

Оглавление

Основные определения и свойства компьютерных сетей	2
Классификация информационно – вычислительных сетей	3
Семиуровневая модель OSI. Назначение уровней. Применяемые протоколы и оборудование	5
Кодирование информации	6
Основные способы соединения в ЛВС. Требования, характеристики, аппаратура, преимущества и недостатки	7
Стандарты комитета 802	8
Стандарт 802.3. Множественный метод доступа с контролем несущей и обнаружением несущей.	9
Стандарт 802.4. ЛВС ArcNet. Стандарт 802.5. ЛВС Token Ring. Маркерные методы доступа.	10
Технология Token Ring	11
Разновидности сетей Ethernet. ЛВС Ethernet 10Base	12
Правила 5 – 4 – 3 и 4 –х хабов	13
Методика расчета конфигурации сети	13
Технология Fast Ethernet. Форматы кадров и физический уровень. Рекомендации по использованию Fast Ethernet	14
Основы технологии FDDI. Типы узлов и правила соединения их в сеть. Физический уровень. Рекомендации по использованию FDDI.	15
Перспективы высокоскоростных технологий. Технология Gigabit Ethernet	17
Перспективы высокоскоростных технологий. Технология 10GE и 100GE	17
Спутниковые каналы	18
Сотовые системы связи	19
Сети GPRS, WiFi, WiMax, LTE	20
Функции сетевого и транспортного уровней	21
Алгоритмы маршрутизации	22
Стек протоколов TCP/IP	25
Адресация в Ethernet. Методика определения адресного пространства вычислительных сетей	28
Frame Relay	32
ATM	33
Особенности технологии SDH (http://www.osp.ru/lan/2012/12/13033012/)	34
Иерархия в кабельных системах	35
Стандарты медных кабелей	36
Сетевые адаптеры	38
Концентраторы. Основные и дополнительные функции. Принцип работы. Конструктивное исполнение	39
Мосты	40

Коммутаторы. Основные и дополнительные функции. Принцип работы. Конструктивное исполнение.....	41
Коммутаторы. Управление потоком кадров.....	42
Коммутаторы 3 уровня.....	43
Маршрутизаторы . Основные и дополнительные функции. Принцип работы	44
Маршрутизаторы. Конструктивное исполнение.....	45

Основные определения и свойства компьютерных сетей

Локальные сети – система передачи данных, отличающаяся размещением её на ограниченной территории (max кампус), число обслуживаемых устройств ограничено (max 1024), вся сеть находится под контролем одной организации.

Основное назначение ЛВС:

1. Разделение или объединение ресурсов.
2. Обмен данными между устройствами.

Основные особенности ЛВС:

1. Размещение ЛВС целиком на ограниченной территории.
2. Соединение в ЛВС независимых устройств.
3. Передача информации обычно в цифровой форме.
4. Дешевые средства передачи и интерфейсные устройства.
5. Возможность взаимодействия каждого устройства с любыми другими.

Требования:

1. Выполнение функции по передачи данных
2. Соответствие существующим стандартам
3. Возможность подключения большого набора стандартных и специальных устройств
4. Доставка пакетов адресату с высокой достоверностью при обеспечении виртуальных соединений
5. Обеспечение непосредственной связи между устройствами без промежуточного накопления, не должно быть больших буферов между узлами, это резко снизит скорость
6. Простота монтажа, модификации и расширение сети (СКС – структурированные кабельные системы)

Характеристики ЛВС:

1. Скорость передачи данных (1Мбит до 10 Гбит).
2. Топология (шина, кольцо, звезда).
3. Передающая среда (витая пара, волоконно-оптический кабель, коаксиальный кабель, силовой кабель, радиоканал, инфракрасные и микроволны).
4. Основные методы доступа: случайный с разделенной шиной, тактируемый доступ с цикл. очередностью для сетей с кольцевой структурой, передача маркера.
5. Управляющие узлы сети.

Используемые каналные сети Мб широкополосными и однополосными. Для широкополосных характерно использование аналоговой техники, при этом аналоговый сигнал несущей частоты расположен в высокочастотном радиодиапазоне до 400 МГц. Стоимость интерфейса ЛВС не должна превышать 10 – 20% от стоимости подключаемых устройств.

Классификация информационно – вычислительных сетей

Классификация компьютерных сетей в технологическом аспекте (в качестве критериев классификации используются различные технологические характеристики сетей, такие как топология, метод коммутации, метод продвижения пакетов, тип среды передачи и др)

• По территории покрытия:

- локальные сети (Local Area Network, LAN) - это система передачи данных, отличающаяся её размещением на ограниченной территории (кампусом), число обслуживаемых устройств (узлов) ограничено (до 1024) и вся сеть находится под контролем одной организации.
- глобальные сети (Wide Area Network, WAN).

В локальных сетях обычно используются более качественные линии связи, которые не всегда доступны (из-за экономических ограничений) на больших расстояниях, свойственных глобальным сетям. Высокое качество линий связи в локальных сетях позволило упростить процедуры передачи данных за счет например отказа от обязательного подтверждения получения пакета. Благодаря этому скорость обмена данными между конечными узлами в локальных сетях, как правило, выше, чем в глобальных.

Также существуют так называемые городские сети, или сети мегаполиса (Metropolitan Area Network, MAN). Эти сети предназначены для обслуживания территории крупного города — мегаполиса, и сочетают в себе признаки как локальных, так и глобальных сетей. От первых они унаследовали большую плотность подключения конечных абонентов и высокоскоростные линии связи, а от последних — большую протяженность линий связи. В то же время появление городских сетей не привело к возникновению каких-нибудь качественно новых технологий¹, поэтому мы не выделили их в отдельный технологический тип сетей.

Также по территории можно выделить — Глобальная, Территориальная, Региональная, Корпоративная, Локальная

• В соответствии с технологическими признаками, обусловленными средой передачи, компьютерные сети подразделяют на два класса:

- проводные сети, то есть сети, каналы связи которых построены с использованием медных или оптических кабелей;
- беспроводные сети, то есть сети, в которых для связи используются беспроводные каналы связи, например радио, СВЧ, инфракрасные или лазерные каналы.

Тип среды передачи влияет на технологию компьютерной сети, так как ее протоколы должны учитывать скорость и надежность соединения, обеспечиваемого каналом, а также частоту искажения в нем битов информации. Любая беспроводная среда — будь то радиоволны, инфракрасные лучи или СВЧ-сигналы спутниковой связи — гораздо больше

подвержена влиянию внешних помех, чем проводная. Роса, туман, солнечные бури, работающие в комнате микроволновые печи — вот только несколько примеров источников помех, которые могут привести к резкому ухудшению качества беспроводного канала. А значит, технологии беспроводных сетей должны учитывать типичность таких ситуаций и строиться таким образом, чтобы обеспечивать работоспособность сети, несмотря на ухудшение внешних условий.

• В зависимости от способа коммутации сети подразделяются на два класса:

- сети с коммутацией пакетов
- сети с коммутацией каналов

• Сети могут быть классифицированы на основе топологии: полносвязная топология, дерево, звезда; кольцо, смешанная топология

Сети можно классифицировать в зависимости от того, кому предназначаются услуги этих сетей. **Итак, в зависимости от того, какому типу пользователей предназначаются услуги сети, сети делятся на два класса: сети операторов связи и корпоративные сети.**

- Сети операторов связи предоставляют публичные услуги, то есть клиентом сети может стать любой индивидуальный пользователь или любая организация, которая заключила соответствующий коммерческий договор на предоставление той или иной телекоммуникационной услуги.
- Корпоративные сети предоставляют услуги только сотрудникам предприятия, которое владеет этой сетью. Хотя формально корпоративная сеть может иметь любой размер, обычно под корпоративной понимают сеть крупного предприятия, которая состоит как из локальных сетей, так и из объединяющей их глобальной сети.

• В зависимости от функциональной роли в составной сети сети делятся на три класса: сети доступа, магистральные сети и сети агрегирования трафика.

О Сети доступа — это сети, предоставляющие доступ индивидуальным и корпоративным абонентам от их помещений (квартир, офисов) до первого помещения (пункта присутствия) оператора сети связи или оператора корпоративной сети.

О Магистральные сети — это сети, представляющие собой наиболее скоростную часть (ядро) глобальной сети, которая объединяет многочисленные сети доступа в единую сеть.

О Сети агрегирования трафика — это сети, агрегирующие(объединяющие) данные от многочисленных сетей доступа для компактной передачи их по небольшому числу каналов связи в магистраль.

Семиуровневая модель OSI. Назначение уровней. Применяемые протоколы и оборудование

OSI – Open System Interconnection. Эта модель стала основной архитектурой передачи межкомпьютерных сообщений. Модель разделяет процесс передачи информации между компьютерами на 7 элементов (уровней), каждый из них достаточно автономен и взаимодействует только с соседними. Большинство устройств сетей реализуют все 7 уровней, но некоторые реализации исключают (объединяют) несколько уровней. Два нижних уровня реализуются аппаратно и программно, остальные пять реализуются только ПО.

Физический уровень(самый нижний, 1) – он определяет электротехнические, механические, процедурные и функциональные характеристики сети(уровень напряжения, скорость передачи данных, она же несущая частота, синхронизация, физической напряженности и т.д...). Используется сетевое оборудование – повторители, концентраторы (хабы). Протоколы ARCNet, Ethernet, Token Ring.

Канальный уровень – обеспечивает передачу данных через физический аналог, решает вопросы физической адресации. (отвечает за MAC-адреса, топология сети, уведомления о неисправностях, управлении потоком информации) Выполняет преобразование сетевого адреса в физический. Данный уровень условно разбит на два подуровня:

- ✓ MAC – управляет доступом к физической среде
- ✓ LLC – управляет логическим каналом

Оборудование - мосты, сетевая карта и драйвера, коммутаторы

Сетевой уровень – отвечает за реализацию единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей, на этом уровне выполняется маршрутизация пакетов, между двумя конечными системами. Уровень маршрутизации или домен маршрутизации. На этом уровне выполняется преобразование и формирование сетевого адреса, оборудование – маршрутизатор. Протоколы: IP, IPX, X.25

Транспортный уровень – делит потоки информации на пакеты, при их передаче на сетевой уровень. В обратную сторону пакеты преобразуются для передачи их на сеансы. Уровень предоставляет услуги по транспортировке данных, обеспечивает работу виртуальных каналов. Обеспечивает системы обнаружения и устранения неисправностей транспортировки и управления информационным потоком. Оборудования нет. Протокол – TSP.

Сеансовый уровень – данный уровень управляет сеансами взаимодействия, устанавливает, начинает и завершает сеансы, взаимодействие между прикладными задачами. Предоставляет средства для отправки информации, услуг и уведомления о неисправностях на трех верхних уровнях.

Представительный уровень – имеет дело с формой представления передаваемой информации, не меняя её содержания, он отвечает за то, чтобы информация, передаваемая с прикладного уровня одной системы, всегда была понятна прикладным уровням другой системы.

Прикладной уровень (самый верхний) – высший уровень этой модели и он находится ближе всего у пользователю. Обеспечивает услуги по обмену или переносу файлов, обмену почтовыми сообщениями и управляет сетью. Протоколы: FTP, X.400 – почта, NFS, SNTP и др. Единица данных – сообщение. Аппаратно-программный комплекс – шлюз.

3 верхних уровня – сетезависимые; Транспортный – средний; Три нижних – сетезависимые

Кодирование информации

Цифровое кодирование – способ представления битов в физическом канале. Сначала логическое кодирование, затем физическое цифровое кодирование. Для цифрового кодирования используются потенциальные и импульсные коды. В потенциальных кодах перепады не принимаются, главное, какое значение в период такта имеет результирующий сигнал.

Потенциальный код без возвращения к 0 – NRZ – самый простой 2-уровневый потенциальный код. 0 – нижний уровень, 1 – верхний. Переходы на границе битов. Если рассмотреть частные случаи – все 0 (прямая линия), все 1 (прямая линия), чередование (прямоугольник), некоторая последовательность. Когда выполняется передача длинной последовательности, есть проблемы с синхронизацией. Достоинство – простота и дешевизна. Используется внутри компьютеров, так могут работать на достаточно низких частотах, которые равны $n/2$, где n – скорость передачи данных.

Метод биполярного кодирования с альтернативной инверсией – отличие от первого: используется 3 уровня потенциалов (отрицательный, нулевой, положительный). Логический ноль – нулевой потенциал, логическая единица – либо положительный потенциал, либо отрицательный потенциал, но потенциал каждой новой единицы противоположен предыдущему. Не удалось решить проблем постоянной составляющей.

Потенциальный код с инверсией при единице – 2 уровня потенциалов – низкий и высокий. При передаче последовательности единиц происходит переход с одного уровня на другой. Данный метод используется при передаче в оптических кабельных системах. Частота может быть в 4 раза меньше, чем скорость передачи, но когда большая последовательность единиц, то тут только в 2 раза.

Импульсный метод кодирования – каждый импульс длится половину такта. Данные системы считаются самосинхронизирующимися, то есть можно четко определить конец и начало каждого бита. Нет постоянных составляющих. Частота, с которой нужно передавать эти данные, должна быть равна скорости передачи.

Манчестерское кодирование – 2 уровня потенциалов самосинхронизирующиеся. Используется фронт импульса. 1 – от низкого к высокому, 0 – от высокого к низкому перепаду.

Дифференцированный манчестерский код – середина такта для синхронизации используется, на ней происходит смена уровня сигнала. Логический 0 и 1 передаются либо наличием и либо отсутствием смены сигнала в начале такта. В не очень скоростных сетях.

Основные способы соединения в ЛВС. Требования, характеристики, аппаратура, преимущества и недостатки

Звезда – в центре данной сети расположен центральный узел (хаб или свитч).
Достоинства:

- На разных радиальных направлениях могут использоваться разные каналы и скорости передачи.
- Каждое радиальное направление не зависит от остальных.
- Упрощены процедуры обнаружения и устранения неисправностей.
- Обеспечивается более высокий уровень защиты доступа к данным.

Недостатки:

- Зависимость от надежности центрального узла.
- Прокладка кабелей удорожает развитие сети.

Кольцо – элементы кабеля соединены в виде кольца, при этом кольцо состоит из нескольких повторителей (для ретрансляции кадра в сеть и для его усиления), соединенных средой передачи. Сети с такой типологией считаются активными из-за повторителей. Кадры чаще всего передаются в одном направлении (по или против часовой стрелки).

Достоинства:

- Отсутствует зависимость от центрального узла
- Маршрутизация достаточно простая
- Легко организуется автоматическое подтверждение приема данных (квитирование)
- Доступ к кольцу (передающей среде) гарантирован, при этом пропускная способность сети пропорционально делится между всеми пользователями.

Недостатки:

- Надежность сети зависит от всех кабелей и повторителей
- При модификации сети происходит прерывание её функционирования
- Повторители вносят задержку сигнала
- Трассировка кабеля может быть сложной

Шинная топология – сегмент кабеля не замкнут в кольцо, который может быть раскручен или быть в бухте. Информация в шину передается от одного узла и распространяется в обе стороны кабеля. Узлы подключаются с помощью врезки. Подключение реализуется с помощью специального оборудования (коннекторов).

Достоинства:

- Так как есть два свободных конца кабеля, есть необходимость использовать терминаторы (гасители), чтобы не было стоячих волн.
- Среда полностью пассивна.
- Достаточно легко подключать новые устройства.
- Монтаж сети достаточно прост.

Недостатки:

- Общая длина сети ограничена.
- Нет автоматического подтверждения приема данных.
- Для связи со средой требуется интеллектуальные устройства(сетевая карта).
- Каждый имеющий соответствующее оборудование может прослушивать передачи, не обнаруживая себя.

Еще есть петля и древовидная топология.

Стандарты комитета 802

В 1980 году когда была разработана эта модель организация IEEE, создала комитет, который назвали 802. Этот комитет разрабатывал стандарты физического и канальных уровней для ЛВС. В начале было создано 12 подкомитетов. Службы и протоколы, указанные в IEEE 802 находятся на двух нижних уровнях (Канальный уровень и Физический) семиуровневой сетевой модели OSI. Фактически, IEEE 802 разделяет канальный уровень OSI на два подуровня — Media Access Control (MAC) и Logical Link Control LLC. Таким образом, уровни располагаются в следующем виде:

- Канальный уровень
 - Подуровень LLC
 - Подуровень MAC
- Физический уровень

Это связано с тем, что именно эти уровни в наибольшей степени отражают специфику локальных сетей.

802.1 – занимался разработкой стандартов по объединению сетей.

802.2 – управление логической передачей данных (Logical Link Control ([LLC](#)))

802.3 – локальные сети, с множественным доступом с контролем передачи и обнаружением конфликтов. Наиболее близкая к данному стандарту – сеть Ethernet.

Наиболее близкая к стандарту 802.4 - сеть Arcnet – локальная сеть с методом token-bus (топология – шина, передающая среда – кабель на 750м, передача данных – в широкой полосе частот)

802.5 – token ring. Кольцо и физическое и логическое. Разработано фирмой IBM и подходит под данный стандарт. Передающая среда – витая пара или оптоволокно. Передача данных в основной полосе частот, с использованием манчестерского кодирования. Скорости для витой пары может быть 1 или 4 мб/с для оптоволокна – 16мб/с.

802.6 – сети мегаполисов.

802.7 – широкополосная передача.

802.8 – волоконно оптические сети.

802.9 – интегрированные сети передачи голоса и данных.

802.11 – беспроводные сети.

802.12 – ЛВС с методом доступа по требованию с приоритетом.

Стандарт 802.3. Множественный метод доступа с контролем несущей и обнаружением несущей.

802.3 – локальные сети, с множественным доступом с контролем передачи и обнаружением конфликтов. Наиболее близкая к данному стандарту – сеть Ethernet – семейство технологий пакетной передачи данных для компьютерных сетей. Название «Ethernet» (буквально «эфирная сеть») отражает первоначальный принцип работы этой технологии: всё, передаваемое одним узлом, одновременно принимается всеми остальными (то есть имеется некое сходство с радиовещанием). В настоящее время практически всегда подключение происходит через коммутаторы (switch), так что кадры, отправляемые одним узлом, доходят лишь до адресата (исключение составляют передачи на широковещательный адрес) — это повышает скорость работы и безопасность сети. В стандарте первых версий (Ethernet v1.0 и Ethernet v2.0) указано, что в качестве передающей среды используется коаксиальный кабель, в дальнейшем появилась возможность использовать витую пару и оптический кабель. Метод управления доступом (для сети на коаксиальном кабеле) — множественный доступ с контролем несущей и обнаружением коллизий (CSMA/CD, Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection), скорость передачи данных 10 Мбит/с, размер кадра от 64 до 1518 байт, описаны методы кодирования данных. Режим работы полудуплексный, то есть узел не может одновременно передавать и принимать информацию. Количество узлов в одном разделяемом сегменте сети ограничено предельным значением в 1024 рабочих станции (спецификации физического уровня могут устанавливать более жёсткие ограничения, например, к сегменту тонкого коаксиала может подключаться не более 30 рабочих станций, а к сегменту толстого коаксиала — не более 100). Однако сеть, построенная на одном разделяемом сегменте, становится неэффективной задолго до достижения предельного значения количества узлов, в основном по причине полудуплексного режима работы. В 1995 году принят стандарт IEEE 802.3u Fast Ethernet со скоростью 100 Мбит/с и появилась возможность работы в режиме полный дуплекс. В 1997 году был принят стандарт IEEE 802.3z Gigabit Ethernet со скоростью 1000 Мбит/с для передачи по оптическому волокну и ещё через два года для передачи по витой паре. Поле адреса получателя – 48 бит – mac – адрес.

Стандарт 802.4. ЛВС ArcNet. Стандарт 802.5. ЛВС Token Ring. Маркерные методы доступа.

Стандарт IEEE 802.4 описывает свойства сетей, известных под названием маркерная шина. С точки зрения правил предоставления доступа этот стандарт схож с token ring. В качестве физической среды используется 75-омный кабель. При необходимости построения сети типа дерева, а также для увеличения длины сети используются повторители. Сеть способна обеспечить пропускную способность до 10 Мбит/с при полосе пропускания кабеля 12 МГц.

Для доступа к сетевой среде станция должна получить пакет-маркер. Получив маркер, сетевое устройство может начать передачу данных, а завершив эту процедуру, устройство должно переслать маркер следующей сетевой станции. Передача маркера происходит до тех пор, пока он не достигнет младшей станции, после чего он возвращается первой станции.

Станция может отключиться от сети в любое время, но это вызовет инициализацию системы и временное нарушение работы сети. Поэтому для отключения от сети станция должна дождаться получения маркера, после чего она шлет пакет типа установка следующей станции, в поле данных которого находится адрес ее преемника. Получив маркер, станция должна начать передачу данных или передать его следующей станции. После передачи маркера станция в течение одного цикла прослушивает сеть, чтобы убедиться в активности своего преемника. Если преемник не посылает ничего в течении секунды, станция повторяет передачу маркера. Если и это не помогает, то посылается пакет кто следующий? с адресом преемника в поле данных и тремя окнами откликов. При обнаружении потери маркера запускается процедура инициализации сети, при этом посылается пакет требование маркера.

Наиболее близкая к стандарту 802.4 - сеть Arcnet – локальная сеть с методом tokening-bus (топология – шина, передающая среда – кабель на 75 Ом, передача данных – в широкой полосе частот)

Технология Arcnet

Arcnet (Attached Resource Computer NetWork) - простая, недорогая, надежная и достаточно гибкая архитектура локальной сети. При подключении устройств в Arcnet применяют топологии "шина" и "звезда". Метод управления доступом станций к передающей среде - маркерная шина (Token Bus). Этот метод предусматривает следующие правила:

- Один из компьютеров создает маркер (сообщение специального вида), который последовательно передается от одного компьютера к другому;
- Все устройства, подключенные к сети, могут передавать данные, только получив маркер (разрешение на передачу);
- В любой момент времени только одна станция в сети обладает таким правом;
- Данные, передаваемые одной станцией, доступны всем станциям сети;

Если станция желает передать сообщение другой станции, она должна дождаться маркера и добавить к нему сообщение, дополненное адресами отправителя и назначения. Когда

пакет дойдет до станции назначения, сообщение будет откреплено от маркера и передано станции.

Передача каждого байта в Arcnet выполняется специальной посылкой, состоящей из трех служебных битов и восьми битов данных. В начале каждого пакета передается начальный разделитель, который состоит из шести служебных битов. Начальный разделитель выполняет функции заголовка пакета.

В Arcnet определены 5 типов пакетов:

- приглашение к передаче; станция, принявшая этот пакет, получает право на передачу данных;
- запрос о готовности к приему данных;
- пакет данных;
- подтверждение приема; этот пакет высылается в ответ на запрос о готовности к приему, а также после приема каждого пакета данных без ошибок;
- неготовность к приему; этот пакет высылается в ответ на запрос о готовности к приему, а также если принят пакет с ошибкой.

Для организации сети Arcnet необходим соответствующий сетевой адаптер. В качестве передающей среды используются: витая пара, коаксиальный кабель RG-62 с волновым сопротивлением 93 Ом или оптоволоконный кабель. Скорость передачи данных - 2,5 Мбит/с. Ограничения для сети Arcnet приведены в табл

Минимальное расстояние между рабочими станциями, подключенными к одному кабелю	0,9 м
Максимальная длина сети по самому длинному маршруту	6000 м
Максимальное расстояние между двумя активными концентраторами	600 м

Достоинствами сети Arcnet являются низкая стоимость сетевого оборудования по сравнению с Ethernet и большая длина сети (до 6 км). Однако низкая скорость передачи данных, составляющая 2,44 Мбит/с, ограничивает применение сетей Arcnet.

В IEEE 802.5 топология не оговаривается, не регламентирована здесь и сетевая среда. В Token Ring сеть базируется на скрученных парах. Обе эти разновидности сети используют схему передачи маркера (небольшой пакет - token).

Технология Token Ring

Сети стандарта Token Ring, также как и сети Ethernet, используют разделяемую среду передачи данных, которая состоит из отрезков кабеля, соединяющих все станции сети в кольцо. Кольцо рассматривается как общий разделяемый ресурс, и для доступа к нему используется не случайный алгоритм, как в сетях Ethernet, а детерминированный, основанный на передаче станциями права на использование кольца в определенном порядке. Право на использование кольца передается с помощью кадра специального формата, называемого маркером или токеном.

Этот стандарт предложен фирмой IBM. В качестве передающей среды применяется неэкранированная витая пара, экранированная витая пара, оптоволоконный кабель. Скорость передачи данных - 4 Мбит/с или 16 Мбит/с. В качестве метода управления доступом станций к передающей среде используется метод маркерного кольца, который рассчитан на топологию "логическое кольцо". Основные положения этого метода:

- компьютеры подключаются к сети по топологии "звезда" или "кольцо": рабочие станции сети Token Ring подключаются радиально к концентратору, концентраторов может быть несколько, и в этом случае они объединяются в кольцо;
- все устройства, подключенные к сети, могут передавать данные, только получив разрешение на передачу (маркер). Маркер передается по кольцу, минуя каждую рабочую станцию в сети. Рабочая станция, располагающая информацией, которую необходимо передать, может добавить к маркеру кадр данных. В противном случае (при отсутствии данных) она просто передает маркер следующей станции;
- в любой момент времени таким правом обладает только одна станция сети.

В отличие от Arcnet, при методе доступа Token Ring имеется возможность назначать различные приоритеты разным рабочим станциям.

В сетях Token Ring используются пакеты трех типов:

- пакет управление/данные; с помощью этого пакета выполняется передача данных или команд управления работой сети;
- маркер (Token); станция может начать передачу данных только после получения такого пакета. В одном "кольце" может быть только один маркер и, соответственно, только одна станция с правом передачи данных;
- пакет сброса; посылка такого пакета вызывает прекращение любых передач.

Сети Token Ring не рассчитаны на большие расстояния. Все компьютеры должны быть расположены на одном или двух этажах здания.

Максимальное количество концентраторов в сети	12
Минимальное количество рабочих станций в сети	96
Максимальная длина кабеля между двумя концентраторами	45 м

Разновидности сетей Ethernet. ЛВС Ethernet 10Base

В зависимости от типа используемого кабеля, технология Ethernet предусматривает несколько вариантов стандарта, основанных на свойствах физической среды передачи данных.

10Base-5 — коаксиальный кабель диаметром 0,5 дюйма, называемый “толстым”.

10Base-2 — коаксиальный кабель диаметром 0,25 дюйма, называемый “тонким”.

10Base-T — неэкранированная витая пара.

10Base-F — волоконно-оптический кабель.

Число 10 в указанных обозначениях обозначает битовую скорость передачи в этих стандартах — 10 Мбит/с.

ЛВС 10 Base-T

В 90-е годы IEEE опубликовал спецификацию 802.3 для построения Ethernet на основе витой пары и назвал ее 10 Base-T. 10 - скорость передачи, Base - узкополосная, T - витая пара. Основная среда передачи - неэкранированная витая пара (UTP) может применяться и экранированная, строится в виде звезды, но по системе передачи информации топология шина. Обычно в такой сети используется концентратор в виде много портового репитора (от 8 до 78 портов). Каждый компьютер подключается к концу кабеля соединенного с концентратором и используется 2 пары проводов для приема и для передачи. Максимальная длина сегмента 100 м., минимальная 2 м. Может обслуживать до 1024 рабочих станций.

В стандарте 10Base-T работает *правило 4 хабов*: максимальное количество хабов между любыми двумя станциями сети не должно быть больше четырех (иначе сеть работать не будет из-за поздних коллизий). Из правила 4 хабов следует, что в сети 10Base-T между любыми двумя станциями не может быть более 5 сегментов. Получается, что максимальный диаметр такой сети не превышает $5 \times 100 = 500$ м.

Стандарт 10Base-5

В качестве передающей среды используется коаксиальный кабель диаметром 0,5 дюйма. Кабель такой “толстый”, что в отличие от стандарта 10Base-2 (с кабелем диаметра 0,25 дюйма), его сложно подсоединять непосредственно к сетевому адаптеру компьютера. Поэтому “толстый” коаксиал соединяют с адаптером при помощи *трансивера* и дополнительного соединительного шнура на витых парах (длиной до 50 м).

Фактически, трансивер — это часть сетевого адаптера, вынесенного прямо на кабель. С кабелем трансивер обычно соединяется методом прокалывания.

Сети по этому стандарту строятся по топологии общая шина. Кабель делится на сегменты, длиной не более 500 метров. Сегменты соединяются между собой повторителями. К одному сегменту допускается подключение не более 100 станций, причём подключение выполняется в специально промаркированных точках на кабеле (маркеры располагаются через каждые 2,5 м). Стандарт разрешает использовать в сети не более 4 повторителей и, соответственно, не более 5 сегментов кабеля (получается, что максимальный диаметр сети 10Base-5 не превышает 2500 м).

Только 3 сегмента из 5 могут быть нагруженными (с подключёнными рабочими станциями). Между нагруженными сегментами должны быть ненагруженные.

Говорят, что сеть Ethernet 10Base-5 строится по правилу 5-4-3: пять сегментов, четыре повторителя, три нагруженных сегмента. Так как одно подсоединение к кабелю в сегменте занято повторителем, то для рабочих станций остаётся 99 кабельных маркеров. Таким образом, в такой сети может работать $99 \times 3 = 297$ компьютеров.

Стандарт 10Base-2

В качестве передающей среды используется коаксиальный кабель диаметром 0,25 дюйма, более дешёвый, но имеющий худшие характеристики. Топология: общая шина. По-прежнему работает правило 5-4-3: пять сегментов, четыре повторителя, три нагруженных сегмента.

Стандарт 10Base-F

В качестве единой разделяемой среды передачи используется оптоволоконный кабель. Сеть 10Base-F строится по тем же правилам и из тех же элементов, что и сеть 10Base-T. По-прежнему работает правило 4 хабов для одного домена коллизий. Максимальная длина сегмента сети — 2000 м. Максимальный диаметр одного домена коллизий — 2500 м. Максимальное число рабочих станций в нём — 1024.

Правила 5 - 4 - 3 и 4 -х хабов

Для коаксиального кабеля при построении сети используется правило "5-4-3", которое говорит что сеть может состоять максимум из 5 сегментов кабеля, соединённых 4-мя репиторами, но только к 3-м сегментам м.б. подключены рабочие станции. 2 сегмента остаются зарезервированными для межрепиторных связей.

Для топологии звезда используется правило 4 хабов – между любыми двумя узлами не может быть больше 4х хабов.

Методика расчета конфигурации сети

При организации ЛВС для ее корректной работы установлены достаточные ограничения являющиеся стандартными.

В случае если пользователь создает сеть состоящую из смешанной кабельной системы на которой правила «5-4-3» или «4 хабо» не распространяются или хочет рассчитать максимальное число повторителей и максимальный диаметр своей сети, необходимо рассчитать конфигурацию сети Ethernet. Чтобы сеть Ethernet, состоящая из сегментов различной физической среды работала корректно необходимо выполнить 4 основных условия:

- количество станций в сети не более 1024
- максимальная длина сегмента не больше определенной для конкретной среды в стандарте
- время двойного оборота между двумя наиболее удаленными станциями не больше 575 бит интервалов.
- сокращение межкадрового интервала при прохождении последовательности кадров через все повторители должно быть не больше 49 бит интервалов.

Соблюдение этих требований обеспечивает корректную работу сети даже в случае когда нарушаются правила конфигурации, определяющие количество повторителей и общую длину сети.

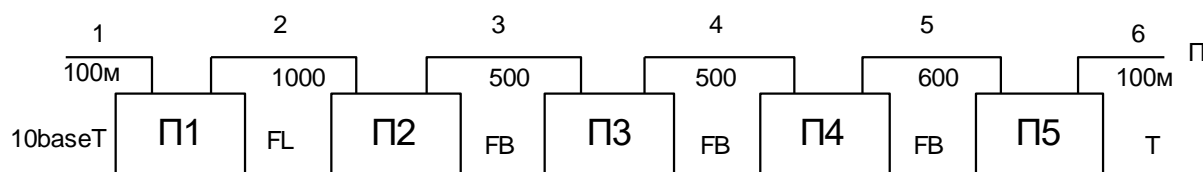
Расчет времени двойного оборота

Для упрощенного расчета используются справочные данные IEEE, Э содержащие значения задержек в повторителях, приемопередатчиках и различных физических средах. Таблицы содержат двукратные задержки для каждого типа кабеля Ethernet.

Тип сегмента	База левого сегмента	База промежуточного сегмента	База правого сегмента	Задержка среды на 1 м.
10BASE 5	11.8	46.5	169.5	0.0866
10BASE 2	11.8	46.5	169.5	0.1026

10BASE T	15.3	42	165	0.113
10BASE FB	-	24	-	0.1
10BASE FL	12.3	33.5	156.5	0.1

Левым сегментом является сегмент к которому подключен конечный узел- передатчик. Правым сегментом является сегмент к которому подключен конечный узел-приемник. Все остальные сегменты промежуточные. Базой сегмента называется суммарная задержка в повторителе, входном и выходном трансивере. Т.к. в наихудшем случае коллизия происходит в правом сегменте в самом удаленном от передатчика база правого сегмента значительно превышает базу левого сегмента. Расчет заключается в вычислении задержек вносимых каждым отрезком кабеля и их суммирования



$$15,3+100*0,113=26,6$$

$$33,5+1000*0,1=133,5$$

$$24+500*0,1=74$$

$$24+500*0,1=74$$

$$24+600*0,1=84$$

$$165+100*0,113=176,3$$

$$PDV=568.4<575$$

Если крайние сегменты имеют различную физическую среду то производится 2 расчета(второй в другую сторону), и вычисляется максимальная сумма.

Сокращение межкадрового интервала

Тип сегмента	Передающий сегмент	Промежуточный сегмент
10BASE 5	16	11
10BASE 2	16	11
10BASE T	10.5	8
10BASE FB	-	2
10BASE FL	10.5	8

$$PVV=10,5+8+2+2+2=24,5<49$$

Технология Fast Ethernet. Форматы кадров и физический уровень. Рекомендации по использованию Fast Ethernet

Технология Fast Ethernet является эволюционным развитием классической технологии Ethernet. Особенности построения и требования к Fast Ethernet описаны в стандарте IEEE 802.3u, который является дополнением к существующему стандарту 802.3. Уровни MAC и LLC технологии Fast Ethernet, т. е структура кадров и доступ к среде передачи, остались неизменными, все отличия касаются только физического уровня технологии Fast Ethernet. Ее основными достоинствами являются:

- увеличение пропускной способности сегментов сети до 100 Мб/с(Увеличение скорости передачи данных до 10 Мбит/с привело к сокращению размаха сети в 10 раз - до 200м. Однако при использовании коммутаторов протокол Fast Ethernet может работать в дуплексном режиме, что не ограничивает общий размах сети, а лишь длину сегментов, соединяющих соседние устройства.)
- Величина битового интервала для скорости 100 Мбит/с - 0,01 мкс
- Межкадровый интервал - 0,96 мкс
- сохранение метода случайного доступа Ethernet;
- сохранение звездообразной топологии сетей и поддержка традиционных сред передачи данных - витой пары и оптоволоконного кабеля.
- Максимальный размер кадра 1,5Кбайта

Физический уровень Fast Ethernet включает три элемента:

- уровень согласования (reconciliation sublayer);
- независимый от физической среды интерфейс - МП (Media Independent Interface);
- устройство физического уровня - PHY (Physical layer device).

Для совместимости технологии Fast Ethernet с технологией 10 Мбит Ethernet на физическом уровне предусмотрен **уровень согласования** между уровнем MAC и интерфейсом МП

Указанные свойства позволяют осуществлять постепенный переход от сетей 10Base-T - наиболее популярного на сегодняшний день варианта Ethernet - к скоростным сетям, сохраняющим значительную преемственность с хорошо знакомой технологией: Fast Ethernet не требует коренного переобучения персонала и замены оборудования во всех узлах сети. Официальный стандарт 100Base-T (802.3u) установил три различных спецификации для физического уровня (в терминах семиуровневой модели OSI) для поддержки следующих типов кабельных систем:

- 100Base-TX для двухпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP Category 5, или экранированной витой паре STP Type 1;
- 100Base-T4 для четырехпарного кабеля на неэкранированной витой паре UTP Category 3, 4 или 5;
- 100Base-FX для многомодового оптоволоконного кабеля.

Основы технологии FDDI. Типы узлов и правила соединения их в сеть. Физический уровень. Рекомендации по использованию FDDI.

Технология FDDI во многом основывается на технологии Token Ring, развивая и совершенствуя ее основные идеи. Разработчики технологии FDDI ставили перед собой в качестве наиболее приоритетных следующие цели:

- Повысить битовую скорость передачи данных до 100 Мб/с.
- Повысить отказоустойчивость сети за счет стандартных процедур восстановления ее после отказов различного рода - повреждения кабеля, некорректной работы узла, концентратора, возникновения высокого уровня помех на линии и т.п.
- Максимально эффективно использовать потенциальную пропускную способность сети как для асинхронного, так и для синхронного трафика.

В данной сети впервые был использован канал на оптоволокне. Скорость - 100Мбит/с. Топология – двойное кольцо. Передающая среда основная оптоволокно. Метод доступа – передача маркера (Кольца в сетях FDDI рассматриваются как общая разделяемая среда передачи данных)

Особенность – основное достоинство – повышенная отказоустойчивость, достигается за счет двух колец. При этом для того чтобы узлы использовали функции отказоустойчивости они должны быть подключены к обоим кольцам. В нормальном режиме используется одно кольцо – первичное. Передача данных против часовой стрелки. В случае какого либо вида отказа(обрыв первичного кольца) происходит автоматическое реконфигурация сети(сворачивание, свертывание колец).Первичное кольцо замыкается на вторичное с помощью оборудования(адаптеры, хабы FDDI), чтобы сворачивание колец выполнялось узел должен быть подключен к обоим кольцам. Для упрощения этой процедуры данные по первичному кольцу всегда передаются против часовой стрелки, а по вторичному - по часовой. Поэтому при образовании общего кольца из двух колец передатчики станций по-прежнему остаются подключенными к приемникам соседних станций, что позволяет правильно передавать и принимать информацию соседними станциями. Сеть FDDI может полностью восстанавливать свою работоспособность в случае единичных отказов ее элементов. При множественных отказах сеть распадается на несколько не связанных сетей.

- ♥ Происходит реконфигурация
- ♥ Происходит она автоматически за счет оборудования
- ♥ Диаметр сети – два кольца по 100км
- ♥ Возможна 1000 подключений
- ♥ Если используется режим повышенной отказоустойчивости 500 узлов

Физический уровень разделен на два подуровня: независимый от среды подуровень РНУ (Physical), и зависящий от среды подуровень PMD (Physical Media Dependent). Работу всех уровней контролирует протокол управления станцией SMT (Station Management).

Уровень PMD обеспечивает необходимые средства для передачи данных от одной станции к другой по оптоволокну. В его спецификации определяются:

- Требования к мощности оптических сигналов и к многомодовому оптоволоконному кабелю 62.5/125 мкм.
- Требования к оптическим обходным переключателям (optical bypass switches) и оптическим приемопередатчикам.
- Параметры оптических разъемов MIC (Media Interface Connector), их маркировка.
- Длина волны в 1300 нанометров, на которой работают приемопередатчики.
- Представление сигналов в оптических волокнах в соответствии с методом NRZI.

Спецификация TP-PMD определяет возможность передачи данных между станциями по витой паре в соответствии с методом MLT-3. Спецификации уровней PMD и TP-PMD уже были рассмотрены в разделах, посвященных технологии Fast Ethernet.

Уровень РНУ выполняет кодирование и декодирование данных, циркулирующих между MAC-уровнем и уровнем PMD, а также обеспечивает тактирование информационных сигналов. В его спецификации определяются:

- кодирование информации в соответствии со схемой 4B/5B;
- правила тактирования сигналов;
- требования к стабильности тактовой частоты 125 МГц;
- правила преобразования информации из параллельной формы в последовательную.

Уровень MAC ответственен за управление доступом к сети, а также за прием и обработку кадров данных. В нем определены следующие параметры:

- Протокол передачи токена.
- Правила захвата и ретрансляции токена.
- Формирование кадра.
- Правила генерации и распознавания адресов.
- Правила вычисления и проверки 32-разрядной контрольной суммы.

Уровень SMT выполняет все функции по управлению и мониторингу всех остальных уровней стека протоколов FDDI. В управлении кольцом принимает участие каждый узел сети FDDI. Поэтому все узлы обмениваются специальными кадрами SMT для управления сетью. В спецификации SMT определено следующее:

- Алгоритмы обнаружения ошибок и восстановления после сбоев.
- Правила мониторинга работы кольца и станций.
- Управление кольцом.
- Процедуры инициализации кольца.

Отказоустойчивость сетей FDDI обеспечивается за счет управления уровнем SMT другими уровнями: с помощью уровня PHY устраняются отказы сети по физическим причинам, например, из-за обрыва кабеля, а с помощью уровня MAC - логические отказы сети, например, потеря нужного внутреннего пути передачи токена и кадров данных между портами концентратора.

Перспективы высокоскоростных технологий. Технология Gigabit Ethernet.

Скорость передачи данных в сетях, построенных по этому стандарту — 1000 Мбит/с. Поддерживаются кабели, используемые в Fast Ethernet: волоконно-оптический, витая пара. Для предотвращения поздних коллизий длина сегмента кабеля должна уменьшиться в 10 раз по сравнению со стандартом Fast Ethernet, но это было бы неприемлемо. Вместо этого в технологии Gigabit Ethernet увеличена длина минимального пакета с 64 байтов до 512 байт и, кроме того, разрешено передавать несколько пакетов подряд (общий размер — не более 8192 байт). Конечно, это увеличивает ожидание паузы для начала передачи, но на скорости 1000 Мбит/с эта задержка не слишком существенна. Для поддержки заявленной скорости передачи, в технологии Gigabit Ethernet применяются и некоторые другие технические решения, но структура сети остаётся прежней:

- дерево разделяемых сред;
- для соединения узлов в одном домене коллизий используются хабы;
- коммутаторы и маршрутизаторы соединяют домены коллизий.

Перспективы высокоскоростных технологий. Технология 10GE и 100GE

Реализован уже 10Гбитный Ethernet (IEEE 802.3ae, 10GBase-LW или 10GBase-ER). Этот стандарт утвержден в июне 2002 года. Соединение организуется по схеме точка-точка. Стандартизованы порты: 10Gbase-LR (до 10 км по одномодовому волокну - для высокопроизводительных магистральных и корпоративных каналов), 10Gbase-ER (до 40 км по одномодовому волокну), 10Gbase-SR (до 28 м по мультимодовому волокну - для соединений переключателей друг с другом), а также 10Gbase-LX4 (до 300 м по мультимодовому волокну стандарта FDDI - для сетей в пределах одного здания). В 10Gbase для локальных сетей применяется кодирование 64B/66B (вместо 8B/10B, используемого в обычном гигабитном Ethernet), так как старая схема дает 25% увеличение паразитного трафика. Этот стандарт удобен для реализации серверов на базе

многоядерных базовых процессорных плат. Новые 10GE интерфейсные платы обеспечивают следующие сервисы:

- Распараллеливание обработки пакетов разными ЦПУ (Linux) с учетом IP-адресов и TCP-портов.
- Обеспечение малых задержек отклика. Система позволяет работать одновременно с разными ОС.

Сети 100GE также как и 40GE базируются на технологии 10GE. Создание скоростных каналов осуществляется мультиплексированием потоков 10GE

Сохранение мин и макс размеров кадра

Сохранение формата кадров стандарта 802.3, использующих формат 802.3 MAC

Проблемы

- Разработать новые оптические приемники и источники
- Перегрев
- Разработать схемы модуляции и кодировки сигнала
- Разработать эл линейные карты для потоковой обработки на скорости 100Гбит

Спутниковые каналы

Для организации высокоскоростных микроволновых протяженных линий. Для таких линий связи нужна прямая видимость, которую из-за кривизны Земли невозможно обеспечить на больших расстояниях, то спутник как отражатель сигнала является естественным решением этой проблемы.

Искусственные спутники вращаются вокруг нее в соответствии с законом Кеплера. Орбита вращения спутника – эллиптическая, но для сохранения постоянной высоты над Землей спутники могут переходить почти на круговую орбиту.

Геостационарный спутник

«Висит» над определенной точкой экватора, его скорость примерно равна скорости вращения Земли. **Плюсы:**

- Большая зона охвата (четверть поверхности Земли), спутники в зоне прямой видимости
- Сам спутник неподвижен для наземных антенн, облегчение организации связи
- Меньше изнашивается (находится там где нет атмосферы)

Недостатки:

- Большие задержки распространения сигнала и высокие потери сигнала (нужны мощные передатчики)
- Плохая связь для районов, близких к Северному и Южному полюсам

Среднеорбитальные

От 10000 до 15000 км, наиболее известна – GPS. Задержка – 50мс. Состоит из 24 спутников.

Низкорбитные – для мобильной связи. Достоинство – близость к Земле, недостаток – малая площадь покрытия, около 8000км

Сотовые системы связи

Сотовая связь, сеть подвижной связи — один из видов мобильной радиосвязи, в основе которого лежит **сотовая сеть**. Ключевая особенность заключается в том, что общая зона покрытия делится на ячейки (соты), определяющиеся зонами покрытия отдельных базовых станций (БС). Соты частично перекрываются и вместе образуют сеть. На идеальной (ровной и без застройки) поверхности зона покрытия одной БС представляет собой круг, поэтому составленная из них сеть имеет вид шестиугольных ячеек (сот).

Сеть составляют разнесённые в пространстве приёмопередатчики, работающие в одном и том же частотном диапазоне, и коммутирующее оборудование, позволяющее определять текущее местоположение подвижных абонентов и обеспечивать непрерывность связи при перемещении абонента из зоны действия одного приёмопередатчика в зону действия другого.

Первое использование подвижной телефонной радиосвязи в США относится к 1921 г.: полиция Детройта использовала одностороннюю диспетчерскую связь в диапазоне 2 МГц для передачи информации от центрального передатчика к приёмникам, установленным на автомашинах. Первый общественный подвижный радиотелефон появился в 1946 г. (Сент-Луис, США; фирма Bell Telephone Laboratories), в нём использовался диапазон 150 МГц. В СССР в 1957 г. московский инженер Л. И. Куприянович создал опытный образец носимого автоматического дуплексного мобильного радиотелефона ЛК-1 и базовую станцию к нему. Мобильный радиотелефон весил около трех килограммов и имел радиус действия 20—30 км

Основные составляющие сотовой сети — это сотовые телефоны и базовые станции, которые обычно располагают на крышах зданий и вышках. Будучи включённым, сотовый телефон прослушивает эфир, находя сигнал базовой станции. После этого телефон посылает станции свой уникальный идентификационный код. Телефон и станция поддерживают постоянный радиокontakt, периодически обмениваясь пакетами. Связь телефона со станцией может идти по аналоговому протоколу (AMPS, NAMPS, NMT-450) или по цифровому (DAMPS, CDMA, GSM, UMTS). Сотовые сети разных операторов

соединены друг с другом, а также со стационарной телефонной сетью. Это позволяет абонентам одного оператора делать звонки абонентам другого оператора, с мобильных телефонов на стационарные и со стационарных на мобильные.

Операторы могут заключать между собой договоры роуминга. Благодаря таким договорам абонент, находясь вне зоны покрытия своей сети, может совершать и принимать звонки через сеть другого оператора. Возможность роуминга появилась лишь в стандартах 2G и является одним из главных отличий от сетей 1G.^[1]

Базовые станции с помощью специальных каналов связи (это могут быть проводные или радиоканалы) связаны друг с другом и с центром коммутации, управляющим работой всей системы.

Ядром системы является центр коммутации, к которому подключена каждая базовая станция специальным каналом связи. Центр коммутации также имеет выход на телефонную сеть общего пользования и управляет установлением соединений, как между мобильными станциями, так и стационарными телефонами

В сотовых системах между мобильной станцией и базовой станцией могут быть установлены каналы связи двух типов: каналы управления и информационные каналы. Каналы управл. предназначены для обмена информацией, связанной с выполнением заявки на обслуживание, вызовом абонента и установлением соединения между вызывающим и вызываемым абонентом. Инфомац каналы предназначены для передачи речи или данных между пользователями.

Сети GPRS, WiFi, WiMax, LTE

GPRS (2,5 поколение) – надстройка над технологией GSM, служит для пакетных радиосвязей общего пользования. Возможность пользователям производить обмен данными не только в сети GSM, но и с внешними сетями. Тарификация по объему переданной или полученной информации. **Основной элемент** – сервисный узел поддержки GPRS. **Структура** – можно разделить на 2 части – подсистема базовых станций и опорная сеть GPRS. **Принцип работы** – пакетная передача данных. Передается через неиспользованные в данный момент голосовые каналы. Голосовой трафик имеет больший приоритет. Можно обеспечить высокую скорость передачу данных – порядка 170 гигабит в секунду. Передача данных разделяется по направлениям вниз (от сети к абоненту) и вверх – от абонента к сети. При подключении абоненту предоставлялся виртуальный канал, на время передачи становится реальным, в другое время используется для передачи пакетов другими пользователями. Каждый пакет содержит идентификатор. **Применение** – мобильный доступ в Интернет, мобильный и безопасный доступ к корпоративным сетям, удаленным базам данных, почтовым и информационным серверам предприятий, телеметрия. **Особенности** – пакетная передача по свободным радиоканалам; голосовые вызовы – более высокий приоритет

Wi – Fi (3G) – «беспроводная точность» - стандарт на оборудование Wireless LAN. Нацелена на работу в сетях. Установка рекомендована там, где развертывание кабельной системы было невозможно или экономически нецелесообразно. **Основной элемент** - роутер. Сеть содержит не менее одной точки доступа. Также возможно подключение 2 клиентов в режиме точка – точка. Точка доступа передает свой **идентификатор сети (SSID)** с помощью специальных сигнальных пакетов, со скоростью 100 килобит в сек. Зная SSID сети, клиент может выяснить, возможно ли подключение к данной точке доступа. При попадании в зону действия 2 точек доступа с идентичными в SSID, приемник может выбирать между ними на основании данных об уровне сигнала. Используются протоколы TCP/IP. **Недостатки** – слабая защита информации; частотный диапазон и эксплуатационные ограничения в различных странах неодинаковы; ограниченный радиус действия; влияние атмосферных явлений.

Преимущества – можно развернуть сеть без прокладки кабеля; wi – fi устройства унифицированы, то есть могут взаимодействовать друг с другом; поддерживают роуминг.

WiMax – телекоммуникационная технология, разработанная с целью предоставления универсальной беспроводной связи на больших расстояниях. На базе стандартов IEEE 802.16. разрабатывалась в качестве альтернативы линиям XDSL. **Состоит из базовой станции и приемник – антенна с приемником.** Зоны покрытия больше, скорость перемещения больше. 4 режима работы – фиксированный доступ (скорость передачи до 120Мбит в сек), сеансовый – позволяет перемещаться клиентскому оборудованию и восстанавливать соединение, 3 режим позволяет без потери соединения перемещаться от 1 базовой станции до другой, 4 режим – мобильный WiMax – пользователи перемещаются до 120 км/час.

LTE - Long-Term Evolution - или стандарт связи четвертого поколения считается перспективным направлением развития сетей. При использовании станций LTE радиус покрытия достигает от 5 км (оптимально) до 30 км или даже 100 км (при необходимости). LTE является усовершенствованным продолжением технологий третьего поколения CDMA и UMTS (3G). На территории России сети LTE только начали запускать в коммерческую эксплуатацию, поэтому зона покрытия 4G пока присутствует только в крупных городах.

LTE является стандартом беспроводной передачи данных и развитием стандартов GSM/UMTS. Целью LTE было увеличение пропускной способности и скорости с использованием нового метода [цифровой обработки сигналов](#) и модуляции, которые были разработаны на рубеже тысячелетий. Ещё одной целью было реконструировать и упростить архитектуру сетей основанных на IP, значительно уменьшив задержки при передаче данных по сравнению с архитектурой 3G сетей. Беспроводной интерфейс LTE является несовместимым с 2G и 3G, поэтому он должен работать на отдельной частоте.

Спецификация LTE позволяет обеспечить скорость загрузки до 300 мегабит/сек, скорость отдачи до 75 мегабит/сек, а задержка в передаче данных может быть снижена до 5 миллисекунд. LTE поддерживает полосы пропускания частот от 1,4 МГц до 20 МГц.

Функции сетевого и транспортного уровней

Сетевой уровень (network layer) служит для образования единой транспортной системы, объединяющей несколько сетей, называемой составной сетью, или интернетом.

Чтобы связать между собой сети, построенные на основе отличающихся технологий, нужны дополнительные средства, и такие средства предоставляет сетевой уровень.

Функции сетевого уровня реализуются:

- группой протоколов;
- специальными устройствами — маршрутизаторами.

Одной из функций маршрутизатора является физическое соединение сетей. Маршрутизатор имеет несколько сетевых интерфейсов, подобных интерфейсам компьютера, к каждому из которых может быть подключена одна сеть. Таким образом, все интерфейсы маршрутизатора можно считать узлами разных сетей. Маршрутизатор может быть реализован программно на базе универсального компьютера (например, типовая конфигурация Unix или Windows включает программный модуль маршрутизатора). Однако чаще маршрутизаторы реализуются на базе специализированных аппаратных платформ. В состав программного обеспечения маршрутизатора входят протокольные модули сетевого уровня.

Итак, чтобы связать сети необходимо соединить все эти сети маршрутизаторами и установить протокольные модули сетевого уровня на все конечные узлы пользователей, которые хотели бы связываться через составную сеть.

Данные, которые необходимо передать через составную сеть, поступают на сетевой уровень от вышележащего транспортного уровня. Эти данные снабжаются заголовком сетевого уровня. Данные вместе с заголовком образуют пакет — так называется PDU сетевого уровня. Заголовок пакета сетевого уровня несет, наряду с другой служебной информацией, данные об адресе назначения этого пакета.

Определение маршрута является важной задачей сетевого уровня. Маршрут описывается последовательностью сетей (или маршрутизаторов), через которые должен пройти пакет, чтобы попасть к адресату. Маршрутизатор собирает информацию о топологии связей

между сетями и на основе этой информации строит таблицы коммутации, которые в данном случае носят специальное название таблиц маршрутизации. В соответствии с многоуровневым подходом сетевой уровень для решения своей задачи обращается к нижележащему канальному уровню. Весь путь через составную сеть разбивается на участки от одного маршрутизатора до другого, причем каждый участок соответствует пути через отдельную сеть.

Транспортный уровень – делит потоки информации на пакеты, при их передачи на сетевой уровень. В обратную сторону пакеты преобразуются для передачи их на сеансы. Уровень предоставляет услуги по транспортировке данных, обеспечивает работу виртуальных каналов. Обеспечивает системы обнаружения и устранения неисправностей транспортировки и управления информационным потоком. Оборудования нет. Протокол – ТСП.

На пути от отправителя к получателю пакеты могут быть искажены или утеряны. Хотя некоторые приложения имеют собственные средства обработки ошибок, существуют и такие, которые предпочитают сразу иметь дело с надежным соединением.

Транспортный уровень (transport layer) обеспечивает приложениям или верхним уровням стека — прикладному, представления и сеансовому — передачу данных с той степенью надежности, которая им требуется. Модель OSI определяет пять классов транспортного сервиса от низшего класса 0 до высшего класса 4. Эти виды сервиса отличаются качеством предоставляемых услуг: срочностью, возможностью восстановления прерванной связи, наличием средств мультиплексирования нескольких соединений между различными прикладными протоколами через общий транспортный протокол, а главное — способностью к обнаружению и исправлению ошибок передачи, таких как искажение, потеря и дублирование пакетов.

Алгоритмы маршрутизации

Цель маршрутизации - доставка пакетов по назначению с максимизацией эффективности. Чаще всего эффективность выражена взвешенной суммой времен доставки сообщений при ограничении снизу на вероятность доставки. Маршрутизация сводится к определению направлений движения пакетов в маршрутизаторах. Выбор одного из возможных в маршрутизаторе направлений зависит от текущей топологии сети (она может меняться хотя бы из-за временного выхода некоторых узлов из строя), длин очередей в узлах коммутации, интенсивности входных потоков и т.п. Алгоритмы маршрутизации включают процедуры:

- измерение и оценивание параметров сети;
- принятие решения о рассылке служебной информации;
- расчет таблиц маршрутизации (ТМ);
- реализация принятых маршрутных решений.

При разработке алгоритмов маршрутизации часто преследуют одну или несколько из перечисленных ниже целей:

1. Оптимальность
2. Простота и низкие непроизводительные затраты
3. Живучесть и стабильность
4. Быстрая сходимость
5. Гибкость

В алгоритмах маршрутизации используется много различных показателей. Сложные алгоритмы маршрутизации при выборе маршрута могут базироваться на множестве

показателей, комбинируя их таким образом, что в результате получается один отдельный (гибридный) показатель. Ниже перечислены показатели, которые используются в алгоритмах маршрутизации:

1. Длина маршрута
2. Надежность
3. Задержка
4. Ширина полосы пропускания
5. Нагрузка
6. Стоимость связи

Алгоритм остового (покрывающего) дерева Используется в сети Ethernet.

Применяется в случае, если есть несколько путей от 1 узла до другого. Каждому мосту присваивается идентификатор, который состоит из глобального адреса станции и поле приоритета. Определяется корневой мост, который имеет высший приоритет. Если таких мостов несколько, то корневым становится тот, у которого выше адрес станции. После выбора корневого моста, каждый из оставшихся мостов какой из его портов связан в направлении корневого. И этот порт определяется как корневой. Если подключено 2 и более мостов, выбирается с меньшей стоимостью. Если стоимости равны, то из выбранных мостовых портов создается древовидная структура, которая обеспечивает наименьшее количество межсегментных переходов. В случае если какой либо мост выходит из строя, то дерево строится заново.

Алгоритм с маршрутизацией от источника

Используется в сетях с кольцевой топологией в основном. Каждый узел должен иметь уникальный шестибайтовый адрес, каждое кольцо имеет уникальный номер. Метод позволяет определить до семи мостов. По всем кольцам сети передается широкоэмиттерный кадр. Кадр содержит управляющую информацию и пустой буфер, в который записываются адреса других станций. Кадр возвращается к источнику и буфер содержит таблицу маршрутизации.

///вариант Вероники

Существуют различные алгоритмы построения таблиц маршрутизации:

- 1) Фиксированная маршрутизация применяется в сетях с простой топологией связей и основана на ручном составлении таблицы маршрутизации администратором сети.
- 2) Алгоритмы простой маршрутизации подразделяются на три подкласса:
 - случайная маршрутизация – пакеты передаются в случайном направлении, кроме исходного;
 - лавинная маршрутизация – пакеты передаются во всех направлениях, кроме исходного;
 - маршрутизация по предыдущему опыту – таблицы маршрутов составляются на основании данных, содержащихся в проходящих через маршрутизатор пакетах.
- 3) Адаптивная маршрутизация применяется в сетях со сложной топологией и основана на том, что маршрутизаторы периодически обмениваются специальной топологической информацией об имеющихся в интрасети сетях, а также о связях между маршрутизаторами. Обычно учитывается не только топология связей, но и их пропускная способность и состояние.

Эти протоколы имеют распределенный характер, который выражается в том, что в сети отсутствуют какие-либо выделенные маршрутизаторы, которые бы собирали и обобщали топологическую информацию: эта работа распределена между всеми маршрутизаторами. Все протоколы обмена маршрутной информацией стека TCP/IP относятся к классу адаптивных.

Дистанционно-векторный протокол RIP

С точки зрения RIP любой узел можно считать маршрутизатором. Все маршрутизаторы делятся на активные и пассивные (корректируют только собственную таблицу маршрутов). Таблица маршрутов содержит:

1. пункт назначения - список конечных узлов лок сети
2. следующий транзитный узел, т.е. порт на который необходимо переслать
3. расстояние (число транзитных узлов, которое необходимо пройти для достижения приемника информации)

Основной минус: не может использоваться в крупномасштабных сетях, так как max расстояние между узлами не должно превышать 15

Считается, что таблица маршрутов RIP поддерживает инф-ю только о более лучших маршрутах.

Хар-ка маршрутов определяется по метрике расстояний.

Для более стаб работы используется след механизмы:

1. ограничение числа пересылок
2. расщепление горизонта – инф-я рассылается во все направления, кроме того, из которого она пришла
3. временное удерживание изменений: изменение, выполненное в таблице маршрутизаторов, удерживается в течение времени, достаточного для распространения инфы на max удаленное расстояние
4. корректировка отмены основана на том, что постепенное увеличение показателя расстояния указывает на наличие марш-ой петли – такой маршрут удаляется

Протоколы состояния связей (OSPF, EGP, BGP)

Протокол OSPF (OpenShortestPathFirst, открытый протокол кратчайший путь первыми) является достаточно современной реализацией алгоритма состояния связей (он принят в 1991 году) и обладает многими особенностями, ориентированными на применение в больших гетерогенных сетях. Обеспечивает запросы на обслуживание спец услуги, одновременную работу с несколькими проколами сетевого уровня, аутентификацию

OSPF способен осуществлять эффективную маршрутизацию с учетом топологии сети, накладные расходы при передаче сообщений обновлений значительно меньше, чем у RIP. (передаются только обновления а не таблица)

OSPF хранит топ-ую БД, содержащую инфу о состоянии каналов связи сети. Эта информация используется для определения кратчайшего маршрута.

Пакеты OSPF содержат:

1. тип пакета
2. длина пакета
3. ид-р маршрута
4. ид-р области (подсети)
5. контр сумма
6. поле аутентификации

Протокол EGP – протокол внешних маршрутов

Протокол BGP – граничных маршрутов

Протокол IGRP – в автономных сетях

Стек протоколов TCP/IP

В стеке TCP/IP принят так называемый *одношаговый подход* к оптимизации маршрута продвижения пакета – каждый маршрутизатор и конечный узел принимает участие в выборе только одного шага передачи пакета. Поэтому в каждой строке таблицы маршрутизации указывается не весь маршрут в виде последовательности IP-адресов маршрутизаторов, через которые должен пройти пакет, а только один адрес. Вместе с пакетом следующему маршрутизатору передается ответственность за выбор следующего шага маршрутизации. Одношаговый подход к маршрутизации означает распределенное решение задачи выбора маршрута. Это снимает ограничение на максимальное количество транзитных маршрутизаторов на пути пакета.

4 уровня: прикладной уровень, транспортный уровень (TCP,UDP), сетевой, уровень сетевых интерфейсов. Прикладной уровень – сервисы, предоставляемые системой пользовательским интерфейсом (FTP- протокол передачи файлов). TCP – протокол управления передачей (гарантированная доставка) и UDP (доставка по возможности)

Сетевой уровень – обеспечивает перемещение пакетов. Основной протокол – межсетевой протокол – IP(от 1 маршрутизатора к другому).Уровень сетевых интерфейсов – отвечает за организацию взаимодействия с подсетями разных технологий, входящими в составную сеть. В стеке TCP/IP за многие годы его существования образовалась устоявшаяся терминология в этой области.



Потоком данных, информационным потоком, или просто потоком, называют данные, поступающие от приложений на вход протоколов транспортного уровня — TCP и UDP. Протокол TCP «нарезает» из потока данных сегменты.

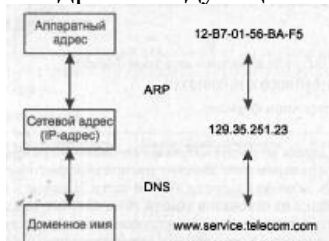
Единицу данных протокола UDP часто называют дейтаграммой, или датаграммой. Дейтаграмма — это общее название для единиц данных, которыми оперируют протоколы без установления соединений. К таким протоколам относится и протокол IP, поэтому его единицу данных иногда тоже называют дейтаграммой, хотя достаточно часто используется и другой термин — пакет.

В стеке TCP/IP единицы данных любых технологий, в которые упаковываются IP-пакеты для их последующей передачи через сети составной сети, принято называть также кадрами, или фреймами. При этом не имеет значения, какое название используется для этой единицы данных в технологии составляющей сети. Для TCP/IP фреймом является и кадр Ethernet, и ячейка ATM, и пакет X.25 в тех случаях, когда они выступают в качестве контейнера, в котором IP-пакет переносится через составную сеть.

Итак, для идентификации сетевых интерфейсов используются три типа адресов:

- локальные (аппаратные) адреса;
- сетевые адреса (IP-адреса) - Чтобы технология TCP/IP могла решать свою задачу объединения сетей, ей необходима собственная глобальная система адресации, не зависящая от способов адресации узлов в отдельных сетях. Уникальная нумерация всех сетей составной сети, а затем нумерация всех узлов в пределах каждой из этих сетей. Пара, состоящая из номера сети и номера узла, отвечает поставленным условиям и может являться сетевым адресом.

Каждый раз, когда пакет направляется адресату через составную сеть, в его заголовке указывается IP-адрес узла назначения. По номеру сети назначения каждый очередной маршрутизатор находит IP-адрес следующего маршрутизатора. Перед тем как отправить пакет в следующую сеть, маршрутизатор должен определить на основании найденного IP-адреса следующего маршрутизатора его локальный адрес.



- символьные (доменные) имена.

Символьные идентификаторы сетевых интерфейсов в пределах составной сети строятся по иерархическому принципу. Составляющие полного символического (или доменного) имени в IP-сетях разделяются точкой и перечисляются в следующем порядке: сначала простое имя хоста, затем имя группы хостов (например, имя организации), потом имя более крупной группы (домена) и так до имени домена самого высокого уровня (например, домена объединяющего организации по географическому принципу: RU — Россия, UK — Великобритания, US — США). Примером доменного имени может служить имя base2.sales.zil.ru.

Между доменным именем и IP-адресом узла нет никакой функциональной зависимости, поэтому единственный способ установления соответствия — это таблица. В сетях TCP/IP используется специальная система доменных имен (Domain Name System, DNS), которая

устанавливает это соответствие на основании создаваемых администраторами сети таблиц соответствия. Поэтому доменные имена называют также DNS-именами.

IP-адрес состоит из двух логических частей — номера сети и номера узла в сети. Наиболее распространенной формой представления IP-адреса является запись в виде четырех чисел, представляющих значения каждого байта в десятичной форме и разделенных точками, например: 128.10.2.30 Этот же адрес может быть представлен в двоичном формате. А также в шестнадцатеричном формате. Каким образом маршрутизаторы определяют, какая часть из 32 бит, отведенных под IP-адрес, относится к номеру сети, а какая — к номеру узла?

- Использование фиксированной границы.
- Использование маски. Позволяет максимально гибко устанавливать границу между номером сети и номером узла. Маска — это число, применяемое в паре с IP-адресом, причем двоичная запись маски содержит непрерывную последовательность единиц в тех разрядах, которые должны в IP-адресе интерпретироваться как номер сети.
- Использование классов адресов. Определяется к какому классу принадлежит адрес и каждый класс четко определяет граница адреса сети и узла. Есть пять классов A–E. DE – специальные.

Класс	Первые биты	Наименьший номер сети	Наибольший номер сети	Максимальное число узлов в сети
A	0	1.0.0.0 (0 — не используется)	126.0.0.0 (127 — зарезервирован)	2^{24} , поле 3 байта
B	10	128.0.0.0	191.255.0.0	2^{16} , поле 2 байта
C	110	192.0.0.0	223.255.255.0	2^8 , поле 1 байт
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	Групповые адреса
E	11110	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервировано

В связи с расширением объема сетей предполагается введение нового стандарта IP протокола версии 6, в котором IP адрес занимает 6 байт. Имеет дополнительные сервисы для улучшения маршрутизации. Позволяет передавать по сети пакеты различных типов в общем потоке (введено поле метки потока). Поток — набор пакетов от одного источника до одного приемника. Маршрутизация производится для одного пакета. Дополнительно в адрес включены поля ID абонента и провайдера. 3 первых бита адреса 010.

////Не обязательно

В адресах класса A под идентификатор сети отводится 1 байт, а остальные 3 байта интерпретируются как номер узла в сети. Сети, все IP-адреса которых имеют значение первого байта в диапазоне от 1 (00000001) до 126 (01111110), называются сетями класса A.

К классу B относятся все адреса, старшие два бита которых имеют значение 10. В адресах класса B под номер сети и под номер узла отводится по 2 байта. Сети, значения первых двух байтов адресов которых находятся в диапазоне от 128.0 до 191.255 называются сетями класса B

К классу C относятся все адреса, старшие три бита которых имеют значение 110. В адресах класса C под номер сети отводится 3 байта, а под номер узла — 1 байт. Сети, старшие три байта которых находятся в диапазоне от 192.0.0 до 223.255.255 называются сетями класса C.

Если адрес начинается с последовательности 1110, то он является адресом класса D и обозначает особый групповой адрес (multicast address). В то время как адреса классов A, B и C служат для идентификации отдельных сетевых интерфейсов, то есть являются индивидуальными адресами (unicast address), групповой адрес идентифицирует группу сетевых интерфейсов, которые в общем случае могут принадлежать разным сетям.

///Вариант Вероники

В стеке TCP/IP принят так называемый *одношаговый подход* к оптимизации маршрута продвижения пакета — каждый маршрутизатор и конечный узел принимает участие в выборе только одного шага передачи пакета. Поэтому в каждой строке таблицы маршрутизации указывается не весь маршрут в виде последовательности IP-адресов

маршрутизаторов, через которые должен пройти пакет, а только один адрес. Вместе с пакетом следующему маршрутизатору передается ответственность за выбор следующего шага маршрутизации. Одношаговый подход к маршрутизации означает распределенное решение задачи выбора маршрута. Это снимает ограничение на максимальное количество транзитных маршрутизаторов на пути пакета.

В случае, если в таблице маршрутов имеется более одной строки, соответствующей одному и тому же адресу сети назначения, то при принятии решения о передаче пакета используется та строка, в которой указано наименьшее значение в поле "Расстояние до сети назначения".

В стеке TCP/IP используются три типа адресов: локальные (это MAC-адреса), IP-адреса и символьные доменные имена.

IP-адрес имеет длину 4 байта и обычно записывается в виде четырех чисел, представляющих значения каждого байта в десятичной форме и разделенных точками. Адрес состоит из двух логических частей – номера сети и номера узла в сети. Какая часть адреса относится к номеру сети, а какая – к номеру узла, определяется значениями первых бит адреса. Значения этих бит являются также признаками того, к какому классу относится тот или иной IP-адрес.

Класс	Первые биты	Наименьший номер сети	Наибольший номер сети	Максимальное число узлов
A	0	1.0.0.0	127.0.0.0	2^{24}
B	10	128.0.0.0	191.255.0.0	2^{16}
C	110	192.0.0.0	223.255.255.0	2^8
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	Multicast
E	11110	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервировано

Большие сети получают адреса класса А, средние — класса В, а маленькие класса С. Адреса класса D используются для передачи пакетов нескольким узлам одновременно.

В связи с расширением объема сетей предполагается введение нового стандарта IP протокола версии 6, в котором IP адрес занимает 6 байт. Имеет дополнительные сервисы для улучшения маршрутизации. Позволяет передавать по сети пакеты различных типов в общем потоке (введено поле метки потока). Поток – набор пакетов от одного источника до одного приемника. Маршрутизация производится для одного пакета. Дополнительно в адрес включены поля ID абонента и провайдера. 3 первых бита адреса 010.

Адресация в Ethernet. Методика определения адресного пространства вычислительных сетей

IP-адрес узла ВС идентифицирует точку доступа модуля IP к сетевому интерфейсу, а не всю машину. Менеджер сети присваивает IP-адреса машинам в соответствии с тем, к каким IP-сетям они подключены. Старшие биты 4-х байтного IP-адреса определяют номер IP-сети. Оставшаяся часть IP-адреса - номер узла (хост-номер). Существуют 5 классов IP-адресов, отличающиеся количеством бит в сетевом номере и хост-номере. Класс адреса определяется значением его первого октета. В течение вот уже нескольких десятилетий IP-адреса делятся на пять классов, показанных на рис. 5.1 Такое распределение обычно называется **базовой** или **полноклассовой адресацией**.

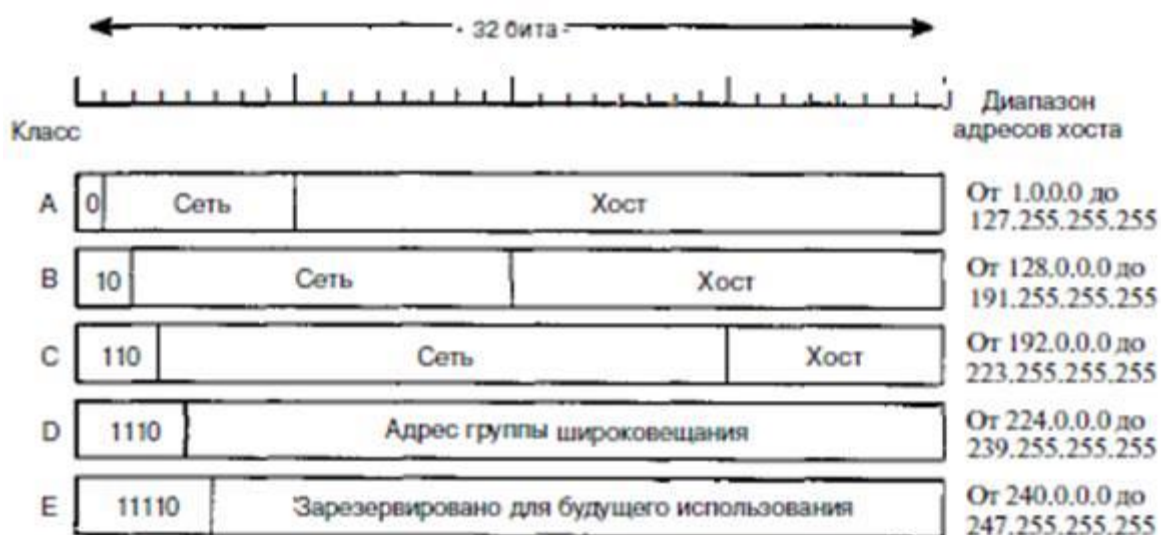


Рис. 5.1 Базовые форматы IP-адресов

Форматы классов А, В, С и D позволяют задавать адреса до 128 сетей с 16 млн. хостов в каждой, 16 384 сетей с 64 тысячами хостов или 2 миллионов сетей (например, ЛВС) с 256 хостами (хотя некоторые из них могут быть специализированными). Предусмотрен класс для многоадресной рассылки, при которой дейтаграммы рассылаются одновременно на несколько хостов. Адреса, начинающиеся с 1111, зарезервированы для будущего применения. В настоящее время к Интернету подсоединено более 500 000 сетей, и это число растет с каждым годом. Во избежание конфликтов, номера сетям назначаются некоммерческой корпорацией по присвоению имен и номеров, **ICANN** (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers). В свою очередь, ICANN передала полномочия по присвоению некоторых частей адресного пространства региональным органам, занимающимся выделением IP-адресов провайдером и другим компаниям. Сетевые адреса, являющиеся 32-разрядными числами, обычно записываются в виде четырех десятичных чисел, которые соответствуют отдельным байтам, разделенных точками. Например, шестнадцатеричный адрес C0290614 записывается как 192.41.6.20. Наименьший IP-адрес равен 0.0.0.0, а наибольший — 255.255.255.255.

В табл.5.1 приведено соответствие классов адресов значениям первого октета и указано количество возможных IP-адресов каждого класса.

Табл.5.1

Характеристики классов адресов

Класс	Диапазон значений первого октета	Возможное кол-во сетей	Возможное кол-во узлов
A	1 - 126	126	16777214
B	128-191	16382	65534
C	192-223	2097150	254
D	224-239		2**28
E	240-247		2**27

Адреса класса А предназначены для использования в больших сетях общего пользования. Они допускают большое количество номеров узлов.

Адреса класса В используются в сетях среднего размера, например, сетях университетов и крупных компаний. Адреса класса С используются в сетях с небольшим числом компьютеров. Адреса класса D используются при обращениях к группам машин, а адреса класса были Е зарезервированы на будущее.

Базовая адресация поддерживает: единичную передачу (unicast); групповую передачу (multicast); широковещательную передачу (broadcast).

Некоторые IP-адреса являются *выделенными* и трактуются по-особому, как показано на рис. 5.2

номер сети номер узла

все нули		Данный узел (передающий)
номер сети	все нули	Данная IP-сеть
все нули	номер узла	Узел в данной (локальной) IP-сети

все единицы		Все узлы в данной (локальной) IP-сети
номер сети	все единицы	Все узлы в указанной IP-сети
127	Например, все единицы	"Петля"

Рис.5.2 Выделенные IP-адреса

Как показано на рис. 5.2, в выделенных IP-адресах все нули соответствуют либо данному узлу, либо данной IP-сети, а IP-адреса, состоящие из всех единиц, используются при широковещательных передачах. Для ссылок на всю IP-сеть в целом используется IP-адрес с нулевым номером узла. Особый смысл имеет IP-адрес, первый октет которого равен 127. Он используется для тестирования программ и взаимодействия процессов в пределах одной машины. Когда программа посылает данные по IP-адресу 127.0.0.1, то образуется как бы "петля". Данные не передаются по сети, а возвращаются модулям верхнего уровня, как только что принятые. Поэтому в IP-сети запрещается присваивать машинам IP-адреса, начинающиеся со 127.

5.2 Имена сетей и узлов.

Людям удобнее называть машины по именам, а не числами. Например, у машины по имени alpha может быть IP-адрес 223.1.2.1. В маленьких сетях информация о соответствии имен IP-адресам хранится в файлах "hosts" на каждом узле. Конечно, название файла зависит от конкретной реализации. В больших сетях эта информация хранится на сервере и доступна по сети. Несколько строк из файла "hosts" могут выглядеть примерно так:

IP-адрес	Имя узла
223.1.2.1	alpha
223.1.2.2	beta
223.1.2.3	gamma
223.1.2.4	delta
223.1.3.2	epsilon
223.1.4.2	iota

В первом столбце - IP-адрес, во втором - название машины. В большинстве случаев файлы "hosts" могут быть одинаковы на всех узлах. Заметим, что об узле delta в этом файле есть всего одна запись, хотя на (рис.5.1). он имеет три IP-адреса. Узел delta доступен по любому из этих IP-адресов. Какой из них используется, не имеет значения. Когда узел delta получает IP-пакет и проверяет IP-адрес места назначения, то он опознает любой из трех своих IP-адресов. IP-сети также могут иметь имена. Например, для трех IP-сетей файл "networks" может выглядеть так:

сетевой номер	имя сети.
223.1.2	development
223.1.3	accounting
223.1.4	factory

В первой колонке -, во второй - имя сети.

В данном примере alpha является узлом номер 1 в сети development, beta является узлом номер 2 в сети development и т.д.

Показанный выше файл hosts удовлетворяет потребности пользователей, но для управления сетью internet удобнее иметь названия всех сетевых интерфейсов. Менеджер сети, возможно, заменит строку, относящуюся к delta:

```
223.1.2.4 devnetrouter delta
223.1.3.1 accnetrouter
223.1.4.1 facnetrouter
```

Эти три строки файла hosts задают каждому IP-адресу узла delta символьные имена. Фактически, первый IP-адрес имеет два имени: "devnetrouter" и "delta", которые являются синонимами. На практике имя "delta" используется как общепотребительное имя машины, а остальные три имени - для администрирования сети.

Файлы hosts и networks используются командами администрирования и прикладными программами. Они не нужны собственно для работы сети Internet, но облегчают ее использование.

5.3. Подсети

Как известно, IP-адрес состоит из двух иерархических уровней. Необходимость во введении третьего уровня иерархии — уровня подсетей — была продиктована возникновением дефицита номеров сетей и резким ростом таблиц маршрутизации маршрутизаторов в Internet. После введения уровня подсети номер устройства разделяется на две части — номер подсети и номер устройства в этой подсети (рис.5.3).



Рис.5.3 Формирование трехуровневой иерархии адресов

Увеличение количества уровней снимает проблему роста таблиц маршрутизации благодаря тому, что информация о топологии корпоративных сетей становится ненужной магистральным маршрутизаторам Internet. Маршруты из сети Internet до любой конкретной подсети, расположенной в сети с данным IP-адресом, одинаковы и не зависят от того, в какой подсети расположен получатель. Это стало возможным благодаря тому, что все подсети сети с данным номером используют один и тот же сетевой префикс, хотя их номера (номера подсетей) разные. Маршрутизаторам в частной сети требуется различать отдельные подсети, но для маршрутизаторов Internet все подсети относятся к единственной записи в таблице маршрутизации. Это позволяет администратору частной сети вносить любые изменения в логическую структуру своей сети, не влияя на размер таблиц маршрутизации маршрутизаторов Internet.

Кроме того, легко решается проблема выделения номеров при росте организации. Организация получает номер сети, а затем администратор произвольно присваивает номера подсетей для каждой внутренней сети. Это позволяет организации расширять свою сеть без необходимости получения еще одного сетевого номера.

Перечислим некоторые преимущества, которые обеспечивает формирование подсетей внутри частной сети:

Размер глобальных таблиц маршрутизации в сети Internet не растет;

Администратор может по своему усмотрению создавать новые подсети без необходимости получения новых номеров сетей;

Изменение топологии частной сети не влияет на таблицы маршрутизации в сети Internet, поскольку маршрутизаторы в Internet не имеют маршрутов в индивидуальные подсети организации — они хранят только маршрут с общим номером сети.

Адресное пространство сети Internet может быть разделено на непересекающиеся подпространства - "подсети", с каждой из которых можно работать как с обычной сетью TCP/IP. Таким образом, единая IP-сеть организации может строиться как объединение подсетей. Как правило, подсеть соответствует одной физической сети, например, одной сети Ethernet.

Конечно, использование подсетей необязательно. Можно просто назначить для каждой физической сети свой сетевой номер, например, номер класса C.

Однако такое решение имеет два недостатка. Первый, и менее существенный, заключается в пустой трате сетевых номеров. Более серьезный недостаток состоит в том, что если ваша организация имеет несколько сетевых номеров, то машины вне ее должны поддерживать записи о маршрутах доступа к каждой из этих IP-сетей. Таким образом, структура IP-сети организации становится видимой для всего мира. При каких-либо изменениях в IP-сети информация о них должна быть учтена в каждой из машин, поддерживающих маршруты доступа к данной IP-сети.

Frame Relay

Пакетная технология глобальных сетей Frame Relay появилась в конце 80-х годов в связи с распространением высокоскоростных и надежных цифровых каналов технологий PDH и SDH.

Особенностью Frame Relay является простота; эта технология предоставляет только тот минимум услуг, который необходим для доставки кадров адресату. Вместе с тем разработчики технологии Frame Relay сделали важный шаг вперед, предоставив пользователям сети гарантию пропускной способности сетевых соединений — свойство, которое до появления Frame Relay технологии пакетных сетей стандартным способом не поддерживали.

Технология Frame Relay основана на использовании техники виртуальных каналов (**Виртуальный канал** - это соединение, установленное между двумя конечными станциями на время их взаимодействия). *Техника виртуальных каналов является компромиссом между неопределенностью дейтаграммного способа продвижения пакетов, используемого, например, в сетях Ethernet и IP, и жесткостью коммутации каналов, которая свойственна технологиям первичных и телефонных сетей.*

Виртуальные каналы Frame Relay могут быть как однонаправленными (то есть способными передавать кадры только в одном направлении), так и двунаправленными. Процедура установления виртуальных каналов Frame Relay заключается в формировании таблиц коммутации в коммутаторах сети. Такие процедуры могут выполняться как вручную, так и системами управления сетью. Виртуальные каналы Frame Relay относятся к типу постоянных виртуальных каналов (Permanent Virtual Circuit, PVC), они заранее устанавливаются по командам оператора сети. В таблице коммутации каждого коммутатора должны быть сделаны две записи (для каждого из двух направлений) о каждом из виртуальных каналов, проходящих через данный коммутатор.

Запись таблицы коммутации состоит из четырех основных полей, каковыми являются:

- номер входного порта канала;
- входная метка канала в поступающих на входной порт пакетах;
- номер выходного порта;
- выходная метка канала в передаваемых через выходной порт пакетах.

После того как виртуальные каналы установлены, конечные узлы могут использовать их для обмена информацией. Технология Frame Relay получила большое распространение в сетях операторов связи в 90-е годы благодаря простоте и возможности гарантировать клиентам пропускную способность соединений. Тем не менее в последнее время популярность услуг Frame Relay резко упала, в основном это произошло из-за появления технологии MPLS, которая, так же как и Frame Relay, основана на технике виртуальных каналов и может гарантировать пропускную способность пользовательских соединений.

ATM

ATM (*Asynchronous Transfer Mode* — асинхронный способ передачи данных) — сетевая высокопроизводительная технология коммутации и мультиплексирования, основанная на передаче данных в виде ячеек (cell) фиксированного размера (53 байта), из которых 5 байтов используется под заголовок. В отличие от синхронного способа передачи данных (STM — англ. *Synchronous Transfer Mode*), ATM лучше приспособлен для предоставления услуг передачи данных с сильно различающимся или изменяющимся битрейтом.

Сеть ATM строится на основе соединенных друг с другом ATM-коммутаторов. Технология реализуется как в локальных, так и в глобальных сетях. Допускается совместная передача различных видов информации, включая видео, голос.

Ячейки данных, используемые в ATM, меньше в сравнении с элементами данных, которые используются в других технологиях. Небольшой, постоянный размер ячейки, используемый в ATM, позволяет:

- Совместно передавать данные с различными классами требований к задержкам в сети, причем по каналам как с высокой, так и с низкой пропускной способностью;
- Работать с постоянными и переменными потоками данных;
- Интегрировать на одном канале любые виды информации: данные, голос, потоковое аудио- и видеовещание, телеметрия и т.п.;
- Поддерживать соединения типа точка–точка, точка–многоточка и многоточка–многоточка.

Технология ATM предполагает межсетевое взаимодействие на трёх уровнях.

Для передачи данных от отправителя к получателю в сети ATM создаются *виртуальные каналы*, VC (англ. *Virtual Circuit*), которые бывают трёх видов:

- *постоянный виртуальный канал*, PVC (*Permanent Virtual Circuit*), который создаётся между двумя точками и существует в течение длительного времени, даже в отсутствие данных для передачи;
- *коммутируемый виртуальный канал*, SVC (*Switched Virtual Circuit*), который создаётся между двумя точками непосредственно перед передачей данных и разрывается после окончания сеанса связи.
- *автоматически настраиваемый постоянный виртуальный канал*, SPVC (*Soft Permanent Virtual Circuit*). Каналы SPVC по сути представляют собой каналы PVC, которые инициализируются по требованию в коммутаторах ATM. С точки зрения каждого участника соединения, SPVC выглядит как обычный PVC, а что касается коммутаторов ATM в инфраструктуре провайдера, то для них каналы SPVC имеют значительные отличия от PVC. Канал PVC создаётся путём статического определения конфигурации в рамках всей инфраструктуры провайдера и всегда находится в состоянии готовности. Но в канале SPVC соединение является статическим только от конечной точки (устройство DTE) до первого коммутатора ATM (устройство DCE). А на участке от устройства DCE отправителя до устройства DCE получателя в пределах инфраструктуры провайдера соединение может формироваться, разрываться и снова устанавливаться по требованию. Установленное соединение продолжает оставаться статическим до тех пор, пока нарушение работы одного из звеньев канала не вызовет прекращения функционирования этого виртуального канала в пределах инфраструктуры провайдера сети.

Для маршрутизации в пакетах используют так называемые идентификаторы пакета. Они бывают двух видов: **VPI** (англ. *virtual path identifier*) — идентификатор виртуального пути (номер канала) **VCI** (англ. *virtual circuit identifier*) — идентификатор виртуального канала (номер соединения)

Особенности технологии SDN

(<http://www.osp.ru/lan/2012/12/13033012/>)

Главная идея SDN заключается в отделении функций передачи трафика от функций управления (включая контроль как самого трафика, так и осуществляющих его передачу устройств). В традиционных коммутаторах и маршрутизаторах эти процессы неотделимы друг от друга и реализованы в одной «коробке»: специальные микросхемы обеспечивают пересылку пакетов с одного порта на другой, а вышележащее ПО определяет правила такой пересылки, выполняет необходимый анализ пакетов, производит изменение содержащейся в них служебной информации и т. д.

Согласно концепции SDN, вся логика управления выносится в так называемые контроллеры, которые способны отслеживать работу всей сети.

Главным становится контроллер: он все видит, все знает и раздает сетевым устройствам инструкции по обработке трафика. Самим устройствам больше не надо разбираться в сотнях замысловатых протоколов — достаточно следовать инструкциям контроллера, а значит, они могут быть простыми и дешевыми.

Конфигурирование сети сильно упростится и администраторам не придется вводить сотни строчек кода отдельно для разных коммутаторов или маршрутизаторов. Характеристики сети можно будет оперативно изменять в режиме реального времени, соответственно, сроки внедрения новых приложений и сервисов значительно сократятся.

Основным элементом концепции SDN является протокол OpenFlow, который обеспечивает взаимодействие контроллера с сетевыми устройствами. Благодаря контроллеру, вся сеть, состоящая из множества разнотипных устройств разных производителей, предстает для приложения как один логический коммутатор.

Как и следует из названия, протокол OpenFlow при идентификации трафика оперирует понятием «потока». Ключевым элементом коммутатора, поддерживающего этот протокол, является таблица потоков (Flow Table). Группа столбцов в левой части таблицы формирует поля соответствия, где указаны характеристики потоков: это могут быть различные параметры, включая MAC- и IP-адреса отправителя и получателя, идентификатор VLAN, номера протокольных портов TCP и UDP, а также другая информация (см. Рисунок 3). Эти данные с помощью протокола OpenFlow записывает в таблицу коммутатора контроллер, он же определяет приоритет разных потоков: чем выше приоритет, тем выше соответствующая запись в таблице потоков.

Входящие пакеты проверяются на соответствие указанным в таблице параметрам. Если соответствие выявлено, к пакетам применяется действие, которое указано в следующем столбце таблицы. Типичным действием является пересылка пакета на один или несколько выходных портов. Кроме того, коммутатор может изменить содержимое служебных полей пакета, сбросить его, направить для анализа контроллеру и т. д. В случае если совпадение не найдено, пакет сбрасывается или направляется контроллеру, который определит, как следует обрабатывать данный поток, и добавит соответствующую запись в таблицу. Статистика по проходящему трафику — число пакетов, байтов и пр. — помещается в соответствующие поля (на Рисунке 3 они обозначены как Count).

Используя протокол OpenFlow, контроллер добавляет, модифицирует и удаляет записи в таблице потоков. Кроме того, он может запрашивать у коммутатора его характеристики и собранную статистику, конфигурировать коммутатор и его отдельные порты.


Один из пионеров в области SDN компания Nicira разработала контроллер и платформу виртуализации сетей (Network Virtualization Platform, NPV), а летом 2012 года она была куплена VMware. По-видимому, следующий претендент на поглощение кем-нибудь из крупных игроков — компания Big Switch Networks, выпустившая контроллер Floodlight и средство тестирования OFTest. Упомянем еще один стартап — компанию Pica8, которая предлагает серию недорогих OpenFlowсовместимых коммутаторов.

Иерархия в кабельных системах

При построении СКС (структурированные кабельные системы) подразумевается что каждое рабочее место оснащено элементами для коммутации даже если в данный момент времени этого не требуется. Хорошая СКС строится избыточной .

Санитарные нормы определяют расстояния между оборудованием.

Планируется и строится иерархически:

1. Коммуникационные средства предприятия
 2. Система кампуса
 3. Вертикальные подсистемы
 4. Горизонтальные подсистемы
 5. Места расположения пользователей
- 

Проектирование начинается с горизонтальной подсистемы, она соединяет кроссовые шкафы с розетками пользователей. Далее разрабатывается вертикальная подсистема, она расположена внутри здания и соединяет кроссовые шкафы с центральной аппаратной здания. Далее система кампуса и соединяет здания с главной аппаратной кампуса с главной аппаратной.

Основные достоинства:

- ✳ Универсальность (СКС позволяет автоматизировать процессы контроля и управления хос-службами используя единую среду передачи данных в виде информации сигналов оповещения)
- ✳ Увеличение срока службы (срок морального старения 10-15 лет)
- ✳ Уменьшение стоимости модификации пользовательских улов
- ✳ Более эффективное обслуживание
- ✳ Надежность, так как используются стандартные совместимые элементы

Используются 3 действующих стандарта для СКС:

- ✳ Американский, ANSI 568 – А, стандарт телекоммуникационного кабелирования
 - Передающая среда
 - Топология
 - Расстояние
 - Пользовательские интерфейсы
 - Рабочие характеристики кабельных компонентов и коммутационного оборудования
 - Правила монтажа
 - Рабочие характеристики линии
- ✳ CENELEC EN 50.173 стандарт регулярного кабелирования систем(европейский)
- ✳ ISO11.801 универсальные кабельные системы зданий(международный)

Стандарты медных кабелей

Сегодня как для внутренней (кабели зданий), так и для внешней проводки чаще всего применяются три класса проводных линий связи:

- витая пара;
- коаксиальные кабели;
- волоконно-оптические кабели.

Экранированная и неэкранированная витая пара

Витой парой называется скрученная пара проводов. Этот вид среды передачи данных очень популярен и составляет основу большого количества как внутренних, так и внешних кабелей. Кабель может состоять из нескольких скрученных пар (внешние кабели иногда содержат до нескольких десятков таких пар). Скручивание проводов снижает влияние внешних и взаимных помех на полезные сигналы, передаваемые по кабелю. Кабели на основе витой пары являются симметричными, то есть они состоят из двух одинаковых в конструктивном отношении проводников. Симметричный кабель на основе витой пары может быть как экранированным, так и неэкранированным. Кабель на основе неэкранированной витой пары, используемый для проводки внутри здания, разделяется в международных стандартах на категории (от 1 до 7).

- UTP1 - Кабели категории 1 применяются там, где требования к скорости передачи минимальны. Обычно это кабель для цифровой и аналоговой передачи голоса и низкоскоростной (до 20 Кбит/с) передачи данных. До 1983 года это был основной тип кабеля для телефонной разводки.
- Кабели категории 2 были впервые применены фирмой IBM при построении собственной кабельной системы. Главное требование к кабелям этой категории — способность передавать сигналы со спектром до 1 МГц.
- Кабели категории 3 были стандартизованы в 1991 году. Стандарт EIA-568 определил электрические характеристики кабелей для частот в диапазоне до 16 МГц. Кабели категории 3, предназначенные как для передачи данных, так и для передачи голоса, составляют сейчас основу многих кабельных систем зданий.
- Кабели категории 4 представляют собой несколько улучшенный вариант кабелей категории 3. Кабели категории 4 обязаны выдерживать тесты на частоте передачи сигнала 20 МГц и обеспечивать повышенную помехоустойчивость и низкие потери сигнала. На практике используются редко.
- Кабели категории 5 были специально разработаны для поддержки высокоскоростных протоколов. Их характеристики определяются в диапазоне до 100 МГц. Большинство высокоскоростных технологий (FDDI, Fast Ethernet, ATM и Gigabit Ethernet) ориентировано на использование витой пары категории 5. Кабель категории 5 пришел на замену кабелю категории 3, и сегодня все новые кабельные системы крупных зданий строятся именно на этом типе кабеля (в сочетании с волоконно-оптическим).
- Особое место занимают кабели категорий 6 и 7, которые промышленность начала выпускать сравнительно недавно. Для кабеля категории 6 характеристики определяются до частоты 250 МГц, а для кабелей категории 7 — до 600 МГц. Кабели категории 7 обязательно экранируются, причем как каждая пара, так и весь кабель в целом. Кабель категории 6 может быть как экранированным, так и неэкранированным. Основное назначение этих кабелей — поддержка высокоскоростных протоколов на отрезках кабеля большей длины, чем кабель UTP категории 5.

Все кабели UTP независимо от их категории выпускаются в 4-парном исполнении. Каждая из четырех пар кабеля имеет определенный цвет и шаг скрутки. Обычно две пары предназначены для передачи данных, две — для передачи голоса.

Экранированная витая пара хорошо защищает передаваемые сигналы от внешних помех, а также меньше излучает электромагнитные колебания вовне, что, в свою очередь, защищает пользователей сетей от вредного для здоровья излучения. Наличие заземляемого экрана удорожает кабель и усложняет его прокладку.

Коаксиальный кабель состоит из несимметричных пар проводников. Каждая пара представляет собой внутреннюю медную жилу и соосную с ней внешнюю жилу, которая может быть полый медной трубой или оплеткой, отделенной от внутренней жилы диэлектрической изоляцией. Внешняя жила играет двоякую роль — по ней передаются информационные сигналы и она является экраном, защищающим внутреннюю жилу от внешних электромагнитных полей. Существует несколько типов коаксиального кабеля, отличающихся характеристиками и областями применения: для локальных компьютерных сетей, для глобальных телекоммуникационных сетей, для кабельного телевидения и т. п.

- «Толстый» коаксиальный кабель разработан для сетей Ethernet 10Base-5 с волновым сопротивлением 50 Ом и внешним диаметром около 12 мм. Этот кабель имеет достаточно толстый внутренний проводник диаметром 2,17 мм, который обеспечивает хорошие механические и электрические характеристики (затухание на частоте 10 МГц — не хуже 18 дБ/км). Зато этот кабель сложно монтировать — он плохо гнется.

- «Тонкий» коаксиальный кабель предназначен для сетей Ethernet 10Base-2. Обладая внешним диаметром около 50 мм и тонким внутренним проводником 0,89 мм, этот кабель не так прочен, как «толстый» коаксиал, зато обладает гораздо большей гибкостью, что удобно при монтаже. «Тонкий» коаксиальный кабель также имеет волновое сопротивление 50 Ом, но его механические и электрические характеристики хуже, чем у «толстого» коаксиального кабеля.

- Телевизионный кабель с волновым сопротивлением 75 Ом широко применяется в кабельном телевидении. Существуют стандарты локальных сетей, позволяющие использовать такой кабель для передачи данных.

Волоконно-оптический кабель

Волоконно-оптический кабель состоит из тонких (5-60 микрон) гибких стеклянных волокон (волоконных световодов), по которым распространяются световые сигналы. Это наиболее качественный тип кабеля — он обеспечивает передачу данных с очень высокой скоростью (до 10 Гбит/с и выше) и к тому же лучше других типов передающей среды обеспечивает защиту данных от внешних помех (в силу особенностей распространения света такие сигналы легко экранировать).

Каждый световод состоит из центрального проводника света (сердцевины) — стеклянного волокна, и стеклянной оболочки, обладающей меньшим показателем преломления, чем сердцевина. Распространяясь по сердцевине, лучи света не выходят за ее пределы, отражаясь от покрывающего слоя оболочки. В зависимости от распределения показателя преломления и величины диаметра сердечника различают:

- многомодовое волокно со ступенчатым изменением показателя преломления
- многомодовое волокно с плавным изменением показателя преломления
- одномодовое волокно (рис. 8.17, в).

Понятие «мода» описывает режим распространения световых лучей в сердцевине кабеля.

Сетевые адаптеры

Сетевой адаптер (Network Interface Card, NIC) - это периферийное устройство компьютера, непосредственно взаимодействующее со средой передачи данных, которая прямо или через другое коммуникационное оборудование связывает его с другими компьютерами. Это устройство решает задачи надежного обмена двоичными данными, представленными соответствующими электромагнитными сигналами, по внешним линиям связи. Как и любой контроллер компьютера, сетевой адаптер работает под управлением драйвера операционной системы и распределение функций между сетевым адаптером и драйвером может изменяться от реализации к реализации.

Сетевой адаптер обычно выполняет следующие функции:

- Оформление передаваемой информации в виде кадра определенного формата. Кадр включает несколько служебных полей, среди которых имеется адрес компьютера назначения и контрольная сумма кадра, по которой сетевой адаптер станции назначения делает вывод о корректности доставленной по сети информации.
- Получение доступа к среде передачи данных. В локальных сетях в основном применяются разделяемые между группой компьютеров каналы связи (общая шина, кольцо), доступ к которым предоставляется по специальному алгоритму (наиболее часто применяются метод случайного доступа или метод с передачей маркера доступа по кольцу).
- Кодирование последовательности бит кадра последовательностью электрических сигналов при передаче данных и декодирование при их приеме. Кодирование должно обеспечить передачу исходной информации по линиям связи с определенной полосой пропускания и определенным уровнем помех таким образом, чтобы принимающая сторона смогла распознать с высокой степенью вероятности посланную информацию.
- Преобразование информации из параллельной формы в последовательную и обратно. Эта операция связана с тем, что для упрощения проблемы синхронизации сигналов и удешевления линий связи в вычислительных сетях информация передается в последовательной форме, бит за битом, а не побайтно, как внутри компьютера.
- Синхронизация битов, байтов и кадров. Для устойчивого приема передаваемой информации необходимо поддержание постоянного синхронизма приемника и передатчика информации. Сетевой адаптер использует для решения этой задачи специальные методы кодирования, не использующие дополнительной шины с тактовыми синхросигналами.

Сетевые адаптеры различаются по типу и разрядности используемой в компьютере внутренней шины данных - ISA, EISA, PCI, MCA. Сетевые адаптеры различаются также по типу принятой в сети сетевой технологии - Ethernet, Token Ring, FDDI и т.п. Как правило, конкретная модель сетевого адаптера работает по определенной сетевой технологии (например, Ethernet). В связи с тем, что для каждой технологии сейчас имеется возможность использования различных сред передачи данных (тот же Ethernet поддерживает коаксиальный кабель, неэкранированную витую пару и оптоволоконный кабель), сетевой адаптер может поддерживать как одну, так и одновременно несколько сред. В случае, когда сетевой адаптер поддерживает только одну среду передачи данных, а необходимо использовать другую, применяются трансиверы и конверторы.

Трансивер (приемопередатчик, **transmitter+receiver**) - это часть сетевого адаптера, его оконечное устройство, выходящее на кабель. В первом стандарте Ethernet, работающем на толстом коаксиале, трансивер располагался непосредственно на кабеле и связывался с остальной частью адаптера, располагавшейся внутри компьютера, с помощью интерфейса AUI (attachment unit interface). В других вариантах Ethernet'a оказалось удобным

выпускать сетевые адаптеры (да и другие коммуникационные устройства) с портом AUI, к которому можно присоединить трансивер для требуемой среды.

Концентраторы. Основные и дополнительные функции.

Принцип работы. Конструктивное исполнение

Hub или концентратор - многопортовый повторитель сети с автосегментацией. Все порты концентратора равноправны. Получив сигнал от одной из подключенных к нему станций, концентратор транслирует его на все свои активные порты. При этом, если на каком-либо из портов обнаружена неисправность, то этот порт автоматически отключается (сегментируется), а после ее устранения снова делается активным. Обработка коллизий и текущий контроль за состоянием каналов связи обычно осуществляется самим концентратором. Концентраторы можно использовать как автономные устройства или соединять друг с другом, увеличивая тем самым размер сети и создавая более сложные топологии.

Назначение концентраторов - объединение отдельных рабочих мест в рабочую группу в составе локальной сети. Для рабочей группы характерны следующие признаки: определенная территориальная сосредоточенность; коллектив пользователей рабочей группы решает сходные задачи, использует однотипное программное обеспечение и общие информационные базы; в пределах рабочей группы существуют общие требования по обеспечению безопасности и надежности, происходит одинаковое воздействие внешних источников возмущений (климатических, электромагнитных и т.п.); совместно используются высокопроизводительные периферийные устройства; обычно содержат свои локальные сервера, нередко территориально расположенные на территории рабочей группы.

Концентраторы работают на физическом уровне (Уровень 1 базовой эталонной модели OSI). Поэтому они не чувствительны к протоколам верхних уровней. Результатом этого является возможность совместного использования различных операционных систем (Novell NetWare, SCO UNIX, EtherTalk, LAN Manager и пр., совместимые с сетями Ethernet или IEEE 802.3).

Все концентраторы обладают следующими характерными эксплуатационными признаками:

оснащены светодиодными индикаторами, указывающими состояние портов (Port Status), наличие коллизий (Collisions), активность канала передачи (Activity), наличие неисправности (Fault) и наличие питания (Power), что обеспечивает быстрый контроль состояния всего концентратора и диагностику неисправностей;

при включении электропитания выполняют процедуру самотестирования, а в процессе работы - функцию самодиагностики;

имеют стандартный размер по ширине - 19";

обеспечивают автосегментацию портов для изоляции неисправных портов и улучшения сохранности сети (network integrity);

Обеспечение секретности в сетях, построенных с использованием концентраторов, довольно неблагоприятное занятие, т.к. Hub по определению является широкоэмиттерным устройством. Но, при необходимости, Вам могут быть доступны следующие средства: блокирование неиспользуемых портов, установка пароля на консольный порт, установка шифрования информации на каждом из портов (некоторые модели имеют эту возможность).

Мосты

Мостом называется устройство, которое служит для связи между локальными сетями. Мост передает кадры из одной сети в другую. Для каждой соединяемой сети мост является узлом (абонентом сети). узлом сети может быть компьютер, специальная рабочая станция или другое устройство. При этом мост принимает кадр, запоминая его в своей буферной памяти, анализирует адрес назначения кадра. Если кадр принадлежит сети, из которой он получен, мост не должен на этот кадр реагировать. Если кадр нужно переслать в другую сеть, он туда и отправляется. Доступ к среде осуществляется в соответствии с теми правилами, что и для обычного узла. По принадлежности к разным типам сетей различают локальные, глобальные (удаленные) мосты. Эти мосты отличаются по типам своих сетевых портов. Локальные порты поставляются с портами, предназначенными для подключения к LAN. Как правило, для соединения устройств в таких сетях используется коаксиальный и волоконно-оптический кабель или витая пара. Одним из самых важных достоинств локальных мостов является их способность соединять локальные сети, использующие разные среды. Например, мосты способны объединить сеть на коаксиальном кабеле с сетью, построенной на волоконно-оптическом кабеле. Глобальные мосты устанавливаются в сетях передачи информации на большие расстояния (сети WAN\MAN). При этом глобальные мосты могут быть оборудованы локальными портами. По алгоритму работы мосты делятся на мосты с “маршрутизацией от источника” (Source Routing) и на “прозрачные” (transparent) мосты.

Алгоритм “маршрутизации от источника” принадлежит фирме IBM и предназначен для описания прохождения кадров через мосты в сетях Token Ring. Они вычисляют маршрут прохождения кадра, исходя из информации, хранящейся в полях самого кадра

Прозрачные мосты наиболее широко распространены. Для этих мостов локальная сеть представляется как набор MAC-адресов устройств, работающих в сети. Мосты просматривают эти адреса для принятия решения о дальнейшем пути передачи кадра. Для анализа адреса кадр записывается во внутренний буфер моста. Мосты не работают с информацией, относящейся к сетевому уровню. Они ничего не знают о топологии связей сегментов или сетей между собой. Поэтому мосты совершенно прозрачны для протоколов, начиная с сетевого и выше. Мосты позволяют объединить несколько локальных сетей в единую логическую сеть. Соединяемые локальные сети образуют сетевые сегменты такой логической сети. Выбор оптимального маршрута не возможен при прозрачной маршрутизации.

После получения кадров мост проверяет их целостность при помощи контрольной суммы. Неправильные кадры при этом отбрасываются. После успешной проверки мост сравнивает адрес отправителя с имеющимися в базе данных адресами. Если адрес отправителя еще не заносился в базу данных, он добавляется в нее. В результате мост узнает адреса устройств в сети и таким образом происходит процесс его обучения. Благодаря способности к обучению к сети могут добавляться новые устройства без реконфигурации моста.

Кроме адреса отправителя, мост анализирует и адрес получателя. Если запись о каком-либо адресе получателя отсутствует в базе или этот адрес является широковещательным, мост перелает кадр на все свои порты, за исключением порта, принявшего кадр. Такой процесс называется *широковещанием* (broadcasting) или *затоплением* (flooding) сети. Широковещание гарантирует, что кадр будет доставлен во все сегменты сети и, естественно, получателю.

Так как рабочие станции могут переноситься из одного сегмента в другой, мосты должны периодически обновлять содержимое своих адресных баз. В этой связи записи в адресной базе делятся на два типа – статические и динамические. С каждой динамической записью связан таймер неактивности. При получении кадра с адресом отправителя, который

соответствует определенной записи в адресной базе, соответствующий таймер неактивности сбрасывается в исходное состояние. Если какая-либо станция долгое время не посылает кадры, таймер неактивности по истечении определенного промежутка времени удаляет этот адрес из базы данных.

Коммутаторы. Основные и дополнительные функции.

Принцип работы. Конструктивное исполнение.

Сетевой коммутатор — устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного сегмента. В отличие от концентратора, который распространяет трафик от одного подключенного устройства ко всем остальным, коммутатор передает данные только непосредственно получателю. Это повышает производительность и безопасность сети, избавляя остальные сегменты сети от необходимости (и возможности) обрабатывать данные, которые им не предназначались. Коммутаторы были разработаны с использованием мостовых технологий и часто рассматриваются как многопортовые мосты. Коммутаторы были разработаны с использованием мостовых технологий и часто рассматриваются как многопортовые мосты. Коммутатор работает на канальном уровне модели OSI, и потому в общем случае может только объединять узлы одной сети по их MAC-адресам. Для соединения нескольких сетей на основе сетевого уровня служат маршрутизаторы.

Принцип работы коммутатора

Коммутатор хранит в памяти специальную таблицу (MAC-таблицу), в которой указывается соответствие MAC-адреса узла порту коммутатора. При включении switch эта таблица пуста, и он работает в режиме обучения. В этом режиме поступающие на какой-либо порт данные передаются на все остальные порты коммутатора. При этом свитч анализирует пакеты данных, определяя MAC-адрес компьютера-отправителя, и заносит его в таблицу. Впоследствии, если на один из портов коммутатора поступит пакет, предназначенный для этого компьютера, этот пакет будет отправлен только на соответствующий порт. Если MAC-адрес компьютера-получателя еще не известен, то пакет будет продублирован на все интерфейсы. Со временем коммутатор строит полную таблицу для всех своих портов, и в результате трафик локализуется.

Передача через коммутационную матрицу

Режим на лету (мин задержка не надо ждать прихода всего кадра сразу передача, нет времени проверить кадр)

Режим с полной буферизацией (большая задержка, пока кадр в буфере можно проверить)

Архитектура коммутатора с общей шиной:

Производительность шины должна быть не меньше производительности всех портов

Архитектура разделяемой памяти:

Сложная структура менеджера очередей выходных портов

Характеристики влияющие на производительность коммутатора

Скорость фильтрации кадра

Скорость продвижения кадра

Пропускная способность

Задержка передачи кадра

Коммутаторы. Управление потоком кадров.

При работе порта в полудуплексном режиме коммутатор не может изменять протокол и пользоваться для управления потоком новыми командами, такими как «Приостановить передачу» и «Возобновить передачу».

Зато у коммутатора появляется возможность воздействовать на конечный узел с помощью механизмов алгоритма доступа к среде, который конечный узел обязан отрабатывать. Эти приемы основаны на том, что конечные узлы строго соблюдают все параметры алгоритма доступа к среде, а порты коммутатора - нет. Обычно применяются два основных способа управления потоком кадров - обратное давление на конечный узел и агрессивный захват среды.

Метод обратного давления (backpressure) состоит в создании искусственных коллизий в сегменте, который чересчур интенсивно посылает кадры в коммутатор. Для этого коммутатор обычно использует jam-последовательность, отправляемую на выход порта, к которому подключен сегмент (или узел), чтобы приостановить его активность. Кроме того, метод обратного давления может применяться в тех случаях, когда процессор порта не рассчитан на поддержку максимально возможного для данного протокола трафика.

Второй метод «торможения» конечного узла в условиях перегрузки внутренних буферов коммутатора основан на так называемом агрессивном поведении порта коммутатора при захвате среды либо после окончания передачи очередного пакета, либо после коллизии. Эти два случая иллюстрируются рисунке



В первом случае коммутатор окончил передачу очередного кадра и вместо технологической паузы в 9,6 мкс сделал паузу в 9,1 мкс и начал передачу нового кадра. Компьютер не смог захватить среду, так как он выдержал стандартную паузу в 9,6 мкс и обнаружил после этого, что среда уже занята.

Во втором случае кадры коммутатора и компьютера столкнулись и была зафиксирована коллизия. Так как компьютер сделал паузу после коллизии в 51,2 мкс, как это положено по стандарту (интервал отсрочки равен 512 битовых интервалов), а коммутатор - 50 мкс, то и в этом случае компьютеру не удалось передать свой кадр.

Коммутаторы 3 уровня

Могут работать как коммутаторы и как маршрутизаторы. Есть два варианта передачи данных

Классический метод: коммутатор 3го уровня захватывает все кадры своими портами независимо от MAC-адресов, а затем принимает решение о коммутации или маршрутизации каждого кадра. Если кадр имеет MAC адрес назначения отличный от MAC адреса порта маршрутизатора, то этот кадр коммутируется. Если же кадр направлен непосредственно MAC адресу какого-либо порта, то он маршрутизируется стандартным образом. При этом коммутатор 3го уровня может поддерживать динамические протоколы маршрутизации (напр: RIP). Кроме того может поддерживать виртуальные ЛС.

Второй – способ ускоренной маршрутизации. Если нужно передать кадр из одной сети в другую, первые кадры маршрутизируются отдельно до тех пор пока не выяснится что это устойчивый поток, для этого должны совпадать, к примеру, адрес отправителя и получателя, остальные кадры не маршрутизируются, а коммутируются.

Поток – это последовательность пакетов, имеющих некоторое общее свойство, по крайней мере должно совпадать адрес отправителя и адрес получателя.

Коммутатор третьего уровня можно сравнить с очень быстрым маршрутизатором. Он также умеет работать с протоколами динамической маршрутизации (OSPF, RIP) и абсолютно совместим с обычным маршрутизатором. Доступна настройка списков доступа (так называемые access листы) и многое другое.

Ответ кроется в производительности и цене. Дело в том, что современные коммутаторы 3-го уровня превосходят по производительности маршрутизаторы в десятки и даже сотни раз. Обусловлено это применением в коммутаторах набора специализированных микросхем (ASIC). Маршрутизация (обработка пакетов) происходит на аппаратном уровне, а программная поддержка остается для процедур, которые напрямую не связаны с обработкой трафика: расчет таблиц маршрутизации, списки доступа и т.д.

У обычного маршрутизатора этот механизм (обработка пакетов) реализован программно, и он как правило функционирует на процессоре общего назначения. Однако стоит отметить, что некоторые современные маршрутизаторы так же имеют специальные выделенные микросхемы для ускорения обработки пакетов без использования процессора, но такие маршрутизаторы гораздо дороже коммутаторов 3-го уровня.

Маршрутизаторы . Основные и дополнительные функции. Принцип работы

Одной из функций маршрутизатора является физическое соединение сетей. Маршрутизатор имеет несколько сетевых интерфейсов, подобных интерфейсам компьютера, к каждому из которых может быть подключена одна сеть. Таким образом, все интерфейсы маршрутизатора можно считать узлами разных сетей. Маршрутизатор может быть реализован программно на базе универсального компьютера (например, типовая конфигурация Unix или Windows включает программный модуль маршрутизатора). Однако чаще маршрутизаторы реализуются на базе специализированных аппаратных платформ. В состав программного обеспечения маршрутизатора входят протокольные модули сетевого уровня. Маршрутизатор собирает информацию о топологии связей между сетями и на основе этой информации строит таблицы коммутации, которые в данном случае носят специальное название таблиц маршрутизации.

Для них сеть – набор сетевых адресов, чаще IP адреса. **Основная функция** – выбор наилучшего маршрута продвижения или передачи кадров. **По структуре** – основной элемент – таблица маршрутизации, но в мостах хранятся сетевые адреса. **Недостаток** – большая задержка от входного порта до выходного. Считается, что типичный маршрутизатор – мощное вычислительное устройство с 1 или несколькими процессорами. Могут использоваться собственные ОС для работы с маршрутизаторами. Могут работать с несколькими протоколами. Используется больше алгоритмов для построения таблиц маршрутизации.

Классификация маршрутизаторов по областям применения:

- *Магистральные (самые мощные)* – для построения центральной сети корпорации, производ - ть – несколько миллионов пакетов в сек. Поддерживают различные интерфейсы, например – CISCO12000
- *Маршрутизаторы региональных отделений* – соединение региональных отделений с центральной сетью. CISCO3600
- *Маршрутизатор локальных сетей* – требование – высокая скорость. Часто вместо них используются коммутаторы 3 уровня. CISCO1600

Дополнительные функции маршрутизаторов:

- Поддержка одновременно нескольких протоколов маршрутизации; для каждого протокола своя таблица; каждому протоколу свой приоритет; наивысший – для статической маршрутизации, когда маршрут устанавливает сам администратор, следующие по уровню приоритеты – выбранные протоколами связи, низший – у дистанционно – векторных протоколов.
- Защита от широковецательных штормов
- Поддержка немаршрутизируемых протоколов
- Разделение функций построения и использования таблиц маршрутизации

3 уровня протоколов

Протокол вектора расстояния (RIP)

Протоколы состояния каналов

Протоколы политики маршрутизации – наиболее эффективны

Маршрутизаторы. Конструктивное исполнение.

Интерфейс маршрутизатора обеспечивает физическое соединение маршрутизатора с той или иной сетевой средой. Интерфейсы Cisco часто называют портами, причем каждый порт предназначен для подключения к среде определенного вида. Так, интерфейс локальной сети, например порт Ethernet, представляет собой розетку коннектора RJ-45, к которой с помощью витой пары подсоединяется концентратор Ethernet.

Интерфейсы маршрутизатора

Встроенные порты характеризуются типом соединения и номером. Например, первый порт Ethernet обозначается ЕО, второй - Е1 и т.д. (В некоторых случаях интерфейсы Ethernet организованы в виде концентратора.) Последовательные порты обозначаются буквой «S» и цифрой: так, SO - первый последовательный порт. На рис. 16 изображены два последовательных порта маршрутизатора Cisco 2505 и порты концентратора Ethernet (от первого до восьмого). Маршрутизаторы Cisco серии 2500 выпускаются с определенным количеством портов для локального, глобального и последовательного соединений. Маршрутизаторы более высокого класса, такие как Cisco 4500, являются модульными, что дает возможность устанавливать в них карты различных интерфейсов. Более того разрешается задавать количество портов на карте. Например, в один из трех свободных разъемов маршрутизатора 4500 допустимо вставить карту Ethernet с шестью портами.

Конструктивные особенности маршрутизаторов

От современного маршрутизатора требуется сочетание функциональности с высокой скоростью работы. Функциональность определяется разнообразием поддерживаемых сетевых протоколов (правда, в последнее время в связи с явным доминированием IP требования к поддержанию протоколов IPX, AppleTalk, TokenRing и других стали выдвигаться значительно реже), протоколов маршрутизации (RIP, IGRP обычно составляют обязательный набор), физических интерфейсов.

Функциональность и гибкость на канальном уровне обычно обеспечивается в маршрутизаторах за счет модульной конструкции, когда в одно шасси устанавливается несколько модулей с интерфейсами определенного типа, причем как количество слотов у шасси, так и количество различных типов таких модулей может быть весьма большим, до нескольких десятков. Примером модульного построения маршрутизатора может служить маршрутизатор Cisco 7206, передняя панель которого показана на рис. 23. Этот маршрутизатор выполнен на основе 6-слотового шасси, в которое можно установить интерфейсные модули свыше 30 типов, в том числе модули Ethernet, FastEthernet, GigabitEthernet, TokenRing, FDDI, последовательных интерфейсов V.35/X.21/HSSI, технологий глобальных сетей ISDN, SONET/SDH и ATM. В маршрутизаторе, представленном на рисунке, установлены: 5-портовый модуль 10BaseFL, 4-портовый модуль 10BaseTX, 4-портовый модуль TokenRing, 4-портовый модуль Serialenchanced и 2-портовый модуль FastEthernet. Маршрутизатор также оснащен многофункциональным модулем управления.

В последнее время из-за резко возросших скоростей технологий канального уровня важную роль стала играть быстрота обработки пакетов. При нескольких гигабитных и

мультимегабитных интерфейсах Ethernet, ATM, SDH и DWDM суммарная скорость продвижения пакетов маршрутизатором должна составлять десятки гигабит и даже несколько терабит в секунду. Добиться подобной производительности при сохранении гибкости и функциональности маршрутизатора – дело очень непростое. До появления высокоскоростных технологий от маршрутизатора обычно требовалось поддержание нескольких последовательных интерфейсов глобальных сетей со скоростями в несколько десятков Кбит/с, поэтому почти все функции маршрутизатора могли быть реализованы на основе единственного универсального процессора. Такой подход применяется и сегодня при реализации маршрутизаторов для небольших сетей, не поддерживающих высокоскоростных интерфейсов.