения QNX в автоматизированных системах управления производством. QNX изначально проектировалась как сетевая операционная система. Сеть QNX напоминает скорее единую большую ЭВМ, чем просто набор персональных компьютеров. При использовании протокола QNET, сеть превращается в один виртуальный суперкомпьютер, создавая единый однородный набор ресурсов, доступ к которым возможен из любого места сети. QNET также предусматривает возможность одновременной работы по нескольким физически параллельным сетям (основная и резервная). Такое построение сети способно обеспечить надежность и гораздо более быструю реакцию системы, что важно в автоматизированных системах управления производством. В условиях производства используются программируемые контроллеры и другие устройства ввода/вывода, работающие в режиме реального времени, которые могут потребовать значительных ресурсов, для обработки получаемой от них информации. Сеть QNX позволяет сфокусировать вычислительную мощность системы на производственном оборудовании там, где это необходимо, не жертвуя в то же время интерфейсом пользователя. К дополнительным сетевым возможностям QNX также относятся:

- возможность динамического подключения и замены сетевых драйверов, изменение параметров сети без приостановки ее работы.
- одновременное параллельное сосуществование различных протоколов (например QNET и TCP/IP).
- возможность регулировки нагрузки сети "на лету" и автоматическая переконфигурация сети, при выходе узлов из строя.
- встроенный в ОС компактный веб-сервер Slinger, поддерживающий SSI и CGI, что позволяет выдавать динамическую информацию о состоянии техпроцесса в виде HTML-документов. Организация рабочего места оператора сводится к установке компьютера с ОС, поддерживающей TCP/IP и содержащей в себе Web-браузер (Internet Explorer, Netscape Navigator и т.д.). Можно также воспользоваться Web-браузером Voyager, входящий в комплект поставки QNX.
- поддержка IP – фильтров, позволяющих реализовывать межсетевые экраны, поддержка NAT.

В заключение хочется подчеркнуть, что основное назначение QNX – это использование в сетях автоматизированного управления производством реального времени. И хотя при помощи QNX можно организовать узел Internet или файл-сервер локальной сети, лучше для этих целей пользоваться другими операционными системами.

6.8. Операционные системы мейнфреймов (VSE/ESA, VM/ESA, OS/390)

Мейнфреймы редко используются даже в ЛВС предприятий запада, и информация, приведенная ниже, предназначена только для ознакомления. Мейнфреймы семейства ESA фирмы IBM (ES/9000 и System/390) представляют собой высокопроизводительные компьютеры с большим количеством ресурсов и высоким соотношением производительность/цена (при условии полной загрузки). Мейнфреймы семейства ESA представляют собой эволюционное развитие ряда System/360 - System/370 и отличаются большим объемом возможностей, реализованных на аппаратном уровне: мультипроцессорную обработку, средства создания системных комплексов, объединяющих несколько мейнфреймов, средства логического разделения ресурсов вычислительной системы, встроенный криптографический процессор, высокоэффективную архитектуру каналов ввода-вывода и т.д. Современные ОС для мейнфреймов ESA (VSE/ESA, VM/ESA, MVS/ESA) представляют собой развитие ОС, работавших на System/360, System/370.

1) ОС VSE/ESA (Virtual Storage Extended) ориентирована на использование в конечных и промежуточных узлах сетей. Она функционирует на наименее мощных моделях мейнфреймов. VSE эффективно выполняет пакетную обработку и обработку транзакций в реальном времени. Основное же назначение VSE – поддержка ПО, разработанного еще для System/360.

2) ОС VM/ESA (Virtual Machine) - гибкая интерактивная ОС, поддерживающая одновременное функционирование большого числа различных ОС на одной вычислительной системе, благодаря механизму виртуальных машин (ВМ). Монитор виртуальных машин (МВМ) распределяет ресурсы между виртуальными машинами. У каждой ВМ создается "впечатление", что в ее монопольном распоряжении имеется целая ЭВМ со всеми ее ресурсами, и ВМ представляет собой самостоятельный компьютер. На самом же деле ВМ владеет не всеми ресурсами вычислительной системы, а лишь теми из них, которые для нее выделил МВМ. Причем, это может быть как часть реальных ресурсов, так и ресурс, которого в вычислительной системе на самом деле нет, но МВМ моделирует его для ВМ. Когда ВМ выполняет команду, происходит прерывание, управление передается МВМ, и он прозрачно для ВМ выполняет для нее эту команду на реальном оборудовании или моделирует ее выполнение. ОС VM/ESA в основном используется при разработке операционных систем, т.к. ошибка при отладке разрабатываемой операционной системы может привести к порче или "зависанию" виртуальной машины, но не отразится на работе всей вычислительной системы. ОС VM/ESA находит и промышленное применение.

3) ОС OS/390 в ранних версиях - MVS (Multiply Virtual Storage) - основная ОС для применения на наиболее мощных аппаратных средствах. Она обеспечивает наиболее эффективное управление ресурсами при пакетном и интерактивном режимах и обработке в реальном времени, возможно совмещение любых режимов. Обеспечивает также объединение вычислительных систем, динамическую реконфигурацию ввода-вывода, расширенные средства управления производительностью. OS/390 является стратегическим направлением в развитии ОС мейнфреймов. Все ОС ESA обладают набором средств анализа производительности и управления ею, но в OS/390 такой набор представлен наиболее полно.