



Образовательный комплекс
Компьютерные сети

Лекция 10

Технологии передачи-2

Microsoft®

Содержание

- Технологии передачи
 - Fast Ethernet
 - Gigabit Ethernet
 - FDDI
- Сетевой адаптер
- Устройства в сети



Fast Ethernet

История

- 1992 г. – организуются два лагеря
 - Fast Ethernet Alliance (SynOptics, 3Com и др.) начал разработку высокоскоростной технологии, которая сохраняла бы метод доступа Ethernet (Fast Ethernet)
 - Hewlett-Packard, AT&T и IBM разрабатывают технологию, основывающуюся на приоритетном (Demand Priority) методе доступа к передающей среде (100VG-AnyLAN)
- 1995 г. – обе технологии приняты в качестве стандартов
 - IEEE 802.3u – Fast Ethernet
 - IEEE 802.12 – 100VG-AnyLAN



Fast Ethernet

Отличия от оригинального Ethernet

- Уровни MAC и LLC Fast Ethernet в точности соответствуют одноименным уровням Ethernet, все отличия содержатся на физическом уровне
- Fast Ethernet использует 3 варианта кабельных систем
 - многомодовый оптоволоконный кабель (используются 2 волокна)
 - кабель витой пары категории 5 (используются 2 пары)
 - кабель витой пары категории 3 (используются 4 пары)



Fast Ethernet

Спецификации 802.3и...

- Стандарт 802.3и определяет 3 спецификации физического уровня
 - 100Base-TX
 - использует двухпарный кабель UTP категории 5 или STP Type 1
 - 100Base-T4
 - использует четырехпарный кабель UTP категорий 3,4,5
 - 100Base-FX
 - использует 2 волокна многомодового оптоволоконного кабеля (62,5/125 мкм)
- Сеть использует топологию "звезда" и всегда имеет иерархическую структуру
 - Максимальный диаметр сети – 210 м
 - Для увеличения диаметра следует использовать не концентраторы, а более сложные устройства



Fast Ethernet

Спецификации 802.3u

- Для всех спецификаций определены следующие общие параметры
 - ❑ Форматы кадров Fast Ethernet отличаются от форматов кадров Ethernet
 - ❑ Межкадровый интервал – 0,96 мкс
 - ❑ Битовый интервал – 10 нс
 - ❑ Значения всех временные параметров алгоритма, измеренные в битовых интервалах, не изменились
 - ❑ Признаком свободного состояния среды является передающийся по ней сигнал Idle (а не отсутствие сигнала)

Fast Ethernet

Спецификации 100Base-TX, 100Base-FX

■ 100Base-TX

- ❑ Максимальная длина кабеля – 100 м
- ❑ Реализован механизм переговоров (Auto-negotiation), позволяющий двум устройствам выбрать наиболее выгодный режим работы
- ❑ Метод кодирования – 4В/5В+MLT-3

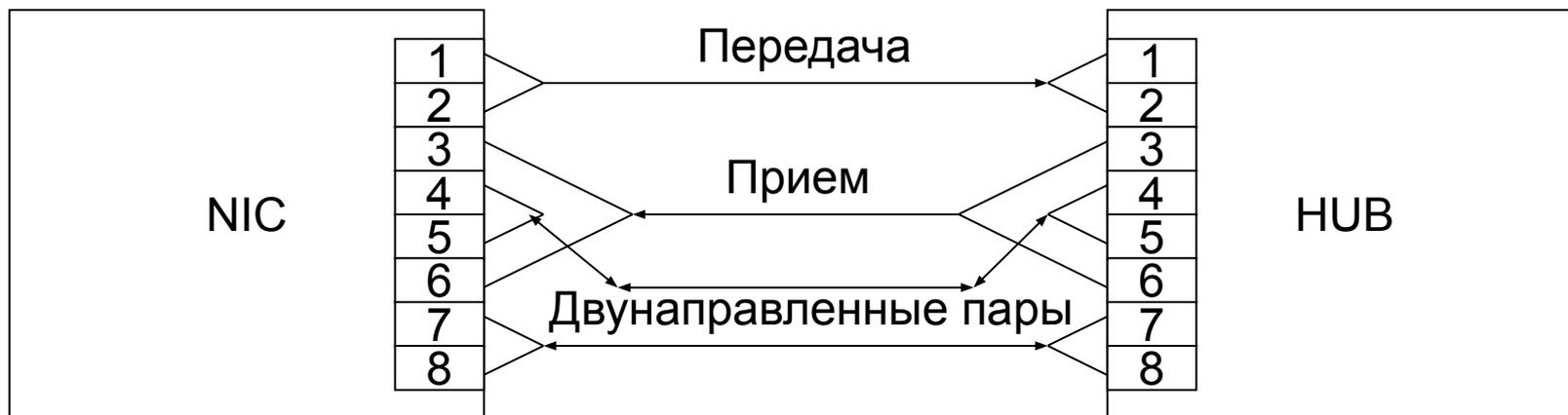
■ 100Base-FX

- ❑ Максимальная длина кабеля (полудуплексный режим) – 412 м
- ❑ Максимальная длина кабеля (полнодуплексный режим) – 2000 м
- ❑ Метод кодирования – 4В/5В + NRZi



Fast Ethernet

Спецификация 100Base-T4



- Метод кодирования – 8В/6Т
- Передача ведется по трем парам (1-2, 4-5 и 7-8)
- Четвертая пара (3-6) используется для обнаружения коллизий

Fast Ethernet

Повторители

- Повторители Fast Ethernet бывают двух классов
 - Класс I – поддерживают оба типа логического кодирования (4В/5В, 8В/6Т)
 - Могут иметь порты всех трех типов
 - Вносят большую задержку из-за необходимости трансляции типов логического кодирования
 - Класс II – поддерживают только какой-либо один тип логического кодирования
 - Могут иметь либо порты типа 100Base-T4, либо порты типов 100Base-TX и 100Base-FX
- В одной сети допускается
 - наличие только одного повторителя класса I
 - либо наличие двух повторителей класса II, причем они должны быть соединены кабелем длиной не более 5 м
- В действительности, при построении сетей Fast Ethernet обычно используются не повторители, а более сложные устройства (коммутаторы и маршрутизаторы)

Gigabit Ethernet

История

- Gigabit Ethernet Alliance (3Com, Cisco, Bay Networks и др.)
 - Основная идея – сохранение концепций классического Ethernet + достижение пропускной способности 1000 Мбит/с
- 1995 г. – начинается работа над стандартом Gigabit Ethernet
- 1996 г. – создается группа IEEE 802.3z
- 1997 г. – появление первых образцов оборудования
- 1998 г. – принят стандарт IEEE 802.3z
- 1999 г. – принят стандарт IEEE 802.3ab



Gigabit Ethernet

Особенности...

■ Что сохранилось

- ❑ Сохранился формат кадров Ethernet
- ❑ Существуют полудуплексная версия, поддерживающая метод доступа CSMA/CD, и полнодуплексная версия для работы с коммутаторами
- ❑ Поддерживаются оптоволоконный кабель и кабель витой пары

■ Проблемы

- ❑ Согласно CSMA/CD, диаметр сети, построенной на коммутаторах, не должен превышать 25 м (при неизменной минимальной длине кадра)
- ❑ Достижение пропускной способности 1000 Мбит при использовании оптоволоконного кабеля и, в особенности, кабеля витой пары

Gigabit Ethernet

Особенности...

- Минимальный размер кадра – 512 б
 - Позволяет установить максимальный диаметр сети – 200 м
- Burst Mode (монопольный режим)
 - Оконечные узлы могут передавать несколько кадров подряд без межкадровых интервалов (суммарная длина кадров – не более 8192 байт)
- Используемые методы кодирования – 8В/10В и РАМ5

Gigabit Ethernet

Особенности

- Стандарт 802.3z определяет следующие спецификации физического уровня
 - 1000Base-LX
 - использует 2 волокна одномодового (до 5000 м) или многомодового (до 550 м) оптоволоконного кабеля и сигнал с длиной волны 1,3 мкм (при полудуплексной передаче – 100 м)
 - 1000Base-SX
 - использует 2 волокна многомодового (до 220 или 500 м) оптоволоконного кабеля и сигнал с длиной волны 0,8 мкм (при полудуплексной передаче – 100 м)
 - 1000Base-CX
 - использует твинаксиальный кабель (содержит 2 или 4 коаксиальных проводника), максимальная длина – 25 м
 - 1000Base-T (IEEE 802.3ab)
 - использует кабель UTP категории 5
 - сигнал передается по всем 4 парам
 - метод кодирования – PAM5 (использует 5 уровней напряжения)
 - в полнодуплексном режиме снимается входной сигнал с каждой пары и из него вычитается передаваемый сигнал (требуется существенная мощность для обработки)

10Gigabit Ethernet

- 2002 г. – принят стандарт 802.3ae
- Формат пакета Ethernet – не изменился
- Определены спецификации физического уровня
 - 10Gbase-LR
 - использует одномодовый оптоволоконный кабель (до 10 км)
 - 10Gbase-ER
 - использует одномодовый оптоволоконный кабель (до 40 км)
 - 10Gbase-SR
 - использует многомодовый оптоволоконный кабель (до 28 м)
 - 10Gbase-LX4
 - использует многомодовый оптоволоконный кабель (до 300 м)
- Физическая среда передачи – оптоволоконный кабель (электрический – только для связи на расстоянии до 10 м)
- Метод кодирования – 64B/66B + PAM10
- Режим передачи – полнодуплексный



100Gigabit Ethernet

- В настоящее время находится в разработке



FDDI

- Fiber Distributed Data Interface (FDDI) основан на методе маркерного доступа, реализованного в IEEE 802.5 (Token-Ring)
- 1988 г. – разработана начальная версия стандарта, обеспечивающая передачу со скоростью 100 Мбит/с

FDDI

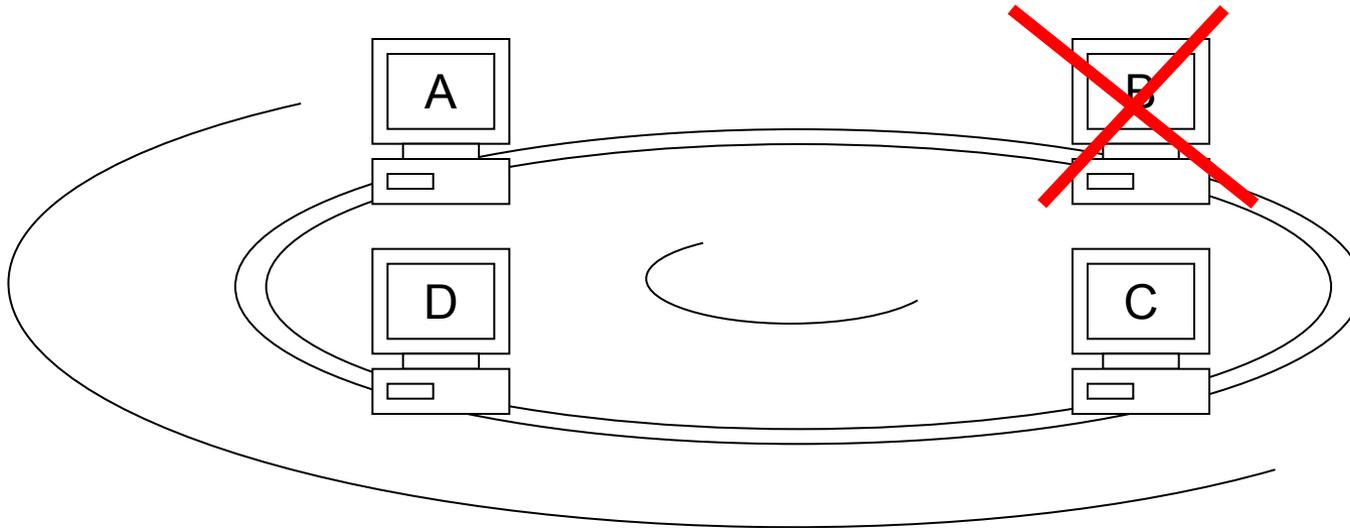
Характеристики

- Используемая топология – кольцо
 - Используются два кольца – основное (первичное) и резервное (вторичное)
- Среда передачи – многомодовый оптоволоконный кабель (возможно применение кабеля витой пары)
- Максимальное количество узлов – 500
- Максимальная длина кольца – 100 км
- Максимальное расстояние между узлами – 2 км
- Скорость передачи – 100 Мбит/с (200 Мбит/с для полнодуплексного режима передачи)
- Формат кадра данных – почти совпадает с форматом кадра Token Ring (формат кадра маркера - отличается)



FDDI

Особенности



- В случае отказа части первичного кольца, первичное кольцо объединяется со вторичным, вновь образуя единое кольцо

FDDI

Особенности

- Метод доступа – маркерный
 - Время удержания маркера – непостоянная величина, зависит от загрузки кольца
 - Имеется 2 уровня приоритетов
 - асинхронный (низкий)
 - синхронный (высокий)
 - В паузах между передачами узлы передают специальный сигнал Idle
- Метод кодирования – 4B/5B + NRZi



Сетевой адаптер

Сетевой адаптер

- Сетевой адаптер (Network Interface Card, NIC) – это периферийное устройство узла, непосредственно взаимодействующее со средой передачи данных и обеспечивающее передачу кадров другим узлам локальной сети
- NIC представляет собой реализацию протокола канального уровня (т.е. технологии передачи данных)
- NIC классифицируются по
 - технологии передачи и спецификации физического уровня (10Base-T Ethernet, Token Ring и т.д.)
 - типу трансивера (внешний/внутренний)
 - типу шины данных, к которой они подключается (EISA, PCI, PCI-E и т.д.)
 - современные материнские платы обычно имеют встроенный NIC

Сетевой адаптер

Параметры

- NIC, как любое периферийное устройство, имеет ряд параметров, позволяющих центральному процессору (ЦП) управлять им
 - Base I/O (базовый адрес ввода вывода) – определяет диапазон специальных адресов портов ввода-вывода или адресов оперативной памяти, используя которые ЦП может управлять работой NIC
 - IRQ Number (номер прерывания) – определяет номер прерывания, которое NIC будет использовать для оповещения ЦП о произошедших на нем событиях
 - DMA Channel (номер канала прямого доступа к памяти, большинство NIC не используют DMA) – определяет номер канала прямого доступа к памяти, который NIC будет использовать при выборке передаваемых данных или записи принимаемых (при использовании DMA NIC обращается к оперативной памяти без участия ЦП)
- Для корректной работы NIC необходимо, чтобы модуль, управляющий ее работой (драйвер NIC), точно знал все ее параметры (это указывается в настройках драйвера)

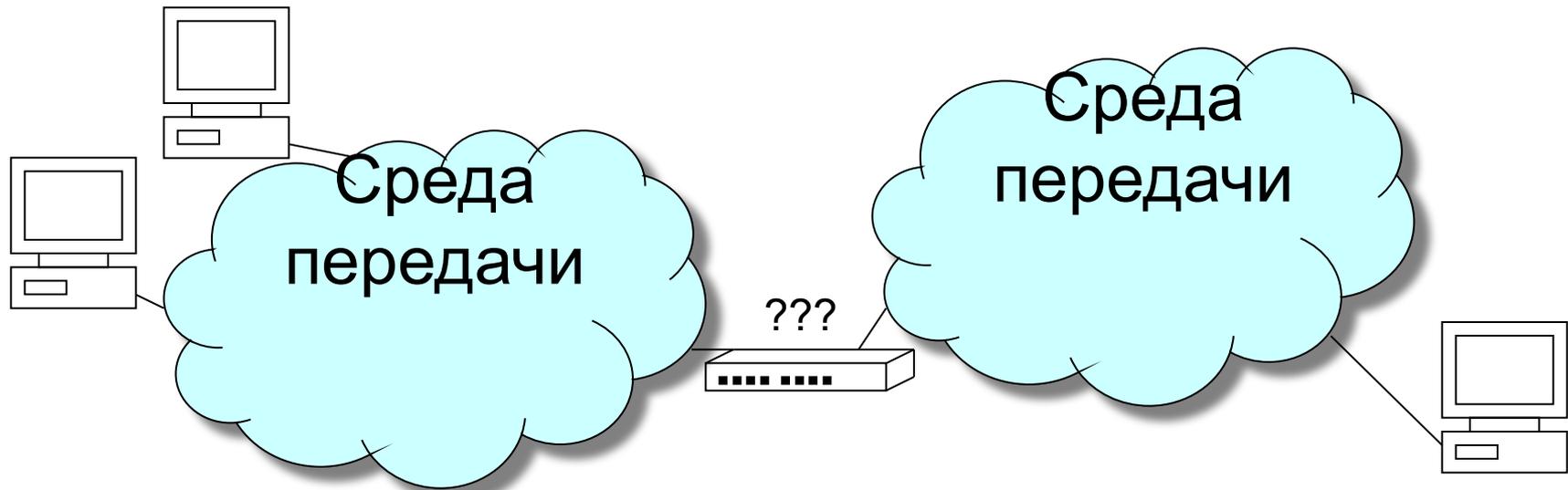
Сетевой адаптер

Параметры

- Каждый NIC должен иметь уникальный MAC-адрес
 - IEEE разработала подход к формированию MAC-адресов
 - Используется 48-битный адрес, содержащий следующие поля
 - Individual/Group (I/G) – тип адреса (1 бит)
 - Если I/G = 0, то адрес индивидуальный, если 1 – групповой
 - Universal/Local (U/L) - флаг универсального/местного управления
 - Если U/L = 1, то адрес задан не производителем NIC, а организацией, использующей данную сеть
 - Organizationally Unique Identifier (OUI) – организационно уникальный идентификатор
 - IEEE присваивает один или несколько OUI каждому производителю сетевых адаптеров
 - Organizationally Unique Address (OUA) – организационно уникальный адрес (24 бита)
 - Часть адреса, присваиваемая NIC ее производителем

Устройства в сети

Устройства в сети



- Два сегмента в сети могут быть объединены в одну сеть, но для объединения могут использоваться устройства различных типов
 - повторитель
 - мост
 - маршрутизатор
 - шлюз

Устройства в сети

Повторитель

- Повторитель (Repeater) работает на физическом уровне модели ISO/OSI
- Повторитель выполняет восстановление электрических сигналов для передачи их в другие сегменты с сохранением побитового синхронизма во всех объединяемых сетях
- С помощью повторителя можно соединять только сегменты, в которых используется одинаковая технология передачи
- Сегменты Ethernet, соединенные повторителями, образуют единую разделяемую среду передачи или домен коллизий, то есть во всех сегментах вести передачу может только одно устройство



Устройства в сети

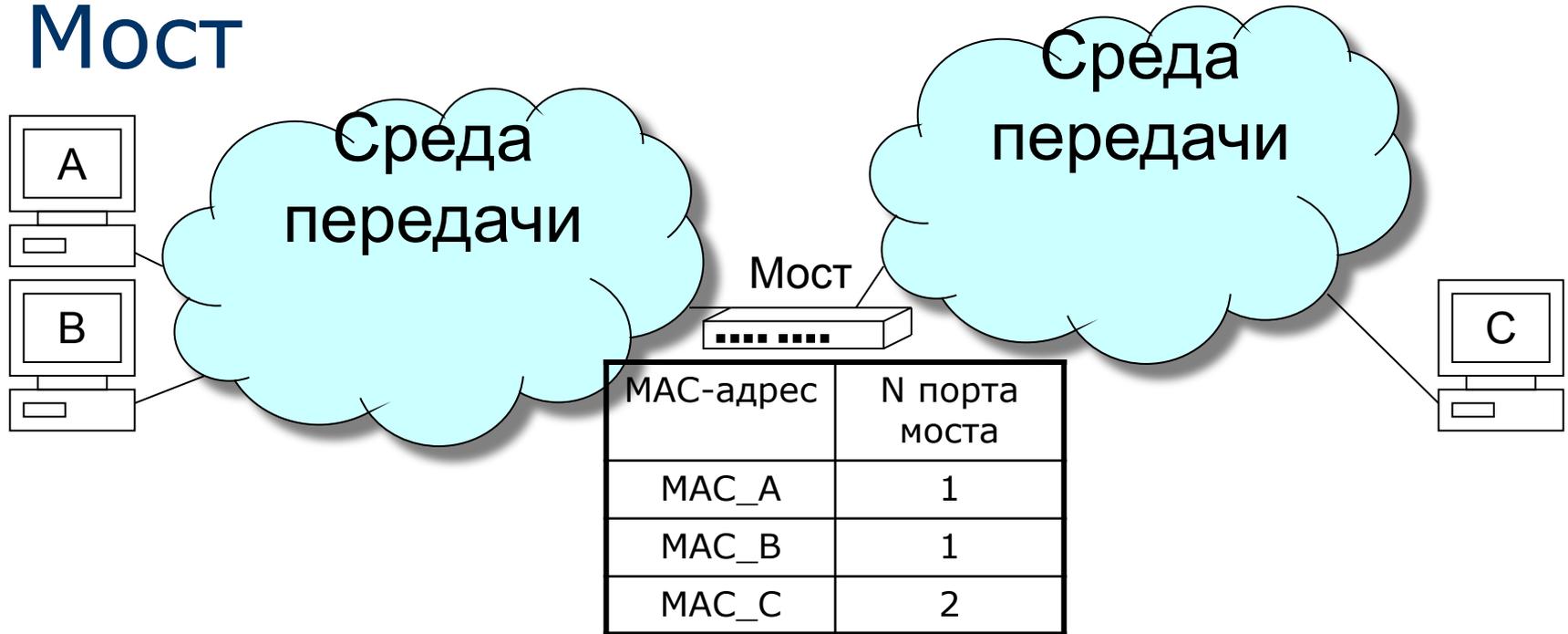
Мост

- Мост (Bridge) работает на канальном уровне модели ISO/OSI
- Мост выступает по отношению к каждой из соединяемых сетей как оконечное устройство
 - Мост принимает кадр, буферизует его, анализирует адрес назначения кадра
 - В случае, если адресуемый узел принадлежит другой сети, мост передает кадр в другую сеть
 - Для передачи кадра в другую сеть мост должен получить доступ к ее среде передачи данных в соответствии с теми же правилами, что и обычный узел
- Мост может соединять сегменты, использующие различные среды передачи (например, коаксиальный кабель и витую пару) или различные технологии одного семейства (например, 10-Мбит и 100-Мбит Ethernet)



Устройства в сети

Мост



- Мост хранит таблицу соответствия между MAC-адресами устройств и номерами своих портов, к которым подключены сегменты с данными устройствами
 - Таблица обновляется при поступлении каждого кадра в соответствии со значением MAC-адреса источника
 - Записи из таблицы удаляются по тайм-ауту

Устройства в сети

Мост

- При поступлении очередного кадра мост
 - Проверяет корректность кадра (некорректные кадры отбрасываются)
 - Анализирует адрес получателя
 - Если MAC-адрес получателя находится в том же сегменте, из которого пришел кадр, мост завершает обработку кадра
 - Если MAC-адрес получателя находится в другом сегменте, мост передает кадр в сегмент, к которому подключен получатель
 - Если мост не может определить сегмент получателя (или использован групповой адрес), он передает кадр во все сегменты, кроме того, из которого он был получен
- Таким образом, мост эффективно изолирует локальные трафики сегментов
- Коммутирующие концентраторы (Switched Hubs) или коммутаторы (Switches) в первом приближении могут рассматриваться как многопортовые простейшие и очень быстрые мосты

Устройства в сети

Маршрутизатор

- Маршрутизатор работает на сетевом уровне модели ISO/OSI
- Маршрутизатор - это устройство, которое собирает информацию о топологии межсетевых соединений и на ее основании выполняет продвижение пакетов сетевого уровня в направлении сети назначения
- Мы разбирали маршрутизатор на лекции 4 (Сетевой уровень модели ISO/OSI)

Устройства в сети

Шлюз

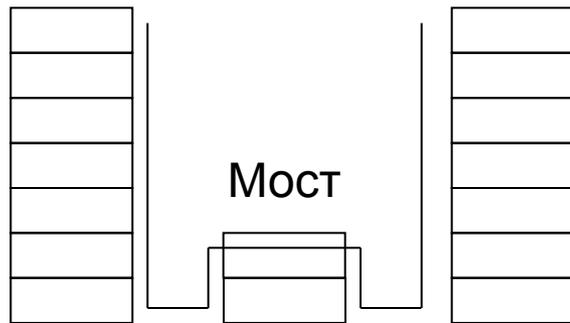
- Шлюз – устройство для объединения сетей, использующих различные стеки протоколов или отдельные протоколы. Шлюз может работать на всех уровнях модели ISO/OSI
- Шлюзы применяются для связи систем, которые используют различные структуры и форматы данных, кодировки, имеют различную архитектуру и так далее

Устройства в сети

Шлюз

Источник

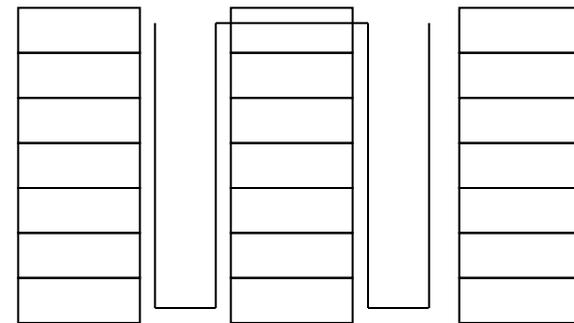
Приемник



Источник

Шлюз

Приемник



■ Шлюз

- ❑ извлекает данные пакетов, приходящих из сети источника, пропуская их снизу вверх через полный стек протоколов исходной сети
- ❑ заново упаковывает данные, пропуская их сверху вниз через стек протоколов сети назначения

- В зависимости от задачи шлюз может использовать все уровни модели OSI, а может ограничиться несколькими или одним (например, прикладным)

Заключение

- Технология Ethernet сохраняет популярность в том числе благодаря постоянному появлению более производительных версий
- Однако построение единой среды передачи для высокоскоростного взаимодействия многих устройств связано с существенными сложностями, поэтому при построении больших сетей требуется разделять среды передачи и соединять их посредством устройств, работающих на более высоких уровнях модели ISO/OSI чем физический



Тема следующей лекции

- Обзор архитектуры TCP/IP



Вопросы для обсуждения



Литература

- В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. СПб: Питер, 2001.
- Семенов Ю.А. Алгоритмы телекоммуникационных сетей. Часть 1. Алгоритмы и протоколы каналов и сетей передачи данных БИНОМ. Лаборатория знаний, Интернет-университет информационных технологий – ИНТУИТ.ру, 2007
- Новиков Ю.В., Кондратенко С.В. Основы локальных сетей. М: ИНТУИТ.ру, 2005