

# Сети ЭВМ

## Топологии и типы сетей

# Топология сети

Опр. Топология сети (network topology) – логическая схема сети, отражающая непосредственные связи узлов сети между собой. Наиболее распространенными топологиями являются: общая шина, кольцо, звезда, дерево, ячеистая и полносвязная топология, а также специальные (спонтанные) сети.

# Узел сети

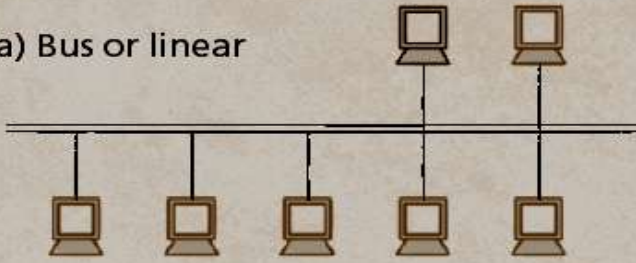
Опр. Узел сети (host) – объект, например, компьютер или сотовый телефон, обладающий доступом в сеть, принимающий и/или предоставляющий услуги по сети. Другое название – хост.

# Канал связи

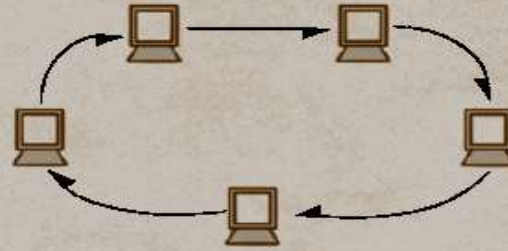
Опр. Канал связи (link) – среда передачи данных, используемая различными сетевыми службами для подключения друг к другу узлов сети.

## Network topologies

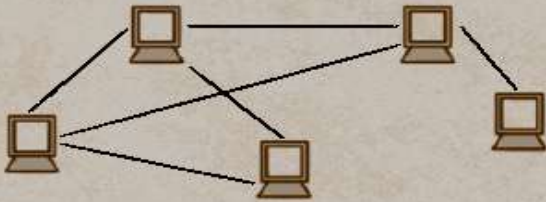
(a) Bus or linear



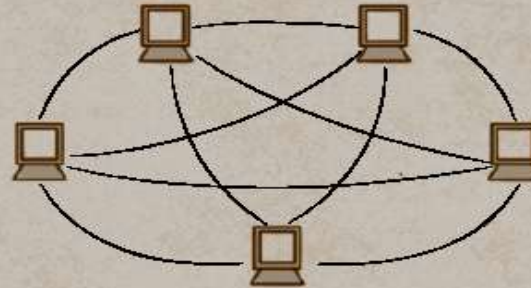
(b) Ring network



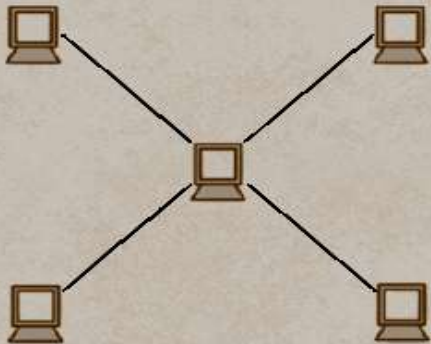
(c) Mesh network



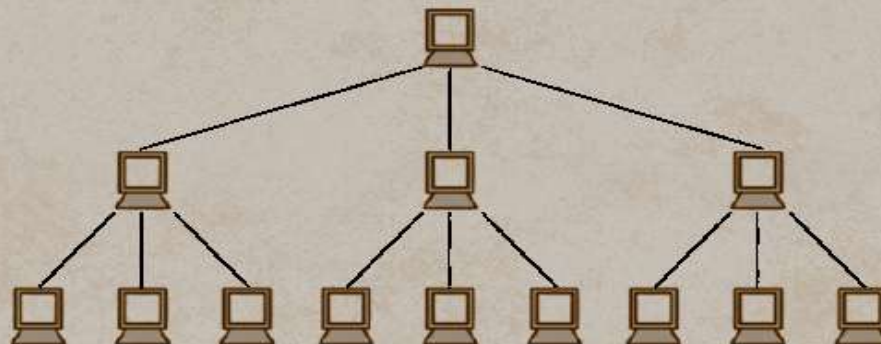
(d) Fully connected mesh network



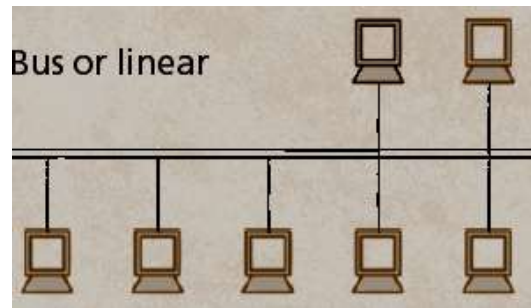
(e) Star network



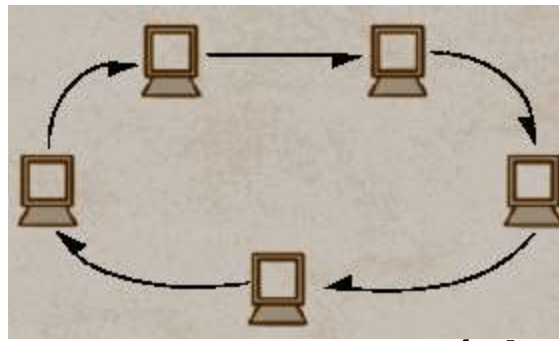
(f) Tree network



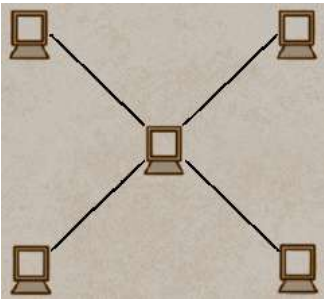
**Топологии  
сети**



Опр. Общая шина или линейная сеть (bus or linear) – топология сети, в которой все узлы подсоединены к одной шине данных. Поскольку в сетях с общей шиной отсутствуют промежуточные узлы для ретрансляции сообщений, с целью ограничения затухания сигнала длина линий связи должна быть ограничена. Отказ шины приводит к отказу всей сети.

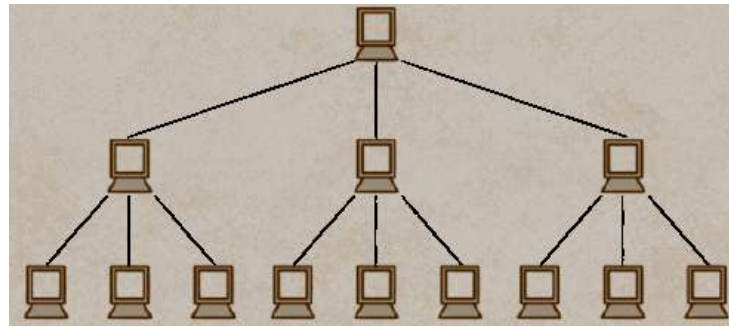


Опр. Топология кольцо (ring network) – сеть, состоящая из узлов, каждый из которых соединен непосредственно с двумя соседними узлами. Такие сети могут иметь большую протяженность, так как в них каждый узел выступает в роли ретранслятора. Это позволяет компенсировать затухание сигнала, но приводит к задержке при его передаче. Отказ любого узла приводит к отказу сети.

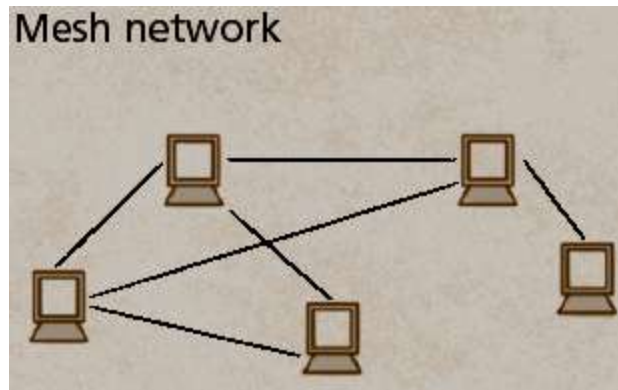


Опр. Топология звезда (star network) – сеть, состоящая из центрального узла или концентратора (hub), к которому непосредственно подключены все остальные узлы сети. Концентратор отвечает за обмен сообщениями между узлами сети. Размер сети ограничен затуханием сигнала, но задержки при его передаче меньше, чем в топологии кольцо. Отказ концентратора – отказ сети.

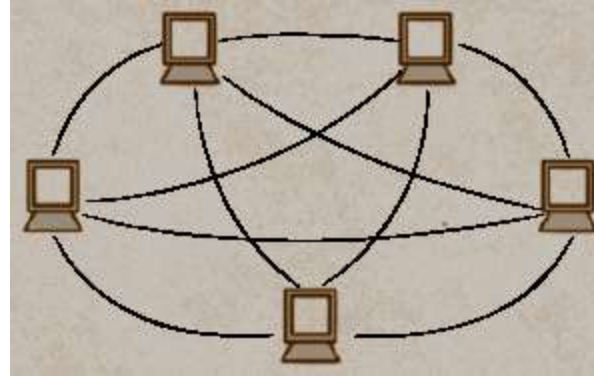




Опр. Топология дерево (tree network) – сеть с иерархической структурой, включающая в себя подмножество сетей с топологией звезда. В такой сети концентратор первой сети с топологией звезда является корневым узлом дерева. Каждый узел сети, подключенный к корневому узлу, может выступать в роли концентратора для другой подсети, являясь корневым узлом вложенного поддерева.



Опр. Ячеистая топология (mesh network) – сеть, в которой, по крайней мере, два узла связаны между собой непосредственно более чем одним каналом. Более быстроедействующие и отказоустойчивые, чем все остальные виды сетей за исключением полносвязных.



Опр. Полносвязная топология (fully-connected mesh network) – ячеистая сеть, в которой каждый узел сети непосредственно связан с любым другим узлом. Такая топология самая быстрая и отказоустойчивая, но может быть реализована лишь для самых малых сетей из-за высокой стоимости, связанной с необходимостью прокладки линий связи между каждой парой компьютеров.

# Специальные сети

Опр. Специальные сети (ad hoc network) – сети, характерной чертой которых является спонтанность; в любой момент времени к ним может быть подключено произвольное количество проводных либо беспроводных устройств. Топология сети может быстро меняться, что делает управление сетью с помощью центрального узла достаточно сложным.

# Вопрос для самопроверки

- Можно ли для управления АЭС использовать сеть топологии кольцо?  
(Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Можно ли для управления АЭС использовать сеть топологии кольцо? (Да/Нет)
- Нет. В системах, предназначенных для решения жизненно важных задач, топология кольцо не используется из-за ее низкой отказоустойчивости. Жизненно важные сети нуждаются в нескольких уровнях избыточности для гарантии непрерывного функционирования.

# Вопрос для самопроверки

- Для работы беспроводных устройств необходимы спонтанные сети? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Для работы беспроводных устройств необходимы спонтанные сети? (Да/Нет)
- Да. Беспроводные устройства предназначены для перемещения с места на место. Работая, они подключаются к различным сетям и отключаются от них. Именно спонтанные сети не требуют наличия фиксированной сетевой топологии.



# Разновидности сетей

- Локальные (local area network, LAN)
- Глобальные (wide area network, WAN)

# Локальные сети

Опр. Локальные сети (local area network, LAN) – разновидность сетей, применяемых для соединения между собой различных ресурсов с помощью высокоскоростных каналов передачи данных, оптимизированных для использования в ограниченных пространствах, например, офисных зданиях либо университетских комплексах.

# Глобальные сети

Опр. Глобальные сети (wide area network, WAN) – разновидность сетей, позволяющих объединять две и более локальные сети, которые могут находиться на большом расстоянии друг от друга. Обычно для глобальных сетей характерно использование ячеистой топологии и широкополосных соединений. Крупнейшей глобальной сетью является сеть Internet.

# Вопрос для самопроверки

- Имеют ли преимущества локальные сети перед глобальными? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Имеют ли преимущества локальные сети перед глобальными? (Да/Нет)
- Да. Подсеть, например, университетского комплекса, позволяет напрямую объединить группу компьютеров при помощи высокоскоростных каналов передачи данных, обеспечив более высокую пропускную способность, гибкость управления и настройки.

# Вопрос для самопроверки

- Уровень ошибок в локальных сетях выше, чем в глобальных? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Уровень ошибок в локальных сетях выше, чем в глобальных? (Да/Нет)
- Нет. Для глобальных сетей характерен более высокий уровень ошибок, поскольку в них имеет место взаимодействие многих, часто разнородных по своей топологии локальных сетей.

# Сети ЭВМ

Стек протоколов TCP/IP



# Стек протоколов TCP/IP

Опр. Стек протоколов TCP/IP (TCP/IP protocol stack) – иерархическое разделение функций взаимодействия компьютеров на четыре отдельных уровня абстракции. В стек протоколов TCP/IP входят: прикладной, транспортный, сетевой и канальный уровни.

# Стек протоколов TCP/IP

- Прикладной уровень отвечает за реализацию протоколов для приложений, таких как веб-службы и веб-серверы, для их общения между собой
- Транспортный уровень отвечает за передачу информации с одного конца соединения на другой – от процесса, занятого отправкой данных до процесса занятого их приемом

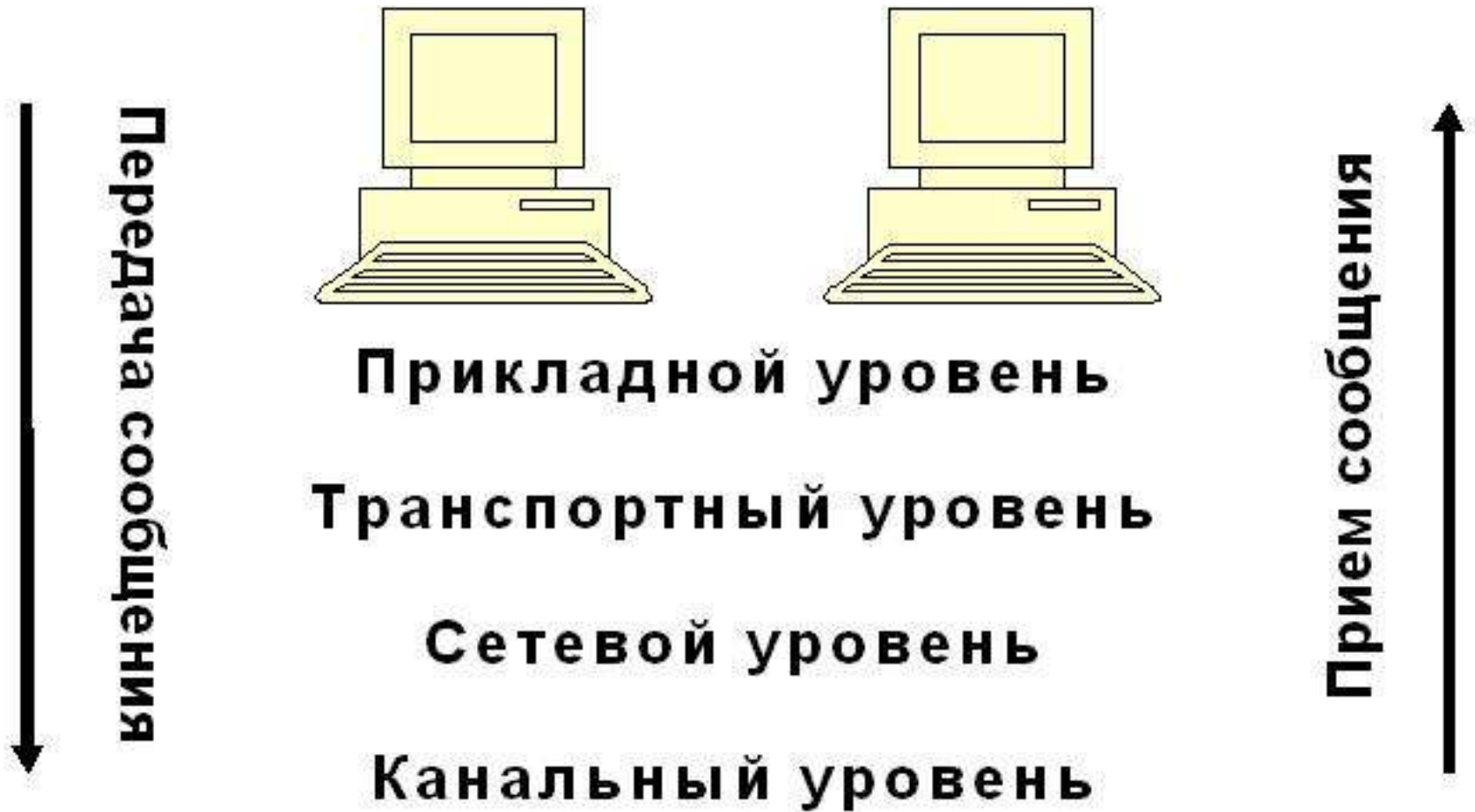
# Стек протоколов TCP/IP

- Сетевой уровень отвечает за ретрансляцию данных с одного узла сети на другой, пока данные не попадут адресату (маршрутизация)
- Канальный уровень занимается преобразованием информационных битов в электромагнитный сигнал и их передачей по физической среде передачи данных (сетевой кабель, радиосвязь ...)

# Кадр

Опр. Кадр (frame) – фрагмент данных в канальном уровне. При передаче сообщений они разбиваются на кадры, в начало и конец которых каждый уровень добавляет свою управляющую информацию (например, адрес отправителя и получателя, тип и размер данных), которая позволяет общаться между собой протоколам одного уровня на разных узлах.

# Передача и прием сообщения



# Передача сообщения

- После помещения сообщения в стек, оно разбивается на кадры и последовательно проходит через все уровни
- Каждый из уровней добавляет свою управляющую информацию в начало и конец каждого кадра
- Сформированный кадр передается на следующий уровень, либо окончательно в физическую среду передачи данных

# Прием сообщения

- Каждый последующий уровень принимает данные от нижележащего уровня, либо из физической среды передачи данных
- Каждый уровень удаляет из принятого кадра управляющую информацию для данного уровня, записанную другим узлом
- Эти данные используются для проверки корректности сообщения и того факта, что его получателем является данный узел

# Вопрос для самопроверки

- Верно ли, что управляющая информация помещается в начало кадра? (Да/Нет)



# Вопрос для самопроверки

- Верно ли, что управляющая информация помещается в начало кадра? (Да/Нет)
- Нет. Управляющая информация помещается как в начало, так и в конец каждого кадра. Здесь могут содержаться адреса узлов сети, а также тип или размер передаваемых данных.

# Вопрос для самопроверки

- Верно ли, что стек протоколов TCP/IP состоит из четырех уровней? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Верно ли, что стек протоколов TCP/IP состоит из четырех уровней? (Да/Нет)
- Да. Прикладной уровень отвечает за взаимодействие приложений, работающих на различных узлах сети; транспортный – за связь между концами соединения; сетевой – за отправку пакетов на другой узел сети по направлению к получателю; канальный – за передачу информации по физической среде передачи данных.

# Сети ЭВМ

Прикладной уровень

# Прикладной уровень

Опр. Прикладной уровень (application layer) позволяет приложениям на удаленных узлах сети взаимодействовать между собой. Протоколы этого уровня служат, например, для удаленного открытия файлов, отправки запросов к веб-страницам, передачи электронных сообщений, либо вызова удаленных процедур.

# Некоторые протоколы прикладного уровня

- Гипертекстовый протокол передачи данных (Hypertext Transfer Protocol, HTTP)
- Протокол передачи файлов (File Transfer Protocol, FTP)
- Простой протокол электронной почты (Simple Mail Transfer Protocol, SMTP)
- Служба доменных имен (Domain Name System, DNS)

# URI

Опр. Универсальный идентификатор ресурсов (Uniform Resource Identification, URI) имя конкретного ресурса на удаленном узле сети. Многие протоколы прикладного уровня работают с удаленными ресурсами. Эти ресурсы распознаются при помощи URI.

# URL

Опр. Универсальный указатель ресурса (Uniform Resource Locator, URL) – URI, используемый в протоколах HTTP и FTP. Включает имя протокола, имя узла сети, номер порта и путь к ресурсу.

Пр. <http://www.acm.org/dl/faq.html>

(для http стандартный номер порта 80, он явно не указывается)



# Порт

Опр. Порт (port) определяет в системе специальный сокет, который будет принимать данные. Например, протокол HTTP по умолчанию использует порт 80, а FTP – 20 и 21.

Опр. Сокет (socket) – программная конструкция, являющаяся конечным элементом соединения. Процессы используют сокеты для отправки и приема сообщений по сети.

# HTTP

Опр. Гипертекстовый протокол передачи данных (Hypertext Transfer Protocol, HTTP) – протокол прикладного уровня, используемый для передачи документов HTML и данных других форматов (текст, изображение, аудио, видео, приложение). Работа протокола HTTP состоит из отправки запроса к ресурсу и получения ответа от удаленного узла сети.

# Запрос HTTP

Опр. Запрос HTTP (HTTP request) – запрос на предоставление ресурса. Включает оператор и URL ресурса. Оператор, описывает действия, которые должны быть применены к ресурсу. Удаленный компьютер обрабатывает запрос и отправляет отклик HTTP.

# Отклик HTTP

Опр. Отклик HTTP (HTTP response) – сообщение, возвращаемое в ответ на запрос HTTP. В заголовке содержит код, сообщающий клиенту о том, правильно ли был выполнен запрос. Если запрос был обработан корректно, вместе с заголовком будет возвращен запрошенный ресурс. В заголовке также определяется, какой тип имеет данный ресурс.

# FTP

Опр. Протокол передачи файлов (File Transfer Protocol, FTP) – протокол прикладного уровня, позволяющий передавать файлы между двумя узлами сети с помощью команд и ответов на них. В протоколе FTP соединение устанавливается между двумя парами портов: одна пара (обычно, 21) передает управляющую информацию для контроля сеанса, а по другой паре портов (обычно, 20) передаются сами данные.

# Некоторые команды FTP

<i>Name</i>	<i>Function</i>
CDUP	Change from the current directory to the parent of the current directory.
CWD	Change the working directory.
PWD	Print the path of the working directory.
LIST	List the contents of the working directory.
DELE	Delete the specified file.
RETR	Retrieve the specified file.
STOR	Upload the specified file.
QUIT	Terminate the FTP session.

# Вопрос для самопроверки

- Является ли номер порта частью идентификатора URL? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Является ли номер порта частью идентификатора URL? (Да/Нет)
- Да. Порт идентифицирует сокет компьютера, в который должно быть передано сообщение.



# Вопрос для самопроверки

- Может ли клиент отправить HTTP запрос к несуществующему ресурсу? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Может ли клиент отправить HTTP запрос к несуществующему ресурсу? (Да/Нет)
- Да. Сервер вернет ответ HTTP с кодом ошибки в заголовке.

# Вопрос для самопроверки

- В протоколе FTP для взаимодействия узлов друг с другом обычно используется порт 20? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- В протоколе FTP для взаимодействия узлов друг с другом обычно используется порт 20? (Да/Нет)
- Нет. Для взаимодействия узлов в сети в протоколе FTP обычно используются два порта: 20 для передачи данных и 21 для контроля сеанса.

# Сети ЭВМ

## Транспортный уровень

# Транспортный уровень

Опр. Транспортный уровень (transport layer) отвечает за сохранность данных во время доставки с одного конца соединения на другой. Он принимает данные от прикладного уровня, разбивает их на фрагменты меньшего размера, пригодные для транспортировки, добавляет в них управляющую информацию и передает дальше на сетевой уровень. Этот уровень реализуется с предварительной установкой соединения и без.

# Протоколы транспортного уровня

- TCP – с предварительной установкой соединения
- UDP – без предварительной установки соединения

# TCP

Опр. Протокол управления передачей (Transmission Control Protocol, TCP) – протокол с установлением соединения, гарантирующий сохранность фрагментов данных (называемых в TCP сегментами) на пути от отправителя к получателю. Используется, например HTTP и FTP. Для создания соединения в TCP используется трехшаговое подтверждение.



# Сегмент

Опр. Сегмент (segment) – фрагмент данных в протоколе ТСР. Включает тело сообщения и заголовок ТСР.

# Трехшаговое подтверждение

- Одной из целей такого подтверждения является синхронизация порядковых номеров сегментов между узлами сети
- Порядковый номер следующего сегмента при отправке увеличивается на единицу, номер помещается в заголовок
- Система получатель использует эти номера для сортировки поступивших сегментов, если они поступили не в том порядке, в котором были отправлены

# Трехшаговое подтверждение

- Вначале отправитель отправляет сегмент синхронизации (synchronization segment, SYN) получателю, содержащий запрос на установку соединения и порядковый номер отправленного сегмента
- В ответ получатель возвращает сегмент синхронизации / подтверждения приема (synchronization / acknowledgement segment, SYN/ACK), подтверждающий установку соединения и содержащий порядковый номер принятого сегмента

# Техшаговое подтверждение

- На третьем шаге отправитель отсылает сегмент подтверждения приема (АСК), означающий окончательную установку соединения между узлами сети
- В ответ на каждый принятый сегмент адресат возвращает в ответ сегмент подтверждения приема АСК, содержащий порядковый номер принятого сегмента

# Трехшаговое подтверждение

- Если для сегмента с определенным номером отправитель не получит подтверждения о приеме, он выполнит повторную отправку этого сегмента
- Данная технология гарантирует, что все сегменты будут получены адресатом, продублированные сегменты будут удалены, а сегменты, поступившие в неверном порядке, отсортированы

# UDP

Опр. Протокол передачи дейтаграмм пользователя (User Datagram Protocol, UDP) относится к протоколам без предварительной установки соединения. Для протокола UDP характерен минимум накладных расходов. Однако, нет гарантии, что фрагменты данных (называемые в UDP дейтаграммами) достигнут получателя и поступят в нужном порядке. Используется, например, в потоковых видео и аудио приложениях.

# Вопрос для самопроверки

- Отреагирует ли узел сети, отославший дейтаграмму UDP, при ее потере?  
(Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Отреагирует ли узел сети, отославший дейтаграмму UDP, при ее потере?  
(Да/Нет)
- Нет. Узел никак не отреагирует. В протоколе UDP отсутствуют механизмы, с помощью которых узел-отправитель узнал бы о потере дейтаграммы. Поэтому повторная отправка дейтаграммы производиться не будет.



# Вопрос для самопроверки

- Протокол UDP по сравнению с TCP повышает нагрузку на сеть? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Протокол UDP по сравнению с TCP повышает нагрузку на сеть? (Да/Нет)
- Нет. Протокол UDP по сравнению с TCP снижает нагрузку на сеть, поскольку не требует отправки пакетов установки соединения, подтверждения приема и повторной передачи данных.

# Вопрос для самопроверки

- Существуют приложения устойчивые к потере фрагментов данных? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Существуют приложения устойчивые к потере фрагментов данных? (Да/Нет)
- Да. Например, приложения для воспроизведения потокового видео. Последствия при потере дейтаграмм сводятся к паузам при воспроизведении. Если же такие приложения будут работать с протоколом ТСР, то паузы будут больше, поскольку воспроизведение будет продолжено только после прихода потерянного сегмента.

# Сети ЭВМ

Сетевой уровень

# Сетевой уровень

Опр. Сетевой уровень (network layer) принимает данные от транспортного уровня и отвечает за отправку полученных порций данных (называемых на этом уровне дейтаграммами) на следующий узел сети, расположенный на пути к получателю. На какой узел отправляется дейтаграмма определяется в результате маршрутизации. Два наиболее распространенных протокола сетевого уровня – IP и IPv6.

# Маршрутизация

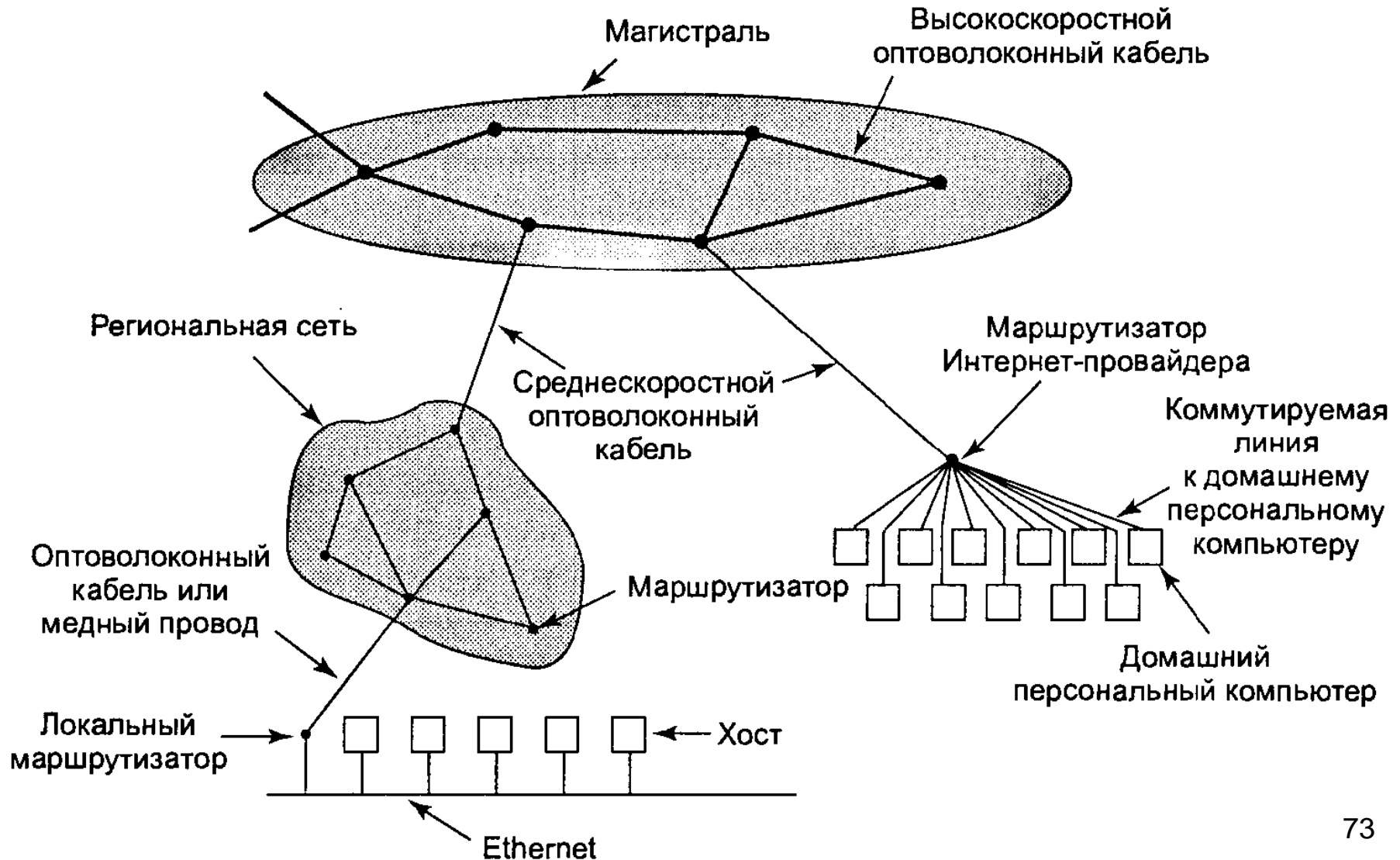
Опр. Маршрутизация (routing) – определение оптимального пути (маршрута) между двумя узлами сети и отправка дейтаграмм по этому пути. Маршрутизацию осуществляют маршрутизаторы с помощью информации, распространяющейся в сети по протоколам маршрутизации.

# Маршрутизатор

Опр. Маршрутизатор (router) – коммутирующий компьютер, принимающий дейтаграммы с одной или нескольких линий и отправляющий их дальше по одной или нескольким линиям. Маршрутизаторы объединяются в большие сети ячеистой топологии. Каждая дейтаграмма передается от одного маршрутизатора к другому до тех пор, пока она не достигнет адресата.



# Схема части Интернета



# Протокол маршрутизации

Опр. Протокол маршрутизации (router protocol) – набор правил, определяющий распространение в сети информации о сетевой топологии и качестве линий связи, включая мощность сигнала, количество ошибок и помехи.

Основываясь на этой информации каждый маршрутизатор вычисляет следующий маршрутизатор, на который будет направлена дейтаграмма.

# RIP

Опр. Протокол маршрутной информации (Routing Information Protocol, RIP) – протокол маршрутизации прикладного уровня, применяемый в небольших сетях. Требуется от каждого маршрутизатора сети передачи полной таблицы маршрутизации – иерархической матрицы, описывающей текущую топологию сети, – своим ближайшим соседям. Это процесс продолжается до тех пор, пока о текущей топологии не узнают все маршрутизаторы.

# Вопрос для самопроверки

- Отвечает ли сетевой уровень за доставку данных от отправителя к получателю?  
(Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Отвечает ли сетевой уровень за доставку данных от отправителя к получателю?  
(Да/Нет)
- Нет. Сетевой уровень определенного узла сети отвечает только за доставку дейтаграммы на следующий узел сети по направлению к получателю. За доставку данных от отправителя к получателю отвечает транспортный уровень.

# IP

Опр. Протокол Интернета (Internet Protocol, IP) – протокол сетевого уровня, используемый для задания адресов при передаче данных по сети. Узлы определяются при помощи 32-битовых чисел (IP-адресов). Имена узлов связаны с IP-адресами через службу имен доменов (Domain Name System, DNS). Прикладной уровень использует URL, а транспортный и сетевой IP-адреса, получаемые от DNS.

Обращение браузера к <http://www.acm.org/dl/faq.html>

1. Браузер запрашивает у DNS IP-адрес [www.acm.org](http://www.acm.org)
2. DNS отвечает: 199.222.69.151
3. Браузер устанавливает TCP-соединение с портом 80 на хосте 199.222.69.151
4. Браузер запрашивает файл [dl/faq.html](http://www.acm.org/dl/faq.html)
5. Сервер [www.acm.org](http://www.acm.org) посылает файл [dl/faq.html](http://www.acm.org/dl/faq.html)
6. TCP-соединение разрывается
7. Браузер отображает на экране содержимое [dl/faq.html](http://www.acm.org/dl/faq.html)

# IPv6

Опр. Протокол Интернета версии 6 (Internet Protocol, IPv6) – новая версия IP, в которой используются 128-битовые адреса и три типа адресации: однонаправленная, широковещательная и альтернативная. Переход на IPv6 происходит постепенно. Часть маршрутизаторов пока не поддерживают IPv6. Они передают дейтаграммы IPv6 внутри дейтаграмм IP.



# Адресация в IPv6

- Однонаправленная – дейтаграмма отправляется на один определенный узел
- Широковещательная – дейтаграмма отправляется целой группе узлов сети
- Альтернативная – дейтаграмма отправляется на ближайший из группы узлов сети

# Вопрос для самопроверки

- Заголовок дейтаграммы в протоколе IP содержит адрес отправителя и получателя? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Заголовок дейтаграммы в протоколе IP содержит адрес отправителя и получателя? (Да/Нет)
- Да. Каждая дейтаграмма в этом протоколе начинается с 40-байтового заголовка, содержащего кроме других полей IP-адреса отправителя и получателя.

# Вопрос для самопроверки

- В протоколе IP предусмотрено больше уникальных адресов, чем в IPv6? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- В протоколе IP предусмотрено больше уникальных адресов, чем в IPv6? (Да/Нет)
- Нет. В протоколе IP предусмотрено  $2^{32}$  или около 4 000 000 000 уникальных адресов. В протоколе IPv6 –  $2^{128}$  или приблизительно  $3,4 * 10^{38}$  адресов.

# Вопрос для самопроверки

- Альтернативная адресация дает самую большую нагрузку на сеть? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Альтернативная адресация дает самую большую нагрузку на сеть? (Да/Нет)
- Нет. Наибольший трафик возникает при широковещательной адресации. Альтернативная адресация позволяет отправлять дейтаграммы одному узлу некоторой группы, тогда как широковещательная адресация подразумевает отправку дейтаграмм всем узлам этой группы.

# Сети ЭВМ

## Канальный уровень



# Канальный уровень

Опр. Канальный уровень (link layer) преобразует фрагменты данных (на этом уровне называемые кадрами (frame)) в сигнал (электромагнитный, оптический, ...) для передачи по среде передачи данных (медная жила, оптоволокно, ...). Для выявления поврежденных кадров обычно используется контрольная сумма бит кадра, которая добавляется в его конец. Могут применяться различные методы защиты данных и коррекции ошибок.

# Некоторые протоколы канального уровня

- CSMA/CD (множественный доступ с контролем несущей и обнаружением столкновений) для сетей Ethernet
- Token Ring для сетей с топологией кольцо
- FDDI для передачи данных по волоконно-оптическим каналам
- CSMA/CA (множественный доступ с контролем несущей и предотвращением столкновений) для беспроводных сетей

# Ethernet

Опр. Ethernet (IEEE 802.3) – локальные сети, поддерживающие различные скорости передачи данных, в зависимости от используемых линий связи. В них применяется протокол CSMA/CD.

# CSMA/CD

Опр. Множественный доступ с контролем несущей и обнаружением столкновений (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, CSMA/CD) – протокол, применяемый в сетях Ethernet, который предусматривает проверку трансиверами линий связи перед началом передачи данных, а также обработку конфликтов (случаев передачи данных несколькими трансиверами одновременно).

# Трансивер

Опр. Трансивер (transceiver) – аппаратное устройство, соединяющее узел сети Ethernet со средой передачи данных. Перед началом передачи данных трансивер прослушивает линию связи. Если линия свободна, он начинает передавать кадр. Из-за задержки передачи сигнала, могут возникать конфликты, которые трансиверы обрабатывают на основе алгоритма экспоненциальной отсрочки.

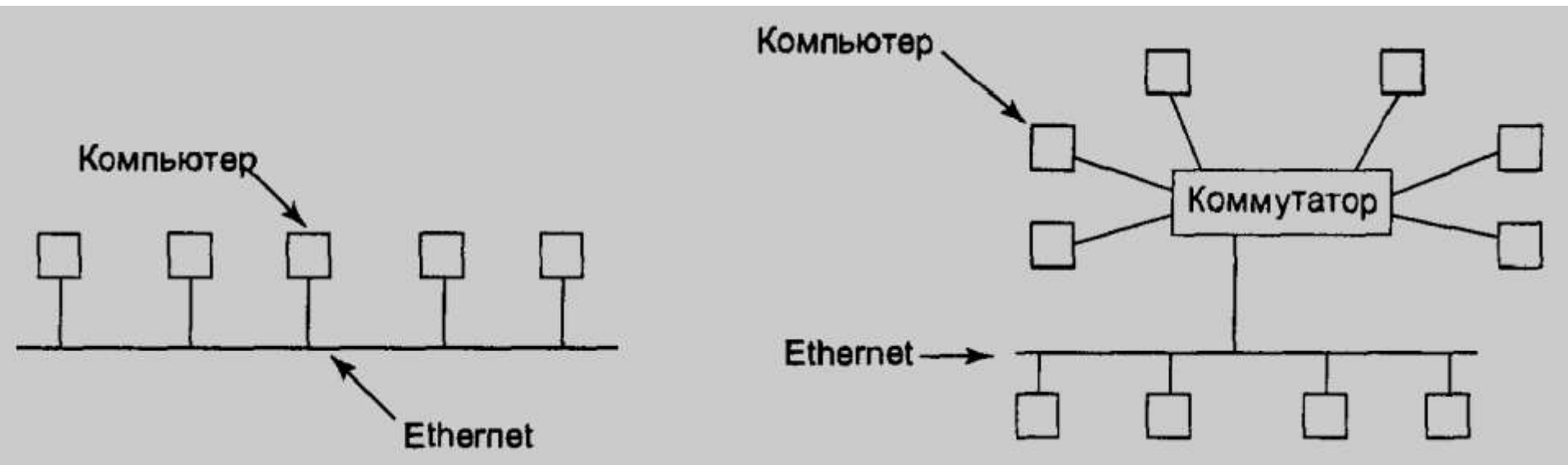
# Экспоненциальная отсрочка

- При конфликте трансивер продолжает передачу кадра, чтобы о конфликте стало известно остальным трансиверам
- Трансивер повторно пытается передать кадр через случайный интервал времени от 0 до  $T$  мкс., где  $T$  – некоторое число
- В случае повторных конфликтов максимальный интервал  $T$  увеличивается в два раза, пока кадр не будет передан

# Топологии Ethernet

- Классическая сеть Ethernet является линейной
- Коммутируемая Ethernet имеет топологию звезда; к центральному узлу (коммутатору) подключаются отдельные узлы, или другие сети Ethernet
- На коммутаторе группы компьютеров могут обмениваться данными через выделенные порты, что снижает вероятность конфликтов

# Классическая и коммутируемая сети Ethernet





# Вопрос для самопроверки

- При передаче данных в сети Ethernet возможно возникновение конфликтов?  
(Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- При передаче данных в сети Ethernet возможно возникновение конфликтов?  
(Да/Нет)
- Да. Передача данных происходит не мгновенно, поэтому два трансивера могут решить, что линия связи свободна, и начать передачу данных одновременно.

# Вопрос для самопроверки

- Сеть Ethernet имеет топологию кольцо?  
(Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Сеть Ethernet имеет топологию кольцо?  
(Да/Нет)
- Нет. Классическая сеть Ethernet является линейной. Коммутируемая Ethernet имеет топологию звезда.

# Вопрос для самопроверки

- Трансивер прекращает передачу кадра после обнаружения конфликта? (Да/Нет)

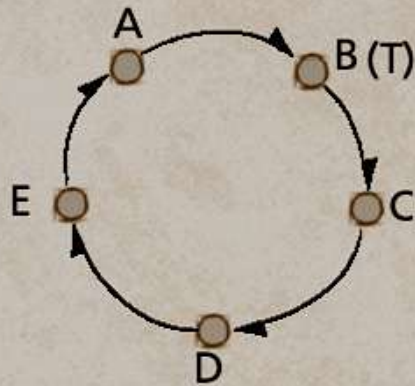
# Вопрос для самопроверки

- Трансивер прекращает передачу кадра после обнаружения конфликта? (Да/Нет)
- Нет. Трансивер продолжает передачу данных в течение определенного промежутка времени после обнаружения конфликта. Если трансивер прекратит передачу немедленно, то другие трансиверы могут не распознать возникновение конфликта из-за задержек передачи данных по линиям связи.

# Token Ring

Опр. Token Ring – протокол, в котором для передачи данных используется принцип циклической передачи токена (пустого кадра) по сети с топологией кольцо. Только один узел сети в определенный момент может владеть токеном, и только владелец токена может выполнить передачу данных.

Sending message via a token ring protocol.

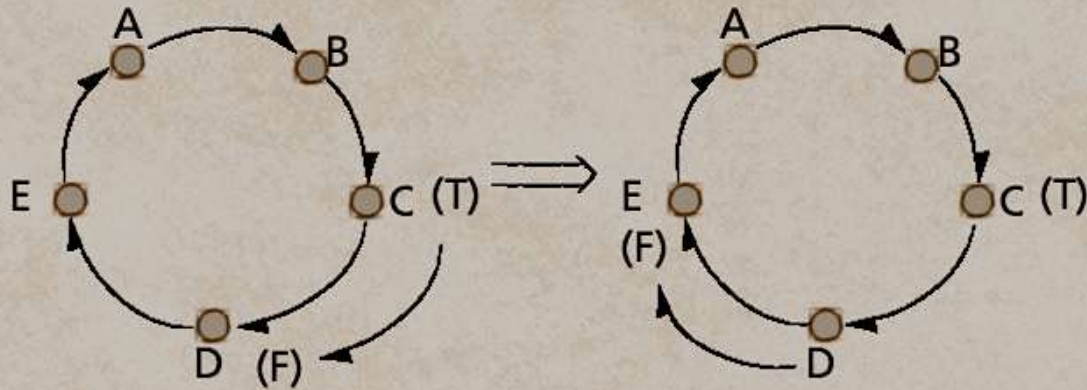


(T) : Token  
(F) : Frame (unread)  
(F<sub>R</sub>) : Frame (read)

(a) B ready to release token; C wants to send message to E.

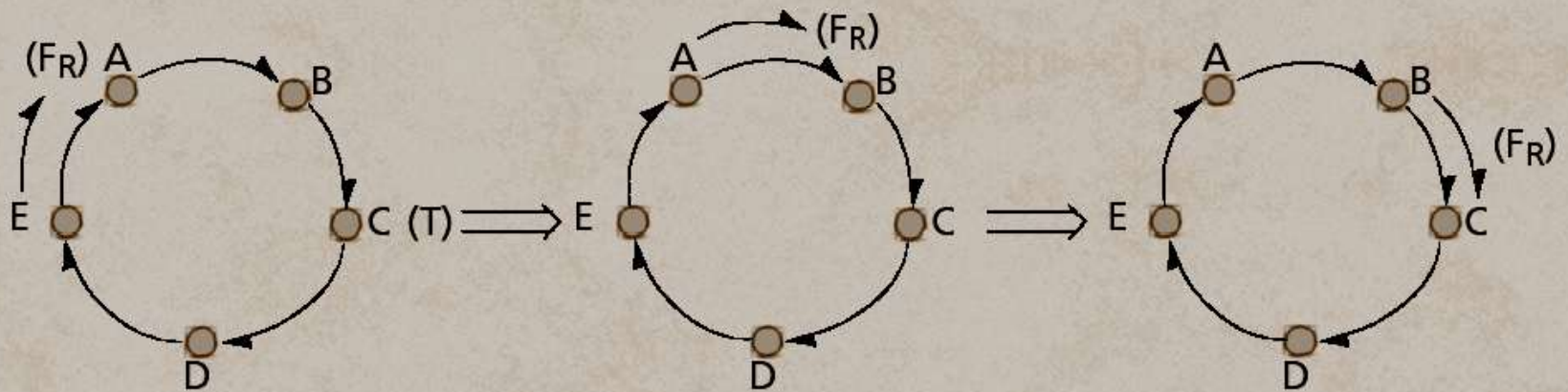
a) Когда узел С хочет отправить сообщение узлу Е, вначале ему следует дождаться приближения пустого кадра (токена)





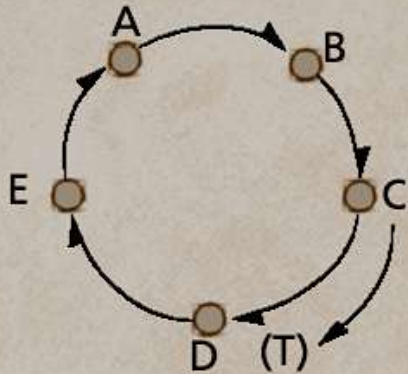
(b) C grabs token and forwards the message frame to D; D sends frame to E.

- b) После получения токена, С записывает в него данные, адрес получателя и отправляет кадр узлу D; он сравнивает адрес со своим и отправляет кадр дальше



(c) E receives frame, marks it as read and forwards it to A; A forwards to B; B forwards to C.

- с) Узел E обнаруживает совпадение адресов, считывает данные, помечает кадр как прочитанный и отправляет его дальше; когда кадр достигает C, узел определяет, что сообщение достигло адресата E



(d) C receives read frame, releases token to D.

- d) После получения прочитанного кадра, узел С удаляет из него данные и отправляет пустой кадр узлу D для дальнейшего использования токена

# Вопрос для самопроверки

- Время на передачу сообщения в Token Ring непредсказуемо? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Время на передачу сообщения в Token Ring непредсказуемо? (Да/Нет)
- Нет. Если при передаче токена по сети проблем не возникает, время на передачу сообщения вполне предсказуемо, как и время необходимое на восстановление после различных ошибок.

# Вопрос для самопроверки

- Могут ли все узлы в Token Ring оказаться заблокированными? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Могут ли все узлы в Token Ring оказаться заблокированными? (Да/Нет)
- Да. Если на узле, где в данный момент находится токен, произойдет сбой без возможности его устранения, то все узлы будут заблокированы. Поэтому в протоколе Token Ring предусматриваются механизмы защиты от потери токена.

# FDDI

Опр. Распределенный интерфейс передачи данных по волоконно-оптическим каналам (Fiber Distributed Data Interface, FDDI) – протокол, построенный на основе двух колец Token Ring, одно из которых является резервным. Ни одна станция не может начать передачу, пока она не получит токен от предыдущей станции. Во время передачи информации токен перестает циркулировать, заставляя все остальные узлы ждать своей очереди.



# Вопрос для самопроверки

- Могут ли в FDDI данные передаваться в противоположном направлении? (Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Могут ли в FDDI данные передаваться в противоположном направлении? (Да/Нет)
- Да. Когда второе кольцо не требуется для резервных целей, FDDI использует его для передачи токенов и данных в противоположном направлении.

# IEEE 802.11 (беспроводные сети)

Опр. IEEE 802.11 – стандарт беспроводной связи. В соответствии с ним, узлы сети должны работать по протоколу CSMA/CA.

# CSMA/CA

Опр. Множественный доступ с контролем несущей и предотвращением столкновений (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, CSMA/CA) – протокол, применяемый в беспроводных сетях стандарта IEEE 802.11. В нем предусмотрена отправка сообщения запроса передачи (RTS) отправителем и возврат сообщения разрешения передачи (CTS) адресатом перед началом передачи данных.

# RTS

Опр. Запрос передачи (Request to Sent, RTS) – широковещательное сообщение, отправляемое беспроводным устройством, которое свидетельствует о желании начать передачу данных, а также содержит информацию о продолжительности передачи, адресах отправителя и получателя. Если среда передачи данных является доступной, адресат возвращает сообщение CTS.

# CTS

Опр. Разрешение передачи (Clear to Sent, CTS) – широковещательное сообщение, говорящее о доступности среды передачи данных. После того, как устройство, пожелавшее начать передачу данных, получит сообщение CTS, отправитель и получатель начинают передачу. После получения CTS все остальные станции, желающие начать передачу данных, ждут в течении времени, указанного в CTS. 118

# Вопрос для самопроверки

- Возникают ли в беспроводных сетях проблемы, не характерные для Ethernet?  
(Да/Нет)

# Вопрос для самопроверки

- Возникают ли в беспроводных сетях проблемы, не характерные для Ethernet? (Да/Нет)
- Да. Беспроводные сети имеют спонтанный характер и могут разделяться физическими объектами, например, стенами зданий. Невозможно гарантировать, что каждое устройство в беспроводной сети будет знать о существовании всех других, поэтому конфликты не исключены.