

# Коммутация в корпоративной сети

## ЧАСТЬ 1 3.0.1 Введение

- Конфигурация высокой доступности ресурсов
- Конфигурация ядра без избыточности по обеспечению доступа (**низкий уровень надёжности**)

## 3.1 Описание коммутации корпоративного уровня

### 3.1.1 Коммутация и сегментация сети

### 3.1.2 Многоуровневые коммутация

- Управляемые коммутаторы

## ЧАСТЬ 2 3.1.3 Типы коммутации

- **Пересылка с буферизацией**
- Сквозная коммутация
- **ИЗМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОММУТАЦИИ**

# ВВЕДЕНИЕ. НАПОМНИМ ПРОЙДЕННОЕ.

## Основные положения по пройденной теме



**Корпоративные сети** содержат сотни площадок и поддерживают тысячи пользователей по всему миру. Сеть с качественным управлением обеспечивает надежную работу пользователей.



 **Документация по сети** критически важна для обеспечения требуемого времени работы — **99,999%**.



 Весь **Интернет-трафик** проходит через границу корпорации, что требует применения определенных **мер безопасности**.



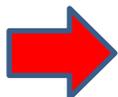


Маршрутизаторы и коммутаторы обеспечивают связь, **безопасность** и **резервирование**, а также контроль широковещательных рассылок и **Доменов** возникновения сбоев.



Корпоративные сети **используют коммутаторы** на **уровнях** доступа, распределения и уровне ядра, чтобы обеспечить сегментацию сети и **Высокоскоростные подключения**.

## Протокол STP



используется в иерархической сети для предотвращения образования петель коммутации.

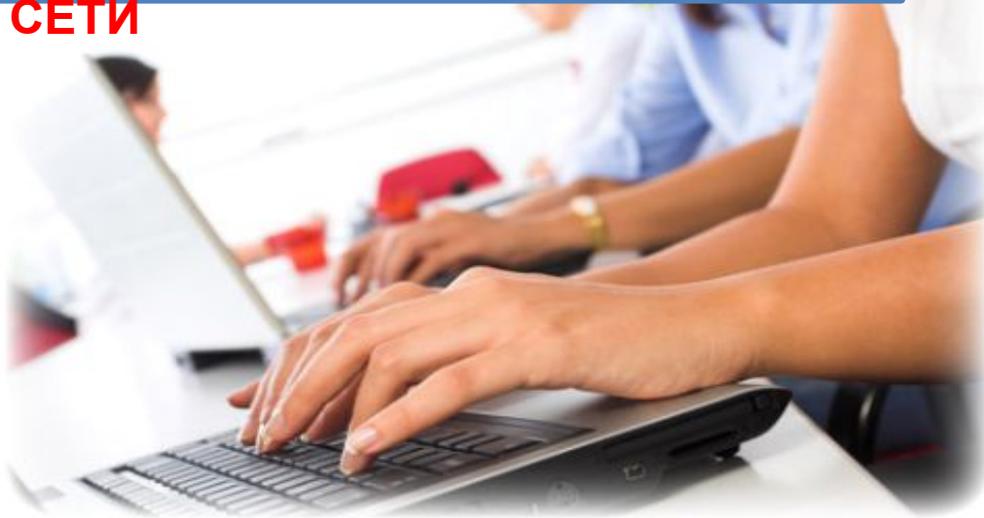
**STP - ПРОТОКОЛ ПОКРЫВАЮЩЕГО ДЕРЕВА**



**VLAN** обеспечивают логическую сегментацию сети и ограничивают широковещательные рассылки, чтобы улучшить безопасность и производительность сети.



**VLAN – ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ**



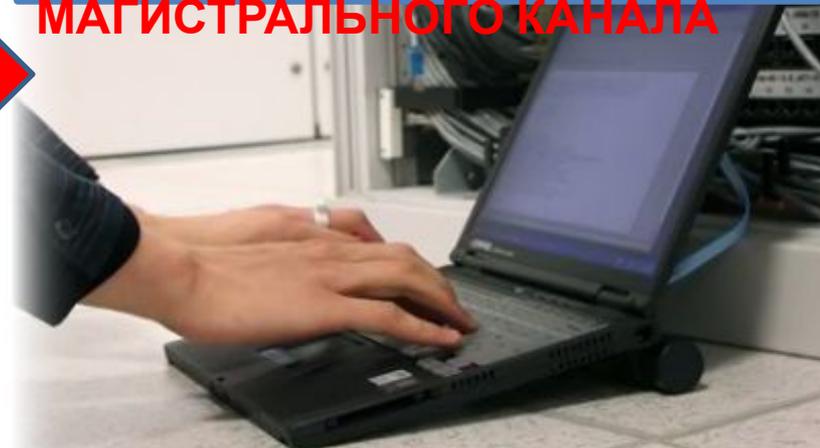
## VLAN – ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛОКАЛЬНЫЕ СЕТИ



Коммутаторы, на которых настроен транкинг, позволяют VLAN охватывать несколько географически распределенных площадок.

Протокол VTP используется для упрощения настройки и управления VLAN в сложных коммутируемых сетях корпоративного уровня.

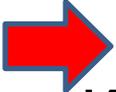
## VTP – ПРОТОКОЛ ВИРТУАЛЬНОГО МАГИСТРАЛЬНОГО КАНАЛА



# Коммутация в корпоративной сети

## 3.0 Введение к лекции

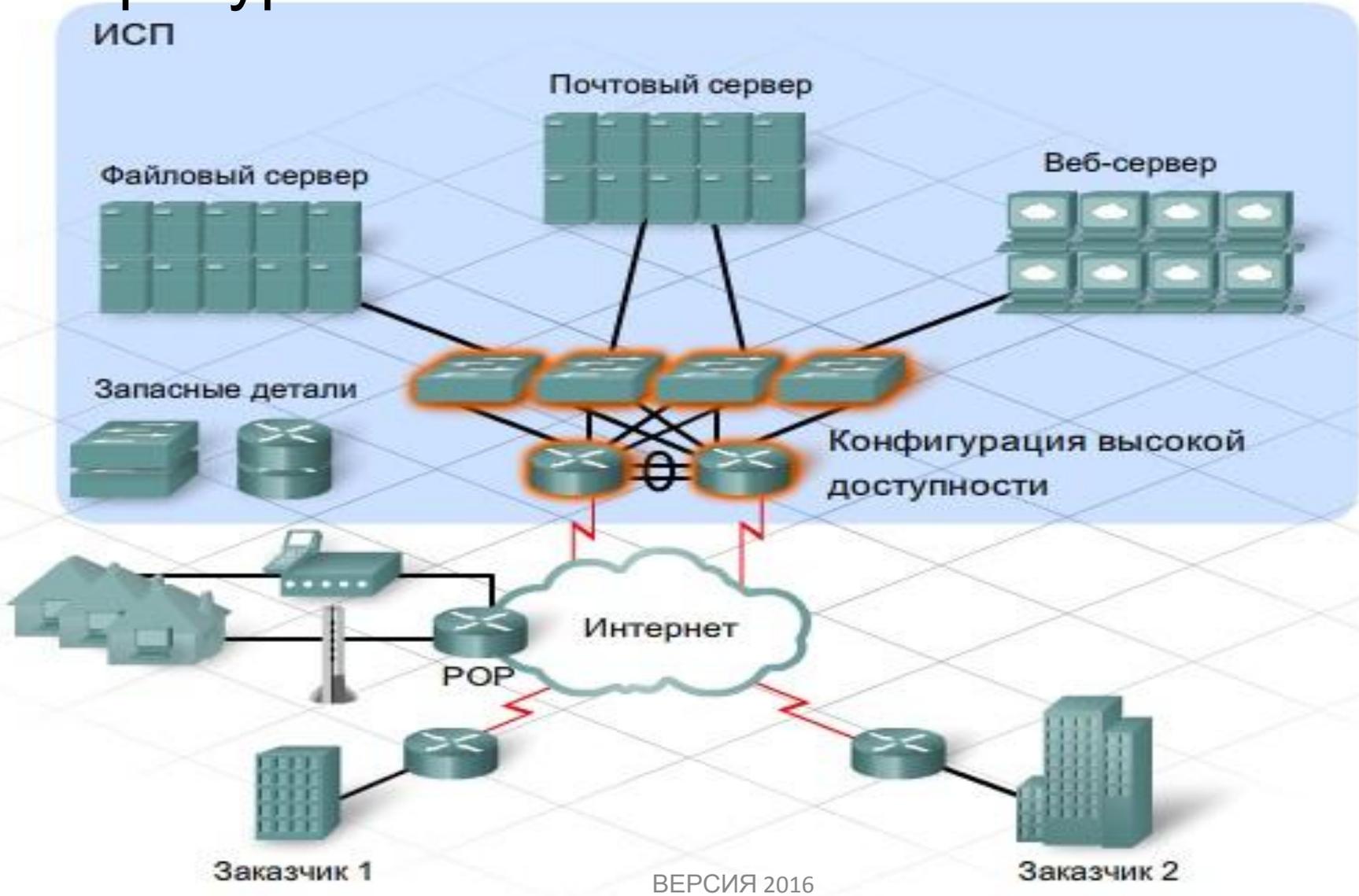
Корпоративные сети используют коммутаторы на уровнях **доступа**, **распределения** и **уровне** ядра, чтобы обеспечить сегментацию сети и высокоскоростные подключения.

 **Протокол связующего дерева STP** используется в иерархической сети для предотвращения образования петель коммутации.

**Протокол связующего дерева STP** является стандартом формирования мостового соединения, который использует древовидный алгоритм и позволяет мосту динамически обойти петли в топологии сети путем создания связующего дерева.

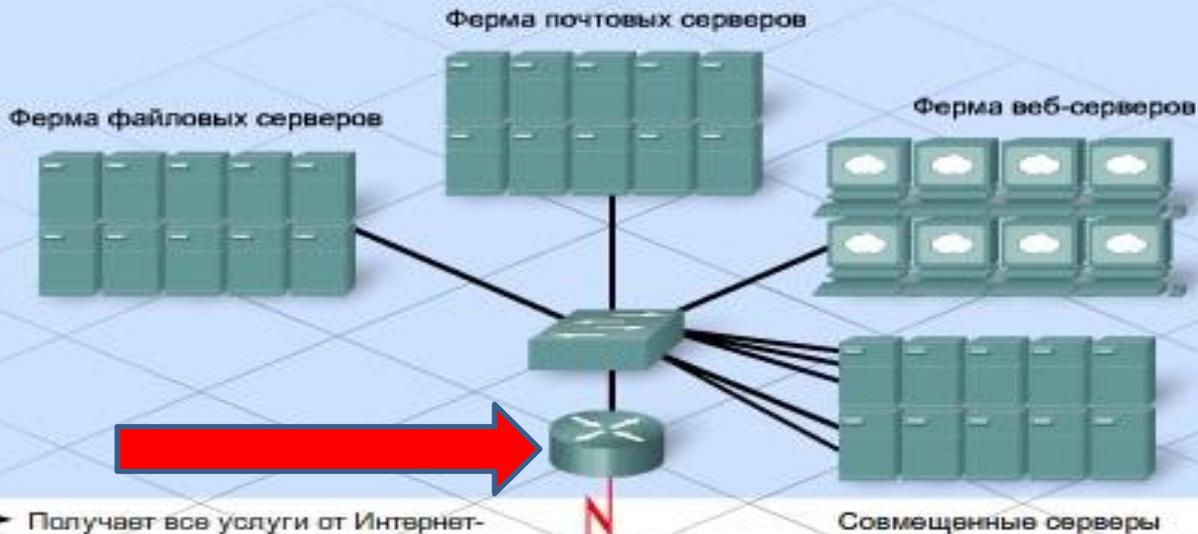
Мост обменивается специальными сообщениями с другими мостами **для обнаружения петель**, а затем **разрывает петли** путём отключения выбранных мостовых интерфейсов.

# ➔ Конфигурация высокой доступности ресурсов



# Конфигурация ядра без избыточности по обеспечению доступа (низкий уровень надёжности)

ИСП



Получает все услуги от Интернет-провайдера



Интернет

Поддерживает совмещенные серверы на стороне Интернет-провайдера и использует высокоскоростное подключение, предоставляемое Интернет-провайдером

ВЕРСИЯ 2016

Поддерживает все серверы локально и использует высокоскоростное подключение, предоставляемое Интернет-провайдером

## 3.1 Описание коммутации корпоративного уровня

### 3.1.1 Коммутация и сегментация сети

Хотя для создания корпоративной сети используются как коммутаторы, так и маршрутизаторы, архитектура большинства корпоративных сетей в значительной степени основывается на коммутаторах.

- Стоимость коммутаторов из расчета на порт ниже, чем у маршрутизаторов, и они обеспечивают быструю пересылку кадров со скоростью передачи данных по кабелю.
- Коммутатор — универсальное устройство 2-го уровня. В самом простом варианте использования он заменяет концентратор в качестве центральной точки для соединения нескольких узлов.
- В более сложном варианте коммутатор подключается к одному или нескольким коммутаторам для создания, контроля и обслуживания резервных каналов и соединений виртуальной ЛВС (VLAN). Коммутатор одинаково обрабатывает все типы трафика, независимо от их назначения.

# Виртуальные локальные сети VLAN (понятие)

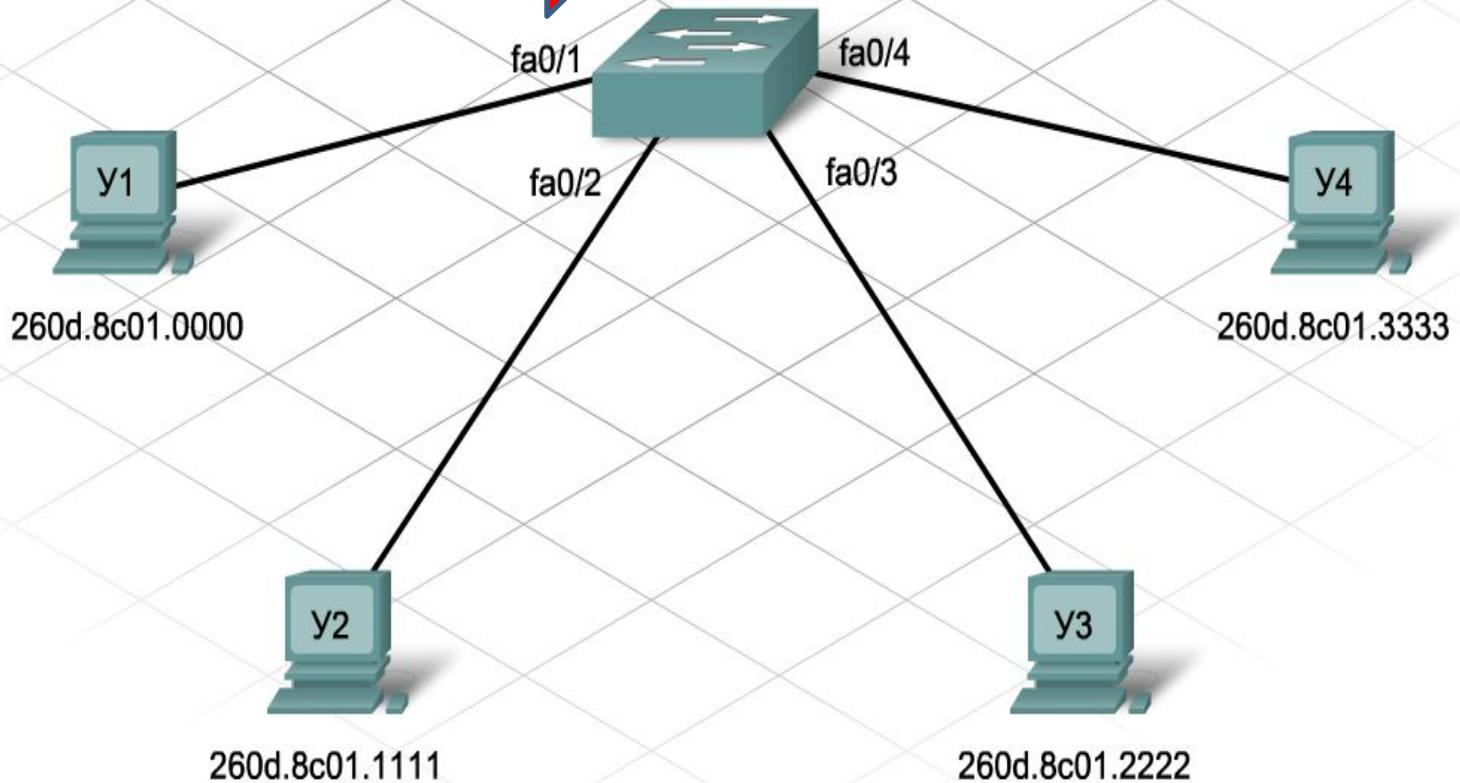
- **VLAN** обеспечивают **логическую сегментацию сети и ограничивают широковещательные рассылки**, чтобы улучшить безопасность и производительность сети.
- **Коммутаторы**, на которых настроен транкинг, **позволяют VLAN охватывать несколько географически распределенных площадок**.
- Протокол виртуального магистрального канала **VTP** используется для упрощения настройки и управления **VLAN** в сложных коммутируемых сетях корпоративного уровня.
- Протокол **VTP (по стандарту Cisco)** поддерживает согласованное представление VLAN через общий административный домен.

### 3.1.1. КОММУТАЦИЯ И СЕГМЕНТАЦИЯ В СЕТИ

- Коммутатор передает трафик в соответствии с адресом доступа к среде передачи данных **MAC-адресами**.
- Каждый коммутатор ведет таблицу MAC-адресов в высокопроизводительной памяти, которая называется ассоциативной памятью (CAM).
- Коммутатор заново создает таблицу при каждой активации, используя MAC-адреса источника входящих кадров и номера портов, через которые они получены.

## Таблица MAC-адресов

fa0/1	fa0/2	fa0/3	fa0/4
260d.8c01.0000	260d.8c01.1111	260d.8c01.2222	260d.8c01.3333

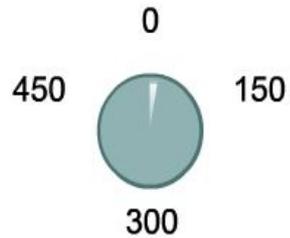


Коммутатор удаляет записи из таблицы MAC-адресов, если они не используются в течение определенного периода времени. **Этот период называется таймером устаревания**, удаление записи называется устареванием.

1. **Как только одноадресный кадр прибывает на порт, коммутатор находит MAC-адрес источника в кадре.** Затем он выполняет поиск по таблице MAC-адресов и находит запись, соответствующую адресу.
2. **Если MAC-адрес отсутствует в таблице**, коммутатор добавляет MAC-адрес и номер порта и активирует таймер устаревания. Если MAC-адрес источника уже существует, коммутатор сбрасывает таймер устаревания.
3. Затем коммутатор ищет MAC-адрес назначения в таблице MAC-адресов. Если запись существует, коммутатор пересылает кадр на порт с соответствующим номером. **Если записи нет, коммутатор выполняет лавинную**

# Таблица MAC адресов

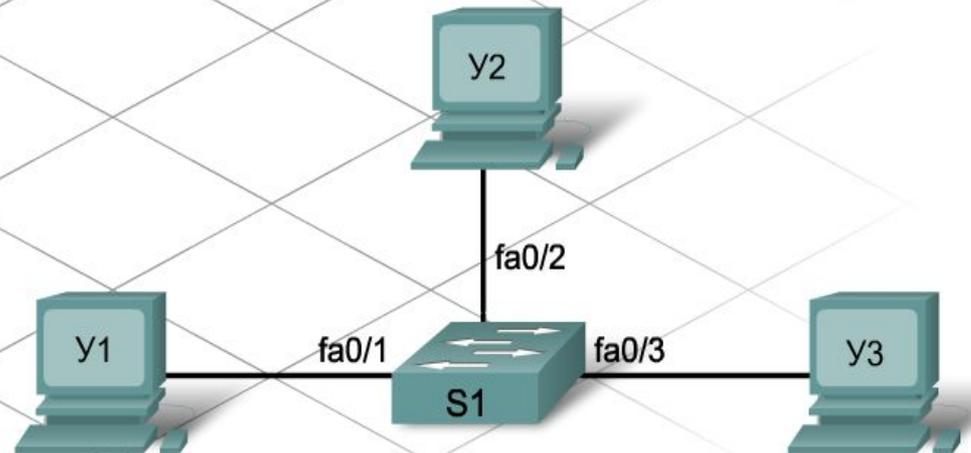
Таймер устаревания fa0/1



Включение  
таймера

Таблица MAC-адресов

Порт	MAC
fa0/1	260d.8c01.000
fa0/2	260d.8c01.1111
fa0/3	260d.8c01.2222



1

# Таймер устаревания по порту fa0/1

Таймер устаревания fa0/1

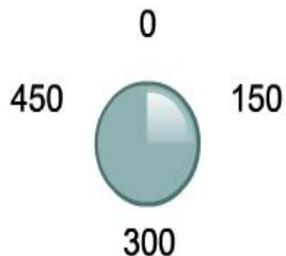
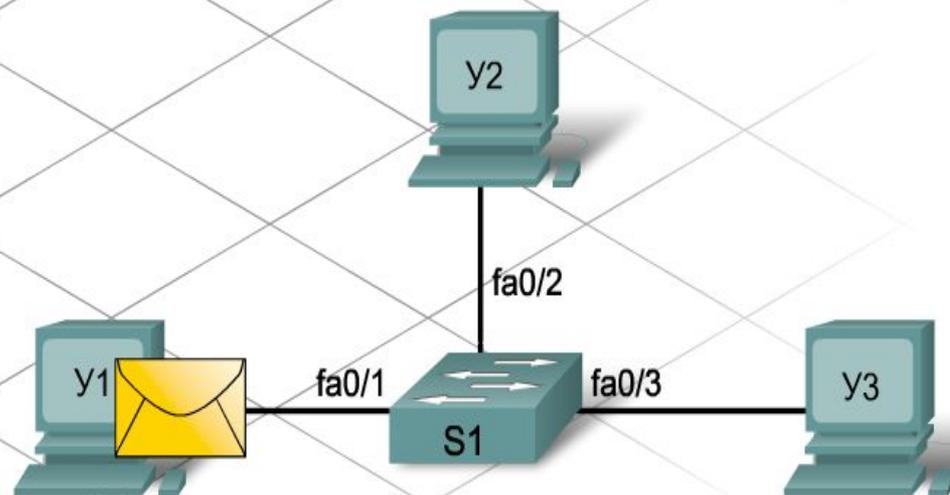


Таблица MAC-адресов

Порт	MAC
fa0/1	260d.8c01.000
fa0/2	260d.8c01.1111
fa0/3	260d.8c01.2222

2



# Работа коммутатора на порт fa0/2

Таймер устаревания fa0/1

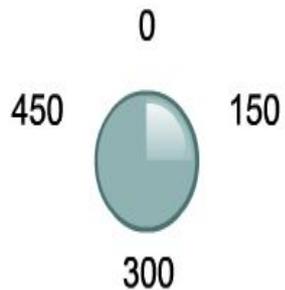
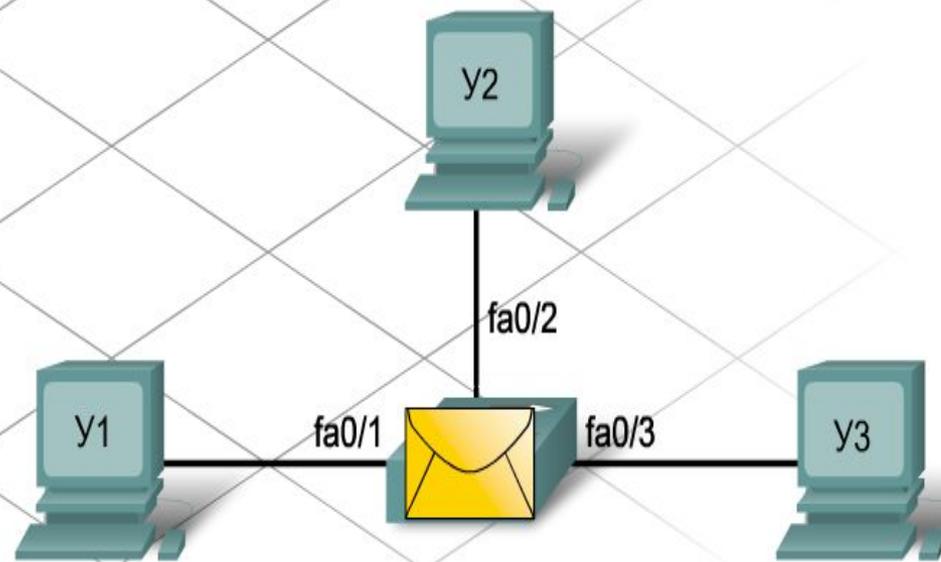


Таблица MAC-адресов	
Порт	MAC
fa0/1	260d.8c01.0000
fa0/2	260d.8c01.1111
fa0/3	260d.8c01.2222

3



# Сброс таймера устаревания при наличии записи MAC адреса

Таймер устаревания fa0/1

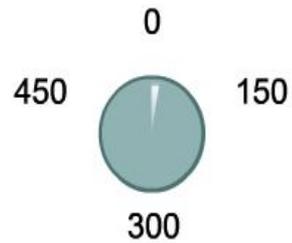
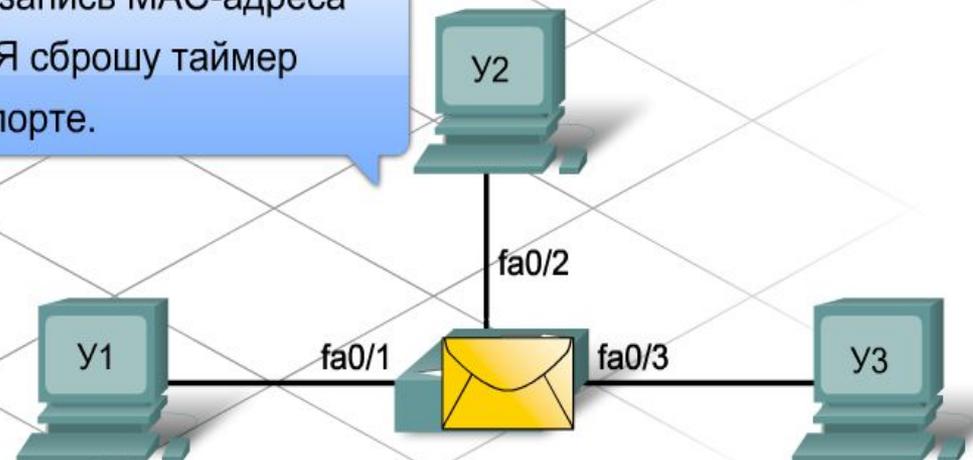


Таблица MAC-адресов

Порт	MAC
fa0/1	260d.8c01.000
fa0/2	260d.8c01.1111
fa0/3	260d.8c01.2222

У меня уже есть запись MAC-адреса для порта fa0/1. Я сброшу таймер устаревания на порте.



Таймер устаревания fa0/1

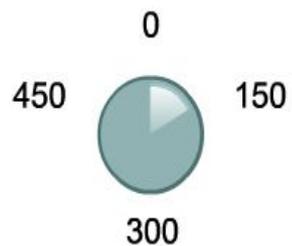
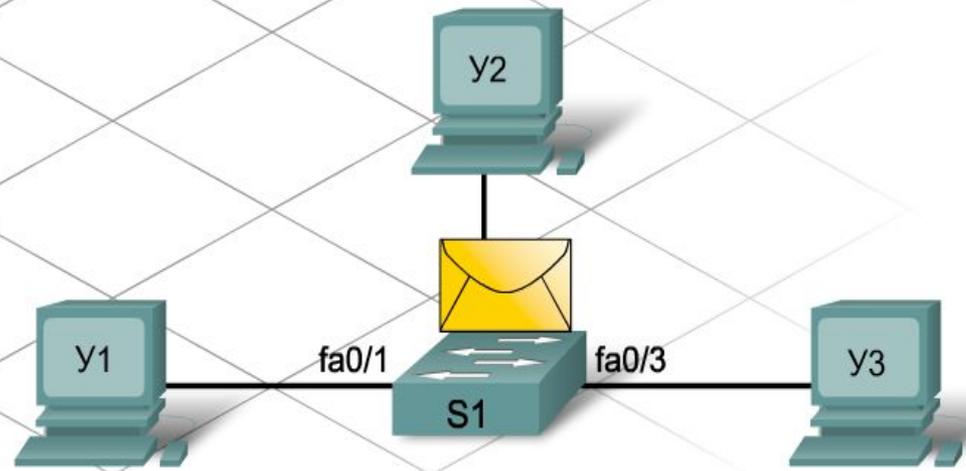


Таблица MAC-адресов	
Порт	MAC
fa0/1	260d.8c01.000
fa0/2	260d.8c01.1111
fa0/3	260d.8c01.2222



Таймер устаревания fa0/1

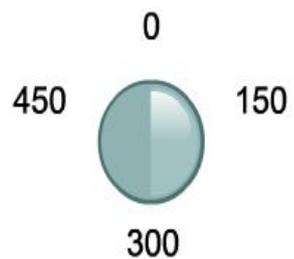
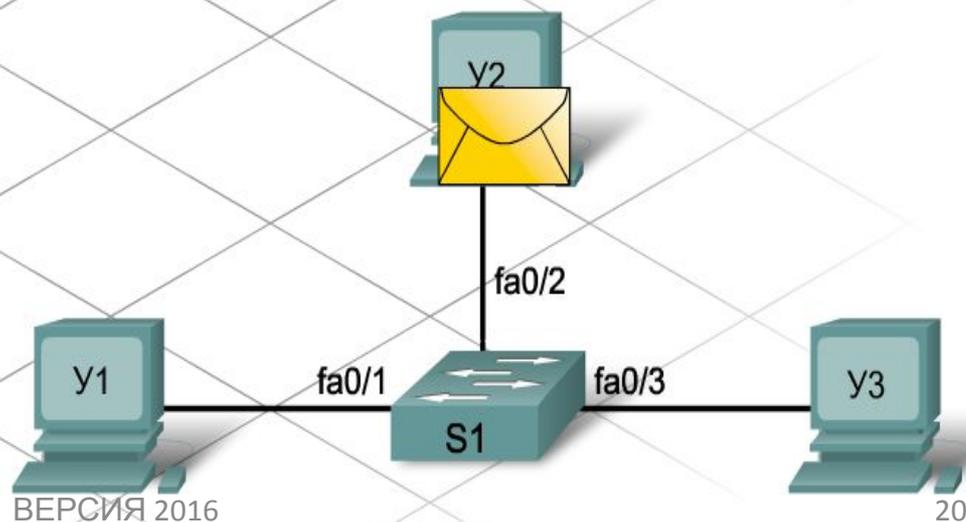
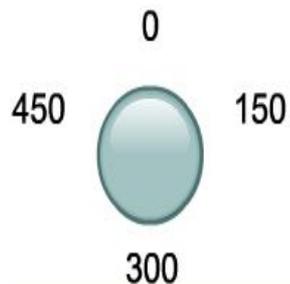


Таблица MAC-адресов	
Порт	MAC
fa0/1	260d.8c01.000
fa0/2	260d.8c01.1111
fa0/3	260d.8c01.2222



# Таймер устаревания истёк

Таймер устаревания fa0/1

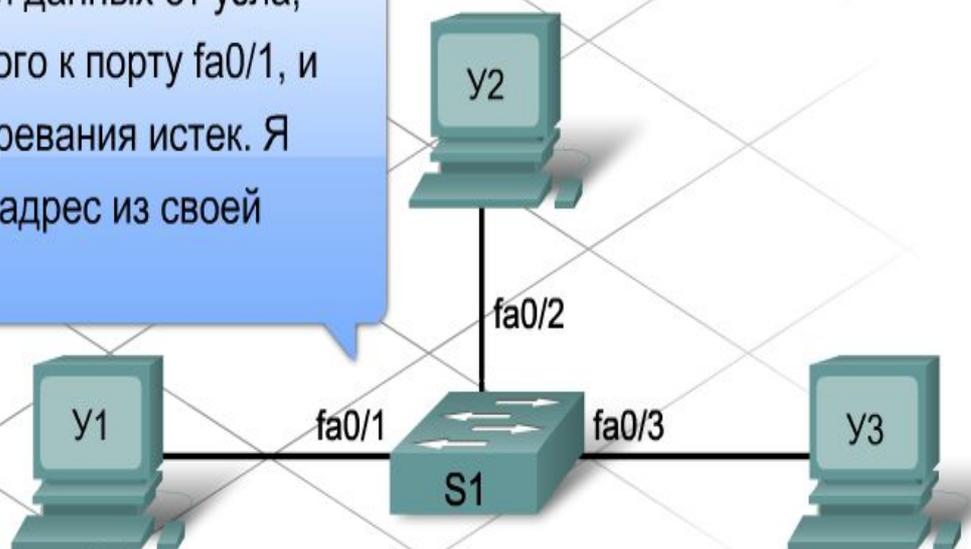


Таймер устаревания истек

Таблица MAC-адресов

Порт	MAC
fa0/1	260d.8c01.000
fa0/2	260d.8c01.1111
fa0/3	260d.8c01.2222

Я не получил данных от узла, подключенного к порту fa0/1, и таймер устаревания истек. Я удалю MAC-адрес из своей таблицы.



Таймер устаревания fa0/1

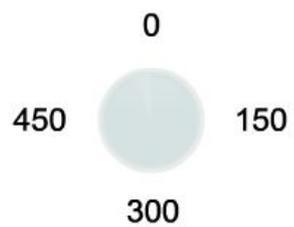
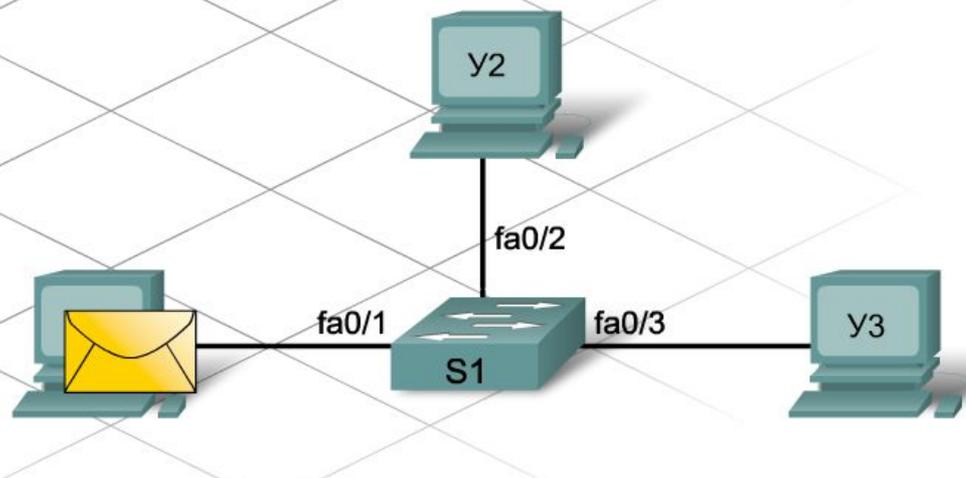
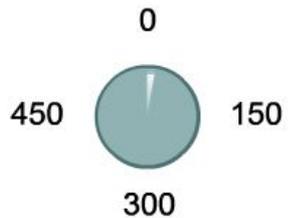


Таблица MAC-адресов	
Порт	MAC
fa0/1	
fa0/2	260d.8c01.1111
fa0/3	260d.8c01.2222



Таймер устаревания fa0/1

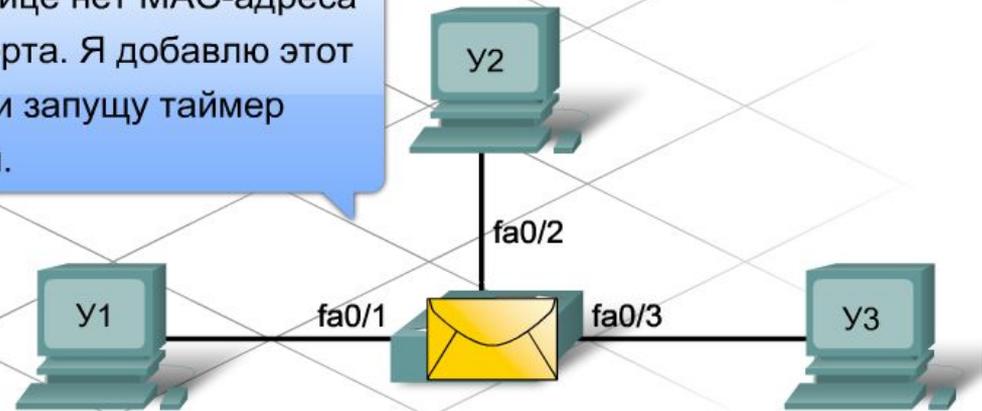


Включение  
таймера

Таблица MAC-адресов

Порт	MAC
fa0/1	260d.8c01.000
fa0/2	260d.8c01.1111
fa0/3	260d.8c01.2222

В моей таблице нет MAC-адреса для этого порта. Я добавлю этот MAC-адрес и запущу таймер устаревания.



В корпоративной среде высокая доступность, скорость и полоса пропускания сети имеют первостепенное значение.

Размер доменов широковещательной рассылки и коллизионных доменов влияет на потоки трафика.

Как правило, большие домены широковещательной рассылки и коллизионные домены ухудшают эти критически важные показатели.

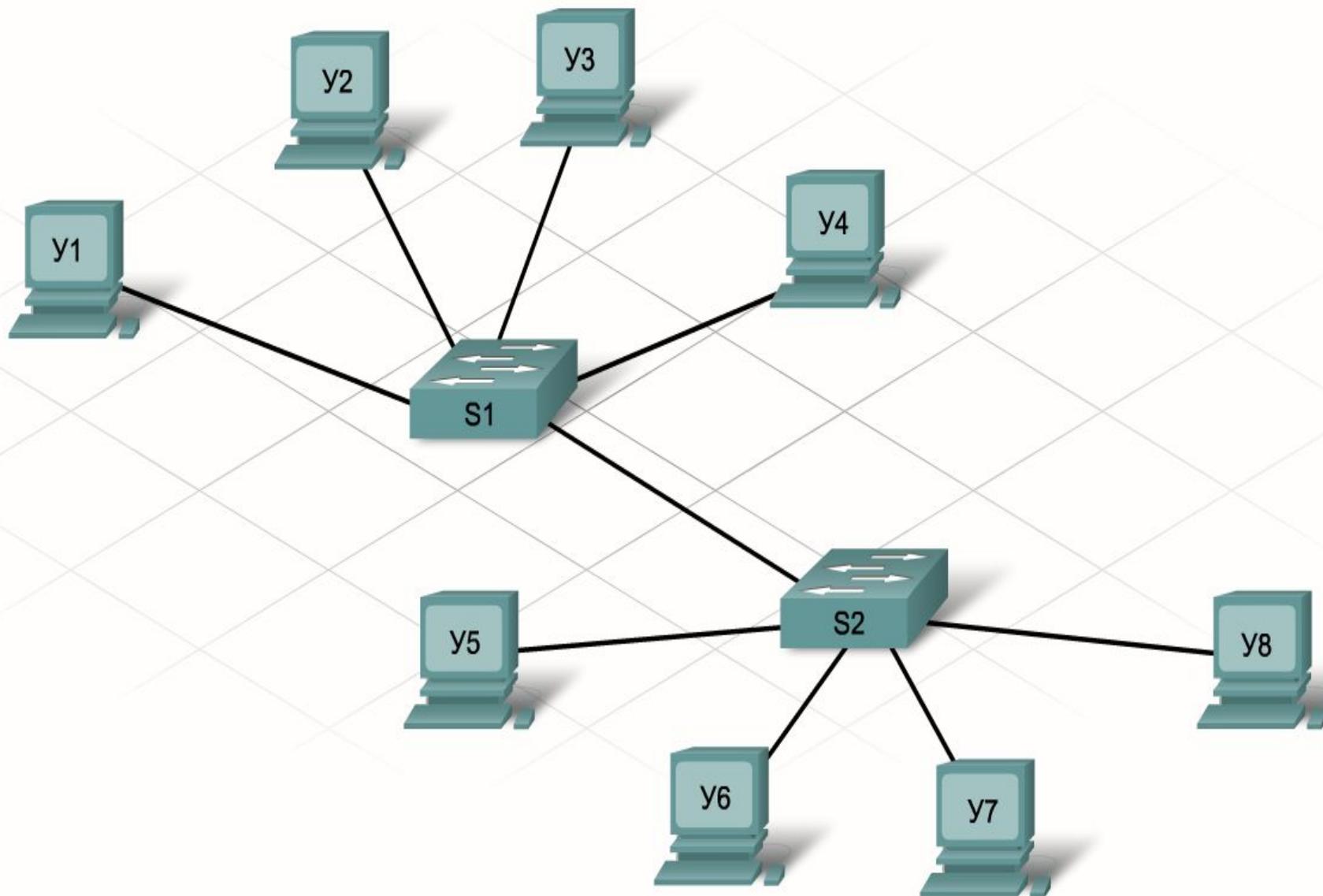
Если коммутатор получает широковещательный кадр, **он рассылает его из всех активных интерфейсов**, так же как кадр с неизвестным MAC-адресом назначения.

Все устройства, получающие широковещательную рассылку, составляют домен широковещательной рассылки.

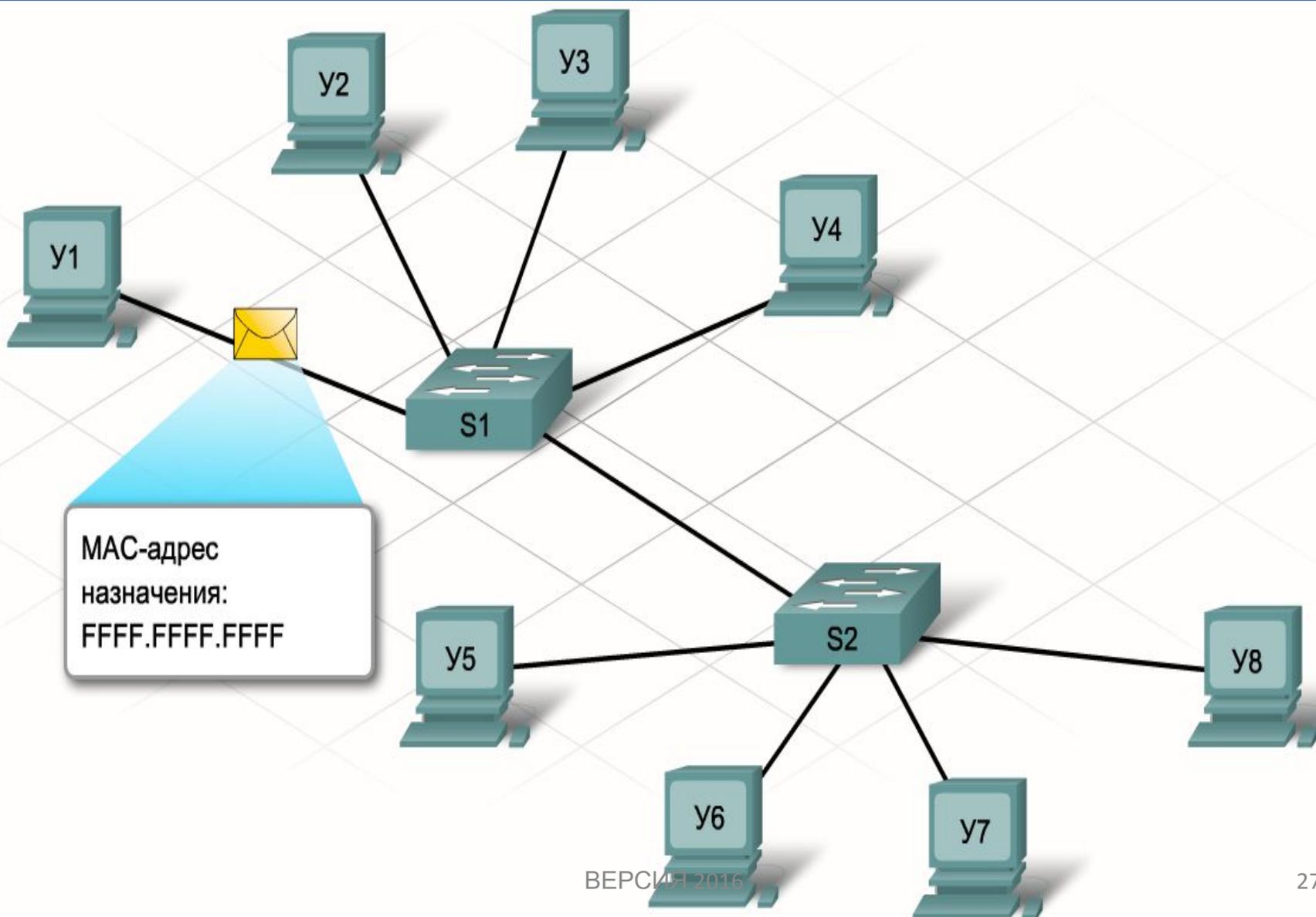
При увеличении числа соединенных коммутаторов размер домена широковещательной рассылки

- **Коллизионные домены** создают аналогичную проблему. Чем больше устройств входит в коллизионный домен, тем чаще возникают коллизии.
- **Использование концентраторов увеличивает коллизионные домены.**
- Однако коммутаторы используют функцию под названием микросегментация, чтобы уменьшить размер коллизионного домена до одного порта коммутатора.

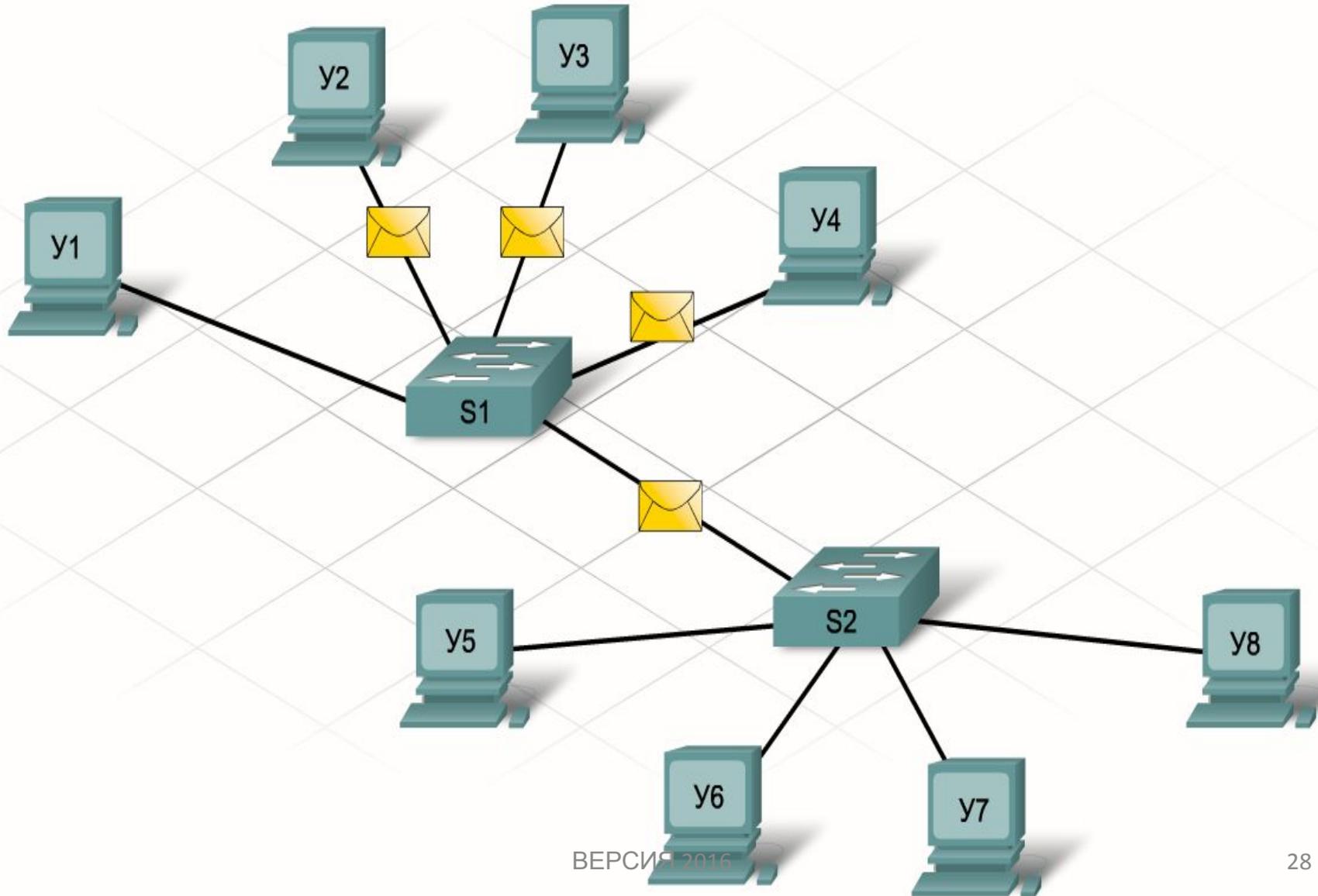
# Пример широковещательной рассылки



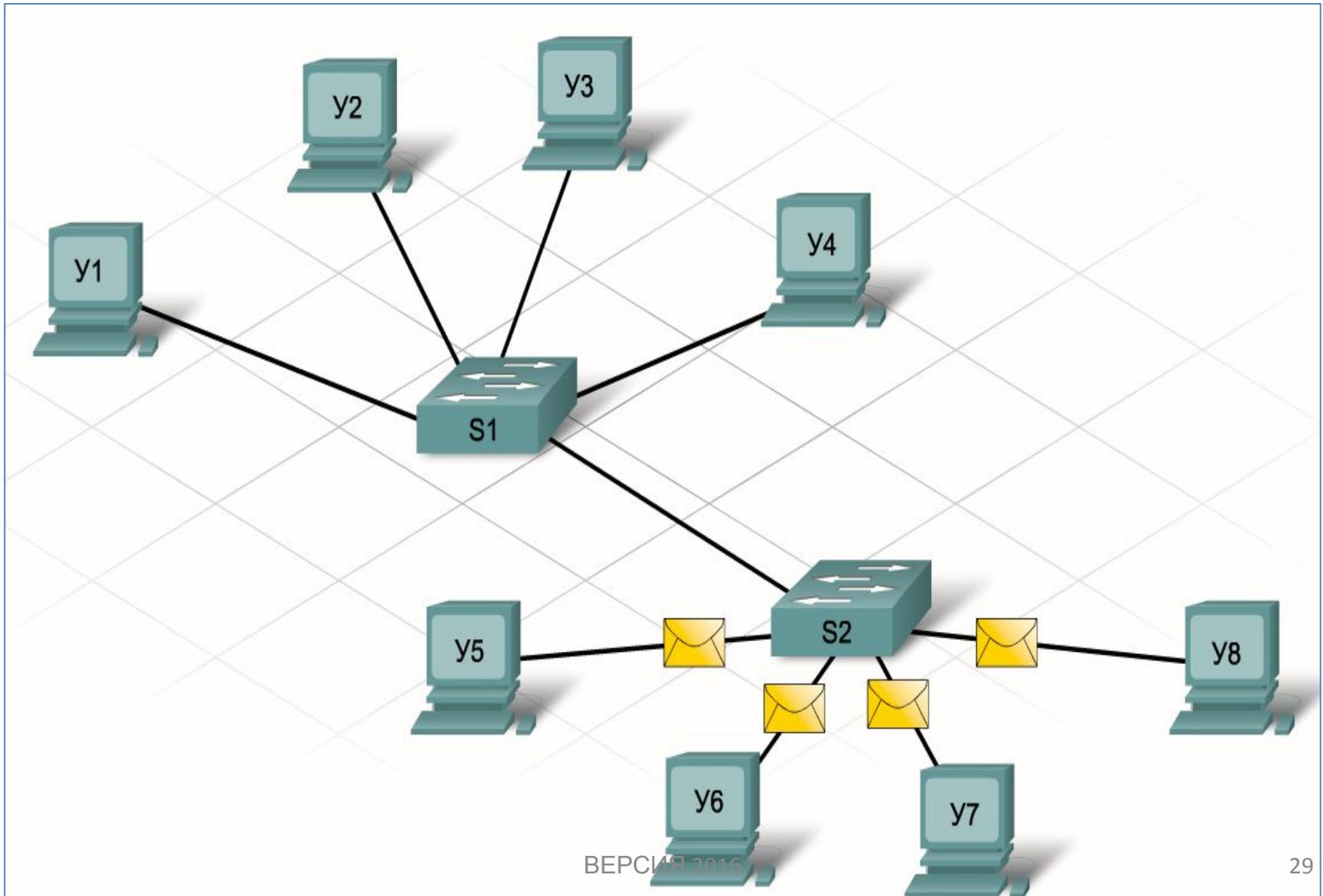
# Пример широковещательной рассылки



# Пример широковещательной рассылки



# Пример широковещательной рассылки



- Когда узел подключается к порту коммутатора, создается выделенное подключение.
- Когда два соединенных узла взаимодействуют друг с другом, коммутатор обращается к таблице коммутации и создает виртуальное подключение или **микросегмент** между портами.
- **Коммутатор поддерживает виртуальный канал до прекращения сеанса.** Несколько виртуальных каналов могут быть активны одновременно.
- Микросегментация улучшает коэффициент использования полосы пропускания за счет уменьшения количества коллизий и поддержки нескольких параллельных подключений.
- **Коммутаторы могут поддерживать симметричную и асимметричную коммутацию.** Коммутаторы, все порты которых работают на одинаковой скорости, называются **симметричными.**

- Однако многие коммутаторы имеют два или более высокоскоростных портов. Эти высокоскоростные порты, или порты для каскадирования, используются для подключения к зонам с более высокими требованиями к полосе пропускания.

Сферы применения таких портов:

- подключение к другим коммутаторам;
- каналы связи с серверами или серверными фермами;
- подключение к другим сетям.

Для соединения портов, работающих на разных скоростях, используется **асимметричная коммутация**.

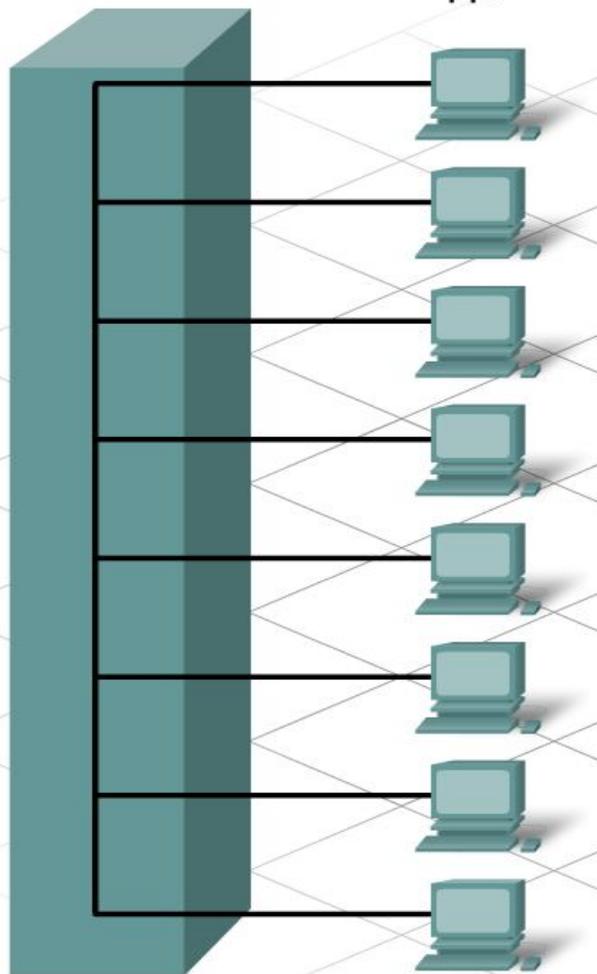
При необходимости коммутатор сохраняет информацию в памяти, чтобы создать буфер между портами с разными скоростями передачи данных.

**Асимметричные коммутаторы** широко распространены в корпоративных средах

# Отличия хабов от коммутаторов

Концентратор

До

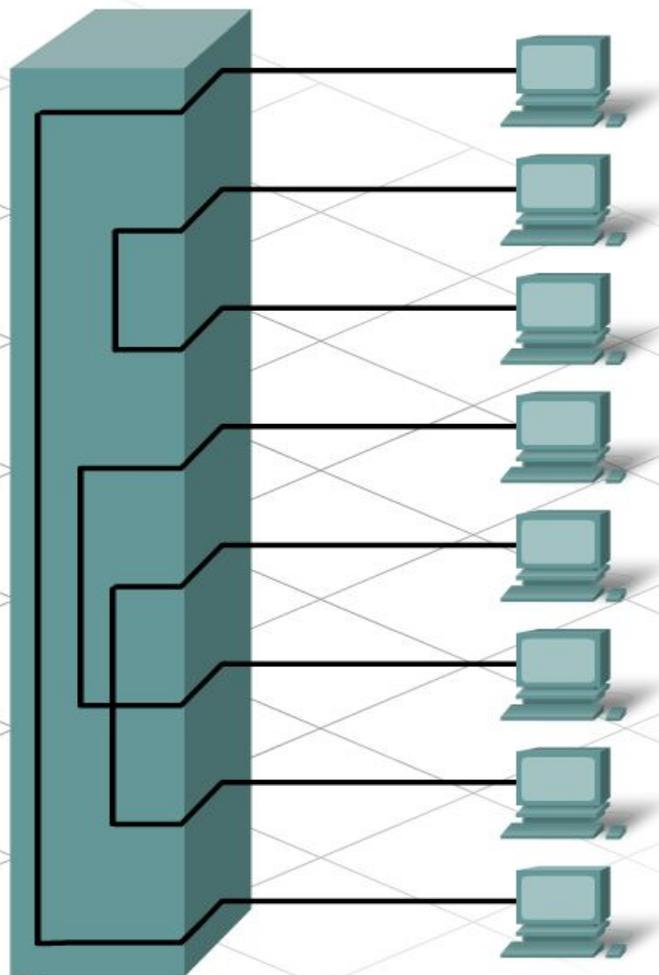


Весь трафик в сетевом сегменте видим

Общий сегмент

Коммутатор

После



Несколько путей передачи трафика внутри коммутатора

Микросегментация

## 3.1.2 Многоуровневые коммутация

Традиционно сети состояли из отдельных устройств 2-го и 3-го уровней. Каждое устройство использовало различные методы обработки и пересылки трафика.

### Уровень 2

- Коммутаторы уровня 2 являются **аппаратными**. Они пересылают трафик со скоростью, соответствующей скорости передачи среды, используя внутренние схемы, которые физически соединяют каждый порт со всеми остальными портами.
- Процесс пересылки использует MAC-адрес и наличие MAC-адреса назначения в таблице MAC-адресов.
- **Коммутатор 2-го уровня пересылает трафик**

# Управляемые коммутаторы

- **Управляемые коммутаторы (Managed Switches)** по сравнению с неуправляемыми и настраиваемыми являются более сложными устройствами, поддерживающими расширенный набор функций 2-го и 3-го уровня модели **OSI**.
- Такие **устройства предоставляют большой выбор интерфейсов**, обладают высокоскоростной внутренней магистралью, а также возможностью установки дополнительных модулей и физического стекирования.
- **Управление коммутаторами может осуществляться** посредством Web-интерфейса, командной строки (CLI), протокола управления сетью SNMP, протокола Telnet позволяющему удалённому пользователю регистрироваться в сети и т. д.

# Управляемые коммутаторы

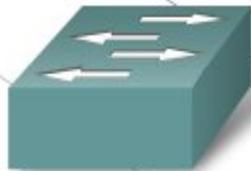
- Серия бюджетных управляемых L2-коммутаторов Fast Ethernet DES-1228/ME, DES-3028/52 может использоваться на уровне доступа сетей малых, средних и крупных предприятий, а также в сетях провайдеров для предоставления услуг.
- Коммутаторы поддерживают базовый и расширенный функционал 2-го уровня, обеспечивающий управление доступом пользователей, контроль полосы пропускания, сегментацию сети, управление широковещательными пакетами и групповой рассылкой.
- Коммутаторы DES-1228/ME также поддерживают функцию диагностики кабеля.

## Уровень 3

- Маршрутизаторы являются программными устройствами и используют микропроцессоры для маршрутизации на основе IP-адресов.
- **Маршрутизация 3-го уровня** обеспечивает пересылку трафика между разными сетями и подсетями.
- **Когда пакет принимается** на интерфейсе маршрутизатора, он использует программное обеспечение **для поиска IP-адреса назначения и выбора оптимального пути** к сети назначения.
- Затем маршрутизатор передает пакет на **нужный выходной интерфейс**.

## Коммутация 2-го уровня

- Аппаратная коммутация
- Производительность, соответствующая скорости передачи проводной среды
- Высокоскоростная масштабируемость
- Низкое запаздывание
- Использует MAC-адрес
- Низкая стоимость



7 Прикладной

6 Представления

5 Сеансовый

4 Транспортный

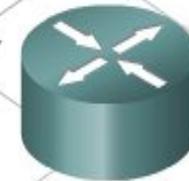
3 Сетевой

2 Канальный

1 Физический

## Маршрутизация 3-го уровня

- Программная пересылка пакетов
- Более высокое запаздывание
- Более высокая стоимость интерфейса
- использует IP-адреса
- Безопасность
- QoS



- Коммутация 3-го уровня, или многоуровневая коммутация, объединяет аппаратную коммутацию и аппаратную маршрутизацию в одном устройстве.
- Многоуровневый коммутатор объединяет функции коммутатора 2-го уровня и маршрутизатора 3-го уровня. Коммутация 3-го уровня выполняется в интегральной схеме прикладной ориентации (ASIC). Для функций пересылки кадров и пакетов используется одна микросхема ASIC.
- **Многоуровневые коммутаторы** часто сохраняют или добавляют в кэш данные маршрутизации по источнику и месту назначения, полученные из первого пакета в диалоге. Последующим пакетам не приходится выполнять поиск в таблице маршрутизации, так как они находят данные маршрутизации в памяти. Кэширование еще больше увеличивает производительность этих устройств.

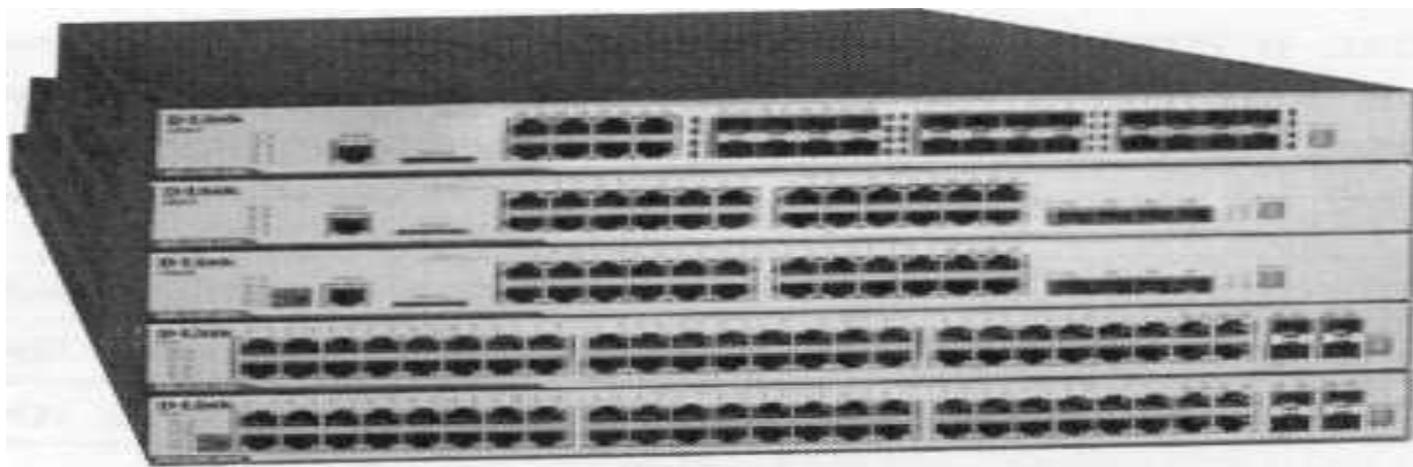


Коммутатор Cisco 2960  
2-й уровень



Коммутатор Cisco 3560  
3-й уровень

# Коммутаторы серии DGS-3120-xx



L2-коммутаторы Gigabit Ethernet серии DGS-3120-xx (рис.) могут использоваться как на уровне доступа, так и на уровне агрегации сетей Ethernet.

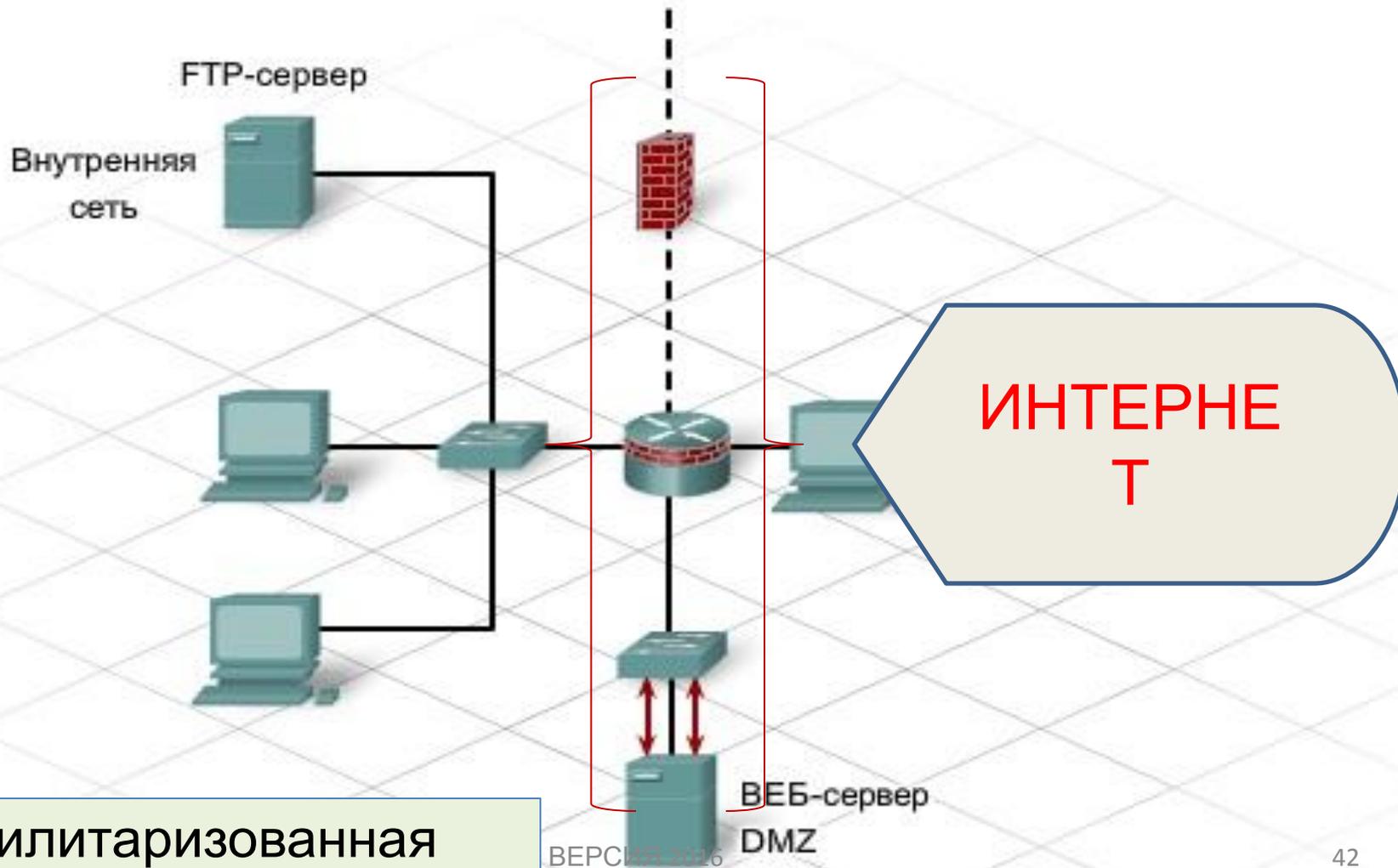
В коммутаторах реализован базовый и расширенный функционал 2-го уровня; поддерживается физическое стекирование через порты 10GE, подключение резервных источников питания,

## Часть 2

1. Простая димилитаризованная зона
2. Типы коммутации
  - Пересылка с буферизацией
  - Сквозная коммутация
  - ИЗМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОММУТАЦИИ

# Простая демилитаризованная зона

Настройка одного межсетевого экрана



демилитаризованная  
зона

## 3.1.3 Типы коммутации

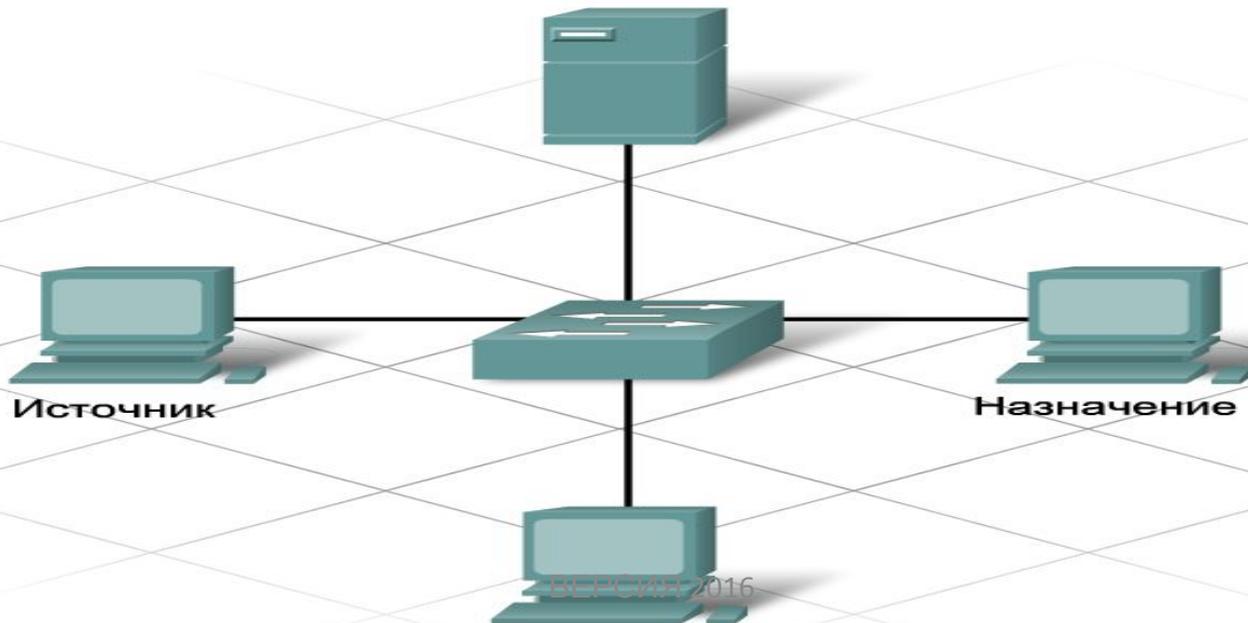
- Когда коммутация только появилась, коммутаторы поддерживали один из двух методов пересылки кадра с одного порта на другой.
- Эти методы: **пересылка с буферизацией** и **коммутация без буферизации**. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки.

### 1. Пересылка с буферизацией

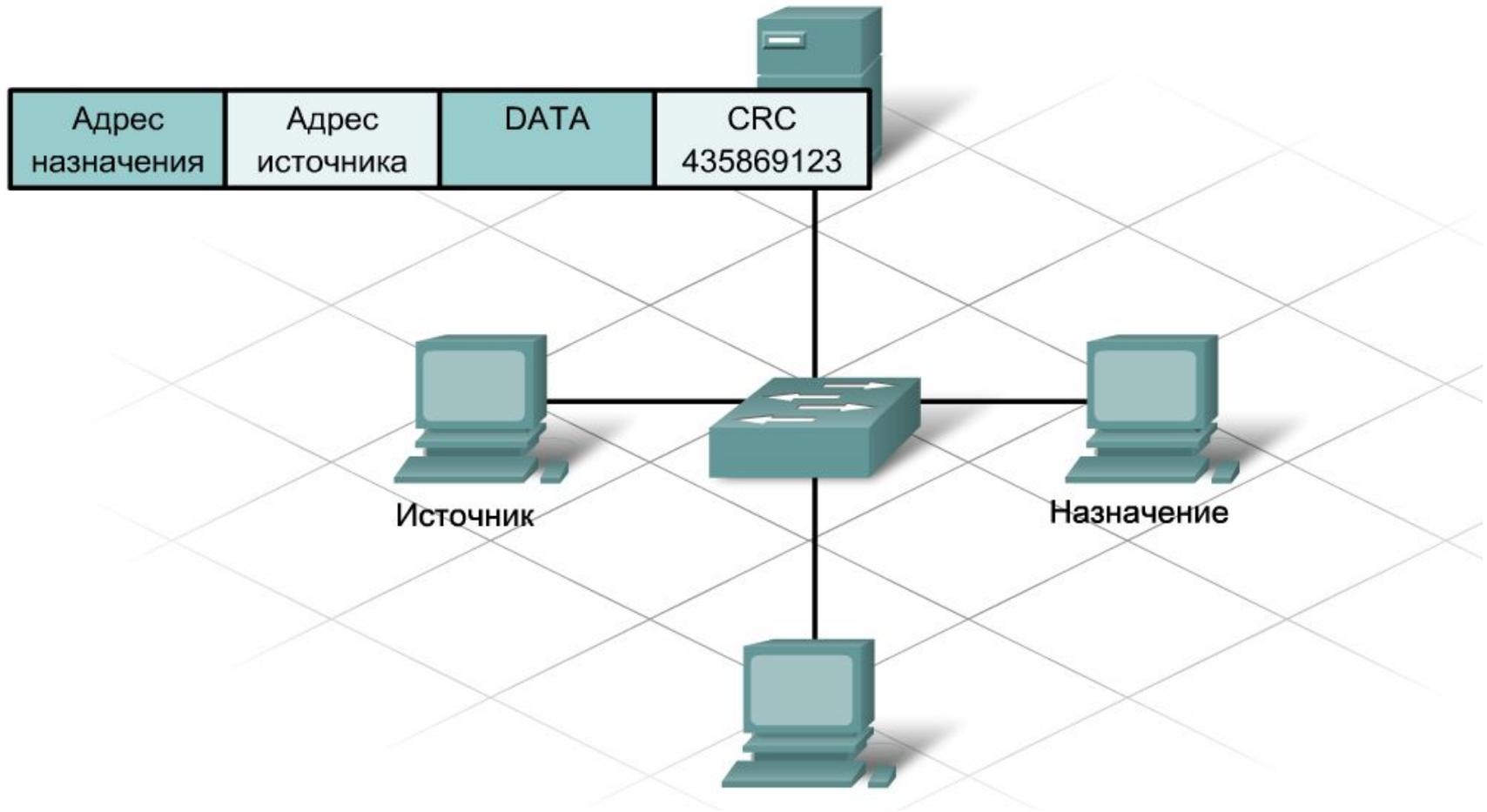
- При использовании этого типа коммутации полный кадр считывается и сохраняется в памяти перед передачей устройству назначения. Коммутатор проверяет целостность битов в кадре, вычисляя значение циклического контроля четности (CRC).
- Если рассчитанное значение CRC совпадает со значением в поле CRC кадра, коммутатор пересылает кадр через порт назначения. Коммутатор не пересылает кадры, если значения CRC не совпадают. Значение CRC находится в поле контрольной последовательности кадра (FCS) в кадре Ethernet.

Хотя этот метод позволяет предотвратить передачу поврежденных кадров в другие сегменты, **он вызывает значительное запаздывание.**

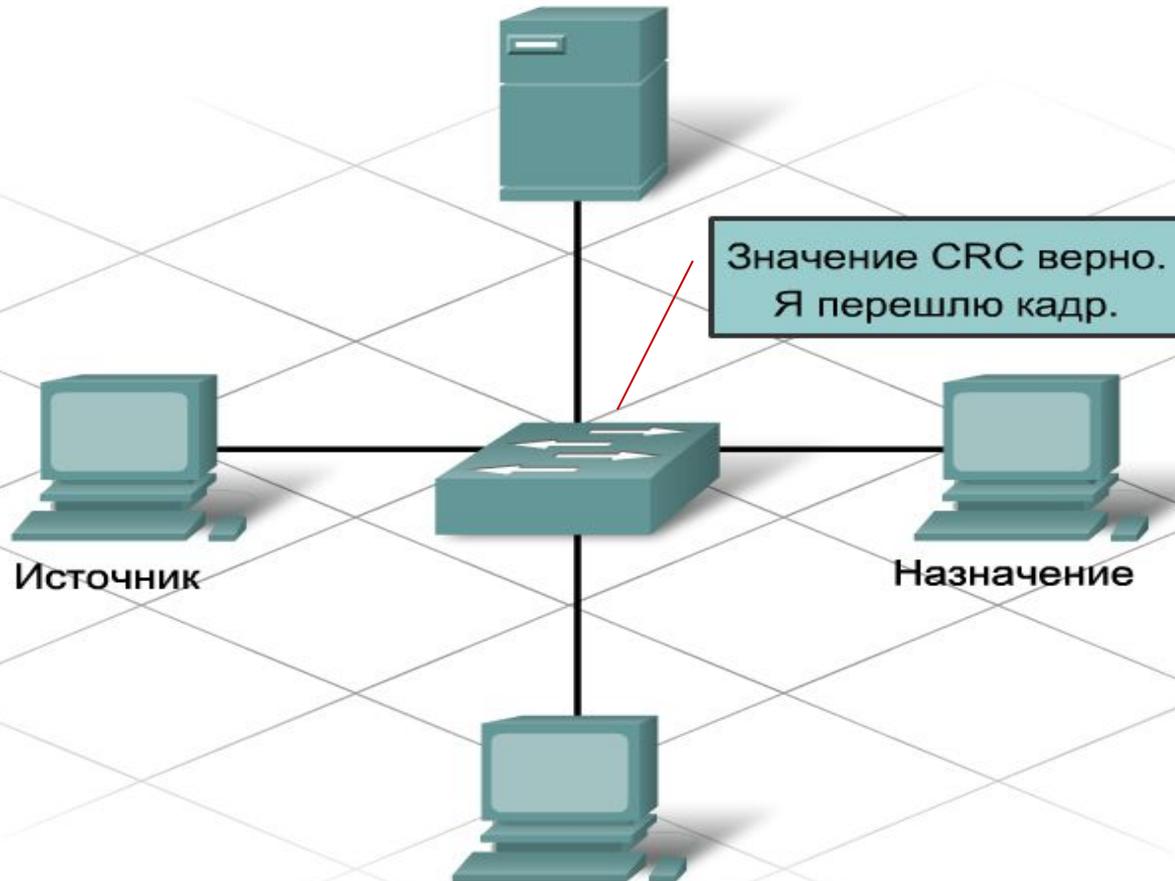
Из-за этого коммутация с буферизацией в основном используется в средах с высокой вероятностью возникновения ошибок, например в средах, часто подвергающихся воздействию электромагнитных импульсов.



# Пересылка с буферизацией



# Пересылка с буферизацией



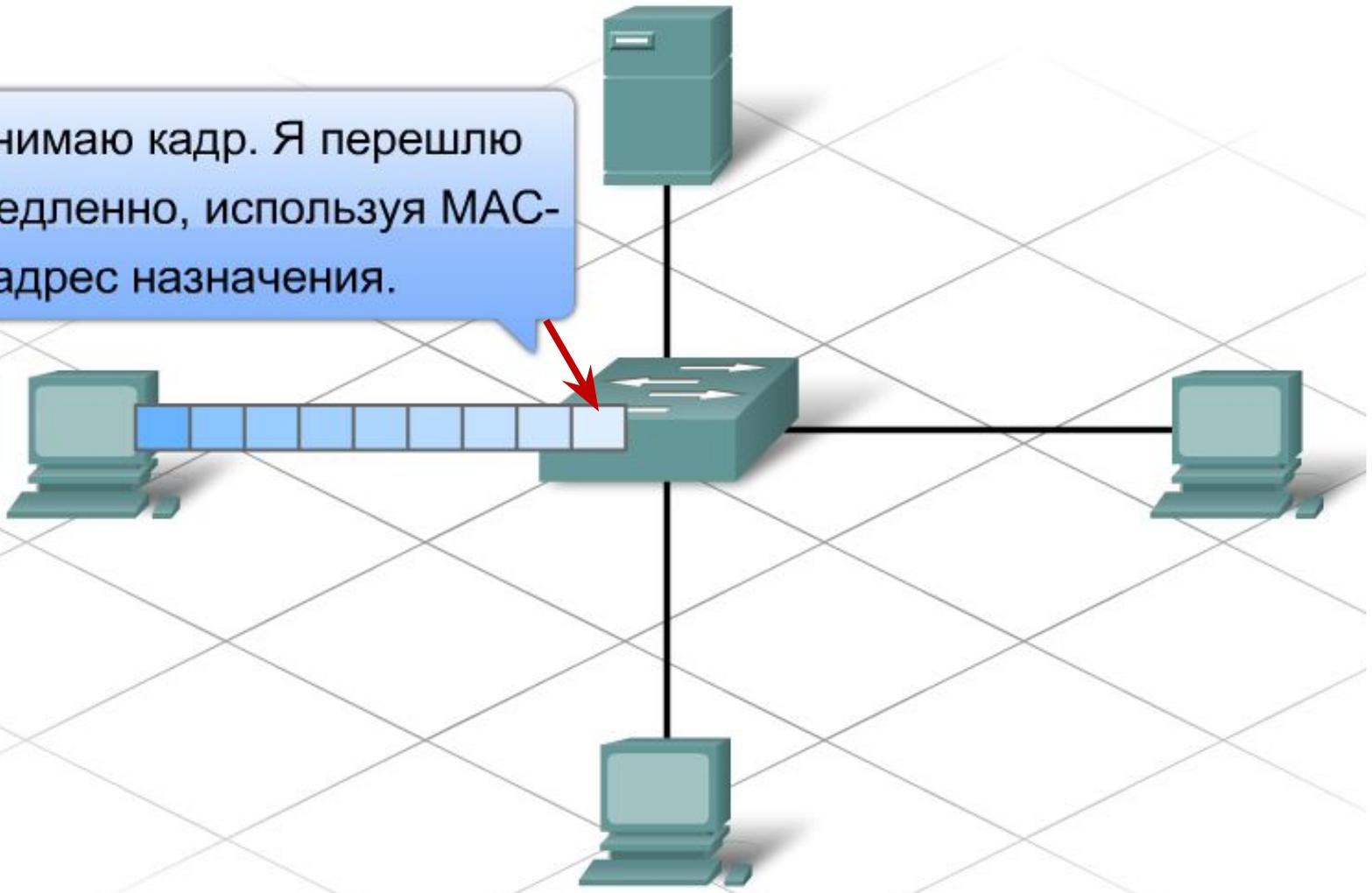
# Сквозная коммутация

- Другой основной метод коммутации — сквозная коммутация.
- **Сквозная коммутация включает два метода:** быстрая пересылка и коммутация с исключением фрагментов.
- При использовании обоих методов коммутатор пересылает кадр, не дожидаясь его полного приема. **Поскольку коммутатор не вычисляет и не проверяет значение CRC, возможна передача поврежденных кадров.**
- **Быстрая пересылка — самый быстрый метод коммутации.** Коммутатор пересылает кадры из порта назначения сразу после считывания MAC-адреса. Этот метод характеризуется **наименьшим запаздыванием**, но может пересылать коллизионные и поврежденные фрагменты. **Этот метод коммутации лучше всего работает в**

- При коммутации с исключением фрагментов коммутатор считывает первые 64 байта кадра перед началом пересылки этого кадра из порта назначения. Минимальный допустимый кадр Ethernet составляет 64 байта.
- Кадры меньшего размера, как правило, являются результатом коллизий и называются кадрами с недопустимо малой длиной, или пакет-"коротышка". Проверка первых 64 байт позволяет предотвратить пересылку коллизионных фрагментов коммутатором.
- Коммутация с буферизацией имеет наибольшее запаздывание, быстрая пересылка — наименьшее. Запаздывание коммутации с исключением фрагментов лежит посередине между этими методами. Коммутация с исключением фрагментов является оптимальным методом в средах, в которых возникает много коллизий.
- В качественно спроектированной коммутируемой сети коллизии не являются проблемой, потому предпочтительным методом является быстрая коммутация.

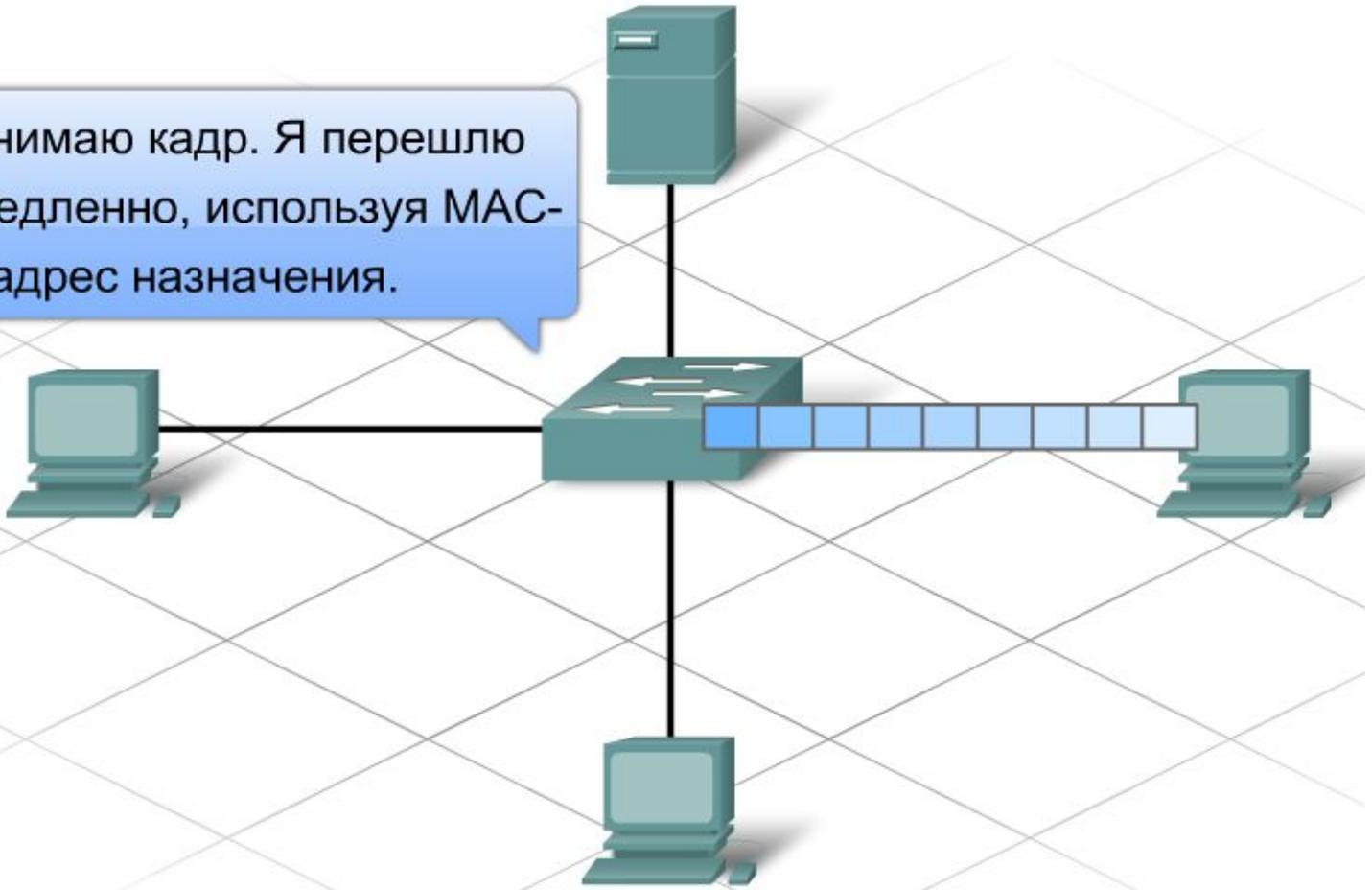
## 2 Быстрая пересылка:

Я принимаю кадр. Я перешлю его немедленно, используя MAC-адрес назначения.



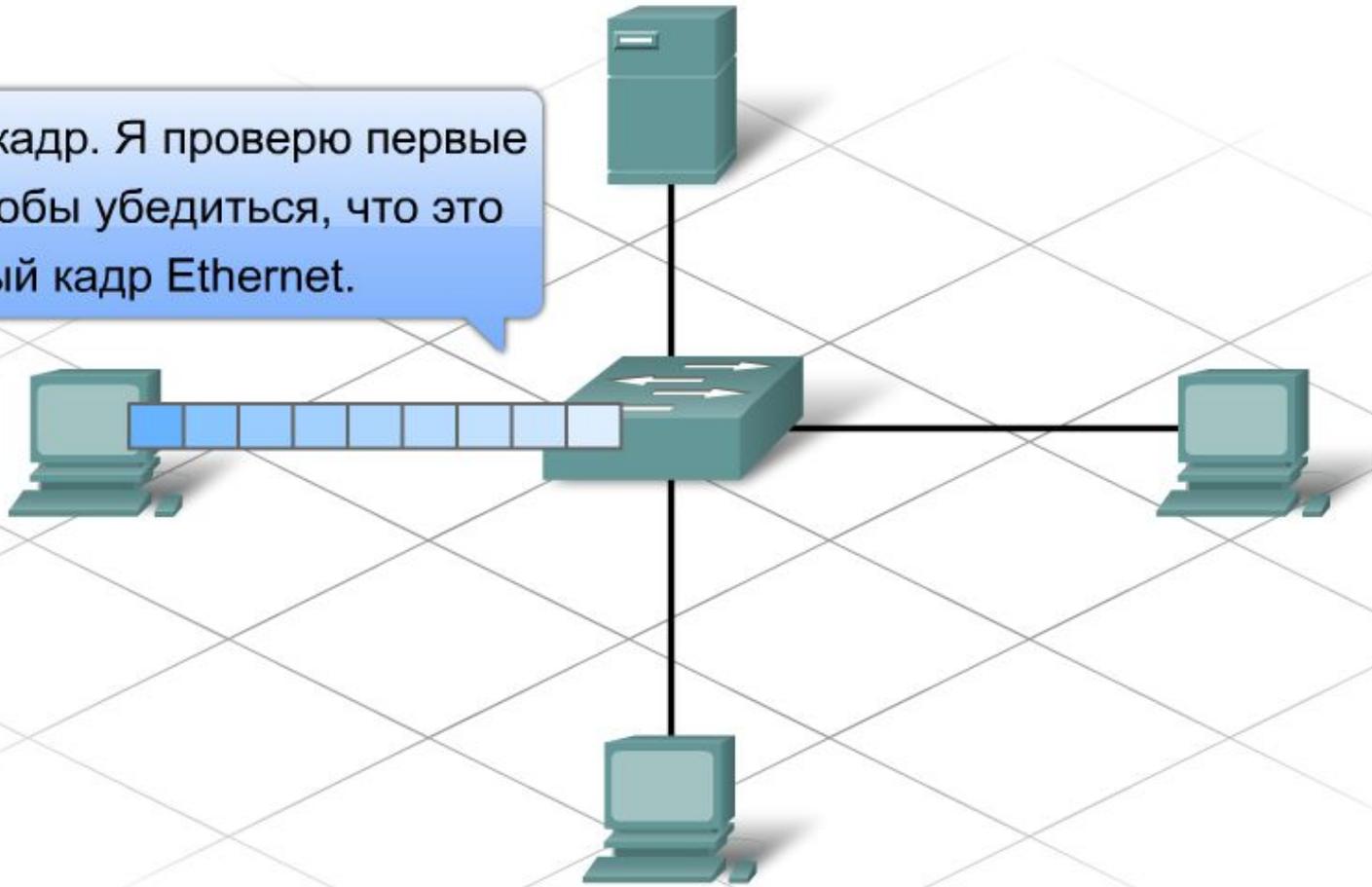
# Быстрая пересылка:

Я принимаю кадр. Я перешлю его немедленно, используя MAC-адрес назначения.

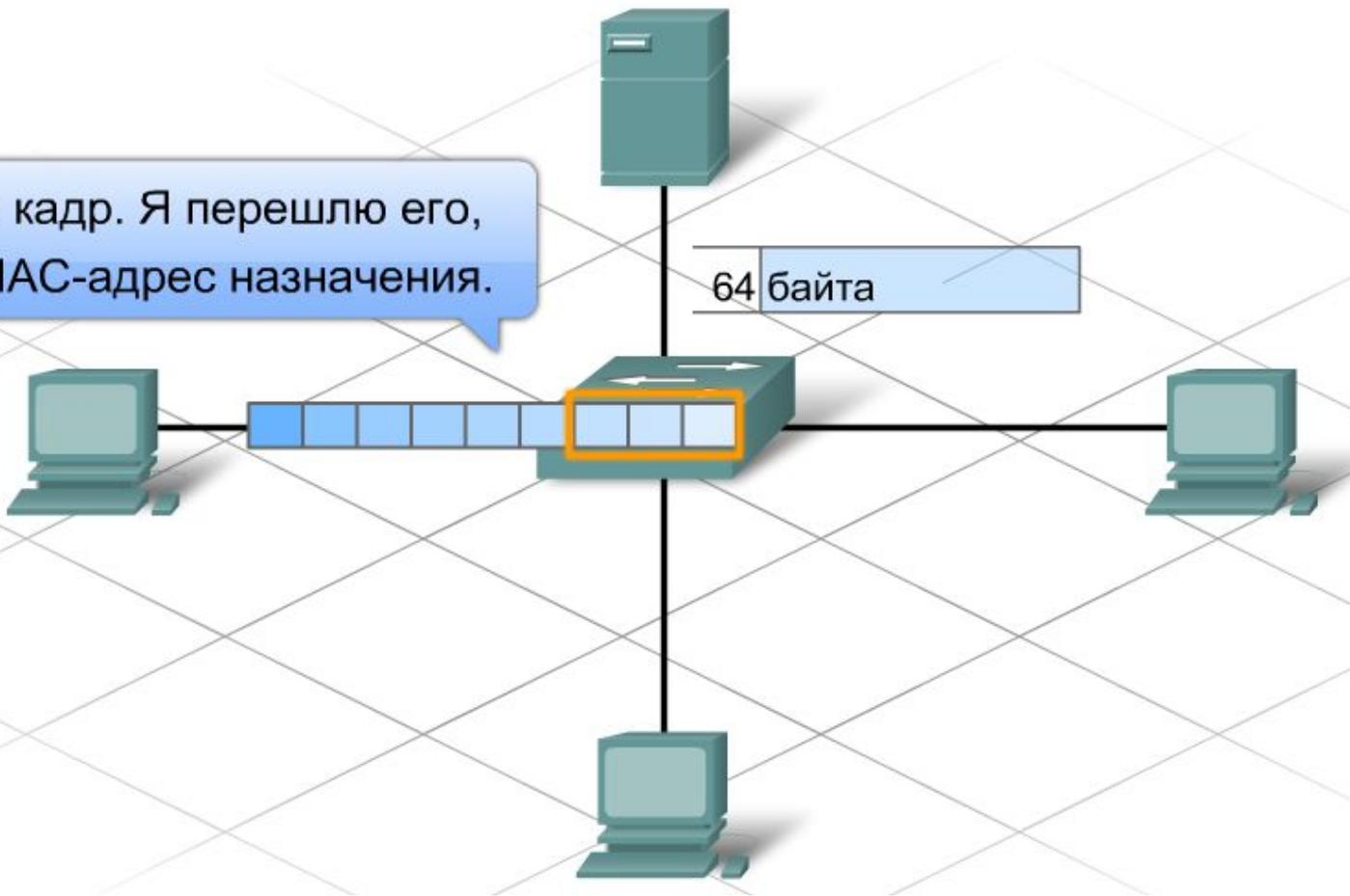


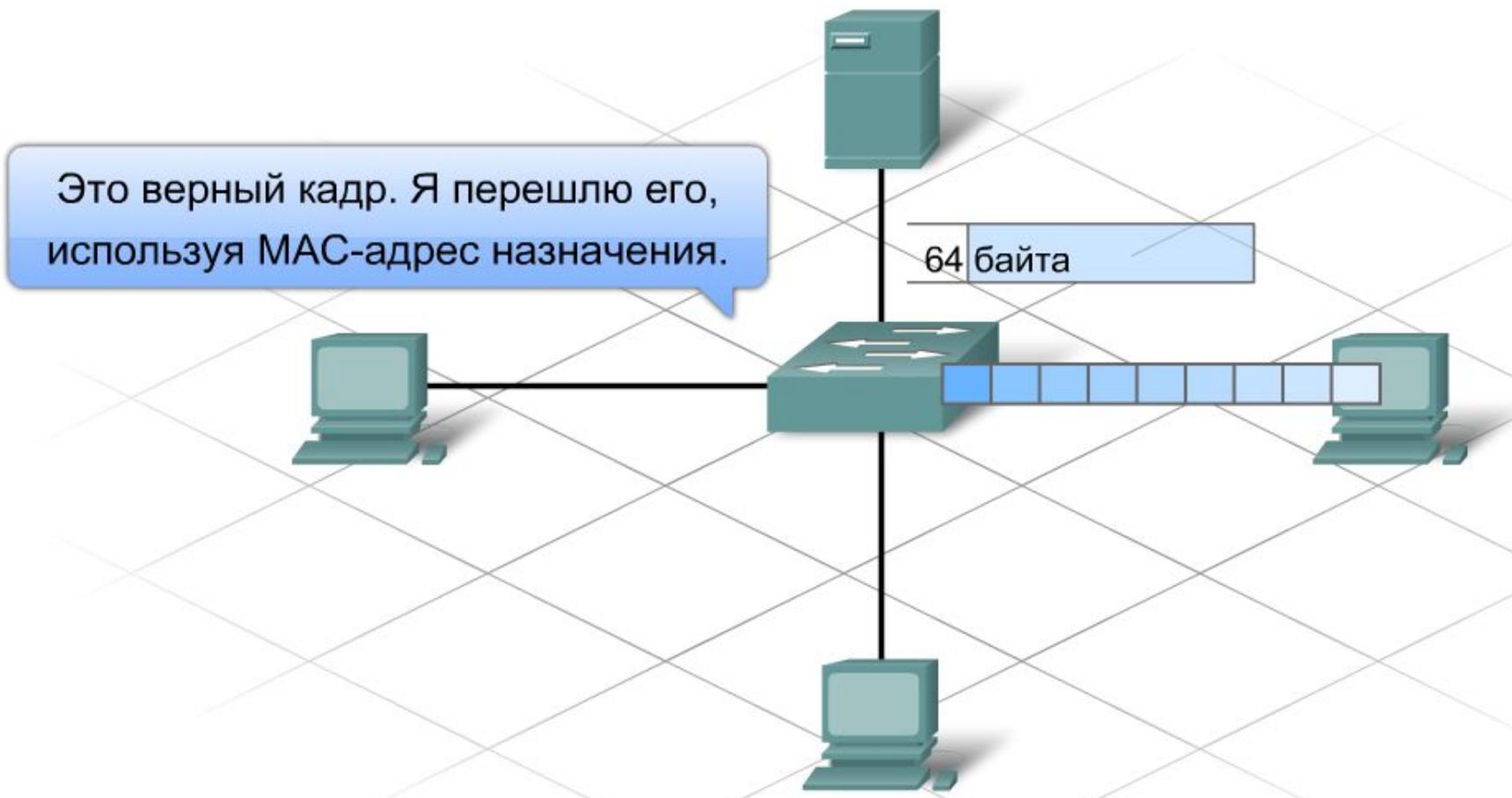
# Коммутация с исключением фрагментов:

Я принимаю кадр. Я проверю первые 64 байта, чтобы убедиться, что это верный кадр Ethernet.



Это верный кадр. Я перешлю его, используя MAC-адрес назначения.





- В настоящий момент большинство коммутаторов Cisco для локальных сетей используют метод передачи с буферизацией.
- Это связано с тем, что новая технология и низкое время обработки позволяют коммутаторам сохранять и обрабатывать кадры почти так же быстро, как при сквозной коммутации, но без ошибок.
- Кроме того, многие функции высшего класса, такие как многоуровневая коммутация, используют метод коммутации с буферизацией.

# ИЗМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОММУТАЦИИ

- Кроме того, некоторые **новые коммутаторы 2-го и 3-го уровней могут изменять метод коммутации** в соответствии с меняющимся состоянием сети.
- Эти коммутаторы выполняют быструю пересылку кадров, чтобы **обеспечить минимальное запаздывание**.
- Несмотря на то, что коммутатор не выявляет ошибки перед пересылкой кадра, ошибки распознаются, и их количество сохраняется в памяти.
- Число обнаруженных ошибок сравнивается с предварительно **заданным пороговым значением**.

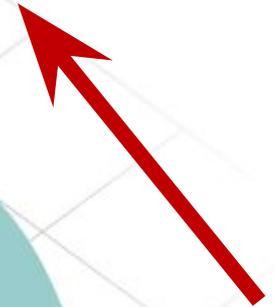
- Если количество ошибок превышает пороговое значение, значит коммутатор передал недопустимое число ошибочных кадров.
- В этом случае коммутатор переключается на метод с буферизацией.
- Если количество ошибок опускается ниже порогового значения, коммутатор возвращается в режим быстрой пересылки.
- Этот режим называется **адаптивной сквозной коммутацией**.

# ИЗМЕНЕНИЕ МЕТОДА КОММУТАЦИИ

Коммутация с буферизацией



Сквозная коммутация



Снижение  
количества  
ошибок

Повышение  
количества  
ошибок

