СЕТИ FDDI

Выполнил студент
ИТО-4-07
Лазарев Никита

- Одной из наиболее популярных сетей, использующих оптическое волокно, (не считая fast ethernet) является FDDI . FDDI (fiber distributed data interface, ISO 9314-1, rfc-1512, -1390, -1329, -1285) стандарт американского института стандартов (ansi), принятый без изменения ISO. Протокол рассчитан на физическую скорость передачи информации 100 Мбит/с и предназначен для сетей с суммарной длиной до 100км при расстоянии между узлами 2 км или более. Частота ошибок в сети не превышает 10^{-9}. В FDDI используется схема двойного кольцевого счетчика (рис.1; буквами a,b,c,d и e обозначены станции-концентраторы). Кольцевая схема единственно возможное решение для оптического волокна (не считая схемы точка-точка). Для доступа к сети используется специальный маркер (развитие протокола IEEE 802.5 - Token Ring). Сети FDDI не имеют себе равных при построении опорных магистралей (backbone) локальных сетей, позволяя реализовать принципиально новые возможности – удаленную обработку изображений и интерактивную графику. Обычно устройства (DAS - dual attached station) подключаются к обоим кольцам одновременно. Пакеты по этим кольцам движутся в противоположных направлениях. В норме только одно кольцо активно (первичное), но при возникновении сбоя (отказ в одном из узлов) активизируется и второе кольцо, что заметно повышает надежность системы, позволяя обойти неисправный участок (схема соединений внутри станций-концентраторов на рис.1 является сильно упрощенной). Предусмотрена возможность подключения станций и только к одному кольцу (SAS - single attached station), что заметно дешевле. Сервер и клиент имеют разные типы интерфейсов.

Схема связей в двойном кольце FDDI

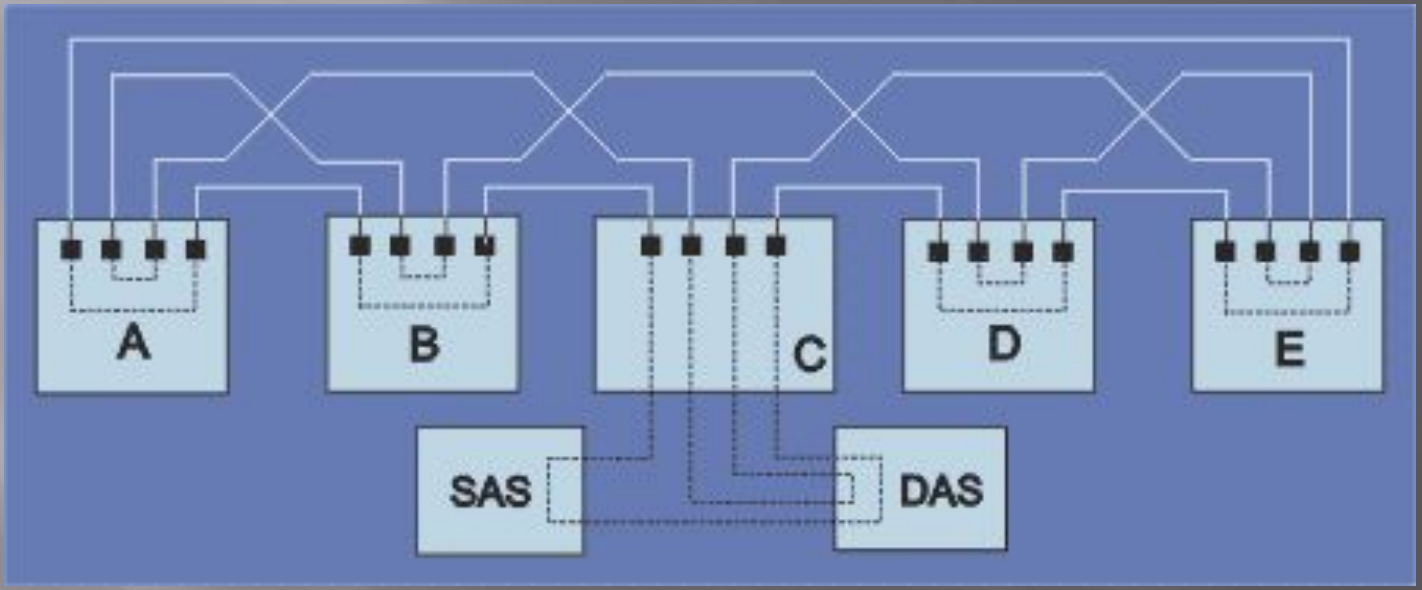


Рис.1 Схема связей в двойном кольце FDDI

- Топология связей в FDDI устроена таким образом, что отказ в любом из узлов из-за выхода из строя оборудования или отключения питания не приведет к разрыву кольца, поток кадров автоматически пойдет в обход поврежденного участка.
- FDDI позволяет работать с кадрами размером 4500 октетов, за вычетом места, занимаемого преамбулой, остается 4470 октетов для передачи данных. RFC-1188 резервирует 256 октетов для заголовков, оставляя для данных 4096 октетов. Маршрутизатор, поддерживающий протокол FDDI должен быть способен принимать такие длинные пакеты. Посылаться же должны дейтограммы не длиннее 576 октетов, если не ясно, сможет ли адресат принимать длинные кадры.
- Услуги информационного канала (data link service) реализуются через протокол IEEE 802.2 logical link control (**LLC**). В результате мы имеем следующий стек протоколов:

Схема протокольных подуровней

- IP/ARP
- 802.2 llc
- FDDI MAC
- FDDI PHY
- FDDI PMD

Уровень **MAC** (media access control) определяет доступ к сетевой среде, включая формат кадров, адресацию, алгоритм вычисления crc и механизм исправления ошибок. Уровень **PHY** (physical layer protocol) задает процедуру кодирования/декодирования, синхронизацию, формирование кадров и пр. В качестве базовой используется кодировка 4b/5b (преобразование 4-битного кода в 5-битный), а в канале - NRZI. Уровень PMD (physical layer medium) определяет характеристики транспортной среды, включая оптические каналы, уровни питания, регламентирует частоту ошибок, задает требования к оптическим компонентам и разъемам. Блок схема интерфейса между уровнями MAC и PHY показана на рис. 2.

Схема физического интерфейса FDDI

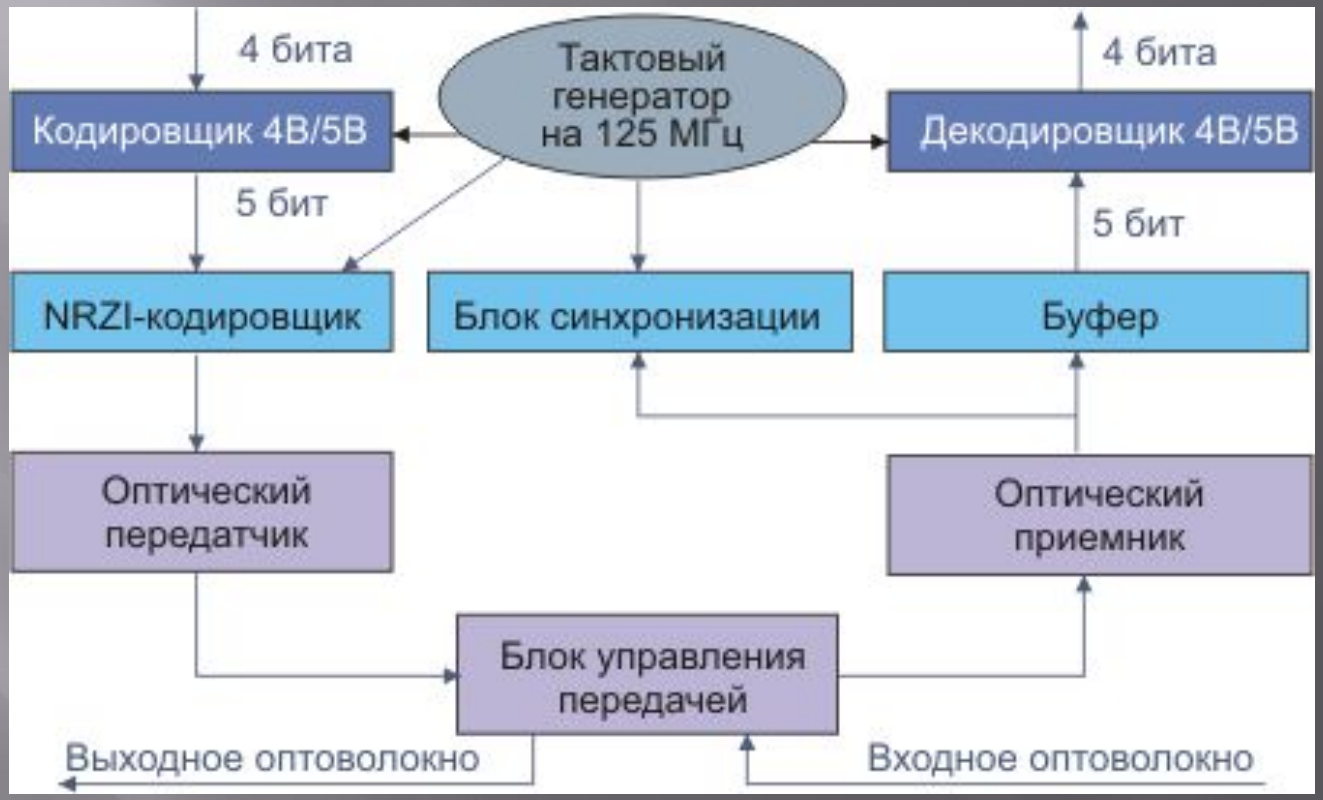


Рис. 2. Схема физического интерфейса FDDI

IP-дейтограммы, ARP-запросы и отклики, пересылаемые по сети FDDI, должны инкапсулироваться в пакеты 802.2 LLC и SNAP (subnetwork access protocol; см. рис. 3 и 4), а на физическом уровне в FDDI MAC. Протокол snap должен использоваться с организационными кодами, указывающими, что SNAP-заголовок содержит код Ethertype. 24-битовый организационный код (organization code) в snap должен быть равен нулю, а остальные 16 бит должны соответствовать Ethertype

Все кадры должны пересылаться в соответствии со стандартом 802.2 LLC тип 1 (формат ненумерованной информации, с полями DSAP (destination service access point) и SSAP (source service access point) заголовка 802.2, равными предписанным значениям SAP (service access point) для SNAP.

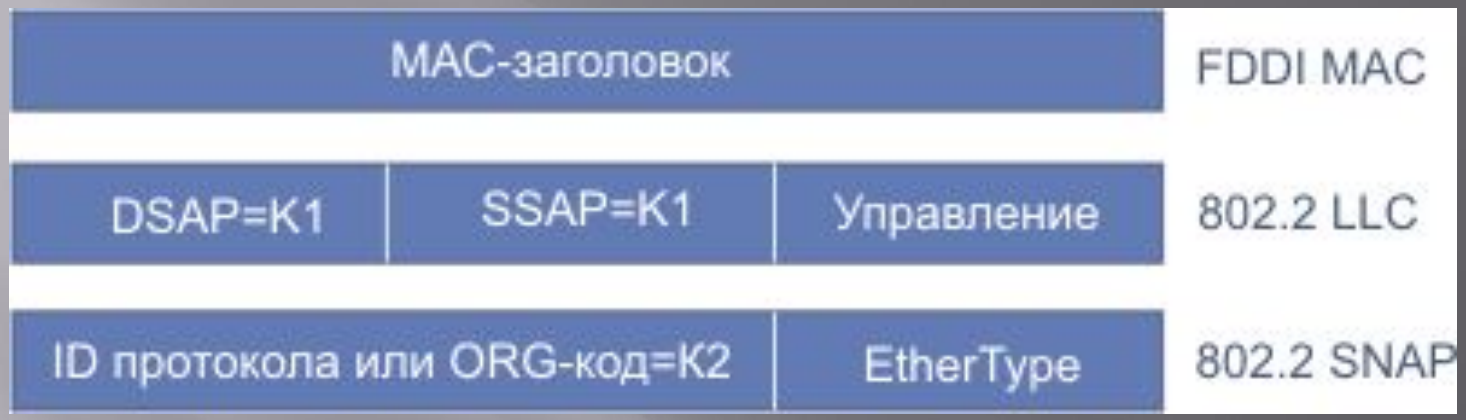


Рис. 3. Структура некоторых полей заголовков пакетов

Полная длина LLC- и SNAP-заголовков составляет 8 октетов.
Десятичное значение k1 равно 170 .
k2 равно 0.
Управляющий код равен 3 (ненумерованная информация).
Для преобразования 16- или 48-разрядного FDDI-адреса в 32-разрядный IP-адрес используется протокол ARP. Операционный код равен 1 для запроса и 2 для отклика. Спецификация FDDI MAC определяет максимальный размер кадра равным 4500 октетам, включая 16-октетную преамбулу. Преамбула состоит из кодов 11111, стартовый разделитель имеет вид 1100010001, а оконечный разделитель - 0110101101 (во всех случаях применена 5-битовая нотация).
Контрольная сумма CRC вычисляется для полей, начиная с поля *управление* по *данные* включительно.

Форматы пакетов FDDI

Рис. 4. Формат пакета протокола FDDI

Вычитая 8 байт LLC/SNAP заголовка, получаем значения максимального размера пакета (MTU) 4470 (4478) октетов. Для совместимости размер пакетов для IP-дейтограмм и ARP-пакетов согласуется с требованиями конкретной сети. FDDI реализует маркерный доступ, формат пакета-маркера имеет вид, показанный на рис. 5. В зависимости от размера кольца в нем могут циркулировать несколько маркеров.

16	2		
Преамбула	Стартовый разделитель	Поле управление кадром	Оконечный разделитель

Рис. 5. Формат кадра-маркера

802.2 класс I LLC требует поддержки команд **ненумерованная информация** (UI), команд и откликов exchange identification (XID), а также test. Станции не обязаны уметь передавать команды XID и test, но должны быть способны посылать отклики. Командные кадры идентифицируются по нулевому младшему биту SSAP-адреса. Кадры-отклики имеют младший бит SSAP-адреса равный 1. UI-команды содержат в управляющем поле LLC код 3.

Команды/отклики XID имеют код поля LLC, равный 175 (значение десятичное) при значении бита poll/final=0 или 191 при poll/final=1. Код управления LLC для команд/откликов test равен 227, если poll/final=0, и 243 при poll/final=1.

- Отклики и команды UI при poll=1 игнорируются. Команды UI, имеющие отличные от snap sap в DSAP- или SSAP-полях, не считаются пакетами IP или ARP.
- При получении команд XID или test должен быть послан соответствующий отклик. Отклик посылается, когда DSAP равен SNAP SAP (170), null SAP (0), или при global SAP (255). При других DSAP отклики не посылаются.
- При посылке отклика на команды XID или test, значение бита final отклика должно быть равно значению бита poll команды. Кадр отклика XID должен включать в себя информационное поле 802.2 XID 129.1.0, указывающее на класс услуг 1 (не требующих установления связи).
- Кадры отклика test должны соответствовать информационному полю кадра команды test.
- Для начала передачи станция должна получить в свое распоряжение маркер. Если станция находится в пассивном состоянии, она передает маркер следующей станции. Но из-за большой протяженности колец FDDI время задержки здесь заметно больше, чем в случае Token Ring. В кольце FDDI может находиться несколько кадров одновременно. Станция сама удаляет кадры из кольца, посланные ей самой. Все станции должны иметь таймер вращения маркера (TRT – token rotation time), который измеряет время с момента, когда станция последний раз принимала этот пакет. Имеется переменная TTRT (target token rotation time).

- Значение TRT сравнивается с TTRT и только приоритетные кадры могут быть переданы при TRT> TTRT. Обычная передача данных контролируется таймером THT (token hold timer). Когда станция получает маркер, она заносит TRT в таймер THT, который начинает обратный отсчет. Станция может посылать кадры до тех пор, пока THT остается больше TTRT. В действительности THT определяет максимальное число октетов (символов), которое может быть послано станцией в рамках одного кадра (THT задает предельное время, в течение которого станция может передавать данные).
- IEEE специфицирует числа как последовательности бит, где младший бит передается первым. В протоколах Интернет порядок бит другой, что может вызывать ошибки. Ниже приведена краткая таблица соответствия для некоторых из чисел.

Число	IEEE двоичное	Интернет двоичное	Интернет десятичное
UI	11000000	00000011	3
SAP для SNAP	01010101	10101010	170
global SAP	11111111	11111111	255
null SAP	00000000	00000000	0
XID	11110101	10101111	175
XID poll/final	11111101	10111111	191
XID info			129.1.0
test	11000111	11100011	227
test poll/final	11001111	11110011	243

- Оптоволокно особенно привлекательно для сетей, где ЭВМ размещены в далеко отстоящих друг от друга зданиях и при высоком уровне электромагнитных наводок. Оптоволокно является незаменимой средой для широкополосных каналов связей. Привлекательна такая среда и с точки зрения надежности (бульдозеры, рвущие кабель, не в счет) и безопасности (отсутствие внешних излучений). Расстояние между станциями при использовании такого кабеля может достигать 8-9 км (а не 2 км, как в случае многомодового кабеля с полосой 500МГц/км). Зарубежные одномодовые кабели группы 1 допускают максимальное расстояние между узлами в 10 км, а группы 2 - 40 км при полосе пропускания 1 Гбит/с. Подключение к сети fddi производится обычно через фотооптические трансиверы (ФОТ), которые преобразуют оптический сигнал в электрический. Источником света является светоизлучающий диод с длиной волны 1350 или 1500 нм. Толщина передающего оптоволокна равна 50/125 или 62.5/125 микрон (числитель - диаметр несущего свет волокна; знаменатель - внешний диаметр клэдинга; числа относятся к мультимодовому волокну). При выборе того или иного кабеля следует иметь в виду, что ослабление более 11дБ не допустимо, при большем ослаблении число ошибок в процессе передачи становится слишком большим. Именно это ограничение ставит верхний предел на длину при использовании многомодового волокна (при длине 2 км ослабление достигает 10,5 дБ). Выбирая оптические разъемы, нужно помнить, что хороший разъем не должен вносить ослабление более 2 дБ.

- Там где это возможно, предпочтительнее сварка волокон, которая при качественном исполнении вносит ослабление сигнала не более 0,3 дБ. На случай выхода из строя оборудования или отключения питания удобно использовать обводящие оптические переключатели (но они вносят ослабление около 2.5-4 дБ). При их использовании предельное расстояние между узлами должно быть сокращено более чем вдвое. Если видно, что потери достигают критического уровня, следует выбирать кабель с волокном 62.5/125 микрон. При прокладке оптического кабеля нельзя допускать слишком малых радиусов перегибов (возможен обрыв волокна, увеличиваются потери света). Кабели, относящиеся к разным кольцам fddi, следует разнести, в этом случае один бульдозер не сможет оборвать сразу оба кабеля

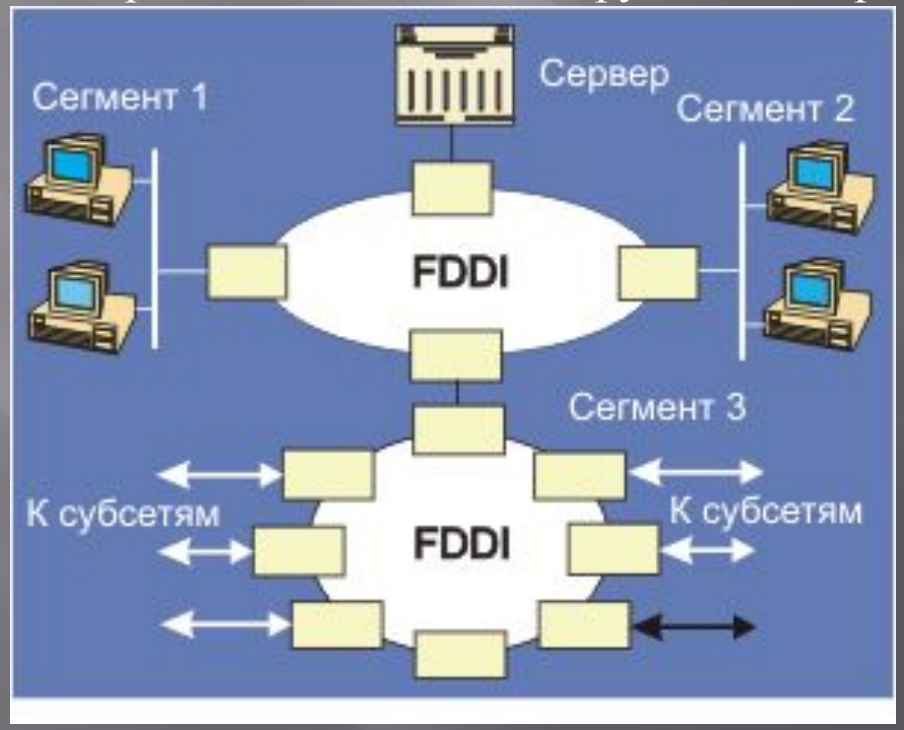
- FDDI-кадры используют заголовки, определяемые стандартом IEEE 802.2 (LLC - logical link control), который не имеет поля тип, присутствующий в Ethernet-заголовке. FDDI и ethernet имеют разный порядок передачи битов, поэтому мосты и маршрутизаторы между FDDI и Ethernet должны уметь выполнять соответствующие преобразования. В силу особенностей маршрутизаторов не все протоколы могут быть реализованы на стыке FDDI и Ethernet (например, DEC LAT работать не будет). Для решения проблемы созданы гибридные приборы (brouter), которые для одних протоколов работают как маршрутизаторы, являясь мостами для других. Эти приборы для одних пакетов прозрачны, другие же пересылаются с использованием инкапсуляции. Учитывая то, что FDDI может пересылать до 400000 пакетов в секунду, схемы распознавания адресов моста должна иметь соответствующее быстродействие.

- Нетрадиционным для других сетей является концентратор, используемый в FDDI. Он позволяет подключить несколько приборов SAS-типа к стандартному FDDI-кольцу, создавая структуры типа дерева. Но такие структуры несут в себе определенные ограничения на длины сетевых элементов, так при использовании повторителя удаление не должно превышать 1,5 км, а в случае моста 2,5 км (одномодовый вариант). Несмотря на эти ограничения и то, что базовой топологией сетей FDDI является кольцо, звездообразные варианты также имеют право на жизнь, допустимы и комбинации этих топологий. В пределах одного здания подключение целесообразно делать через концентратор, отдельные же здания объединяются по схеме кольцо. К кольцу FDDI могут также легко подключаться и субсети Token Ring (через мост или маршрутизатор).

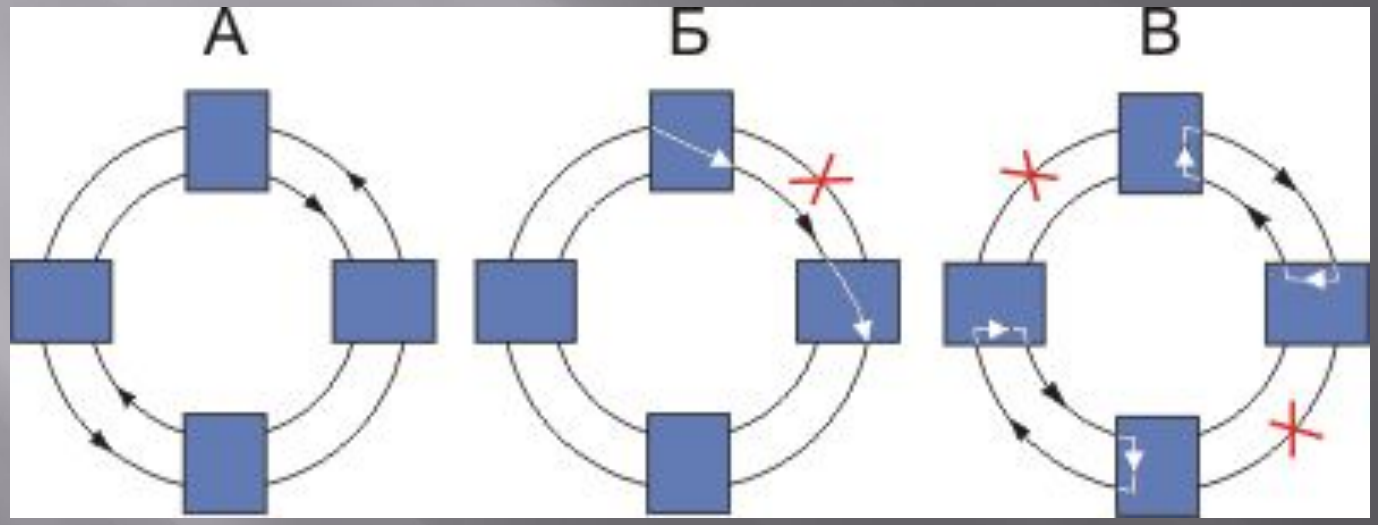
Типы концентраторов

- Концентраторы бывают двух типов: DAS и SAS. Такие приборы повышают надежность сети, так как не вынуждают сеть при отключении отдельного прибора переходить в аварийный режим обхода. Применение концентраторов снижает и стоимость подключения к FDDI. Концентраторы могут помочь при создании небольших групповых субсетей, предназначенных для решения специфических задач (например, CAD, CAM или обработка изображений).
- Новым устройством, используемым в FDDI-узлах, являются межузловые процессоры (internetwork nodal processor - INP), которые являются развитием идей front end processor (FEP). INP, благодаря модульности, может помочь пользователю адаптироваться к изменениям, постоянно происходящим в сетях, где он работает. INP может выполнять функции многопротокольного моста или маршрутизатора. Управление FDDI-оборудованием производится с помощью протокола SNMP и базы данных MIB. Предусмотрены некоторые дополнительные диагностические средства, которые выявляют не только аппаратные сбои, но и некоторые программные ошибки. Применение мостов для объединения FDDI-сетей позволяет обеспечить высокую степень сетевой безопасности и решить многие топологические проблемы, снять ограничения с предельного числа DAS-подключений (<500). Выбор между мостом и маршрутизатором определяется тем, что важнее, стоимость, гибкость системы илу высокая пропускная способность.

На рис. 6 показан пример использования сети FDDI для доступа нескольких субсетей к общему серверу без взаимного влияния потоков данных. Сегменты 1 и 2 представляют собой субсети Ethernet (10 Мбит/с). Учитывая то, что FDDI имеет пропускную способность 100 Мбит/с, даже при подключении 10 субсетей взаимовлияние их будет практически отсутствовать. Два кольца FDDI, показанные на рис. 6, могут быть объединены друг с другом через мост или маршрутизатор. Сетям FDDI благодаря маркерному доступу не знакомы столкновения в том виде, в каком они существуют в Ethernet и это дает им определенное преимущество перед сетями равного быстродействия, например перед быстрым Ethernet (также 100 МГц). Существует версия FDDI приспособленная для передачи мультимедийной информации. Возможна реализация FDDI на скрученных парах проводов.



- При обрывах оптоволокна возможно частичное (при двух обрывах) или полное (при одном обрыве) восстановление связности сети.



Спасибо за внимание!