

МДК.01.01
Организация, принципы
построения и функционирования
компьютерных сетей
2-курс

Занятие 09, 10

Сетевые компоненты

Основными сетевыми компонентами являются:

- сетевые адаптеры (сетевые карты), или NIC (Network Interface Card),
- повторители (repeater),
- усилители (amplifier, «эмплифае»),
- концентраторы (хаб, от английского hub — центр) ,
- мосты (bridge),
- маршрутизаторы (router),
- коммутаторы (свич, от английского switch — переключатель),
- шлюзы (gateway).

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

Сетевые адаптеры (сетевые карты), или NIC (Network Interface Card), являются теми устройствами, которые физически соединяют компьютер с сетью.

Сетевые адаптеры – это сетевое оборудование, обеспечивающее функционирование сети на физическом и канальном уровнях.

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

Сетевые адаптеры производят следующие основные операции при приеме или передаче сообщения:

1). **гальваническая развязка** с коаксиальным кабелем или витой парой.

Для этой цели используются импульсные трансформаторы.

Иногда для развязки используются оптроны;

2). **приём (передача) данных.**

Данные передаются из ОЗУ ПК в адаптер или из адаптера в память ПК через программируемый канал ввода/вывода, канал прямого доступа или разделяемую память.

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

3). *буферизация.*

Для согласования скорости пересылки данных в адаптер или из него со скоростью обмена по сети используется буфер.

Во время обработки в сетевом адаптере данные хранятся в буфере.

Буфер позволяет адаптеру осуществлять доступ ко всему пакету информации.

Использование буферов необходимо для согласования между собой скоростей обработки информации различными компонентами ЛВС;

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

4). *формирование пакета.*

Сетевой адаптер должен разделить данные на блоки в режиме передачи (или соединить их в режиме приема) данных и оформить в виде кадра определенного формата.

Кадр включает несколько служебных, среди которых имеется адрес компьютера назначения и контрольная сумма кадра, по которой сетевой адаптер станции назначения делает вывод о корректности доставленной по сети информации;

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

5). *доступ к каналу связи.*

Набор правил, обеспечивающих доступ к среде передачи.

Выявление конфликтных ситуаций.

Контроль состояния сети;

6) *идентификация своего адреса* в принимаемом пакете.

Физический адрес адаптера может определяться установкой переключателей, храниться в специальном регистре или прошиваться в ППЗУ (программируемом постоянном запоминающем устройстве);

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

7). **преобразование** параллельного кода в последовательный код при передаче данных.

При приёме данных происходит обратная операция – преобразование из последовательного кода в параллельный.

В результате передачи данные передаются по каналу связи в последовательном коде;

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

8). кодирование и декодирование данных.

На этом этапе должны быть сформированы электрические сигналы, используемые для представления данных.

Большинство сетевых адаптеров для этой цели используют манчестерское кодирование.

Этот метод не требует передачи синхронизирующих сигналов для распознавания единиц и нулей по уровням сигналов.

Вместо этого для представления 1 и 0 используется переменная полярности сигнала;

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

9). *передача или прием импульсов.*

В режиме передачи закодированные электрические импульсы данных передаются непосредственно в кабель.

При приеме импульсы направляются на декодирование.

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

Сетевой адаптер относится к периферийному устройству компьютера, непосредственно взаимодействующему 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

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

Компьютер, будь то сервер или рабочая станция, подключается к сети с помощью внутренней платы – т.е. сетевого адаптера.

Хотя бывают и внешние сетевые адаптеры, подключаемые к компьютеру через параллельный порт.

Сетевой адаптер вставляется в гнездо материнской платы.

Карты сетевых адаптеров устанавливаются на каждой рабочей станции и на файловом сервере.

Рабочая станция отправляет запрос к файловому серверу и получает ответ через сетевой адаптер, когда файловый сервер готов.

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

Сетевые адаптеры преобразуют параллельные коды, используемые внутри компьютера и представленные маломощными сигналами, в последовательный поток мощных сигналов для передачи данных по внешней сети.

Сетевые адаптеры должны быть совместимы с кабельной системой сети, внутренней информационной шиной ПК и сетевой операционной системой.

Простота или сложность этой установки и настройки зависит от типа сетевого адаптера, который предполагается использовать.

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

Для некоторых конфигураций достаточно просто вставить адаптер в подходящий слот материнской платы компьютера.

Автоматически конфигурирующиеся адаптеры, а также адаптеры, отвечающие стандарту Plug and Play (вставь и работай), автоматически производят свою настройку.

Если сетевой адаптер не отвечает стандарту Plug and Play, требуется настроить его запрос на прерывание IRQ (Interrupt Request) и адрес ввода/вывода (Input/Output address).

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

IRQ (запрос на прерывание) представляет собой логическую коммуникационную линию, которую устройство использует для связи с процессором.

Адрес ввода/вывода – это трехзначное шестнадцатеричное число, которое идентифицирует коммуникационный канал между аппаратными устройствами и центральным процессором.

Чтобы сетевой адаптер функционировал правильно, должны быть правильно настроены как IRQ (запрос на прерывание), так и адрес ввода/вывода (Input/Output address).

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

Обычно плата адаптера использует адреса портов ввода/вывода, которые выбираются переключками или переключателями на плате.

Прежде чем выбрать значения адресов адаптера, необходимо проверить, чтобы в данном компьютере эти адреса были свободны, иначе возможны конфликты.

Кроме того, адаптер, как правило, использует одно из аппаратных прерываний компьютера.

Номер канала прерывания, используемого адаптером, чаще всего выбирается переключками или переключателями.

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

Прежде чем выбрать номер используемого прерывания необходимо проверить, чтобы это прерывание не использовалось другими устройствами.

Иногда адаптер использует режим прямого доступа к памяти (ПДП или DMA – Direct Memory Access), номер которого выбирается переключками или переключателями.

В этом случае выбирать номер канала ПДП надо таким образом, чтобы не было конфликтов с другими устройствами компьютера.

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

Информацию о свободных адресах, номерах каналов прерывания и ПДП можно получить из тестовых программ.

В последнее время появились адаптеры, в которых выбор адресов и каналов прерываний и ПДП (прямого доступа к памяти) производится не переключателями, а с помощью специальной программы установки (jumperless-адаптеры).

Это, конечно, гораздо удобнее.

Сетевые компоненты

Сетевые адаптеры

При запуске программы пользователю предлагается установить конфигурацию аппаратуры с помощью простого меню:

- выбрать адреса ввода/вывода,
- номер канала прерывания и ПДП (прямого доступа к памяти),
- адреса загрузочного ППЗУ (программируемого постоянного запоминающего устройства),
- тип используемого внешнего разъема (тип среды передачи).

Эта же программа позволяет произвести самотестирование адаптера.

Сетевые компоненты

Повторители и усилители

Сигнал при перемещении по сети ослабевает.

Чтобы противодействовать этому ослаблению, можно использовать повторители или усилители.

Часто повторители и усилители используются вместе.

Это устройства **усиливают сигналы**, проходящие через них по сети.

Сетевые компоненты

Повторители и усилители

Повторители

Повторители (**repeater**) используются в сетях с цифровым сигналом для борьбы с ослаблением сигнала.

Повторители обеспечивают **надёжную передачу данных** на большие расстояния, нежели обычно позволяет тип носителя.

Когда повторитель получает ослабленный входящий сигнал, он **очищает сигнал, увеличивает его мощность и посылает** этот сигнал следующему сегменту.

Сетевые компоненты

Повторители и усилители

Усилители

Усилители (**amplifier**, «эмплифае»), хоть и имеют сходное назначение, используются для увеличения дальности передачи в сетях, использующих аналоговый сигнал.

Аналоговые сигналы могут переносить как голос, так и данные одновременно.

Носитель делится на несколько каналов, так что разные частоты могут передаваться параллельно.

Повторители и усилители действуют на физическом уровне сетевой модели OSI.

Сетевые компоненты

Концентраторы

Сетевой **концентратор** (хаб, от английского hub — центр) — устройство для объединения компьютеров в сеть Ethernet с применением кабельной инфраструктуры типа витая пара.

В настоящее время вытеснены сетевыми **коммутаторами**.

Концентратор (hub) представляет собой сетевое устройство.

Оно служит в качестве центральной точки соединения в сетевой конфигурации «звезда» (star).

Концентратор действует на физическом уровне сетевой модели OSI.

Сетевые компоненты

Концентраторы

Концентратор также может быть использован для соединения сетевых сегментов.

Существуют три основных типа концентраторов:

- пассивные (passive),
- активные (active),
- интеллектуальные (intelligent).

Сетевые компоненты

Концентраторы

Пассивные концентраторы не требуют **электроэнергии**. Они действуют просто как физическая точка соединения, ничего не добавляя к проходящему сигналу.

Активные концентраторы **требуют энергии**, которую они используют для восстановления и усиления сигнала, проходящего через них.

Интеллектуальные концентраторы могут **представлять** такие **сервисы**, как:

- переключение пакетов (packet switching),
- перенаправление трафика (traffic routing).

Сетевые компоненты

Концентраторы

Напомним, что переключение пакетов позволяет не поддерживать **постоянный физический канал** между двумя устройствами.

Информация при этом способе коммутации делится на части, называющиеся пакетами, и **каждый пакет передается отдельно** по свободным в данный момент каналам связи.

При этом каждый пакет может проходить по своему маршруту.

Перенаправление трафика осуществляется при перегрузках и отказах оборудования.

Сетевые компоненты

Мосты

Мост (bridge) представляет собой устройство, используемое для соединения сетевых сегментов.

В соответствии с базовой эталонной моделью взаимодействия открытых систем мост описывается протоколами физического и канального уровней, над которыми располагаются канальные процессы.

Мост опирается на пару связываемых им физических средств соединения, которые в этой модели представляют физические каналы.

Сетевые компоненты

Мосты

Логический сегмент образуется путем **объединения** нескольких физических сегментов (отрезков кабеля) с помощью одного или нескольких концентраторов.

Каждый логический сегмент подключается к отдельному порту моста/коммутатора.

При поступлении кадра на какой-либо из портов мост/коммутатор повторяет этот кадр, но не на всех портах, как это делает концентратор, а только на том порту, к которому подключен сегмент, содержащий компьютер-адресат.

Сетевые компоненты

Мосты

Мост функционирует в первую очередь **как повторитель**.

Он может получать данные из любого сегмента.

Однако он более разборчив в передаче этих сигналов, чем повторитель.

Если получатель пакета находится в том же физическом сегменте, что и мост, то мост знает, что этот пакет достиг цели и, таким образом, больше не нужен.

Сетевые компоненты

Мосты

Однако, если получатель пакета находится в другом физическом сегменте, мост знает, что его надо переслать.

Эта обработка помогает уменьшить загрузку сети.

Например, сегмент не получает сообщений, не относящихся к нему.

Сетевые компоненты

Мосты

Мосты могут соединять сегменты, которые используют разные типы носителей (кабелей).

Они могут соединять сети с разными схемами доступа к носителю, например, сеть Ethernet и сеть Token Ring.

Примером таких устройств являются мосты-трансляторы (translating bridge).

Они осуществляют преобразование между различными методами доступа к носителю, позволяя связывать сети разных типов.

Сетевые компоненты

Мосты

Другой специальный тип моста, **прозрачный** (transparent bridge), или **интеллектуальный** мост (learning bridge), периодически «изучает» куда направлять получаемые им пакеты.

Он делает это посредством непрерывного построения специальных таблиц.

Мост добавляет в них по мере необходимости новые элементы.

Сетевые компоненты

Мосты

Возможным недостатком мостов является то, что они **передают данные дольше**, чем повторители, так как проверяют адрес сетевой карты получателя для каждого пакета.

Они также сложнее в управлении и дороже, нежели повторители.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Маршрутизатор (router) представляет собой сетевое коммуникационное устройство, которое может связывать два и более сетевых сегментов (или подсетей).

Маршрутизатор реализует протоколы **физического, канального и сетевого** уровней.

Специальные сетевые процессы соединяют части коммутатора в единое целое.

Физический, канальный и сетевой протоколы в разных сетях различны.

Поэтому соединение пар коммуникационных сетей осуществляется через маршрутизаторы, которые осуществляют необходимое преобразование указанных протоколов.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Сетевые процессы выполняют взаимодействие соединяемых сетей.

Маршрутизатор работает с несколькими каналами, направляя в какой-нибудь из них очередной блок данных.

Маршрутизаторы обмениваются информацией об изменениях структуры сетей, трафике и их состоянии.

Благодаря этому выбирается оптимальный маршрут следования блока данных в разных сетях от абонентской системы-отправителя к системе-получателю.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Маршрутизатор для фильтрации трафика использует не адрес сетевой карты компьютера, а информацию о сетевом адресе, передаваемую в относящейся к сетевому уровню части пакета.

После получения этой информации об адресе маршрутизатор использует таблицу маршрутизации (routing table), содержащую сетевые адреса, чтобы определить, куда направить пакет.

Он делает это посредством сравнения сетевого адреса в пакете с элементами в таблице маршрутизации – если совпадение найдено, пакет направляется по указанному маршруту.

Если же совпадение не найдено, обычно пакет

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Маршрут по умолчанию (default route) используется, если не подходит ни один из других маршрутов.

Требуемый маршрут сначала ищется в таблицах, а если он не найден, пакет посылается в узел, специально выбранный для данного случая.

Маршруты по умолчанию используются обычно тогда, когда маршрутизатор имеет ограниченный объем памяти или по какой-то иной причине не имеет полной таблицы маршрутизации.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Маршрут по умолчанию может помочь реализовать связь даже при ошибках в маршрутной таблице.

Однако для региональных сетей с ограниченной пропускной способностью такое решение может повлечь серьезные последствия.

Например, из-за такого рода ошибки пакеты внутри локальной сети могут пересылаться через сеть другой страны.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Существуют два типа маршрутизирующих устройств:

- статические,
- динамические.

Статические маршрутизаторы (static router) используют таблицы маршрутизации, которые должен создать и вручную обновлять сетевой администратор.

С другой стороны, динамические маршрутизаторы (dynamic router) создают и обновляют свои собственные таблицы маршрутизации.

Они используют информацию как найденную на своих собственных сегментах, так и полученную от других динамических маршрутизаторов.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Динамические маршрутизаторы всегда содержат свежую информацию о возможных маршрутах по сети, а также информацию об узких местах и задержках в прохождении пакетов.

Эта информация позволяет им определить наиболее эффективный путь, доступный в данный момент, для перенаправления пакетов данных к их получателям.

Более подробно алгоритмы маршрутизации мы будем рассматривать в последующих занятиях.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Маршрутизаторы могут осуществлять интеллектуальный выбор пути и отфильтровывать пакеты, которые им не нужно получать.

Они помогают уменьшить загрузку сети, сохранить ресурсы и увеличить пропускную способность.

Кроме того, они повышают надежность доставки данных.

Маршрутизаторы могут выбрать для пакетов альтернативный путь, если маршрут по умолчанию недоступен.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Термин «**маршрутизатор**» (router) может обозначать элемент электронной аппаратуры, сконструированной специально для маршрутизации.

Он также может означать **компьютер** (обеспеченный таблицей маршрутизации), подключенный к другим сегментам сети с помощью **нескольких сетевых карт**.

Такой компьютер способен выполнять функции маршрутизации между связанными сегментами.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Маршрутизаторы **превосходят мосты** своей способностью фильтровать и направлять пакеты данных по сети.

И в отличие от мостов для них можно отключить пересылку широковещательных сообщений.

Это в свою очередь уменьшает сетевой широковещательный трафик.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Другое важное **преимущество маршрутизатора** как соединительного устройства заключается в том, что, поскольку он работает на сетевом уровне, он **может соединять сети**, использующие **различную сетевую архитектуру**, методы доступа к устройствам или протоколы.

Например, маршрутизатор может соединять подсеть Ethernet и сегмент Token Ring.

Он может связывать несколько небольших сетей, использующих различные протоколы, если используемые протоколы поддерживают маршрутизацию.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Маршрутизаторы по сравнению с повторителями **дороже** и сложнее в управлении.

У них **меньшая пропускная способность**, чем у мостов, поскольку они должны производить дополнительную обработку пакетов данных.

Кроме того, динамические маршрутизаторы могут добавлять излишний трафик в сети.

Такие маршрутизаторы для обновления таблиц маршрутизации постоянно обмениваются сообщениями.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Английский термин «Brouter» (**мост-маршрутизатор**) представляет собой комбинацию слов «bridge» (мост) и «router» (маршрутизатор).

Из этого можно сделать вывод, что мост-маршрутизатор сочетает функции моста и маршрутизатора.

Когда мост-маршрутизатор получает пакет данных, он проверяет, послан пакет с использованием маршрутизируемого протокола или нет.

Сетевые компоненты

Маршрутизаторы

Если это пакет маршрутизируемого протокола, мост-маршрутизатор выполняет функции маршрутизатора, посылая при необходимости пакет получателю вне локального сегмента.

Если же пакет содержит немаршрутизируемый протокол, то мост-маршрутизатор выполняет функции моста, используя адрес сетевой карты для поиска получателя на локальном сегменте.

Для выполнения этих двух функций мост-маршрутизатор может поддерживать как таблицы маршрутизации, так и таблицы мостов.

Сетевые компоненты

Коммутаторы

Коммутаторы (свич от английского switch — переключатель).

В отличие от концентраторов, которые полностью воплощают в себе идеологию общей разделяемой среды и превращают сеть в единый домен, коммутаторы – это **более интеллектуальные устройства**.

Они способны **анализировать** адрес назначения кадра и **передать** его не всем станциям сети, а **только адресату**.

До появления коммутаторов задача разбиения сети на сегменты решалась с помощью мостов, которые в настоящее время используются значительно реже.

Сетевые компоненты

Коммутаторы

Основной же принцип действия мостов и коммутаторов остался неизменным.

Именно поэтому коммутаторы иногда называют **многопортовыми мостами**.

Конструктивно коммутатор представляет собой многопортовое устройство, предназначенное для **деления сети на множество сегментов**.

В сетях Ethernet коммутаторы используют в своей работе алгоритм прозрачного моста (transparent bridge), регламентированного в стандарте IEEE 802.1D.

Алгоритм прозрачного моста подразумевает, что коммутатор «обучается» в процессе своей работы.

Сетевые компоненты

Коммутаторы

Коммутатор **строит свою адресную таблицу** на основании пассивного наблюдения за трафиком, циркулирующим в сети.

В начальный момент времени коммутатор ничего не знает об адресах подключенных к его портам компьютеров или сегментах сети.

По мере того как подключенные к портам коммутатора узлы начинают проявлять активность, коммутатор **анализирует содержимое адресов** отправителя кадров, что позволяет делать вывод о принадлежности того или иного узла к тому или иному порту коммутатора.

Адреса отправителей кадров заносятся в таблицу адресов коммутатора

Сетевые компоненты

Коммутаторы

В начальный момент времени коммутатор работает в неразборчивом режиме, передавая полученные кадры на все порты.

Построив таблицу адресов, коммутатор может передавать полученные кадры не на все порты, а только по адресу назначения.

Если на порт коммутатора поступает кадр с адресом назначения, приписанным к другому порту коммутатора, то кадр передается между портами.

Такой процесс называется продвижением кадра (forwarding).

Сетевые компоненты

Коммутаторы

Если же коммутатор определяет, что адрес назначения приписан к тому порту, на который поступил данный кадр, то кадр отбрасывается или отфильтровывается, т. е. удаляется из буфера порта.

Такой процесс называется фильтрацией (filtering).

Коммутаторы позволяют создавать изолированные друг от друга локальные сети.

Изоляция виртуальных сетей друг от друга происходит на канальном уровне.

Это означает, что передача кадров между различными виртуальными сетями на основании адреса канального уровня невозможна.

Сетевые компоненты

Коммутаторы

Конечно, построить несколько изолированных друг от друга сетей можно, использованием нескольких коммутаторов.

Но использование одного коммутатора не только снижает стоимость таких сетей, но и позволяет более гибко и рационально использовать порты коммутатора.

К примеру, одна локальная сеть может быть построена из двух сегментов, подключенных к двум портам коммутатора, а другая сеть может состоять из пяти сегментов, для чего потребуются пять портов коммутатора.

При использовании для этих сетей двух различных коммутаторов несколько портов останутся неиспользованными.

Сетевые компоненты

Коммутаторы

Узлы различных виртуальных сетей изолированы друг от друга на канальном уровне.

Для объединения таких сетей в единую сеть требуется привлечение сетевого, или 3-го уровня.

Понятие 3-го уровня соответствует градации уровней сетевой модели OSI.

Сетевые компоненты

Коммутаторы

Для обеспечения таких связей могут быть использованы маршрутизаторы либо коммутаторы, обеспечивающие функции маршрутизатора.

Такие коммутаторы получили название коммутаторов 3-го уровня.

По аналогии коммутаторы, работающие только на канальном уровне, иногда называются коммутаторами 2-го уровня.

Сетевые компоненты

Шлюзы

Шлюз (gateway) является наиболее сложной ретрансляционной системой, обеспечивающей взаимодействие сетей с различными наборами протоколов всех семи уровней.

В свою очередь, наборы протоколов могут опираться на различные типы физических средств соединения.

Шлюзы оперируют на верхних уровнях модели OSI (сеансовом, представительском и прикладном) и представляют наиболее развитый метод подсоединения сетевых сегментов и компьютерных сетей.

Сетевые компоненты

Шлюзы

Необходимость в сетевых шлюзах возникает при объединении двух систем, имеющих различную архитектуру.

Например, шлюз придется использовать для соединения сети с протоколом TCP/IP и большой ЭВМ со стандартом SNA.

Эти две архитектуры не имеют ничего общего, и потому требуется полностью переводить весь поток данных, проходящих между двумя системами.

Сетевые компоненты

Шлюзы

В качестве шлюза обычно выступает выделенный компьютер, на котором запущено программное обеспечение шлюза и производятся преобразования, позволяющие взаимодействовать несходным системам в сети.

Например, при использовании шлюза, персональные компьютеры на базе Intel-совместимых процессоров на одном сегменте могут связываться и разделять ресурсы с компьютерами Macintosh.

Сетевые компоненты

Шлюзы

Другой функцией шлюзов является преобразование протоколов.

Шлюз может получить сообщение IPX/SPX, направленное клиенту, использующему другой протокол, например TCP/IP, на удаленном сетевом сегменте.

После того как шлюз определяет, что получателем сообщения является станция TCP/IP, он действительно преобразует данные сообщения в протокол TCP/IP.

Сетевые компоненты

Шлюзы

В этом состоит отличие от моста, который просто пересылает сообщение, используя один протокол внутри формата данных другого протокола, – преобразование при необходимости происходит у получателя.

Почтовые шлюзы производят сходные операции по преобразованию почтовых сообщений и других почтовых передач из формата приложения электронной почты в более универсальный почтовый протокол, например SMTP, который может быть затем использован для направления сообщения в Internet.

Сетевые компоненты

Шлюзы

Хотя шлюзы имеют много преимуществ, нужно учитывать несколько факторов, которые должны учитываться при принятии решения об использовании шлюзов в сети.

Шлюзы **сложны** в установке и настройке.

Они также **дороже** других коммуникационных устройств.

Вследствие лишнего этапа обработки, связанного с процессом преобразования, шлюзы **работают медленнее**, чем маршрутизаторы и подобные устройства.

Список литературы:

1. Компьютерные сети. Н.В. Максимов, И.И. Попов, 4-е издание, переработанное и дополненное, «Форум», Москва, 2010.
2. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы, В. Олифер, Н. Олифер (5-е издание), «Питер», Москва, Санкт-Петербург, 2016.
3. Компьютерные сети. Э. Таненбаум, 4-е издание, «Питер», Москва, Санкт-Петербург, 2003.
4. Построение сетей на базе коммутаторов и маршрутизаторов / Н.Н. Васин, Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016.
5. Компьютерные сети : учебное пособие / А.В. Кузин, 3-е издание, издательство «Форум», Москва, 2011.

Список ссылок:

https://studfiles.net/html/2706/999/html_prWXaDT0J0.iVML/img-hR7oUf.png

https://studfiles.net/html/2706/610/html_1t7827cn0P.AOQ6/htmlconvd-5FjQl116x1.jpg

<https://bigslide.ru/images/51/50961/960/img12.jpg>

<https://bigslide.ru/images/51/50961/960/img11.jpg>

https://1.bp.blogspot.com/-qptz15WfEJE/XDoN736gSvI/AAAAAAAAAU8/ESDrBE1iP-0vt5keIdxrnh_Y6ZpF2_2tQCLcBGAs/s1600/Hybrid-Network.jpg

http://www.klikglodok.com/toko/19948-thickbox_default/jual-harga-allied-telesis-switch-16-port-gigabit-10-100-1000-unmanaged-at-gs900-16.jpg

Благодарю за внимание!

Преподаватель: Солодухин Андрей
Геннадьевич

Электронная почта: asoloduhin@kait20.ru