

Раздел 3. Технологии локальных сетей.

Тема 3.3. Методы маркерной шины и маркерного кольца

В данном разделе рассмотрим подробнее методы **маркерной шины** и **маркерного кольца**, указанные ранее в качестве разновидностей доступа к передающей среде в локальных компьютерных сетях.

1. Маркерная шина (стандарт IEEE 802.4)

Стандарт IEEE 802.4 описывает свойства сетей, известных под названием маркерная шина. С точки зрения правил предоставления доступа этот стандарт схож с **TOKEN RING**, а также **RFC-1042** и **-1230**). В качестве физической среды используется сетевая кабель сопротивлением 75 ом. 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.

Станции получают доступ к шине в результате соревновательной процедуры, называемой **“окно откликов”**. Окно откликов представляет собой временной интервал, равный по длительности одному системному такту, который в свою очередь равен времени распространения сигнала по шине. Это время отсчитывается от момента окончания передачи кадра управления. В течение этого времени станция-инициатор ожидает отклика от других станций. Любая станция сети, будучи владельцем маркера, может запустить этот процесс с помощью посылки кадра поиск следующей станции. Запросы на подключение осуществляются путем отправки пакета установка следующей станции, в поле данных которого записывается адрес станции, запрашивающей доступ к шине. Адрес следующей соседней станции меньше адреса станции-отправителя (*маркер движется в направлении убывания адресов*). Обычно посылаются кадр с одним окном откликов. При этом запросы могут посылать станции с адресами не меньше, чем адрес ближайшего соседа. Если процесс инициализирован станцией с наименьшим номером, то посылаются пакет с двумя окнами откликов, одно для станции с номером меньше, чем у предшественника, другое с адресом больше чем у предшественника. После этого станция ждет ответа в течение одного такта. Если ответа нет, маркер передается следующей станции. Если же получен один ответ, инициализируется подключение следующей станции. При получении более одного отклика возникает конфликт, для разрешения которого посылаются пакет разрешение конфликта с четырьмя окнами. Станции заносят свои запросы в окна в соответствии с первыми двумя битами своего адреса. Если попытка разрешить конфликт при этом не удалась, пакет отсылается повторно. В новой попытке участвуют только станции, участвовавшие в первом раунде, а для сравнения используются уже следующие два бита адреса. Процедура может завершиться подключением одной из станций или исчерпыванием числа попыток.

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 приемника. Если держатель маркера получит пакет, показывающий наличие в сети еще одного владельца маркера, он уничтожает свой маркер и переходит в режим ожидания. 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 приемника. Если приемник не посылает ничего в течении секунды, станция повторяет передачу маркера. Если и это не помогает, то посылаются пакет кто следующий? с адресом приемника в поле данных и тремя окнами откликов. Если станция обнаруживает в поле данных адрес своего предшественника, она посылает кадр типа установка следующей станции по адресу отправителя. В отсутствии кадра установка следующей станции станция посылает такой пакет самой себе с двумя окнами для выявления активных сетевых устройств.

При обнаружении потери маркера запускается процедура инициализации сети, при этом посылаются пакет требование маркера. Станция, пославшая запрос, прослушивает шину и при

обнаружении сетевой активности выбывает из соревнования (имеется станция с большим, чем у нее адресом).

Таблица 1.1. Коды поля FC и типы кадров

Код поля FC	Тип кадра	Поле данных
0x0	Запрос маркера	Код арбитража
0x1	Поиск следующей станции (1 окно откликов)	Отсутствует
0x2	Поиск следующей станции (два окна откликов)	Адрес следующей станции
0x3	Кто следующий? (три окна откликов)	Отсутствует
0x4	Разрешение конфликта (4 окна откликов)	Отсутствует
0x8	Маркер	Отсутствует
0xD	Установка следующей станции	Адрес следующей станции

2. Маркерное кольцо (Token Ring) (стандарт IEEE 802.5)

Сеть **Token Ring** имеет топологию звезды, все оконечные станции которой подключаются к общему устройству (**MSAU - MultiStation Access Unit**).

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

В отличие от сетей с **CSMA/CD** доступом (например, **Ethernet**) в **IEEE 802.5** гарантируется стабильность пропускной способности (нет столкновений). Сети **Token Ring имеют встроенные средства диагностики, они более приспособлены для решения задач реального времени, но в то же время более дороги.**

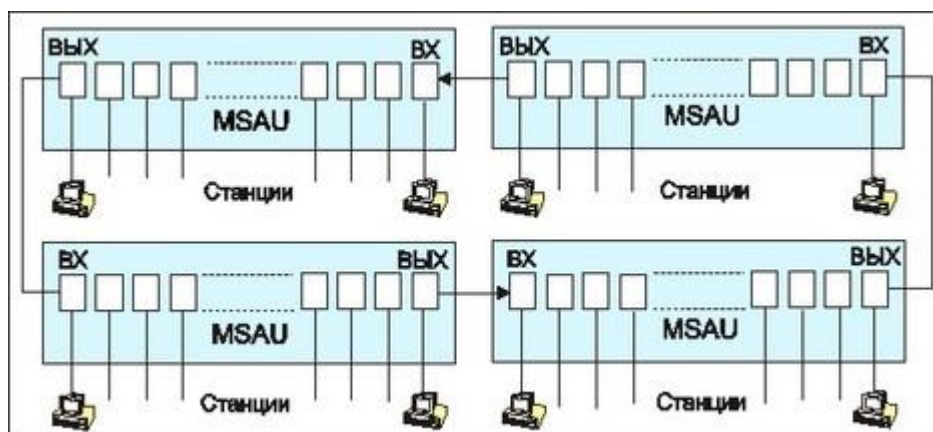
Маркер содержит лишь поля стартового разделителя(SDEL), управления доступом (AC) и оконечного разделителя (EDEL, всего 3 байта). Если узел получил маркер, он может начать передачу информации, в противном случае он просто передает маркер следующему узлу. Каждая станция может захватить маркер на определенное время. Станция, намеревающаяся что-то передать, захватывает маркер, меняет в нем один бит, который преобразует маркер во флаг начала кадра, вносит в кадр информацию, подлежащую пересылке, и посылает его следующей станции. Передающая станция ответственна за изъятие из кольца переданных ею кадров (станция не ретранслирует собственные кадры). Введенный в сеть кадр будет двигаться по сети, пока не попадет в узел, которому он адресован и который скопирует необходимую информацию. При этом устанавливается флаг копирования (FCI), что свидетельствует об успешной доставке кадра адресату. Кадр продолжает движение, пока не попадет в узел отправитель, где он будет уничтожен. При этом проверяется, подключена ли к сети станция-адресат. Это делается путем контроля API (индикатора распознавания кадра адресатом). **Сеть Token Ring идеальна для приложений, где задержка получения информации должна быть предсказуемой, и требуется высокая надежность.**

Сетевые станции подключаются к MSAU, которые объединяются друг с другом, образуя кольцо. Если станция отключилась, MSAU шунтирует ее, обеспечивая проход пакетов. Стандарт **Token Ring** использует довольно сложную систему приоритетов, которая позволяет некоторым станциям пользоваться сетью чаще остальных. **Кадры Token Ring имеют два поля, которые управляют доступом приоритет и резервирование.** Только станции с приоритетом равным или выше, чем приоритет маркера, могут им завладеть. Если маркер уже захвачен и преобразован в информационный кадр, только станции с приоритетом выше, чем у станции- отправителя, могут зарезервировать маркер на следующий цикл. Станции, которые подняли приоритет маркера, должны его восстановить после завершения передачи.

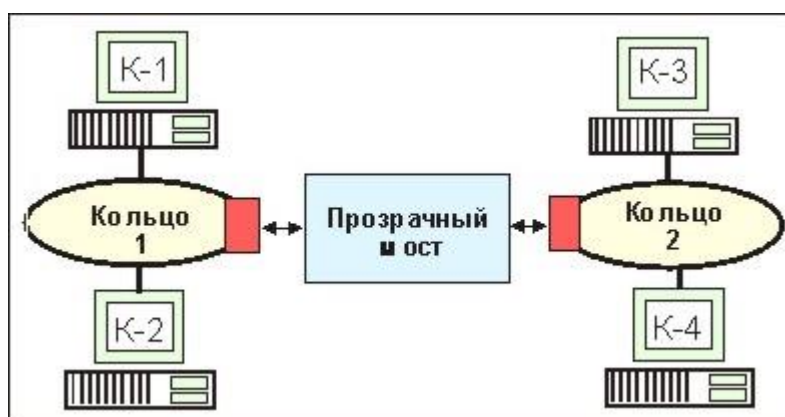
Сети Taken Ring имеют несколько механизмов для обнаружения и предотвращения влияния сетевых сбоев и ошибок. Например, пусть одна из станций выбрана в качестве **активного монитора**. Эта станция работает как центральный источник синхронизации для других станций сети и выполняет ряд других функций. Одной из таких функция является удаление из кольца бесконечно циркулирующих кадров (маркеров). Если отправитель ошибся, установив, например -

ошибочный адрес места назначения, это может привести к заикливанию кадра. Ведь кадр может быть поврежден в пути и отправитель его уже не узнает. А это в свою очередь блокирует работу остальных станций. Активный монитор должен обнаруживать такие кадры, удалять их и генерировать новый маркер. Функции активного монитора часто выполняют MSAU. Попутно MSAU может контролировать, какая из станций является источником таких дефектных кадров, и вывести ее из кольца. Если станция обнаружила серьезную неполадку в сети (например, обрыв кабеля), она посылает сигнальный кадр (**beacon**). Такой кадр несет в себе идентификатор отправителя и имя соседа-предшественника (**NAUN - Nearest Active Upstream Neighbour**).

Такой кадр инициализирует процедуру **автореконфигурации**, при которой узлы в районе аварии пытаются реконфигурировать сеть так, чтобы ликвидировать влияние поломки. Топологическая схема сети IEEE 802.5 представлена на рис. 2.1.



При построении больших сетей **Token Ring** приходится использовать большое число колец. Отдельные кольца связываются друг с другом, как и в других сетях, с помощью мостов (рис. 2.1.2). Мосты бывают "**прозрачными**" (IEEE 802.1D) и с маршрутизацией от источника. Последние позволяют связать в единую сеть несколько колец, использующих общий сетевой IPX- или IP-адрес.



Использование мостов позволяет преодолеть и ограничение на число станций в сети (260 для спецификации IBM и 255 для IEEE). Мосты могут связывать между собой фрагменты сетей, использующих разные протоколы, например, 802.5, 802.4 и 802.3. Пакеты из кольца 1 адресованные объекту этого же кольца никогда не попадут в кольцо 2 и наоборот. Через мост пройдут лишь пакеты, адресованные объектам соседнего кольца. **Фильтрация пакетов осуществляется по физическому адресу и номеру порта. На основе этих данных формируется собственная база данных, содержащая информацию об объектах колец, подключенных к мосту. Схема деления сети с помощью мостов может способствовать снижению эффективной загрузки сети.**

Мосты с маршрутизацией от источника могут объединять только сети **Token Ring**, а маршрутизация пакетов возлагается на все устройства, посылающие информацию в сеть (отсюда и название этого вида мостов). Это означает, что в каждом из сетевых устройств должно быть загружено программное обеспечение, позволяющее маршрутизировать пакеты от отправителя к получателю (в случае **netware** (т.е. сетевой работы) это **route.com**). Эти мосты не создают собственных баз данных о расположении сетевых объектов и посылают пакет в соседнее кольцо на основе маршрутного указания, поступившего от отправителя самого пакета. Таким образом, база

данных о расположении сетевых объектов оказывается распределенной между станциями, хранящими собственные маршрутные таблицы. Программы маршрутизации используют сетевой драйвер адаптера. Мосты с маршрутизацией от источника просматривают все поступающие кадры и отбирают те, которые имеют индикатор информации о маршруте RII=1. Такие кадры копируются, и по информации о маршруте определяется, следует ли их посылать дальше. Мосты с маршрутизацией от источника могут быть настроены на широковещательную передачу по всем маршрутам, либо на широковещательную передачу по одному маршруту.

Контрольные вопросы:

1. Каковы особенности стандарта IEEE 802.4, как связано с данным стандартом и маркерной шиной понятие «КАДР»?
2. Каким образом в маркерной шине разрешается конфликт при получении более одного отклика от нескольких рабочих станций?
3. Как в маркерной шине решается проблема «потери маркера»?
4. Каковы особенности стандарта IEEE 802.5, как связано с данным стандартом и маркерным кольцом понятие «ДВУХ ПОЛЕЙ»?
5. Какой именно кадр в маркерном кольце инициализирует процедуру «автореконфигурации»?
6. Объясните, по какому принципу и с помощью каких устройств связываются отдельные «кольца» между собой, в каких случаях требуется построение такой структуры?