

**Ответ на вопрос № 11**  
**«Структура таблицы коммутатора Ethernet и ее использование»**  
**для зачета по ОБКС 2024**

**1. Общие сведения**

Коммутаторы локальных сетей обрабатывают кадры на основе алгоритма *прозрачного моста* (transparent bridge), который определен стандартом IEEE 802.1D. Процесс работы алгоритма прозрачного моста начинается с построения таблицы коммутации (Forwarding DataBase, FDB).

Таблица коммутации (CAM-таблица (Content Addressable Memory)) лежит в основе работы классического L2 коммутатора. По сути, в таблице хранится соответствие MAC-адресов и портов.

Изначально *таблица коммутации* пуста. При включении питания одновременно с передачей данных коммутатор начинает изучать расположение подключенных к нему сетевых устройств путём анализа MAC-адресов источников получаемых кадров.

Например, если на порт 1 коммутатора, показанного на рисунке 1.1, поступает кадр от узла А, то он создаёт в таблице коммутации запись, ассоциирующую MAC-адрес узла А с номером входного порта.

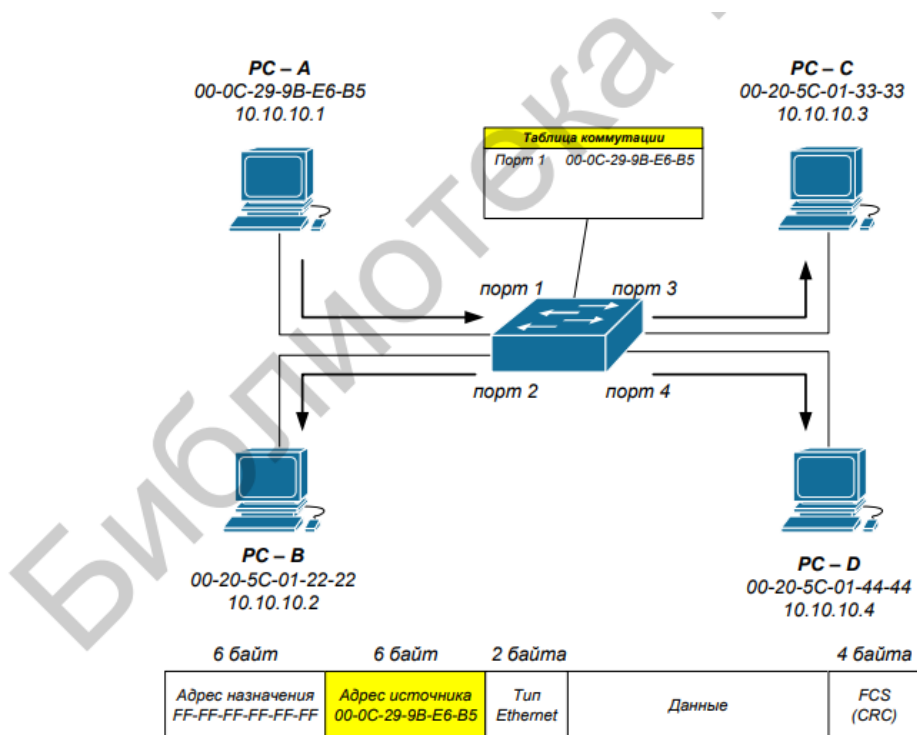


Рисунок 1.1 – Построение таблицы коммутации

## 2. Виды записей таблицы коммутации

Записи в таблице коммутации могут быть двух видов:

1. **Динамические (dynamic)**. Это означает, что, как только коммутатором будет прочитан новый MAC-адрес, то он сразу будет занесён в таблицу коммутации.

Дополнительно к MAC-адресу и ассоциированному с ним порту в таблицу коммутации для каждой записи заносится время старения (**aging time**). Время старения позволяет коммутатору автоматически реагировать на перемещение, добавление или удаление сетевых устройств.

Каждый раз, когда идёт обращение по какому-либо MAC-адресу, соответствующая запись получает новое время старения. Записи, к которым не обращались долгое время, из таблицы удаляются. Это позволяет хранить в таблице коммутации только актуальные MAC-адреса, что уменьшает время поиска соответствующей записи в ней и гарантирует, что она не будет использовать слишком много системной памяти.

2. **Статические (static)** – администратор «вручную» привязывает их к портам по одному или по несколько. Статическим записям, в отличие от динамических, не присваивается время старения, поэтому время их жизни не ограничено.

Статическую таблицу коммутации удобно использовать с целью повышения сетевой безопасности, когда необходимо гарантировать, что только устройства с определенными MAC-адресами могут подключаться к сети. В этом случае необходимо отключать автоизучение MAC-адресов на портах коммутатора.

**Внимание!** Как правило, размер статической таблицы коммутации меньше размера динамической таблицы коммутации. Размеры обеих таблиц зависят от модели коммутатора. Обычно производители указывают размеры таблиц коммутации в спецификациях устройств.

### 3. Процессы работы коммутатора

Как только в таблице коммутации появляется хотя бы одна запись, коммутатор начинает использовать её для пересылки кадров.

Когда коммутатор получает кадр, отправленный компьютером А компьютеру В, он извлекает из него MAC-адрес приёмника и ищет этот MAC-адрес в своей таблице коммутации (этот процесс называется изучением (**learning**)). Как только в таблице коммутации будет найдена запись, ассоциирующая MAC-адрес приёмника (компьютера В) с одним из портов коммутатора, за исключением порта-источника, кадр будет передан через соответствующий выходной порт. Этот процесс называется продвижением (**forwarding**) кадра.

Если бы оказалось, что выходной порт и порт-источник совпадают, то передаваемый кадр был бы отброшен коммутатором. Этот процесс называется фильтрацией (**filtering**).

В том случае, если MAC-адрес приёмника в поступившем кадре неизвестен (в таблице коммутации отсутствует соответствующая запись), коммутатор создаёт множество копий этого кадра и передаёт их через все свои порты, за исключением того, на который он поступил. Этот процесс называется лавинной передачей (**flooding**). Несмотря на то что процесс лавинной передачи занимает полосу пропускания, он позволяет коммутатору избежать потери кадров, когда MAC-адрес приёмника неизвестен, и осуществлять процесс самообучения.

Помимо лавинной передачи одноадресных кадров, коммутаторы также выполняют лавинную передачу многоадресных и широковещательных кадров, которые генерируются сетевыми мультимедийными приложениями.

Для передачи мультикаст-кадров в правильных направлениях нужна особая поддержка (IPv4 IGMP и IPv6 MLD).

При ретрансляции пакетов (Smart-коммутаторами) учитываются виланы.

## 4. Команды CLI для работы с таблицей коммутации

На коммутаторах Cisco в режиме командной строки (CLI) существует набор команд для контроля за состоянием и управления содержанием таблицы коммутации.

Просмотр таблицы коммутации:

```
S1#show mac address-table
```

```
Mac Address Table
-----
Vlan    Mac Address      Type      Ports !С учетом виланов
-----
All     0100.0ccc.cccc   STATIC    CPU   !Должен обработать сам коммутатор
All     0100.0ccc.cccd   STATIC    CPU   !(входит в мультикаст-группы служебных
All     0180.c200.0000   STATIC    CPU   !протоколов второго уровня)
...
All     0180.c200.0010   STATIC    CPU
All     ffff.ffff.ffff   STATIC    CPU   !Также должен обработать сам
                                   !коммутатор (управляемый) (свои L3-
                                   !интерфейсы не отображены)
500     0019.d102.ce0a   DYNAMIC   Gi0/4
500     001c.c06e.f7cb   DYNAMIC   Gi0/11
500     0022.4d80.e641   DYNAMIC   Gi0/10 !Порт соединен с портом другого
500     0027.0elf.af88   DYNAMIC   Gi0/10 !коммутатора (либо портом
500     bcf6.8503.3c6a   DYNAMIC   Gi0/10 !«продвинутого» устройства)
502     001b.2122.8e77   DYNAMIC   Gi0/2
502     009e.1e8e.edcf   DYNAMIC   Po1    !EtherChannel (агрегированный канал)
...
508     0025.906c.ea64   DYNAMIC   Gi0/8
Total Mac Addresses for this criterion: 51
```

Очистка таблицы коммутации:

```
S1#clear mac address-table
```

Привязка статических MAC-адресов к портам:

```
S1(config)#mac-address-table static 12ab.47.dd.ff89 vlan 3
interface fa0/1
```