**билет 4 тема 4**

**139 Управление доступом к предающей среде. Методы и протоколы доступа.**

***Метод доступа к передающей среде*** *-* это совокупность правил, по которым узлы сети получают доступ к ресурсу. Иначе: это способ «захвата» передающей среды, способ определения того, какая из рабочих станций сети может следующей использовать ресурсы сети. Так же называется набор правил (алгоритм), используемых [сетевым оборудованием](http://1905.ru/), чтобы направить поток сообщений через сеть, а также один из основных признаков, по которым различают [сетевое оборудование](http://1905.ru/).
Методы доступа к передающей среде реализуются протоколами передачи данных (ППД) нижнего уровня (протоколами управления каналом). ППД нижнего уровня - это совокупность процедур, выполняемых на нижних уровнях модели ВОС по управлению потоками данных между рабочими станциями сети на одном физическом канале связи.
Методы доступа к передающей среде и соответствующие ППД нижнего уровня могут быть разделены на следующие классы:
• методы, основанные на резервировании времени, принадлежат к числу наиболее ранних и простых. Любая PC осуществляет передачу только в течение временных интервалов ([слотов](http://www.cristals-slot.com), определяющих начало и продолжительность передачи), заранее для нее зарезервированных. В неприоритетных системах слоты распределяются между станциями поровну, в системе с учетом приоритетов некоторые станции за фиксированный интервал времени получают большее число [слотов](http://www.cristals-slot.com). Станция, владеющая [слотом](http://www.cristals-slot.com), получает канал в свое полное распоряжение. Такие методы целесообразно применять в сетях с малым числом PC, так как канал используется неэффективно;
• селективные методы, при реализации которых с помощью соответствующих ППД рабочая станция осуществляет передачу только после получения разрешения, направляемого каждой PC по очереди центральным управляющим органом сети (такой алгоритм называется циклическим опросом), или это разрешение передается от станции к станции (алгоритм передачи маркера);
• методы, основанные на соперничестве (методы случайного доступа, методы «состязаний» рабочих станций), когда каждая PC пытается «захватить» передающую среду;
• кольцевые методы, предназначенные только для ЛКС с кольцевой топологией. К ним относятся два метода - вставка регистров и сегментированная передача (метод временных сегментов).
Реализация метода вставки регистра связана с необходимостью наличия в PC регистра (буфера), подключаемого параллельно к кольцевому моноканалу. В регистр записывается кадр для передачи, и станция ожидает межкадровый промежуток в моноканале. С его появлением регистр включается в моноканал и содержимое регистра передается в линию. Если во время передачи станция получает кадр, он записывается в буфер и передается вслед за кадром, передаваемым этой станцией. Допускается «подсадка» в моноканал нескольких кадров.
В случае использования сегментированной передачи временные сегменты одинаковой протяженности формируются управляющей станцией сети и циркулируют по кольцевому моноканалу. Каждая станция, периодически обращаясь в сеть, может дождаться временного сегмента, помеченного меткой «свободен». В этот сегмент станция помещает свой кадр и при этом метка «свободен» заменяется меткой «занят». После доставки кадра адресату сегмент вновь освобождается. Важным преимуществом такого метода является возможность одновременной передачи кадров несколькими станциями, однако управление сетью, где этот метод используется, значительно сложнее.
Детализация такого деления методов доступа и ППД нижнего уровня приведена на рис. 4. Все ППД делятся на два класса: ППД типа первичный/вторичный и одноранговые ППД. Первые из них предполагают наличие в сети первичного (главного) узла, который управляет всеми остальными (вторичными) узлами, подключенными к каналу, и определяет, когда и какие узлы могут производить обмен данными. В сетях, где реализуются одноранговые (одноуровневые, равноранговые) протоколы, все узлы имеют одинаковый статус. Однако, если предварительно узлам присвоить разные приоритеты, то для них устанавливается неравноправный доступ в сеть.
ППД типа первичный/вторичный могут быть реализованы на основе нескольких технологий, образующих две группы: с опросом и без опроса (см. рис. 4).

Наибольшее распространение ***в сетях с опросом*** получили протоколы «опрос с остановкой и ожиданием» и «непрерывный автоматический запрос на повторение». Оба протокола относятся к классу ППД, реализующих селективные методы доступа к передающей среде, хорошо известные по применению в многоточечных линиях глобальных сетей. Суть таких технологий доступа заключается в том, что первичный узел последовательно предлагает вторичным узлам подключиться к общему каналу передачи. В ответ на такой запрос вторичный узел, имея подготовленные данные, осуществляет передачу. В противном случае выдается короткий пакет данных типа «данных нет», хотя в современных системах, как правило, вместо этого пакета реакцией является «молчание».
Получил распространение способ организации запроса - циклический опрос, т.е. последовательное обращение к каждому вторичному узлу в порядке очередности, определяемом списком опроса. Цикл завершается после опроса всех вторичных узлов из списка. Для сокращения потерь времени, связанных с опросом неактивных вторичных узлов, применяются специальные варианты процедуры опроса: наиболее активные узлы в течение одного цикла опрашиваются несколько раз; наименее активные узлы опрашиваются один раз в течение нескольких циклов; частота опроса отдельных узлов меняется динамически в соответствии с изменением их активности. В сетях с многоточечными линиями применяется также опрос по принципу «готов - вперед». В каждой многоточечной линии опрос начинается с самого удаленного вторичного узла к другому, пока не достигнет узла, ближайшего к опрашивающему органу. Реализация такого принципа позволяет сократить время на распространение сигнала опроса от первичного узла к вторичным.
Системы с опросом отличаются простотой реализации протокола и невысокой стоимостью используемого оборудования.
Недостатки таких систем:
• неэффективное использование дорогостоящих ресурсов канала, связанное с передачей служебной информации (сигналов опроса, сигналов ответной реакции);
• простаивание вторичного узла, имеющего готовые для передачи данные, в ожидании поступления сигнала «опрос» (этот недостаток особенно ощущается при большом количестве вторичных узлов);
• наличие узкого места по надежности (отказ первичного узла приводит к отказу всей сети) и по пропускной способности, так как обмен данными между вторичными узлами осуществляется только через первичный узел.
Простейшей модификацией ППД типа первичный/вторичный с опросом является протокол, называемый ***опрос с остановкой и ожиданием***. При его использовании узел после передачи кадра ожидает от адресата подтверждения в правильности его пересылки, что сопряжено с дополнительными затратами времени.
Другой пример протоколов типа первичный/вторичный с опросом - ***непрерывный автоматический запрос на повторение передачи данных***. Применяется в дуплексных системах (в системах передачи данных с решающей обратной связью), допускающих одновременную передачу данных в обоих направлениях между взаимодействующими узлами. В системах с таким протоколом (он называется также протоколом ARQ) узел связи может автоматически запрашивать другой узел и повторно производить передачу данных. На передающей и принимающей станциях устанавливаются так называемые передающие и принимающие [окна](http://www.fabrikaokon.ru/) и выделяется время и необходимые ресурсы на непрерывную передачу (прием) фиксированного числа кадров. Кадры, принадлежащие данному [окну](http://www.fabrikaokon.ru/), передаются без периодических подтверждений со стороны адресата о приеме очередного кадра. Подтверждение передается после получения всех кадров окна, что обеспечивает экономию времени на передачу фиксированного объема информации по сравнению с предыдущим протоколом. Однако приемник должен иметь достаточный объем зарезервированной памяти для обработки непрерывно поступающего трафика.
В системах ARQ важное значение имеет размер [окна](http://www.fabrikaokon.ru/) (количество кадров в [окне](http://www.fabrikaokon.ru/)). Чем больше окно, тем большее число кадров может быть передано без ответной реакции со стороны приемника и, следовательно, тем большая экономия достигается за счет сокращения служебной информации. Но увеличение размера [окна](http://www.fabrikaokon.ru/) сопровождается выделением больших ресурсов и буферной памяти для обработки поступающих сообщений. Кроме того, это негативно отражается на эффективности реализуемых способов защиты от ошибок. В настоящее время в сетях с протоколом ARQ предусматриваются семикадровые окна. Концепция скользящих окон, реализованная в этом протоколе, достаточно проста. Сложность заключается лишь в том, что первичный узел, связанный с десятками и даже сотнями вторичных узлов, должен поддерживать окно с каждым из них, обеспечивая управление потоками данных и эффективность их передачи.
***Протоколы типа «первичный/вторичный без опроса»*** также получили определенное распространение. К ним относятся:
• запрос передачи/разрешение передачи;
• разрешить/запретить передачу;
• множественный доступ с временным разделением.
Общим для этих протоколов является то, что инициатива в подаче запроса на обслуживание принадлежит, как правило, вторичному органу, причем запрос подается первичному органу, если действительно имеется необходимость в передаче или в получении данных от другого органа. Эффективность протоколов по сравнению с ППД с опросом будет тем выше, чем в большей степени вторичные органы отличаются друг от друга по своей активности, т.е. по частоте подачи запросов на обслуживание. Первые два протокола без опроса реализуют селективные методы доступа к передающей среде, а третий - методы, основанные на резервировании времени.
***Протокол типа «запрос передачи/разрешение передачи»*** применяется в полудуплексных каналах связи ЛКС, так как взаимосвязан с распространенным короткодистанционным физическим интерфейсом RS-232-C. Организация передачи данных между вторичным и первичным органами производится в такой последовательности: выдача вторичным органом запроса на передачу - выдача первичным органом сигнала разрешения на передачу вторичным органом - передача данных от вторичного органа к первичному - сброс сигнала первичным органом по завершении передачи.
***Протокол типа «разрешить/запретить передачу»*** часто используется периферийными устройствами (принтерами, графопостроителями) для управления входящим в них трафиком. Первичной орган (обычно [компьютер](http://sotmarket.ru/)) посылает данные в периферийный узел (вторичный орган), скорость работы которого существенно меньше скорости работы [компьютера](http://sotmarket.ru/) и скорости передачи данных каналом. В связи с этим возможно переполнение буферного ЗУ периферийного узла. Для предотвращения переполнения периферийный узел посылает к компьютеру сигнал «передача выключена», получив который [компьютер](http://sotmarket.ru/) прекращает передачу и сохраняет данные до тех пор, пока не получит сигнал «разрешить передачу», означающий, что буферное ЗУ освободилось и периферийный узел готов принять новые данные.
***Множественный доступ с временным разделением*** используется в спутниковых сетях связи. Первичный орган (главная, эталонная станция сети) принимает запросы от вторичных (подчиненных) станций на предоставление канала связи и, реализуя ту или иную дисциплину обслуживания запросов, определяет, какие именно станции и когда могут использовать канал в течение заданного промежутка времени, т.е. предоставляет каждой станции слот. Получив [слот](http://www.cristals-slot.com), вторичная станция осуществляет временную подстройку, чтобы произвести передачу данных за заданный [слот](http://www.cristals-slot.com).
***Одноранговые протоколы*** разделяются на две группы: без приоритетов (в неприоритетных системах) и с учетом приоритетов (в приоритетных системах).
***Мультиплексная передача с временным разделением*** - наиболее простая равноранговая неприоритетная система, где реализуются методы доступа к передающей среде, основанные на резервировании времени. Используется жесткое расписание работы абонентов: каждой станции выделяется интервал времени ([слот](http://www.cristals-slot.com)) использования канала связи, и все интервалы распределяются между станциями поровну.
Недостатки такого протокола:
• возможность неполного использования канала, когда станция, получив [слот](http://www.cristals-slot.com), не может полностью загрузить канал из-за отсутствия необходимого объема данных для передачи;
• нежелательные задержки в передаче данных, когда станция, имеющая важную и срочную информацию, вынуждена ждать своего слота или когда выделенного [слота](http://www.cristals-slot.com) недостаточно для передачи подготовленных данных и необходимо ждать следующего слота.
***Множественный доступ с прослушиванием несущей частоты и разрешением коллизий***, английская аббревиатура которого CSMA/CD -Caner Sense Maltiple Access with Collection Detection. Это наиболее распространенный недерминированный метод случайного доступа к передающей среде.
Работа сети под управлением такого протокола осуществляется следующим образом. Все станции сети, будучи равноправными, перед началом передачи работают в режиме прослушивания канала. Если канал свободен, станция начинает передачу; если занят, станция ожидает завершения передачи. Сеть является равноранговой, поэтому в результате соперничества за канал могут возникнуть коллизии: станция В может передать свой кадр, не зная, что станция А уже захватила канал, поскольку от станции А к станции В сигнал распространяется за конечное время. В результате станция В, начав передачу, вошла в конфликт со станцией А. Возникает коллизия, которая представляет собой явление взаимного искажения кадров, отправленных почти одновременно несколькими станциями сети. Результатом коллизии является «затор» или «пробка» - короткая последовательность бит с хаотическим распределением единиц и нулей. «Пробка» распространятся по всей сети, ее получают все станции, в том числе и те, которые только что отправили в канал свои кадры. Для них это сигнал («пробка» во много раз короче кадра), что отправленные кадры потеряны, и необходима их повторная передача.
Важным аспектом коллизии является «[окно](http://www.fabrikaokon.ru/) коллизии» - интервал времени, необходимый для распространения «пробки» по каналу и обнаружения ее любой станцией сети. В наихудших для одноканальной сети условиях время, необходимое для обнаружения коллизии, в два раза больше задержки распространения сигнала в канале, так как образовавшаяся «пробка» должна достигнуть всех станций сети. Чтобы [окно](http://www.fabrikaokon.ru/) коллизии было меньше, такой способ доступа целесообразно применять в сетях с небольшими расстояниями между станциями, т.е. , в локальных сетях (вероятность появления коллизий возрастает с увеличением этого расстояния).
Коллизия - это нежелательное явление, приводящее к ошибкам в работе сети и поглощающее много времени для ее обнаружения и ликвидации последствий. Поэтому необходимо реализовать некоторый алгоритм, позволяющий либо избежать коллизий, либо минимизировать их последствия. В сети CSMA/CD эта проблема решается на уровне управления доступом к среде. При обработке коллизии компонент управления доступом к среде передающей станции выполняет две функции:
• усиливает эффект коллизии путем передачи специальной последовательности битов с целью удлинения «пробки» так, чтобы ее смогли заметить все другие передающие станции, вовлеченные в коллизию («пробка» должна быть по меньшей мере длиной в 32 бита, но не более 48 бит). Ограничение длины «пробки» сверху необходимо для того, чтобы станции ошибочно не приняли ее за действительный кадр. Любой кадр длиной менее 64 байт считается фрагментом испорченного сообщения и игнорируется принимающими станциями сети;
• после выполнения первой функции прекращает передачу и планирует ее на более позднее время, определяемое на основе случайного выбора интервала ожидания перед повторной выдачей испорченного кадра.
Сети CSMA/CD реализуются достаточно просто и при малой загрузке обеспечивают быстрый доступ к передающей среде, а также позволяют легко подключить и отключить станции. Они обладают высокой живучестью, поскольку большинство ошибочных и неблагоприятных условий приводит либо к молчанию, либо к конфликту (а обе эти ситуации поддаются обработке) и, кроме того, нет необходимости в центральном управляющем органе сети. Их основной недостаток: при больших нагрузках время ожидания доступа к передающей среде становится большим и меняется непредсказуемо, следовательно, не гарантируется обеспечение предельно допустимого времени доставки кадра. Такие системы доступа применяются в незагруженных локальных сетях с небольшим числом абонентских станций (с увеличением числа станций увеличивается вероятность возникновения коллизий).
***Метод передачи маркера*** широко используется в неприоритетных и приоритетных сетях с магистральной (шинной), звездообразной и кольцевой топологией. Он относится к классу селективных методов: право на передачу данных станции получают в определенном порядке, задаваемом с помощью маркера, который представляет собой уникальную последовательность бит информации (уникальный кадр). Магистральные сети, использующие этот метод, называются сетями типа «маркерная шина», а кольцевые сети - сетями типа «маркерное кольцо».
***Протокол типа «маркерная шина»*** (рис. 5) применяется в локальных сетях с шинной или звездообразной топологией. Право пользования каналом передается организованным путем. Маркер содержит адресное поле, где записывается адрес станции, которой предоставляется право доступа в канал. Станция, получив маркер со своим адресом, имеет исключительное право на передачу данных (кадра) по физическому каналу. Вслед за своим кадром станция отправляет маркер другой станции, которая является очередной по установленному порядку владения правом на передачу (для этого в адресном поле маркера стирается свой адрес и вместо него записывается адрес очередной станции, так как каждой станции известен идентификатор очередной станции). Станции получают маркер в циклической последовательности, при этом в физическом канале формируется так называемое логическое кольцо. Все станции «слушают» канал, но захватить его для передачи данных может только та станция, которая указана в адресном поле маркера. Работая в режиме прослушивания канала, принять переданный кадр может станция, адрес которой указан в поле адреса получателя этого кадра.
В сетях типа «маркерная шина», помимо передачи маркера, решается проблема потери маркера из-за повреждения одного из узлов сети и реконфигурации логического кольца, когда в кольцо добавляется или из него удаляется один из узлов.

Преимущества таких сетей:
• не требуется физического упорядочения подключенных к шине станций, так как с помощью механизма логической конфигурации можно обеспечить любой порядок передачи маркера;
• имеется возможность использования в загруженных сетях;
• возможна передача кадров произвольной длины.

***Протокол типа «маркерное кольцо»*** применяется в локальных сетях с кольцевой топологией, где сигналы распространяются через однонаправленные двухточечные пути между узлами. Узлы и однонаправленные звенья соединяются последовательно, образуя кольцо (рис. 6). В отличие от сетей с шинной типологией, где узлы действуют только как передатчики или приемники и отказ узла или удаление его из сети не влияет на передачу сигнала к другим узлам, здесь все узлы [играют](http://da.zzima.com/) активную роль, участвуя в ретрансляции, усилении, анализе и модификации приходящих сигналов.
Рис. 6. Протокол типа «маркерное кольцо»: а - маркер свободен; б - маркер занят; М - маркер; К - кадр; КИУ - кольцевое интерфейсное устройство

В качестве маркера также используется уникальная последовательность битов, но он не имеет адреса. Маркер снабжается полем занятости, в котором записывается один из кодов, обозначающих его состояние - свободное или занятое. Если ни один из узлов сети не имеет данных для передачи, свободный маркер циркулирует по кольцу, совершая однонаправленное (против часовой стрелки) перемещение. В каждом узле маркер задерживается на время, необходимое для его приема, анализа с целью установления занятости и ретрансляции. В выполнении этих функций задействованы кольцевые интерфейсные устройства (КИУ).

Свободный маркер означает, что кольцевой канал свободен и что любая станция, имеющая данные для передачи, может его использовать. Получив свободный маркер, станция с готовым для передачи кадром меняет состояние маркера на «занятый», передает его дальше по кольцу и добавляет к нему кадр. Занятый маркер вместе с кадром совершает полный оборот по кольцу и возвращается к станции-отправителю. По пути станция-получатель, удостоверившись по адресной части кадра, что именно ей он адресован, снимает копию с кадра. Изменить состояние маркера снова на свободное может только тот узел, который изменил его на занятое. По возвращении занятого маркера с кадром данных к станции-отправителю кадр удаляется из кольца, а состояние маркера меняется на свободное, после чего любой узел может захватить маркер и начать передачу данных. С целью предотвращения монополизации канала станция-отправитель не может повторно использовать возвращенный к ней маркер для передачи другого кадра данных. Если после передачи свободного маркера в кольцо он, совершив полный оборот, возвращается к станции-отправителю в таком же со­стоянии (это означает, что все другие станции сети не нуждаются в передаче данных), станция может совершить передачу другого кадра.

В кольцевой сети с передачей маркера также решается проблема потери маркера в результате ошибок при передаче или при сбоях в узле. Отсутствие передач в сети означает потерю маркера. Функции восстановления работы сети в таких случаях выполняет сетевой мо-ниторный узел.

Можно указать на следующие преимущества протокола типа «маркерное кольцо»:

• протокол может быть использован в загруженных сетях;

• имеется принципиальная возможность (и в некоторых сетях она реализована) осуществлять одновременную передачу несколькими станциями сети;

• имеется возможность проверки ошибок при передаче данных: станция-отправитель, получив свой кадр от станции-получателя, сверяет его с исходным вариантом кадра. В случае наличия ошибки кадр передается повторно.

Недостатки такого протокола:

• протокол целесообразно использовать только в локальных сетях с относительно небольшим количеством станций, так как в противном, случае время на передачу сообщения, состоящего из многих кадров, может оказаться неприемлемо большим;

• невозможность передачи кадров произвольной длины;

• в простейшем (описанном выше) исполнении не предусматривается использование приоритетов, вследствие чего станция, имеющая для передачи важную информацию, вынуждена ждать освобождения маркера, что сопряжено с опасностью несвоевременной доставки данных адресату.

***Приоритетные системы однорангового типа*** представлены тремя подходами, реализованными в приоритетных слотовых системах (в системах с приоритетами и временным квантованием), в системах с контролем несущей частоты без коллизий и в системах с передачей маркера с приоритетами.

***Приоритетные слотовые системы*** подобны бесприоритетным системам с мультиплексной передачей и временным разделением, однако использование канала производится на приоритетной основе. Критериями для установления приоритетов могут быть: предшествующее владение [слотом](http://www.cristals-slot.com); объем передаваемых данных (чем он меньше, тем вышеприоритет) и др. Здесь возможно децентрализованное обслуживание, но для этого необходима загрузка параметров приоритетов в память каждой станции. Недостатки системы: длина данных строго ограничена (в течение заданного [слота](http://www.cristals-slot.com) они должны быть переданы); существует возможность простоя канала, присущая всем протоколам, которые реализуют методы доступа, основанные на резервировании времени.

***В системах с контролем несущей частоты без коллизий*** используется специальная логика для предотвращения коллизий. Каждая станция сети имеет дополнительное устройство - таймер или арбитр. Оно определяет, когда станция может вести передачу без опасности появления коллизий. Главная станция для управления использованием канала не предусматривается. Установка времени на таймере, по истечении которого станция может вести передачу данных, осуществляется на приоритетной основе. Для станции с наивысшим приоритетом переполнение таймера наступает раньше, однако если она не намерена вести передачу, канал будет находиться в состоянии покоя, т.е. свободен, и тогда следующая по приоритету станция может захватить канал. Такие системы могут использоваться в более загруженных и протяженных сетях. Уменьшается также время простоя канала. Все это достигается за счет усложнения оборудования системы.

***Системы с передачей маркера*** с приоритетами применяются обычно в локальных сетях с кольцевой топологией.

Для каждой станции сети устанавливается свой уровень приоритета, причем чем выше уровень, тем меньше его номер. Назначение приоритетной схемы предусматривает цель: дать возможность каждой станции зарезервировать использование канала для следующей передачи. Каждая станция анализирует перемещающийся по кольцу маркер, который содержит поле резервирования (ПР). Если собственный приоритет выше, чем значение приоритета в ПР маркера, станция увеличивает значение приоритета в ПР до своего уровня, резервируя тем самым маркер на следующий цикл. Если в данном цикле какая-то другая станция не увеличит еще больше значение уровня приоритета в ПР, этой станции разрешается использовать маркер и канал во время следующего цикла передачи по кольцу (за время цикла маркер совершает полный оборот по кольцу). Для того чтобы запросы на обслуживание со стороны станций с низким приоритетом не были потеряны, станция, захватившая маркер, должна запомнить в своей памяти предыдущее значение уровня приоритета в поле резервирования. После «высвобождения» маркера, когда он завершит полный оборот по кольцу, станция восстанавливает в ПР предыдущий запрос к сети, имеющий более низкий приоритет.

Такой протокол более приемлем для обслуживания запросов, существенно отличающихся по степени их важности и срочности. Однако его применение требует значительного усложнения процедуры обслуживания запросов.