

# Глава 5. Ethernet

Материалы для инструктора

CCNA Routing and Switching

Введение в сетевые технологии (v6.0)



# Материалы для инструкторов. Глава 5. Руководство по планированию

- Эта презентация PowerPoint состоит из двух частей:
- Руководство по планированию для инструкторов
  - Ознакомительная информация по главе
  - Методические пособия
- Презентация перед классом для инструктора
  - Дополнительные слайды, которые можно использовать в классе
  - Начало на слайде № 13
- **Примечание.** Перед предоставлением общего доступа удалите руководство по планированию из данной презентации.

# Глава 5. Ethernet

**Introduction to Networks 6.0.**  
**Руководство по планированию**

# Глава 5. Упражнения

Какие упражнения относятся к данной главе?

Страница №	Тип упражнения	Название упражнения	Необязательно?
5.0.1.2	Работа в аудитории	Присоединяйтесь к моему социальному кругу!	Необязательно
5.1.1.5	Интерактивное упражнение	MAC-адрес и подуровни LLC	Рекомендуется
5.1.1.6	Интерактивное упражнение	Поля кадра Ethernet	Рекомендуется
5.1.1.7	Лабораторная работа	Использование программы Wireshark для анализа кадров Ethernet	Необязательно
5.1.2.8	Лабораторная работа	Просмотр MAC-адресов сетевых устройств	Необязательно
5.2.1.4	Демонстрационный видеоролик	Таблицы MAC-адресов на подключенных коммутаторах	Рекомендуется
5.2.1.5	Демонстрационный видеоролик	Отправка кадра в шлюз по умолчанию	Рекомендуется
5.2.1.6	Интерактивное упражнение	Switch It!	Рекомендуется
5.2.1.7	Лабораторная работа	Просмотр таблицы MAC-адресов коммутатора	Рекомендуется
5.2.2.4	Интерактивное упражнение	Способы переадресации кадров	Рекомендуется

В этой главе для выполнения упражнений с программой Packet Tracer используйте следующий пароль: **PT\_ccna5**

# Глава 5. Упражнения (продолжение)

Какие упражнения относятся к данной главе?

Страница №	Тип упражнения	Название упражнения	Необязательно?
5.3.1.3	Packet Tracer	Определение IP- и MAC-адресов	Необязательно
5.3.2.3	Демонстрационный видеоролик	ARP-запрос	Рекомендуется
5.3.2.4	Демонстрационный видеоролик	ARP-ответ	Рекомендуется
5.3.2.5	Демонстрационный видеоролик	Роль ARP в процессе удаленного обмена данными	Рекомендуется
5.3.2.8	Packet Tracer	Изучение таблицы ARP	Рекомендуется
5.4.1.1	Упражнение в аудитории	MAC-адреса и история развития технологии Ethernet	Необязательно

В этой главе для выполнения упражнений с программой Packet Tracer используйте следующий пароль: **PT\_ccna5**

# Глава 5. Проверочная работа

- Закончив работу с главой 5, студенты должны выполнить проверочную работу по материалам этой главы.
- Для неформальной оценки успехов учащихся можно использовать контрольные работы, лабораторные работы, работу с симулятором Packet Tracer и другие упражнения.

# Глава 5. Практические рекомендации

Перед началом обучения по материалам главы 5 инструктор должен выполнить следующие действия.

- Выполнить проверочную работу по главе 5.
- Цели этой главы:
  - Объяснить, как уровни Ethernet связаны с полями кадра
  - Описать MAC-адрес Ethernet
  - Объяснить, как коммутатор создает таблицу MAC-адресов и пересылает кадры
  - Описать способы пересылки кадров коммутатором и доступные настройки портов для коммутаторов уровня 2.
  - Сравнить роли MAC- и IP-адресов
  - Объяснить назначение протокола разрешения адресов (ARP)
  - Объяснить, как запросы ARP влияют на производительность сети и узла

## Глава 5. Практические рекомендации (продолжение)

- Объясните, что в этой главе рассматривается протокол Ethernet, самая распространенная технология локальных сетей в мире. Ethernet — это сочетание программного обеспечения канального уровня и аппаратного обеспечения физического уровня, так как эти два уровня тесно связаны.
- При изучении раздела 5.1 напомните студентам, что Ethernet — это стандартизированный протокол. Для него существуют четко определенные правила работы и использования структур кадров на канальном уровне и сигналов физического уровня.
- Объясните, что в настоящее время канальный уровень Ethernet включает в себя 2 основные части. Подуровень LLC обеспечивает связь протокола Ethernet с верхними уровнями, тогда как подуровень MAC управляет аппаратным обеспечением. Ethernet можно использовать с самыми различными физическими средами.



# Глава 5. Практические рекомендации (продолжение)

- С помощью следующего веб-сайта объясните сокращенные идентификаторы IEEE, такие как 10BaseT и 100BaseT: <http://computernetworkingnotes.com/network-technologies/10base-ethernet.html>.
- Объясните приведенную в разделе 5.1.2.1. диаграмму, а также как ее можно использовать для быстрого преобразования шестнадцатеричных значений в двоичные и десятичные.
- Опишите идентификатор производителя оборудования и компоненты MAC-адреса, присваиваемые поставщиком
- MAC-адреса являются уникальными в сетях Ethernet (для последовательных интерфейсов использование MAC-адресов не предусмотрено).
- Поиск поставщика MAC-адреса: [www.macvendorlookup.com](http://www.macvendorlookup.com).
- Продемонстрируйте работу программы Wireshark (можно использовать лабораторную работу 5.1.1.7, «Анализ кадров Ethernet с помощью программы Wireshark»). Выполните захват нескольких пакетов с помощью программы Wireshark. Обратите внимание на различные поля в блоке данных (PDU) уровня 2.

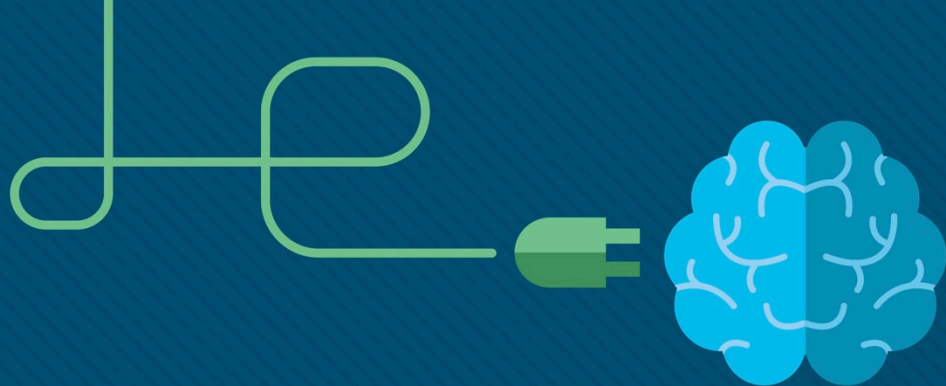
## Глава 5. Практические рекомендации (продолжение)

- В разделе 5.2 предложите студентам посмотреть демонстрационные видеоролики о таблицах MAC-адресов коммутатора (5.2.1.4 и 5.2.1.5).
- Воспользуйтесь полезным интерактивным упражнением на странице 5.2.1.6.
- При изучении раздела 5.3 важно, чтобы студенты понимали процесс ARP. Порекомендуйте им посмотреть видеоролик о протоколе ARP в разделе 5.3.2.
- С помощью программы Cisco Packet Tracer продемонстрируйте процесс ARP в локальной сети и в удаленной сети (см. лабораторную работу 5.3.2.8).
- Опишите, как записи ARP устаревают в таблице ARP.
- Посмотрите обзор ARP на этом веб-сайте: <https://www.youtube.com/watch?v=hx9ZZivtzEE>.

## Глава 5. Дополнительная помощь

- Дополнительные справочные материалы, содержащие различные стратегии обучения, в том числе планы занятий, описание аналогий для сложных понятий и темы обсуждений, доступны на веб-сайте сообщества сертифицированных сетевых специалистов (CCNA) по адресу <https://www.netacad.com/group/communities/community-home>.
- Практические рекомендации специалистов со всего мира для обучения по программе CCNA Routing and Switching. <https://www.netacad.com/group/communities/ccna>
- Если вы хотите поделиться с другими преподавателями планами занятий и другой полезной информацией, вы можете разместить ее на сайте сообщества сертифицированных компанией Cisco сетевых специалистов (CCNA).
- Студенты могут записаться на курс **Introduction to Packet Tracer** (Введение в Packet Tracer) (для самостоятельного изучения)





# Глава 5. Ethernet

CCNA Routing and Switching

Введение в сетевые технологии (v6.0)



# Глава 5. Разделы и цели

## ■ 5.1. Протокол Ethernet

- Объяснить работу технологии Ethernet.
- Объяснить, как уровни Ethernet связаны с полями кадра.
- Описать MAC-адрес Ethernet.

## ■ 5.2. Коммутаторы локальных сетей (LAN)

- Объяснить, как работает коммутатор
- Объяснить, как коммутатор создает таблицу MAC-адресов и пересылает кадры
- Описать способы пересылки кадров коммутатором и доступные настройки портов для коммутаторов уровня 2.

## ■ 5.3. Протокол разрешения адресов (ARP)

- Объяснить, как протокол разрешения адресов (ARP) позволяет передавать данные по сети
- Сравнить роли MAC- и IP-адресов
- Объяснить назначение протокола разрешения адресов (ARP)
- Объяснить, как запросы ARP влияют на производительность сети и узла

# 5.1. Протокол Ethernet

# Инкапсуляция Ethernet

- На сегодняшний день Ethernet является самой часто используемой технологией для локальных сетей (LAN).
  - Этот протокол определен в стандартах IEEE 802.2 и 802.3.
  - Он поддерживает пропускную способность 10 Мбит/с, 100 Мбит/с, 1000 Мбит/с (1 Гбит/с), 10 000 Мбит/с (10 Гбит/с), 40 000 Мбит/с (40 Гбит/с) и 100 000 Мбит/с (100 Гбит/с).
- Ethernet функционирует на канальном и физическом уровнях.
- Технология Ethernet опирается на работу двух отдельных подуровней канального уровня: LLC (управление логической связью) и MAC (управление доступом к среде передачи).





# Инкапсуляция Ethernet (продолжение)

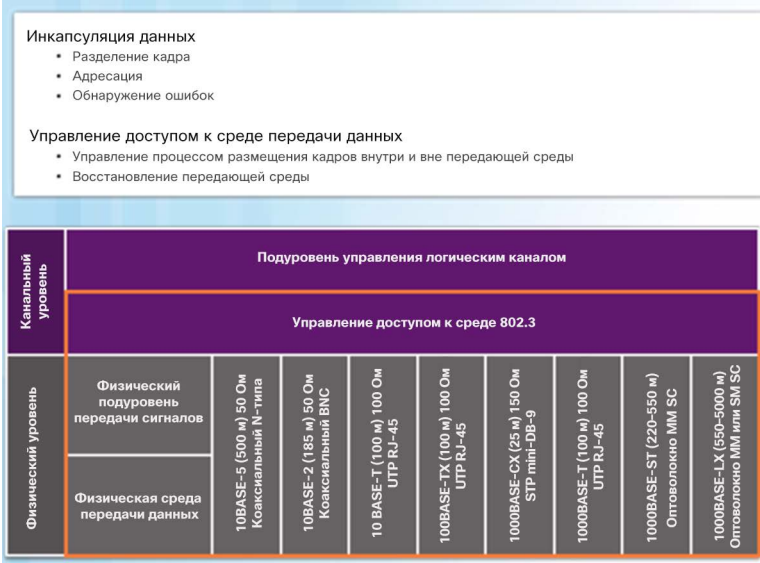
- Подуровень LLC технологии Ethernet обеспечивает связь между верхними и нижними уровнями. Он реализован в программном обеспечении, и его применение не зависит от аппаратного обеспечения.
- Подуровень MAC представляет собой более низкий подуровень канального уровня. MAC реализуется аппаратно — обычно в сетевой интерфейсной плате компьютера.



# Кадр Ethernet

## Подуровень MAC

- Подуровень MAC выполняет две основные задачи:
  - Инкапсуляция данных
  - Управление доступом к среде
- Инкапсуляция данных обеспечивает три основных функции.
  - Разделение кадра
  - Адресация
  - Обнаружение ошибок
- Управление доступом к среде передачи данных отвечает за размещение кадров в этой среде и удаление из нее кадров. Этот подуровень напрямую взаимодействует с физическим уровнем.

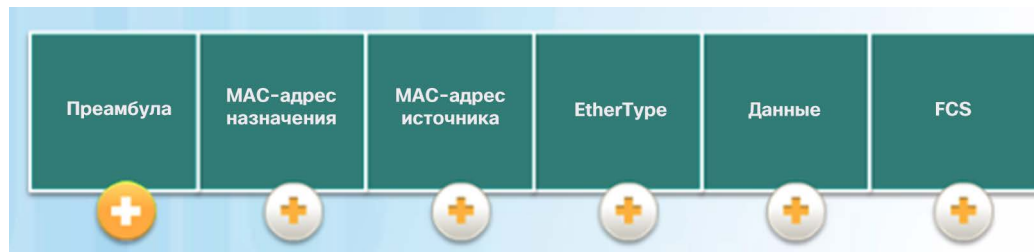


# Развитие Ethernet

- С 1973 г. стандарты Ethernet усовершенствовались, следуя за появлением более быстрых и гибких версий технологии.
- Скорость ранних версий Ethernet была сравнительно низкой, всего 10 Мбит/сек.
- Новейшие версии сети Ethernet работают со скоростью 10 гигабит в секунду и более.

# Поля кадра Ethernet

- Минимальный размер кадра Ethernet от MAC-адреса назначения до FCS — 64 байта, максимальный — 1518 байт.

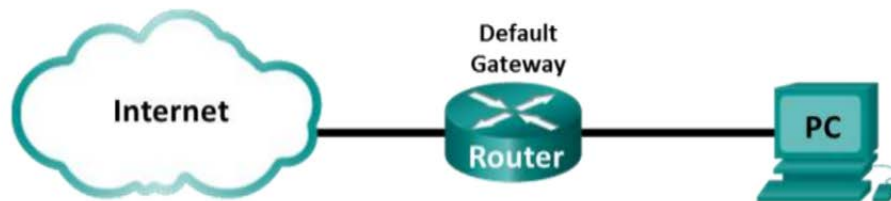


- Кадры длиной менее 64 байт считаются «фрагментами коллизии» или «карликовыми кадрами» и автоматически отклоняются принимающими станциями. Кадры длиной более 1500 байт называются Jumbo-кадрами (значительно превышающими допустимый размер) или Baby Giant (слегка превышающими допустимый размер).
- Если размер передаваемого кадра меньше минимального значения или больше максимального значения, получающее устройство сбрасывает такой кадр.



### Lab – Using Wireshark to Examine Ethernet Frames

#### Topology



#### Objectives

**Part 1: Examine the Header Fields in an Ethernet II Frame**

**Part 2: Use Wireshark to Capture and Analyze Ethernet Frames**

#### Background / Scenario

When upper layer protocols communicate with each other, data flows down the Open Systems Interconnection (OSI) layers and is encapsulated into a Layer 2 frame. The frame composition is dependent on the media access type. For example, if the upper layer protocols are TCP and IP and the media access is Ethernet, then the Layer 2 frame encapsulation will be Ethernet II. This is typical for a LAN environment.

When learning about Layer 2 concepts, it is helpful to analyze frame header information. In the first part of this lab, you will review the fields contained in an Ethernet II frame. In Part 2, you will use Wireshark to capture and analyze Ethernet II frame header fields for local and remote traffic.

# MAC-адреса и шестнадцатеричные значения

- MAC-адрес Ethernet — это 48-битное двоичное значение, выраженное в виде 12 шестнадцатеричных чисел (4 бита для каждой шестнадцатеричной цифры).
- Шестнадцатеричная система счисления используется для представления MAC-адресов Ethernet и IP-адресов версии 6.
  - Это система с основанием 16, в которой используются цифры от 0 до 9 и буквы от A до F.
  - Проще представить значение в виде одной шестнадцатеричной цифры, чем в виде четырех двоичных разрядов.
  - Шестнадцатеричное значение обычно представлено в тексте значением, которое располагается после 0x (например, 0x73).
- Преобразуйте десятичное или шестнадцатеричное значение в двоичное, а затем преобразуйте двоичное значение соответственно либо в десятичное, либо в шестнадцатеричное.

Десятичные	Двоичные	Шестнадцатеричные
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

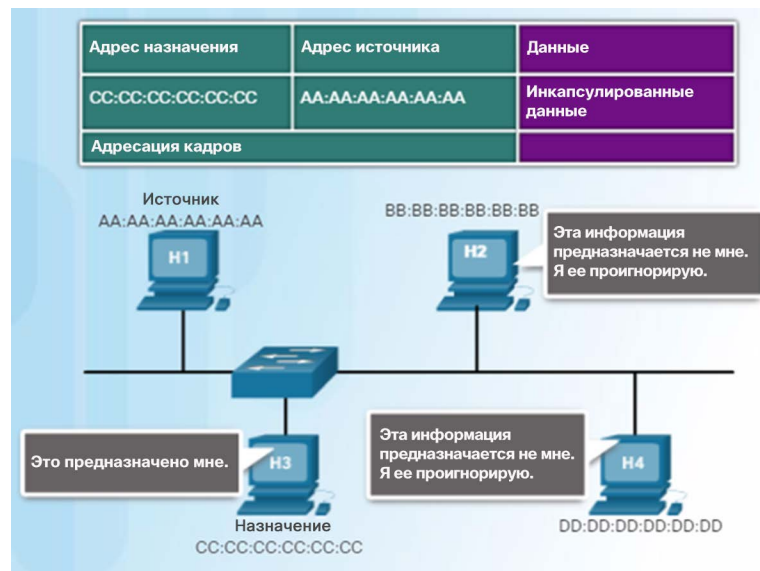
# MAC-адреса: идентификация Ethernet

- MAC-адреса были созданы для идентификации фактического источника и назначения.
  - Правила формирования MAC-адресов устанавливаются IEEE.
  - IEEE присваивает поставщику 3-байтный (24-битный) код, который называется уникальным идентификатором организации (OUI).
- IEEE требует от производителя соблюдения следующих двух простых правил:
  - Все MAC-адреса, назначаемые сетевой плате или другому устройству Ethernet, должны в обязательном порядке использовать этот идентификатор OUI поставщика в первых 3 байтах.
  - Для всех MAC-адресов с одинаковым идентификатором OUI необходимо устанавливать уникальные значения в последних 3 байтах.



# Обработка кадров

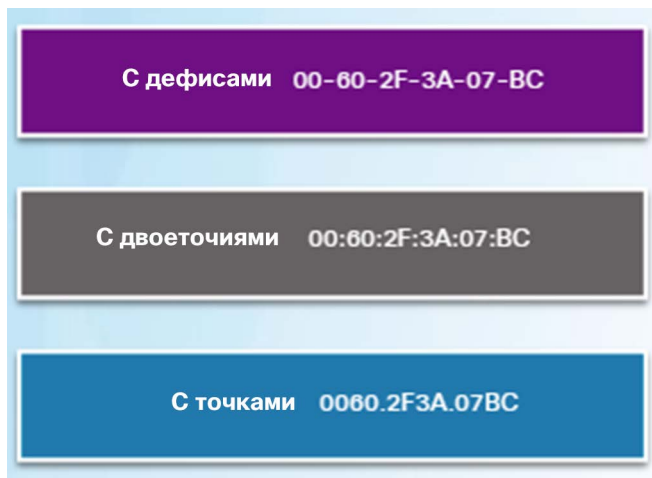
- MAC-адрес часто называют аппаратным адресом (BIA), поскольку этот адрес зашифрован в микросхеме ПЗУ без возможности изменения. При запуске компьютера сетевая плата сначала копирует MAC-адрес из ПЗУ в ОЗУ.
- Когда устройство пересылает сообщение в сеть Ethernet, оно добавляет к кадру информацию заголовка.
- Информация заголовка содержит MAC-адреса источника и назначения.





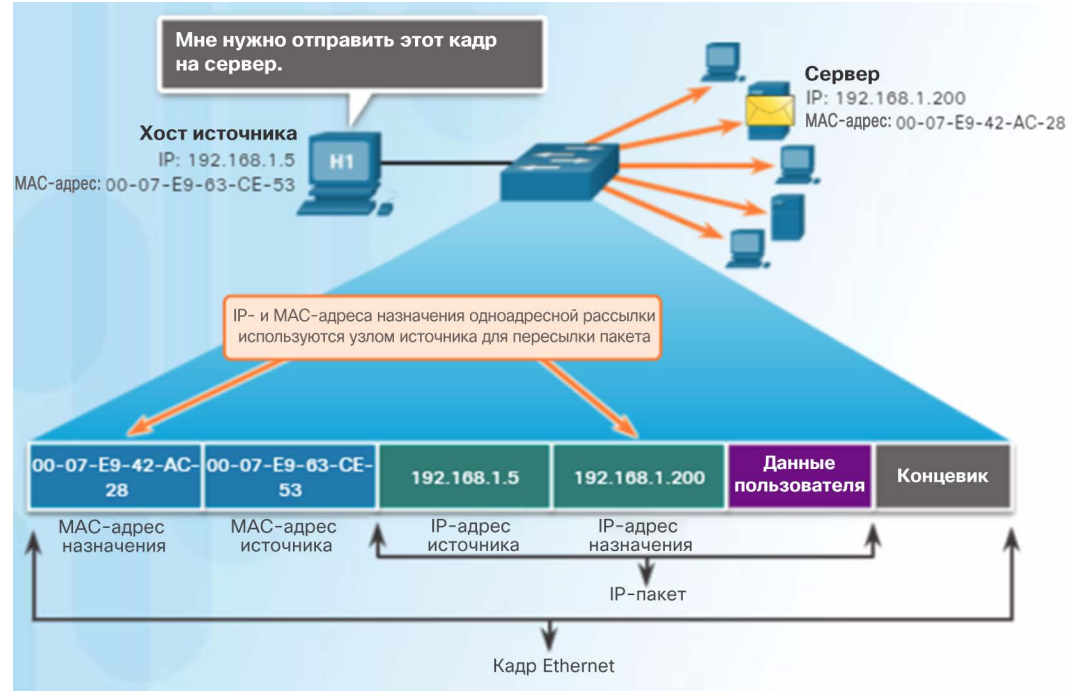
# Представления MAC-адресов

- Для определения MAC-адреса адаптера Ethernet используйте команду **ipconfig/all** на хосте с ОС Windows. На хостах MAC или Linux используется команда **ifconfig**.
- В зависимости от устройства и операционной системы вы увидите различные представления MAC-адресов.



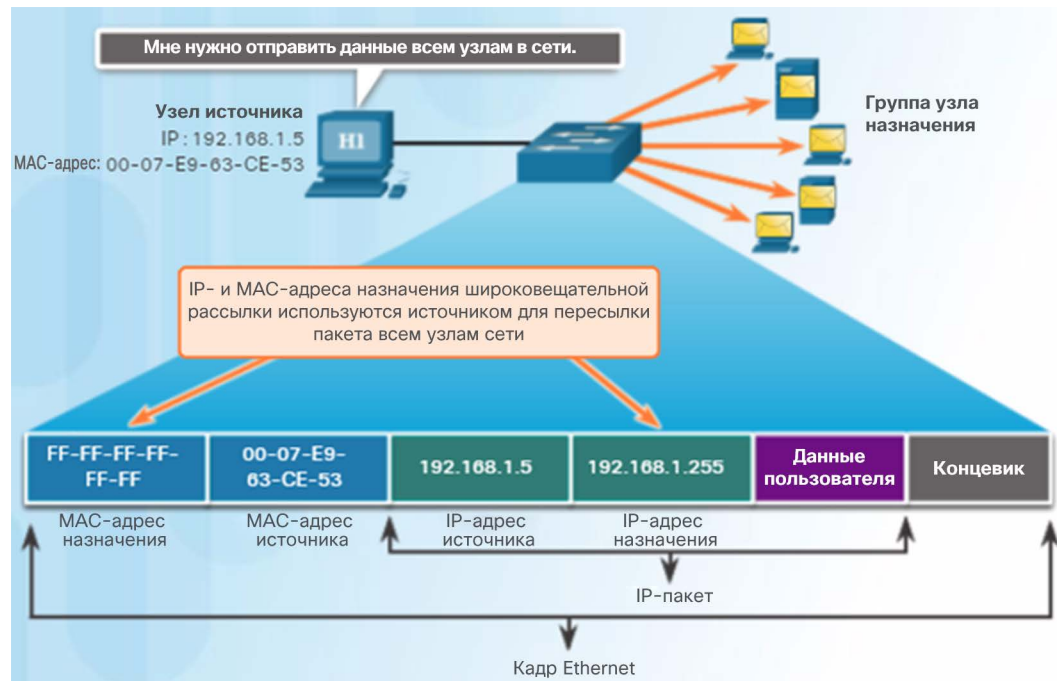
# Индивидуальный MAC-адрес

- Индивидуальный MAC-адрес — это уникальный адрес, который используется при отправке кадра от одного передающего устройства к одному устройству назначения.
- Для отправки и получения одноадресного пакета в заголовке IP-пакета должен быть указан IP-адрес назначения, а в заголовке кадра Ethernet должен присутствовать соответствующий MAC-адрес назначения.



# Широковещательный MAC-адрес

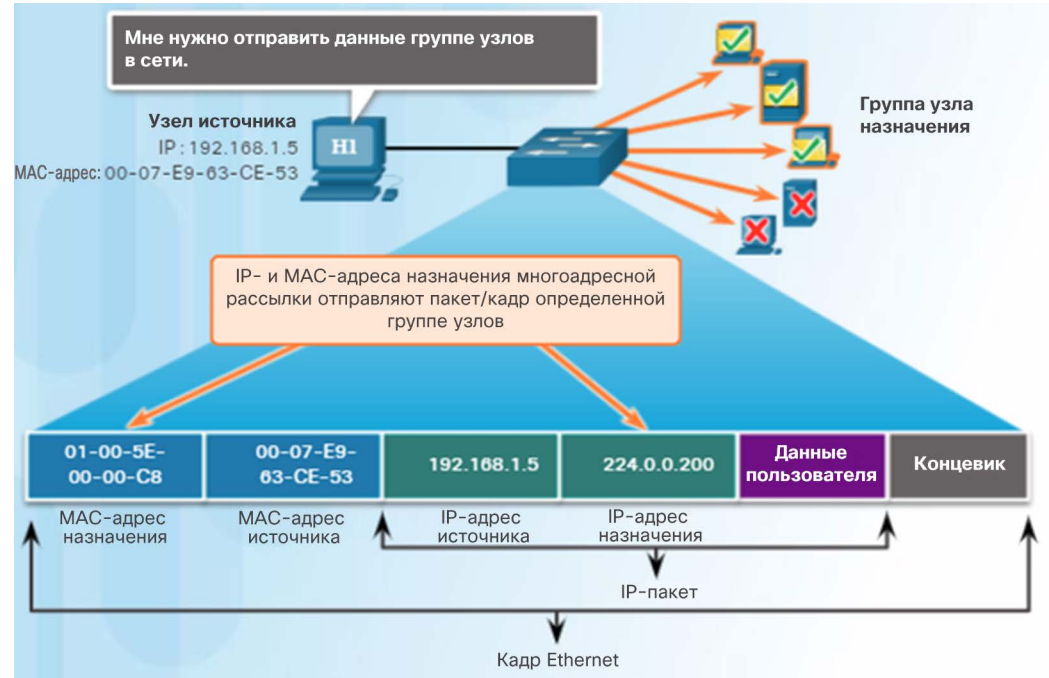
- Широковещательные рассылки предусмотрены во многих сетевых протоколах, например DHCP и ARP.
- Широковещательный пакет содержит IPv4-адрес назначения, который содержит все единицы (1) в разделе хоста. Это указывает, что все хосты в данной локальной сети будут получать и обрабатывать этот пакет.
- Если IPv4-пакет широковещательной рассылки инкапсулирован в кадре Ethernet, MAC-адрес назначения является MAC-адресом широковещательной рассылки в шестнадцатеричном формате FF-FF-FF-FF-FF-FF (48 единиц в двоичном формате).



# MAC-адреса Ethernet

## Групповой MAC-адрес

- Групповые адреса позволяют исходному устройству рассылать пакет группе устройств.
- Устройствам в группе многоадресной рассылки назначается групповой IP-адрес в диапазоне от 224.0.0.0 до 239.255.255.255 (групповые IPv6-адреса начинаются с FF00::/8).
- Групповому IP-адресу должен соответствовать групповой MAC-адрес, начинающийся с 01-00-5E в шестнадцатеричном формате.



# MAC-адреса Ethernet

## Лабораторная работа. Просмотр MAC-адресов сетевых устройств

### Lab – Viewing Network Device MAC Addresses

#### Topology



#### Addressing Table

Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
S1	VLAN 1	192.168.1.1	255.255.255.0	N/A
PC-A	NIC	192.168.1.3	255.255.255.0	192.168.1.1

#### Objectives

**Part 1: Configure Devices and Verify Connectivity**

**Part 2: Display, Describe, and Analyze Ethernet MAC Addresses**

#### Background / Scenario

Every device on an Ethernet LAN is identified by a Layer 2 MAC address. This address is assigned by the manufacturer and stored in the firmware of the NIC. This lab will explore and analyze the components that make up a MAC address, and how you can find this information on a switch and a PC.

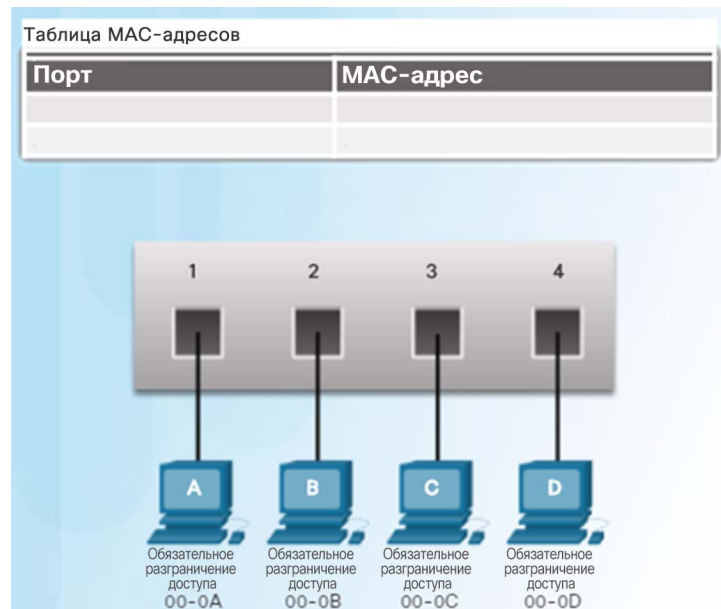
You will cable the equipment as shown in the topology. You will configure the switch and PC to match the addressing table. You will verify your configurations by testing for network connectivity.

After the devices have been configured and network connectivity has been verified, you will use various commands to retrieve information from the devices to answer questions about your network equipment.

## 5.2. Коммутаторы локальных сетей (LAN)

# Основная информация о коммутаторах

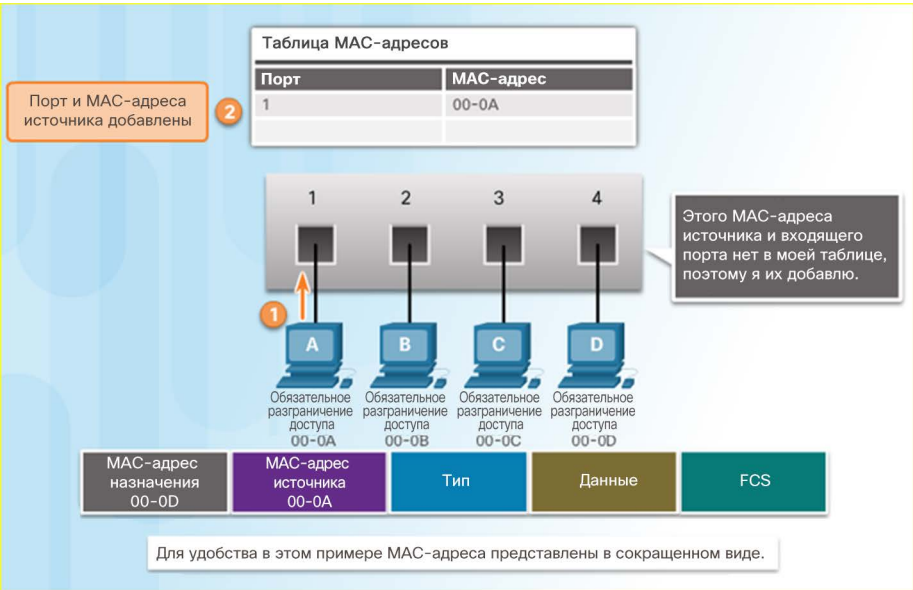
- Ethernet-коммутатор уровня 2 пересылает пакеты только на основе MAC-адресов Ethernet уровня 2.
- Сразу после включения коммутатор будет содержать пустую таблицу MAC-адресов, поскольку он еще не получил сведения о MAC-адресах для четырех подключенных компьютеров.
- Примечание. Таблицу MAC-адресов иногда называют таблицей ассоциативной памяти (CAM).



# Таблица MAC-адресов

## Получение информации о MAC-адресах

- Коммутатор динамически создает таблицу MAC-адресов. Ниже описан процесс получения информации о MAC-адресе источника.
- Коммутаторы проверяют все входящие кадры на наличие новой информации о MAC-адресе источника.
- Если MAC-адрес источника неизвестен, он добавляется в таблицу вместе с номером порта.
- Если MAC-адрес источника уже существует, коммутатор обновляет таймер обновления для этой записи.
- По умолчанию в большинстве коммутаторов Ethernet данные в таблице хранятся в течение 5 минут.

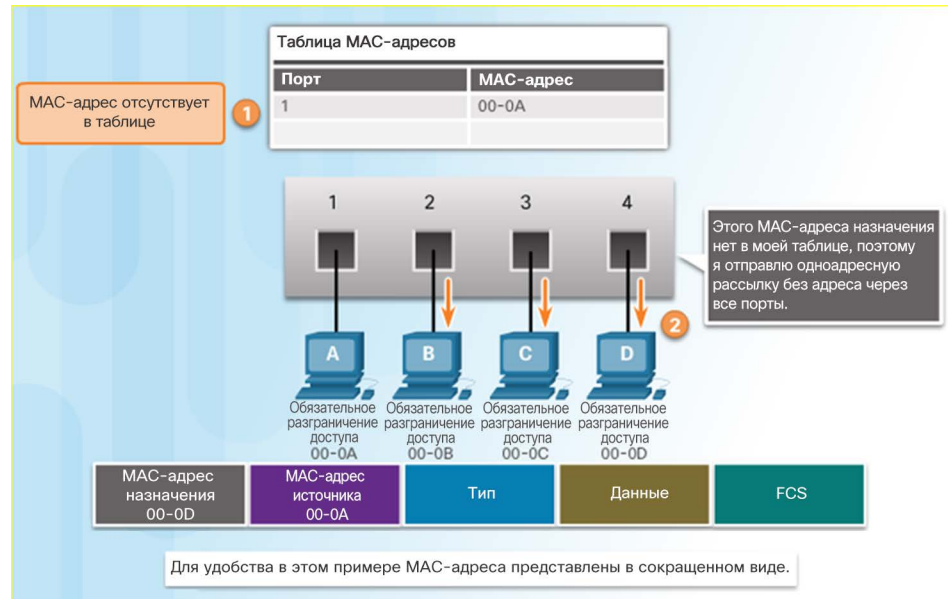


	Процесс коммутации	Описание
		Коммутаторы принимают все входящие кадры и ищут в своей таблице...



# Получение информации о MAC-адресах (продолжение)

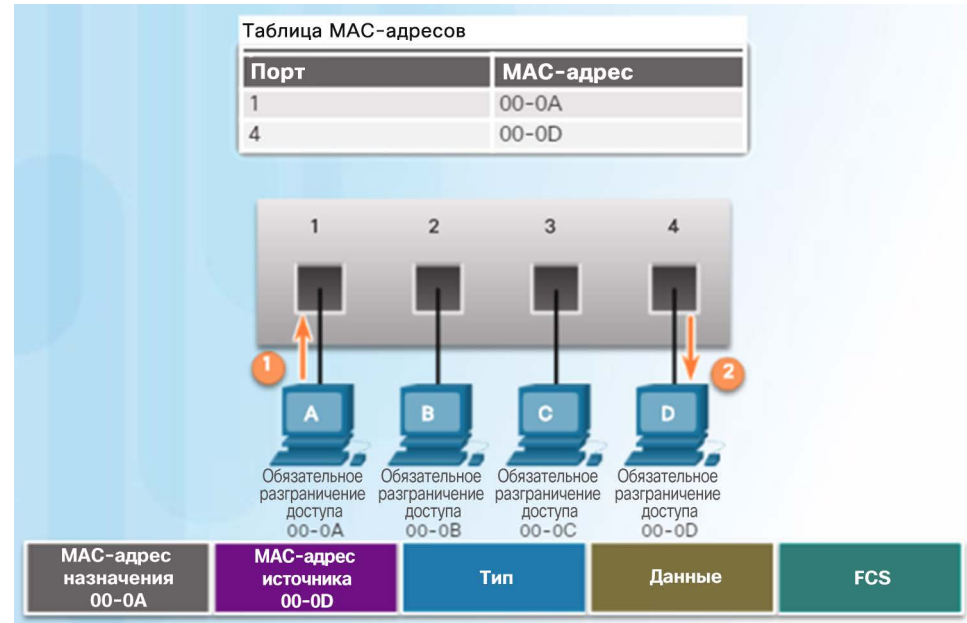
- Ниже описан процесс перенаправления MAC-адреса назначения.
- Если MAC-адрес назначения является адресом широковещательной или многоадресной рассылки, коммутатор также пересылает кадр через все порты, кроме входящего.
- Если MAC-адрес назначения является индивидуальным, коммутатор ищет совпадение в своей таблице MAC-адресов.
- Если MAC-адрес назначения есть в таблице, коммутатор пересылает кадр через указанный порт.
- Если MAC-адреса назначения нет в таблице (неизвестная одноадресная рассылка), коммутатор пересылает кадр через все порты, кроме входящего.



# Таблица MAC-адресов

## Фильтрация кадров

- Поскольку коммутатор получает кадры от разных устройств, его таблица MAC-адресов заполняется через проверку MAC-адреса источника каждого кадра.
- Если в таблице MAC-адресов коммутатора есть MAC-адрес назначения, он может выполнять фильтрацию кадров и пересылать его через один порт.



# Демонстрационный видеоролик. Таблицы MAC-адресов в соединенных между собой коммутаторах

- Коммутатор получает кадр Ethernet, проверяет MAC-адрес источника и замечает, что этот MAC-адрес отсутствует в его таблице MAC-адресов, поэтому он добавляет MAC-адрес и номер входящего порта.
- Затем коммутатор анализирует MAC-адрес назначения и определяет, что и этот MAC-адрес отсутствует в его таблице, поэтому кадр перенаправляется через все порты.
- Компьютер получает кадр Ethernet, сравнивает MAC-адрес назначения с собственным MAC-адресом, замечает, что они совпадают, и принимает оставшуюся часть кадра.



# Демонстрационный видеоролик. Отправка кадра на шлюз по умолчанию

- Компьютер собирается отправить пакет в Интернет, поскольку IP-адрес назначения находится в другой сети. В этом случае MAC-адрес источника — это адрес компьютера-отправителя, а MAC-адрес назначения — адрес маршрутизатора 00-0D.



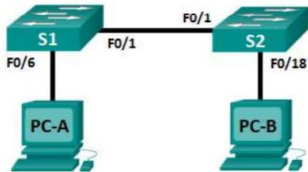
# MAC-адреса Ethernet

## Лабораторная работа. Просмотр таблицы MAC-адресов коммутатора



### Lab – Viewing the Switch MAC Address Table

#### Topology



#### Addressing Table

Device	Interface	IP Address	Subnet Mask	Default Gateway
S1	VLAN 1	192.168.1.11	255.255.255.0	N/A
S2	VLAN 1	192.168.1.12	255.255.255.0	N/A
PC-A	NIC	192.168.1.3	255.255.255.0	N/A
PC-B	NIC	192.168.1.2	255.255.255.0	N/A

#### Objectives

**Part 1: Build and Configure the Network**

**Part 2: Examine the Switch MAC Address Table**

#### Background / Scenario

The purpose of a Layer 2 LAN switch is to deliver Ethernet frames to host devices on the local network. The switch records host MAC addresses that are visible on the network, and maps those MAC addresses to its own Ethernet switch ports. This process is called building the MAC address table. When a switch receives a frame from a PC, it examines the frame's source and destination MAC addresses. The source MAC address is recorded and mapped to the switch port from which it arrived. Then the destination MAC address is looked up in the MAC address table. If the destination MAC address is a known address, then the frame is forwarded out of the corresponding switch port associated with that MAC address. If the MAC address is unknown, then the frame is broadcasted out of all switch ports, except the one from which it came. It is important to observe and understand the function of a switch and how it delivers data on the network. The way a switch operates has implications for network administrators whose job it is to ensure secure and consistent network communication.

Switches are used to interconnect and deliver information to computers on local area networks. Switches deliver Ethernet frames to host devices identified by network interface card MAC addresses.

In Part 1, you will build a multi-switch topology with a trunk linking the two switches. In Part 2, you will ping various devices and observe how the two switches build their MAC address tables.

# Способы переадресации кадров на коммутаторах Cisco

- Коммутаторы используют один из двух способов пересылки для коммутации данных между сетевыми портами:



Коммутация с промежуточным хранением

Коммутатор с промежуточным хранением получает кадр целиком и вычисляет циклический избыточный код (CRC). Если значение CRC допустимо, коммутатор ищет адрес назначения, который определяет выходной интерфейс. Затем кадр перенаправляется к правильному порту.



Сквозная коммутация

Коммутатор со сквозной коммутацией пересылает данный кадр до его полного получения. Рекомендуется указать адрес назначения кадра в начале, прежде чем кадр может быть переадресован.

# Способы переадресации на коммутаторах

## Сквозная коммутация

- При сквозной коммутации коммутатор добавляет в буфер именно такой фрагмент кадра, который требуется для чтения MAC-адреса назначения, чтобы он смог определить, на какой порт пересылать данные. Коммутатор не проверяет кадр на наличие каких-либо ошибок.
- Существуют два варианта сквозной коммутации.
  - Коммутация с быстрой пересылкой обеспечивает наименьший уровень задержки. Коммутатор пересылает пакет сразу же после чтения адреса назначения. Это самая распространенная форма коммутации с быстрой пересылкой.
  - При коммутации с исключением фрагментов коммутатор сохраняет первые 64 байта кадра перед его отправкой. Этот вариант представляет собой компромисс между коммутацией с промежуточным хранением и коммутацией с быстрой пересылкой.



# Буферизация памяти на коммутаторах

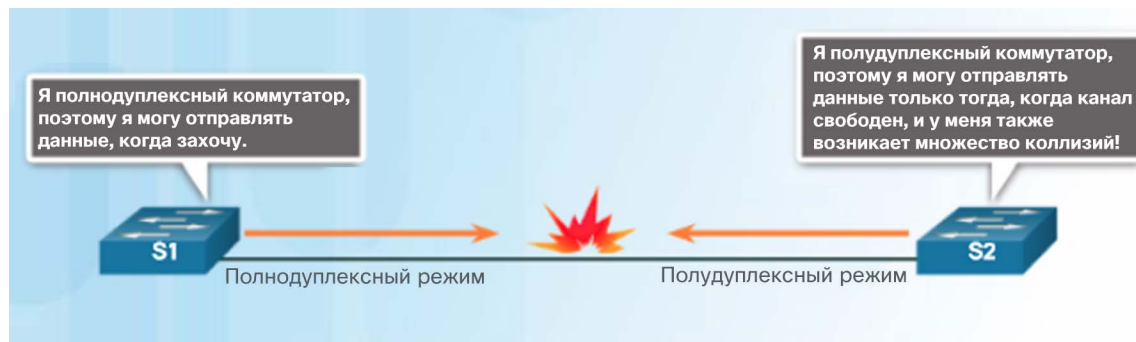
- Коммутатор Ethernet может использовать метод буферизации памяти для хранения кадров до их пересылки. Кроме того, буферизацию можно использовать в том случае, если порт назначения занят по причине его перегрузки, и коммутатор сохраняет кадр до тех пор, пока не появится возможность его передачи.
- Существуют два типа способов буферизации памяти.

Способ буферизации памяти	Описание
Буферизация памяти на основе портов	<ul style="list-style-type: none"><li>• Кадры хранятся в очередях, связанных с определенными входящими и исходящими портами.</li><li>• Кадр пересылается после отправки всех кадров перед ним.</li></ul>
Буферизация совместно используемой памяти	<ul style="list-style-type: none"><li>• Все кадры помещаются в общий буфер, используемый всеми портами коммутатора.</li></ul>



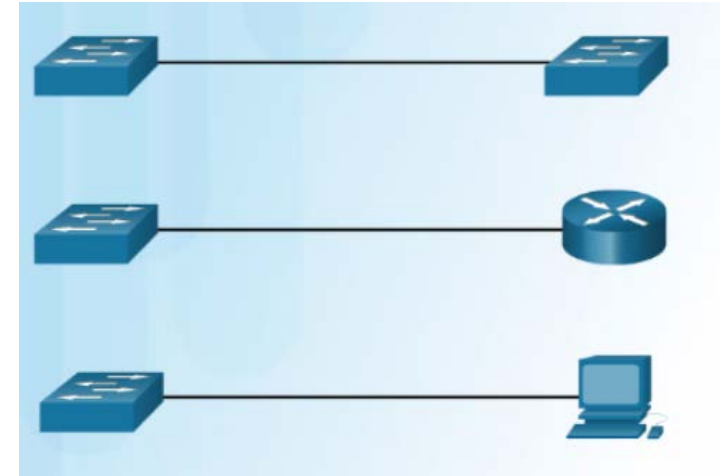
## Настройка дуплексного режима и скорости

- Для обмена данными в сетях Ethernet используются два типа настроек дуплексного режима.
  - **Полнодуплексный режим:** одновременная отправка и получение данных в обе стороны.
  - **Полудуплексный режим:** отправка данных только одной стороной.
- На большинстве устройств используется автосогласование, которое позволяет двум устройствам автоматически обмениваться информацией о скорости и настройках дуплексного режима и выбирать режим с максимальной производительностью.
- **Несоответствие дуплексных режимов** является наиболее распространенной причиной снижения производительности каналов Ethernet. Это происходит, когда один порт канала работает в полудуплексном режиме, а другой — в полнодуплексном.



# Функция Auto-MDIX

- Ранее для соединений между определенными устройствами (типа «коммутатор-коммутатор», «коммутатор-маршрутизатор», «коммутатор-хост» и «маршрутизатор-хост») требовалось использование кабелей особого типа (перекрестных или прямых).
- Теперь большинство устройств поддерживают функцию автоматического определения перекрещивания пар на зависящем от среды передачи интерфейсе (Auto-MDIX). Она включена по умолчанию на коммутаторах с IOS, начиная с версии 12.2(18) SE.
- Если эта функция включена с помощью команды интерфейсной настройки **mdix auto**, коммутатор определяет тип кабеля, подключенного к порту, и настраивает интерфейсы соответствующим образом.



## 5.3. Протокол разрешения адресов (ARP)

# Устройства назначения в одной сети

- Устройству в локальной сети Ethernet присваиваются два основных адреса:

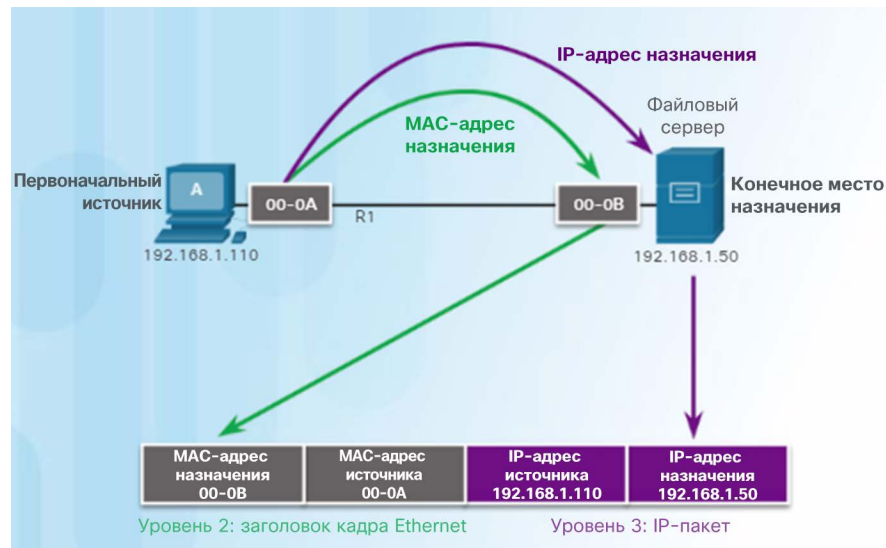
- физический адрес (Ethernet MAC-адрес),
- логический адрес (IP-адрес).

- Например, компьютер PC-A отправляет IP-пакет на файловый сервер в той же сети. Кадр Ethernet уровня 2 содержит следующее:

- MAC-адрес назначения
- MAC-адрес источника

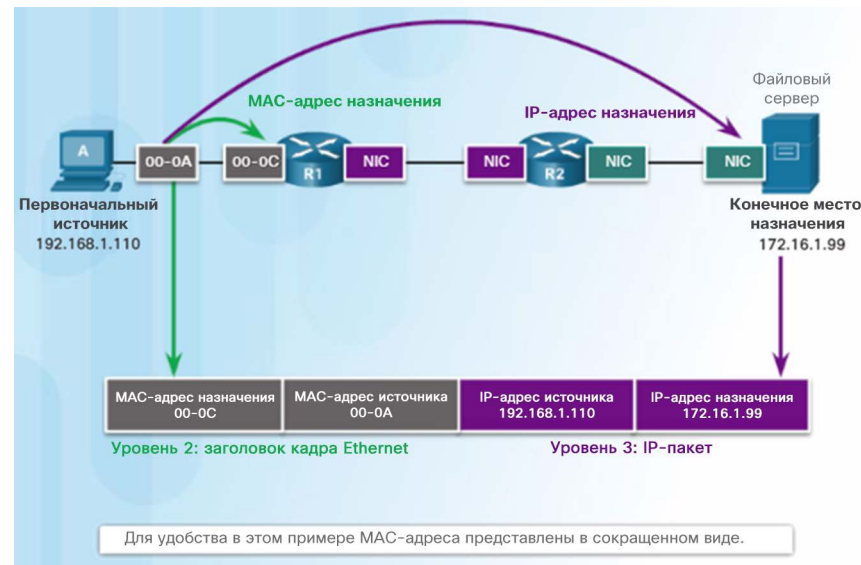
- IP-пакет уровня 3 содержит следующее:

- IP-адрес источника
- IP-адрес назначения



# Устройства назначения в удаленной сети

- Если IP-адрес назначения находится в удаленной сети, то MAC-адресом назначения является адрес шлюза хоста по умолчанию.
- На рисунке компьютер PC-A отправляет IP-пакет на веб-сервер в удаленной сети.
  - IP-адрес назначения — это адрес файлового сервера.
  - MAC-адрес назначения — адрес Ethernet-интерфейса маршрутизатора R1.



# Packet Tracer. Идентификация MAC- и IP-адресов

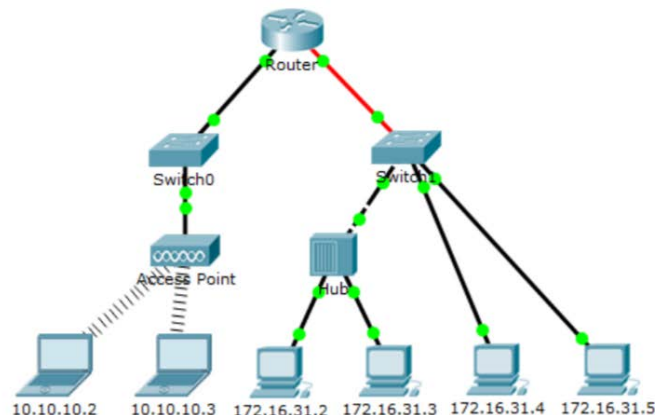


Cisco Networking Academy®

Mind Wide Open™

## Packet Tracer - Identify MAC and IP Addresses

### Topology



### Objectives

Part 1: Gather PDU Information

Part 2: Reflection Questions

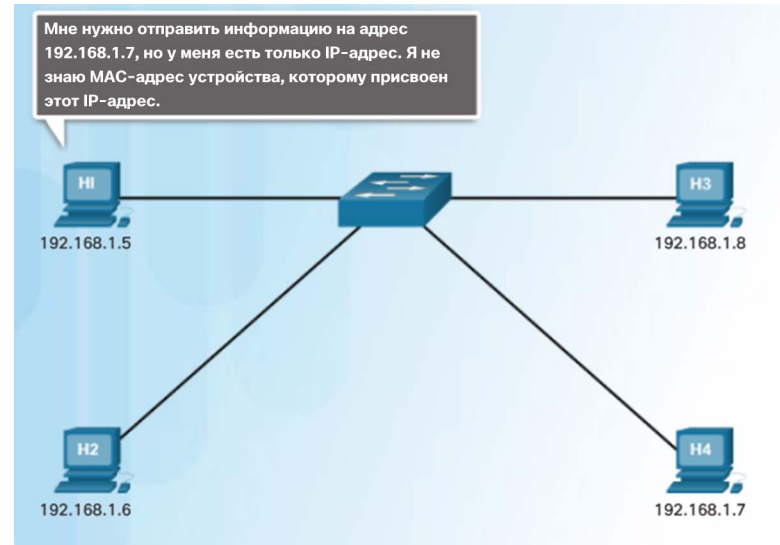
### Background

This activity is optimized for viewing PDUs. The devices are already configured. You will gather PDU information in simulation mode and answer a series of questions about the data you collect.

# Протокол разрешения адресов (ARP)

## Знакомство с ARP

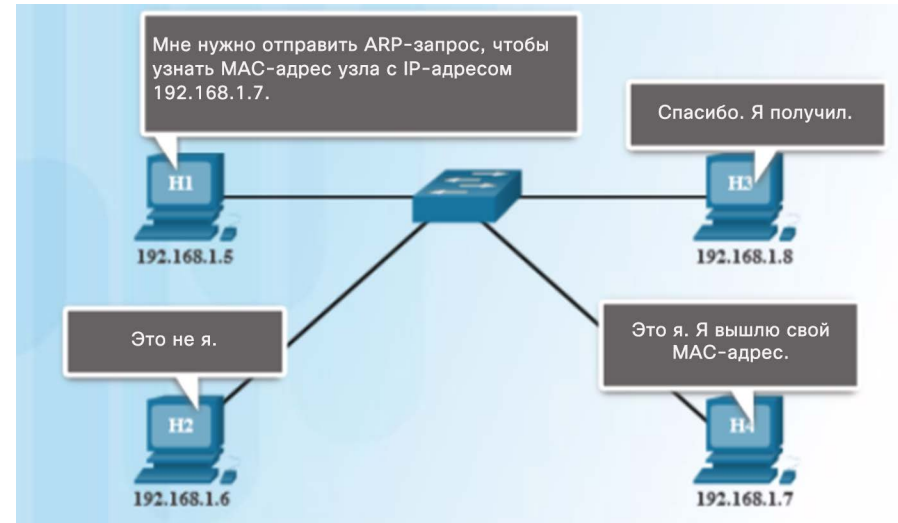
- Когда устройство отправляет кадр Ethernet, он содержит оба этих адреса:
  - MAC-адрес назначения
  - MAC-адрес источника
- Для определения MAC-адреса назначения устройство использует протокол разрешения адресов (ARP).
- Протокол ARP выполняет две основные функции.
  - Сопоставление IPv4-адресов и MAC-адресов
  - Сохранение таблицы сопоставлений



# Протокол разрешения адресов (ARP)

## Функции протокола ARP

- Устройства Ethernet обращаются к таблице ARP (или ARP-кэшу) в своей памяти (т. е. ОЗУ) для поиска MAC-адреса, соответствующего IPv4-адресу.
- Устройство ищет в своей таблице ARP IPv4-адрес назначения и соответствующий MAC-адрес.
  - Если IPv4-адрес назначения пакета находится в той же сети, что и IPv4-адрес источника, устройство ищет в таблице ARP IPv4-адрес назначения.
  - Если IPv4-адрес назначения пакета находится не в той же сети, что и IPv4-адрес источника, устройство ищет в таблице ARP IPv4-адрес шлюза по умолчанию.





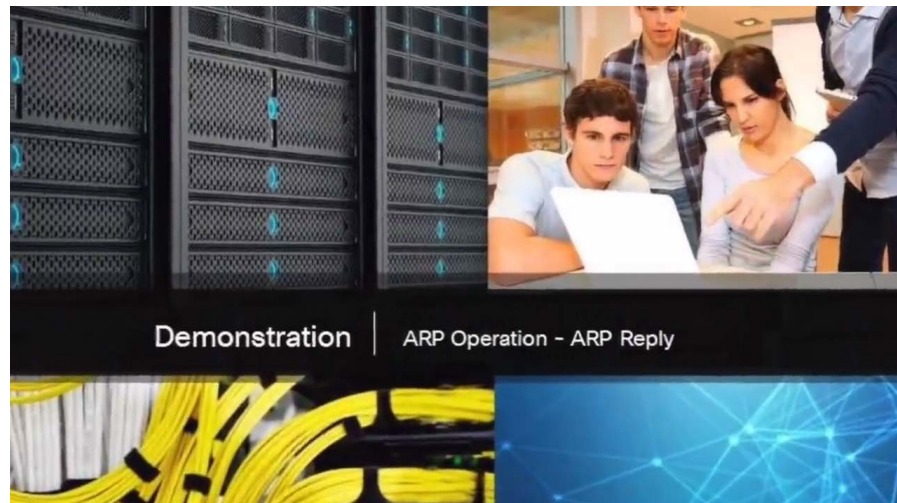
# Демонстрационный видеоролик. ARP-запрос

- ARP-запрос — это фрейм широковещательной рассылки, который отправляется в том случае, когда устройству требуется MAC-адрес, связанный с IPv4-адресом, но в его таблице ARP нет данных об IPv4-адресе.
- Сообщения ARP-запроса инкапсулируются непосредственно в кадре Ethernet. Заголовок IPv4 отсутствует.
- В сообщении ARP-запроса содержится следующее:
  - IPv4-адрес назначения
  - MAC-адрес назначения



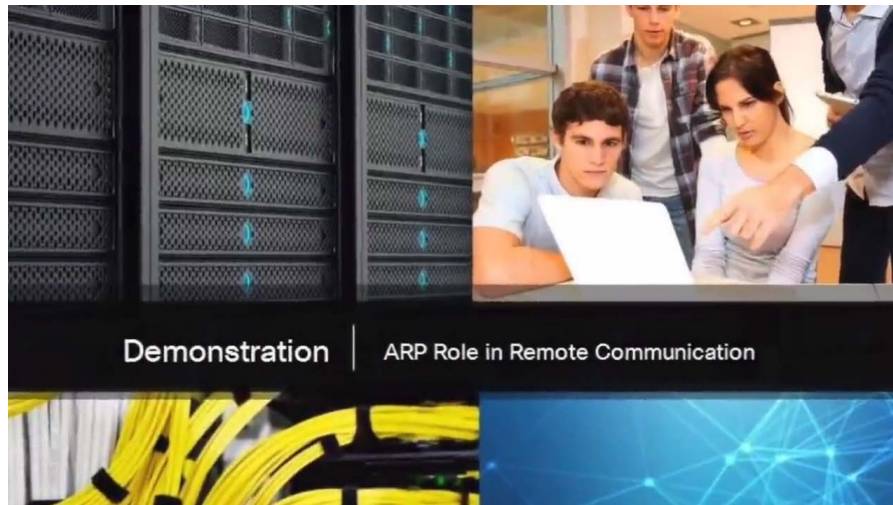
# Демонстрационный видеоролик. ARP-ответ

- Только устройство с IPv4-адресом, связанным с целевым IPv4-адресом в ARP-запросе, возвращает ARP-ответ.
- В сообщении ARP-ответа содержится следующее:
  - IPv4-адрес отправителя
  - MAC-адрес отправителя
- Записи в таблице ARP получают метку времени. Если к моменту истечения метки времени устройство не получит кадр от какого-либо устройства, запись для этого устройства будет удалена из таблицы ARP.



# Демонстрационный видеоролик. Роль ARP в процессе удаленного обмена данными

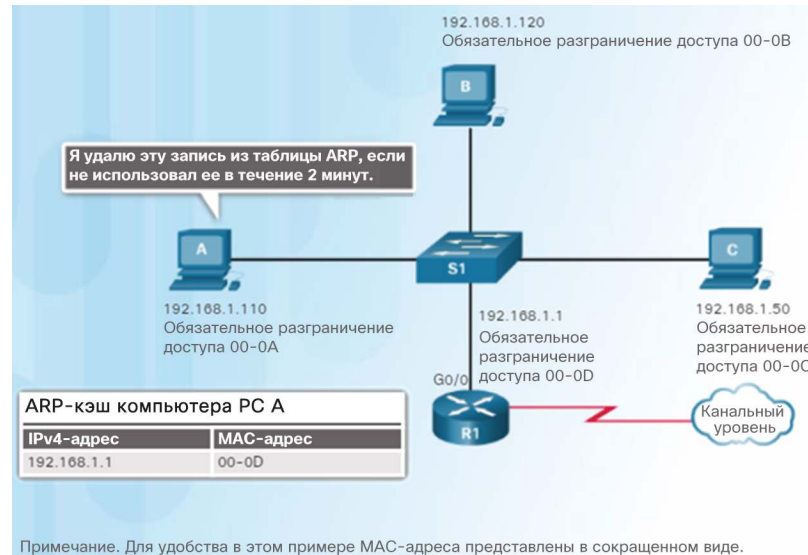
- Когда узел создает пакет для адресата, он сравнивает IPv4-адрес назначения и свой собственный IPv4-адрес, чтобы определить, находятся ли эти два IPv4-адреса в одной и той же сети уровня 3.
- Если узел назначения находится в другой сети, источник ищет в своей таблице ARP запись с IPv4-адресом шлюза по умолчанию.
- Если запись отсутствует, то для определения MAC-адреса шлюза по умолчанию используется процесс ARP.



# Удаление записей из таблицы ARP

- Для каждого устройства есть таймер ARP-кэша, который удаляет записи ARP, не используемые в течение указанного периода времени.

- Этот период может быть разным в зависимости от операционной системы устройства. Как показано на рисунке, некоторые операционные системы Windows хранят записи кэша ARP в течение 2 минут.



- Кроме того, можно вручную удалить все или некоторые записи из таблицы ARP.

# Протокол разрешения адресов (ARP)

## Таблицы ARP

На маршрутизаторе	На хосте с ОС Windows
На маршрутизаторе Cisco для просмотра таблицы ARP используется команда <b>show ip arp</b> .	На компьютерах под управлением Windows 7 для отображения таблицы ARP используется команда <b>arp -a</b> .
<pre>Router# show ip arp Protocol Address Age (min)  Hardware Addr  Type   Interface Internet 172.16.233.229 -    0000.0c59.f892  ARPA   Ethernet0/0 Internet 172.16.233.218 -    0000.0c07.ac00  ARPA   Ethernet0/0 Internet 172.16.168.11  -    0000.0c63.1300  ARPA   Ethernet0/0 Internet 172.16.168.254 9    0000.0c36.6965  ARPA   Ethernet0/0 Router#</pre>	<pre>C:\&gt; arp -a  Interface: 192.168.1.67 --- 0xa Internet Address      Physical Address      Type 192.168.1.254         64-0f-29-0d-36-91    dynamic 192.168.1.255         ff-ff-ff-ff-ff-ff    static 224.0.0.22            01-00-5e-00-00-16    static 224.0.0.251           01-00-5e-00-00-fb    static 224.0.0.252           01-00-5e-00-00-fc    static 255.255.255.255       ff-ff-ff-ff-ff-ff    static  Interface: 10.82.253.91 --- 0x10 Internet Address      Physical Address      Type 10.82.253.92          64-0f-29-0d-36-91    dynamic 224.0.0.22            01-00-5e-00-00-16    static 224.0.0.251           01-00-5e-00-00-fb    static 224.0.0.252           01-00-5e-00-00-fc    static 255.255.255.255       ff-ff-ff-ff-ff-ff    static</pre>

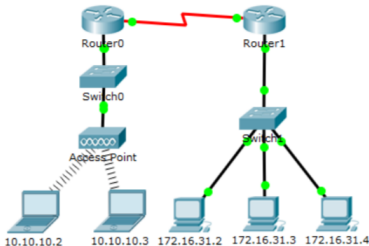
# Протокол разрешения адресов (ARP)

## Packet Tracer. Изучение таблицы ARP



### Packet Tracer - Examine the ARP Table

#### Topology



#### Addressing Table

Device	Interface	MAC Address	Switch Interface
Router0	G0/0/0	0001.6458.2501	G0/1
	S0/0/0	N/A	N/A
Router1	G0/0	00E0.F7B1.8901	G0/1
	S0/0/0	N/A	N/A
10.10.10.2	Wireless	0060.2F84.4AB6	F0/2
10.10.10.3	Wireless	0060.4706.572B	F0/2
172.16.31.2	F0	000C.85CC.1DA7	F0/1
172.16.31.3	F0	0060.7036.2849	F0/2
172.16.31.4	G0	0002.1640.8D75	F0/3

#### Objectives

Part 1: Examine an ARP Request

Part 2: Examine a Switch MAC Address Table

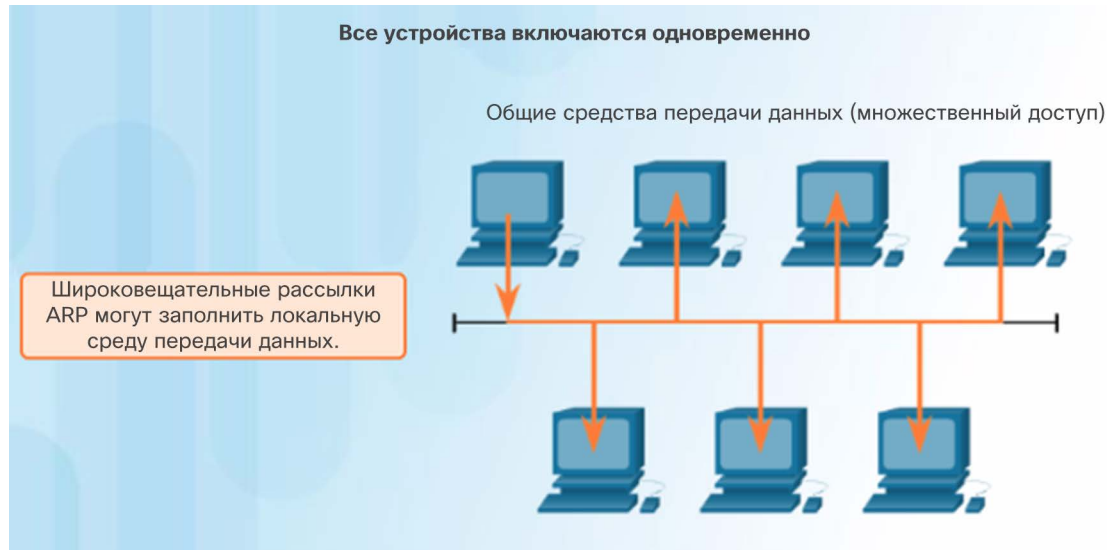
Part 3: Examine the ARP Process in Remote Communications

#### Background

This activity is optimized for viewing PDUs. The devices are already configured. You will gather PDU information in simulation mode and answer a series of questions about the data you collect.

# Широковещательные рассылки ARP

- Поскольку ARP-запрос является кадром широковещательной рассылки, его получают и обрабатывают все устройства в локальной сети.
- ARP-запросы могут переполнить локальный сегмент сети, если включено большое количество устройств и все они начинают одновременно обращаться к сетевым сервисам.

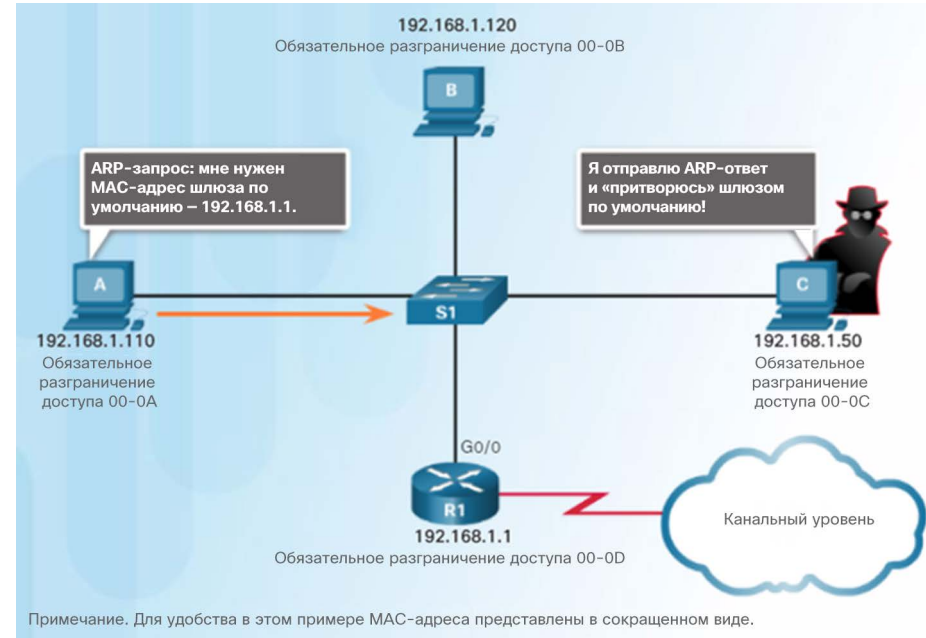




# Проблемы ARP

## ARP-спуфинг

- Злоумышленники могут отвечать на запросы и выдавать себя за поставщиков услуг.
- Один из используемых злоумышленниками типов атак с помощью протокола ARP — создавать ответы на ARP-запрос шлюза по умолчанию. На рисунке показано, как хост А запрашивает MAC-адрес шлюза по умолчанию. Хост С отвечает на этот ARP-запрос. Хост А получает ответ и обновляет свою таблицу ARP. Теперь он отправляет пакеты, предназначенные для шлюза по умолчанию, на хост С хакера.
- Коммутаторы корпоративного уровня оснащены функцией защиты от такого рода атак, которая называется Dynamic ARP Inspection (DAI).





## 5.4 Обзор по главе

## Глава 5. Ethernet

- Объяснить работу технологии Ethernet
- Объяснить, как работает коммутатор
- Объяснить, как протокол разрешения адресов (ARP) позволяет передавать данные по сети

# Новые термины и команды

- IEEE 802.2
- IEEE 802.3
- Подуровень LLC
- Подуровень MAC
- Инкапсуляция данных
- Разграничение кадров
- Циклический избыточный код (CRC)
- Вероятностный сетевой протокол канального уровня (CSMA)
- Ethernet II
- Проверочная последовательность кадра (FCS)
- Преамбула
- EtherType

- Runt
- Фрагмент коллизии
- Кадры крупного размера (Jumbo)
- Кадры увеличенного размера (Baby-Giant)
- Шестнадцатеричные
- Уникальный идентификатор организации (OUI)

# Новые термины и команды

- Предустановленный адрес (BIA)
- Команда `ipconfig /all`
- Команда `ifconfig`
- Индивидуальный MAC-адрес
- MAC-адрес широковещательной рассылки
- MAC-адрес многоадресной рассылки
- Ассоциативная память (CAM)
- Коммутация с промежуточным хранением
- Сквозная коммутация
- Коммутация с быстрой пересылкой
- Коммутация с исключением фрагментов
- Буферизация памяти на базе портов
- Буферизация совместно используемой памяти

- Полудуплекс
- Полный дуплекс
- Функция Auto-MDIX
- Протокол разрешения адресов (ARP)

## Новые термины и команды

- Таблица ARP
- ARP-кэш
- ARP-запрос
- ARP-ответ
- **show ip arp, arp -a**
- атаки на основе ARP

