



OTUS

ОНЛАЙН-ОБРАЗОВАНИЕ

Онлайн-образование

Не забыть включить запись!





Меня хорошо видно && слышно?

Ставьте ☐ , если все хорошо
Напишите в чат, если есть проблемы



VLAN и маршрутизация между VLAN

Рукин Андрей

преподаватель

cisco@sk12.ru

Правила вебинара



Активно участвуем



Задаем вопрос в чат или голосом

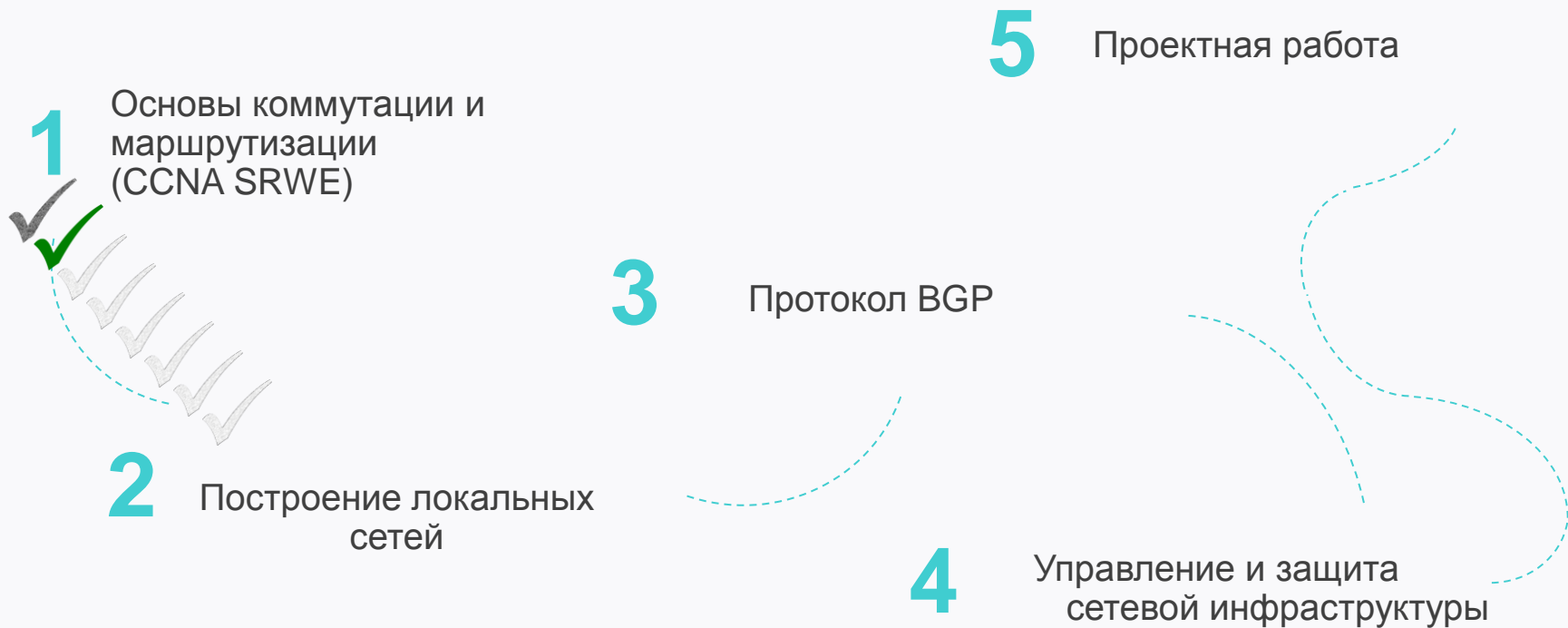


Off-topic обсуждаем в Slack #канал группы или #general



Вопросы вижу в чате, могу ответить не сразу

Карта курса





Модуль 3: VLAN

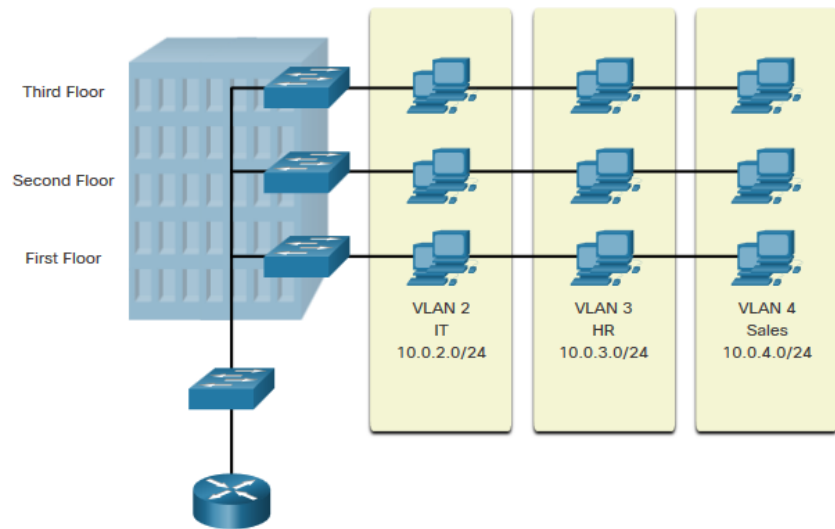
Switching, Routing and Wireless
Essentials v7.0 (SRWE)



3.1 Обзор виртуальных локальных сетей

Обзор сетей VLAN

Определение сети VLAN



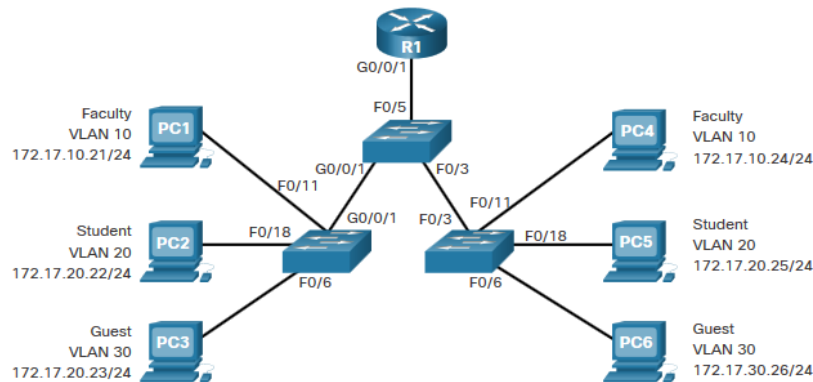
VLAN являются логическими соединениями с другими аналогичными устройствами.

Размещение устройств в различных VLAN имеет следующие характеристики:

- Обеспечивает сегментацию различных групп устройств на одних и тех же коммутаторах
- Обеспечение более управляемой организации
- Широковещательные, многоадресные и одноадресные передачи изолированы в отдельной VLAN
- Каждая VLAN будет иметь свой уникальный диапазон IP-адресации
- Меньший размер широковещательных доменов

Преимущества сетей VLAN

Преимущества	Описание
Меньший размер широковещательных доменов	Разделение локальной сети уменьшает количество широковещательных доменов
Повышенный уровень безопасности.	Только пользователи одной и той же сети VLAN могут общаться вместе
Повышение эффективности ИТ-инфраструктуры	VLAN могут группировать устройства с аналогичными требованиями, например, преподаватели и студенты
Снижение затрат	Один коммутатор может поддерживать несколько групп или VLAN
Повышение производительности	Малые широковещательные домены уменьшают трафик, улучшая пропускную способность
Упрощенное и более безопасное управление	Подобным группам понадобятся аналогичные приложения и другие сетевые ресурсы



Типы сетей VLAN

Сеть VLAN по умолчанию

VLAN 1 является следующей:

- The default VLAN, VLAN 1
- Измените VLAN с нетегированным трафиком по умолчанию.
- сеть VLAN управления по умолчанию
- Невозможно удалить или переименовать

```
Switch# show vlan brief
VLAN Name                Status    Ports
----  -
1      default                active    Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4
                                           Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8
                                           Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12
                                           Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16
                                           Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20
                                           Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
                                           Gi0/1, Gi0/2
1002   fddi-default            act/unsup
1003   token-ring-default      act/unsup
1004   fddinet-default         act/unsup
1005   trnet-default           act/unsup
```


Типы сетей VLAN

Сеть VLAN для данных

- Посвящается пользовательскому трафику
- VLAN 1 является VLAN для данных по умолчанию, так как для этой VLAN назначены все интерфейсы.

VLAN с нетегированным трафиком

- Используется только для магистральных каналов.
- Все кадры помечены на магистральном канале 802.1Q, за исключением тех, которые находятся в собственной VLAN.

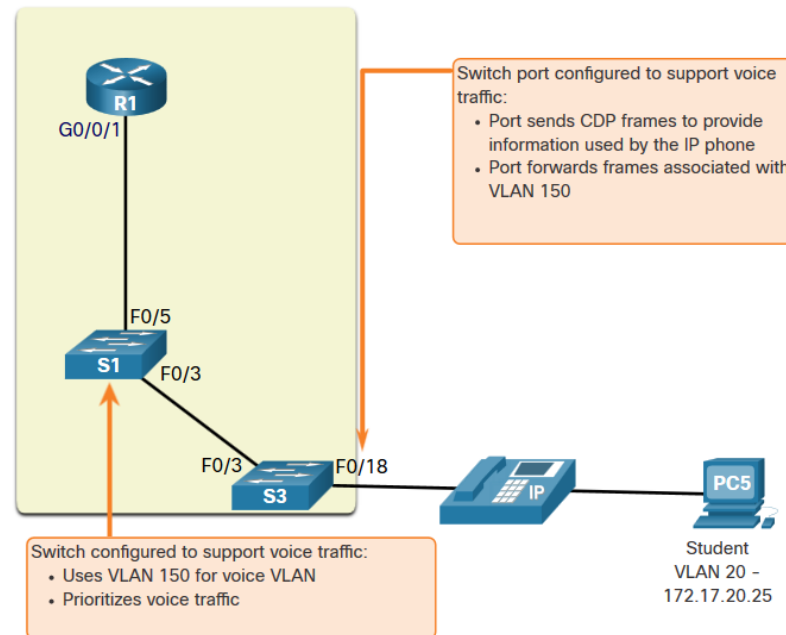
Сеть VLAN управления (Management VLAN)

- Это используется для SSH/Telnet VTY трафика и не должно переноситься с трафиком конечного пользователя.

Типы сетей VLAN

Голосовая VLAN

- Отдельная VLAN необходима, так как для голосового трафика требуется:
- Гарантированная пропускная способность
- Высокий приоритет QoS
- Возможность избежать заторов
- Задержка менее 150 мс от источника к месту назначения
- Вся сеть должна быть спроектирована для поддержки голосовой связи.



3.2. Сети VLAN в среде с несколькими коммутаторами

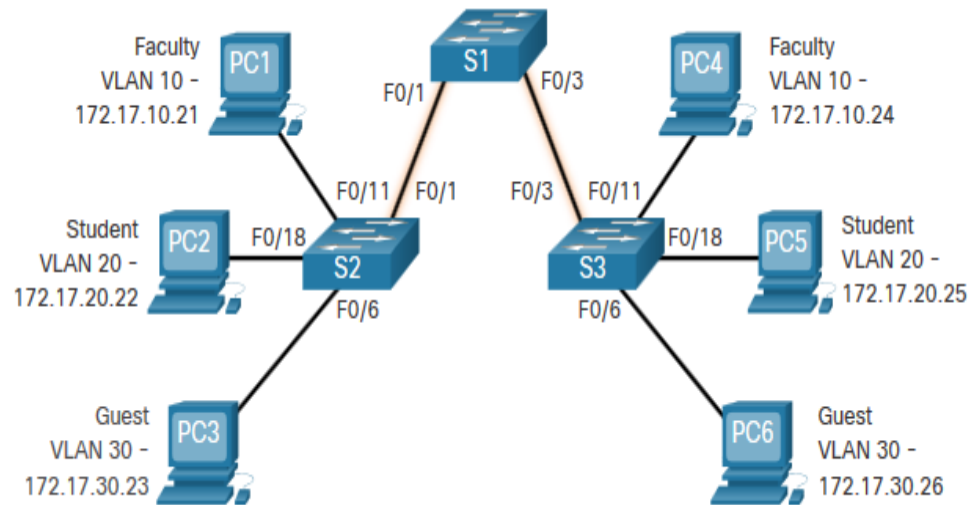
Сети VLAN в среде с несколькими коммутаторами

Магистраль сетей VLAN

Канал — это канал «точка-точка» между двумя сетевыми устройствами.

Функции транка Cisco:

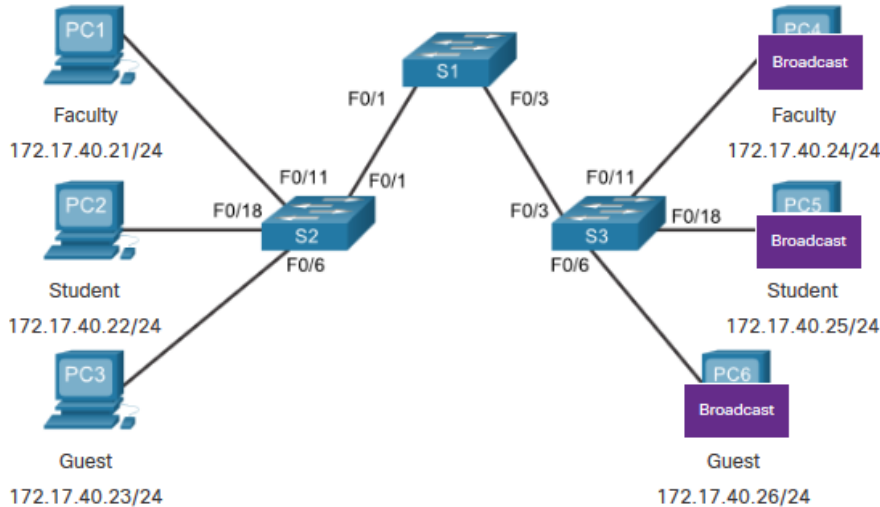
- Разрешить несколько VLAN
- Расширение сети VLAN по всей сети
- По умолчанию поддерживает все VLAN
- Поддержка транкинга 802.1Q



Виртуальные локальные сети в среде с несколькими коммутаторами

Сети без VLAN

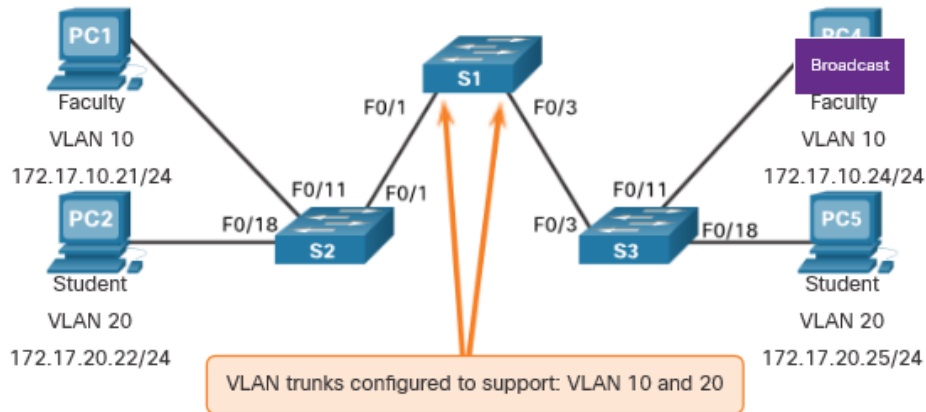
Без VLAN все устройства, подключенные к коммутаторам, будут получать весь одноадресный, многоадресный и широковещательный трафик.



PC1 sends out a local Layer 2 broadcast. The switches forward the broadcast frame out all available ports.

Сети без VLAN

В VLAN одноадресный, многоадресный и широковещательный трафик ограничен VLAN. Без устройства уровня 3 для подключения VLAN устройства в разных VLAN не могут обмениваться данными.

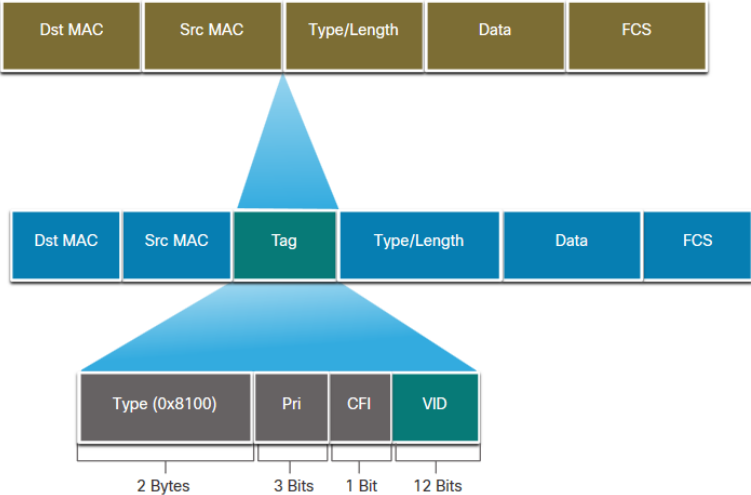


PC1 sends out a local Layer 2 broadcast. The switches forward the broadcast frame only out ports configured for VLAN10.

Сети VLAN в среде с несколькими коммутаторами

Тегирование кадров Ethernet для идентификации сети VI

- Заголовок IEEE 802.1Q составляет 4 байта
- При создании тега FCS необходимо пересчитать.
- При отправке на конечные устройства этот тег должен быть удален и FCS пересчитан обратно на исходный номер.



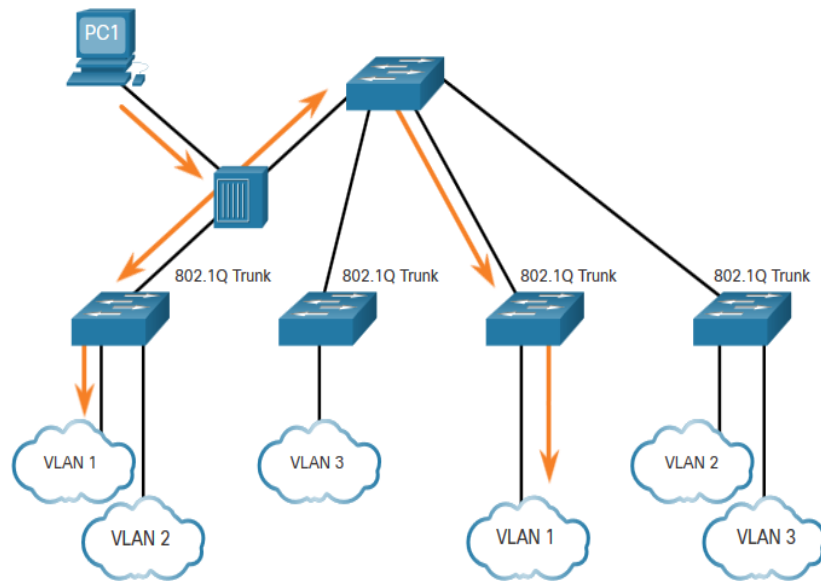
Поле тегов VLAN 802.1Q	Функция
Тип	<ul style="list-style-type: none">• 2-байтовое поле с шестнадцатеричным 0x8100• Это называется идентификатором протокола тегов (TPID)
Приоритет пользователя	<ul style="list-style-type: none">• 3-битное значение, которое поддерживает CoS
Идентификатор канонического формата (CFI)	<ul style="list-style-type: none">• 1-битное значение, которое может поддерживать кадры token ring на Ethernet
идентификатор VLAN	<ul style="list-style-type: none">• 12-битный идентификатор VLAN, который может поддерживать до 4096 VLAN

Сети VLAN в среде с несколькими коммутаторами

VLAN с нетегированным трафиком и тегирование по протоколу 802.1Q

Основы магистрали 802.1Q:

- Маркировка обычно выполняется на всех VLAN.
- Использование нативного VLAN было разработано для устаревшего использования, как и концентратор, приведенный в примере.
- Если не изменено, VLAN1 является нативным VLAN.
- Оба конца магистрального канала должны быть сконфигурированы с одним и тем же нативным VLAN.
- Каждая магистраль настраивается отдельно, поэтому на отдельных магистралях можно иметь разные нативные VLAN.

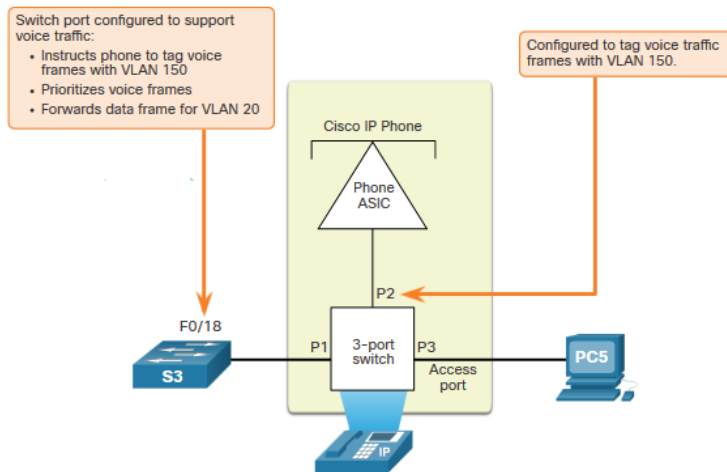


Сети VLAN в среде с несколькими коммутаторами

Тегирование голосовой сети VLAN

VoIP телефон представляет собой трехпортовый коммутатор:

- Коммутатор будет использовать CDP для информирования телефона о голосовой VLAN.
- Телефон помечает свой собственный трафик (Voice) и может установить стоимость обслуживания (CoS). CoS является QoS для уровня 2.
- Телефон может или не может пометить кадры с ПК.



Трафик	Функция маркировки
Голосовая VLAN	в голосовой VLAN, тегированной значением приоритета класса обслуживания (CoS) уровня 2;
VLAN доступа	также может быть помечен значением приоритета CoS уровня 2
VLAN доступа	VLAN нетегирован (без значения приоритета CoS уровня 2).

Тегирование голосовой сети VLAN - пример

Команда **show interfaces fa0/18 switchport** может показывать как данные, так и голосовые VLAN, назначенные интерфейсу.

```
S1# show interfaces fa0/18 switchport
Name: Fa0/18
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: static access
Administrative Trunking Encapsulation: negotiate
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 20 (student)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: 150 (voice)
```

3.3 Конфигурация VLAN

Настройка VLAN

Диапазоны VLAN на коммутаторах Catalyst

Коммутаторы Catalyst 2960 и 3560 способны поддерживать более 4000 сетей VLAN.

```
Switch# show vlan brief

VLAN Name                Status    Ports
----
1    default                active    Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4
                                           Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8
                                           Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12
                                           Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16
                                           Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20
                                           Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24
                                           Gi0/1, Gi0/2
1002 fddi-default          act/unsup
1003 token-ring-default    act/unsup
1004 fddinet-default        act/unsup
1005 trnet-default         act/unsup
```

сети VLAN нормального диапазона 1-1005	сети VLAN расширенного диапазона 1006-4096
Используется в малых и средних предприятиях	Используется поставщиками услуг
1002 — 1005 зарезервированы для старых VLAN	в файле текущей конфигурации Running-Config
1, 1002 — 1005 создаются автоматически и не могут быть удалены	Поддерживают небольшое число функций VLAN
Хранится в файле vlan.dat во флэш-памяти	Требуются конфигурации VTP
VTP может синхронизировать между коммутаторами	

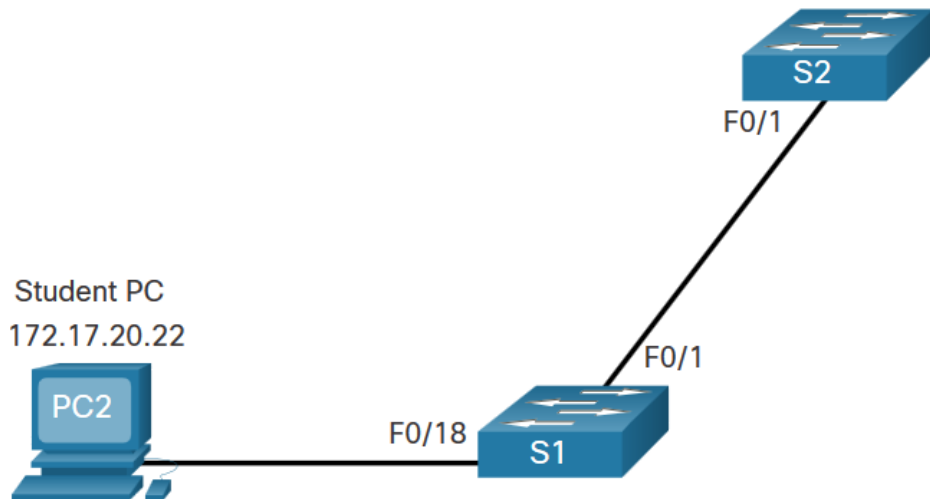
Команды создания VLAN

Создание VLAN в режиме глобальной конфигурации.

Задача	Команда IOS
Войдите в режим глобальной настройки.	Switch# configure terminal
Создайте сеть VLAN с допустимым номером идентификатора.	Switch(config)# vlan <i>vlan-id</i>
Укажите уникальное имя для идентификации сети VLAN.	Switch(config-vlan)# name <i>vlan-name</i>
Вернитесь в привилегированный режим.	Switch (config-vlan) # end
Войдите в режим глобальной настройки.	Switch# configure terminal

Команды создания VLAN - пример

- Если студенческий ПК будет находиться в VLAN 20, мы сначала создадим VLAN, а затем назовем ее.
- Если его не назвать, Cisco IOS присваивает ему имя `vlan` по умолчанию и четырехзначный номер VLAN. Например, `vlan0020` для VLAN 20.



Командная строка	Команда
S1#	Configure terminal
S1(config)#	vlan 20
S1 (config-vlan) #	name student
S1 (config-vlan) #	end

Команды назначения портов VLAN

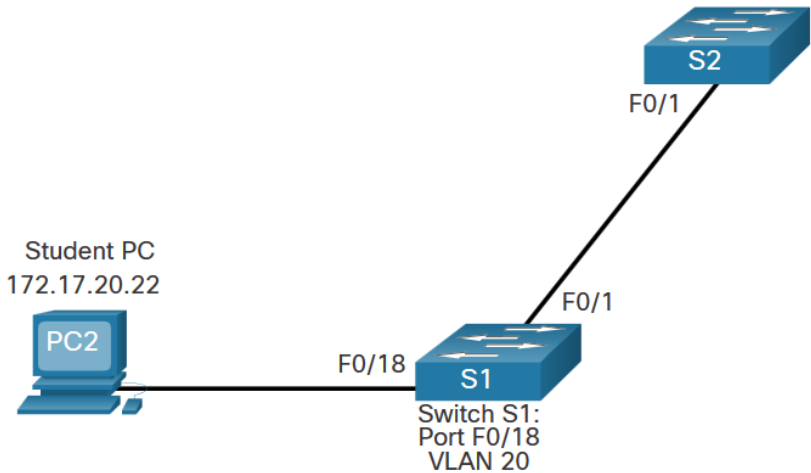
После того, как VLAN будет создана, мы можем назначить ее правильным интерфейсам.

Задача	Команда
Войдите в режим глобальной настройки.	Switch# configure terminal
Войдите в режим конфигурации интерфейса.	Switch(config)# interface <i>interface-id</i>
Переведите порт в режим доступа.	Switch(config-if)# switchport mode access
Назначьте порт сети VLAN.	Switch(config-if)# switchport access vlan <i>vlan-id</i>
Вернитесь в привилегированный режим.	Switch(config-if)# end

Команды назначения портов VLAN

Мы можем назначить VLAN интерфейсу порта.

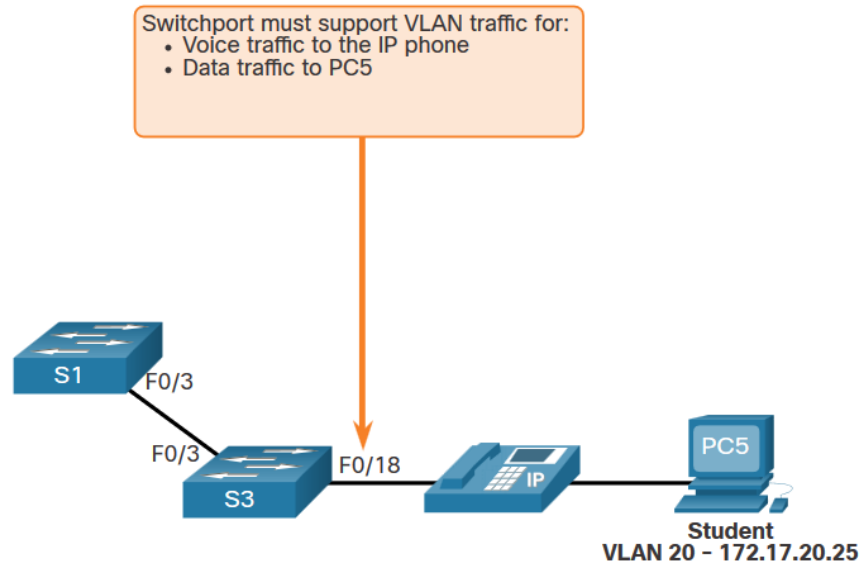
- После назначения устройству VLAN конечному устройству потребуется информация об IP-адресе для этой VLAN
- Здесь Студенческий ПК получает 172.17.20.22



Командная строка	Команда
S1#	Настройте терминал
S1(config)#	Interface fa0/18
S1(config-if)#	Switchport mode access
S1(config-if)#	Switchport access vlan 20
S1(config-if)#	end

Данные конфигурации VLAN и голосовые VLAN

Порт доступа можно назначить только одной сети VLAN. Однако он также может быть назначен одной голосовой VLAN, если телефон и конечное устройство отключены от одного порта коммутатора.



Данные конфигурации VLAN и голосовые VLAN

- Мы хотим создать и назвать VLAN для голоса и данных .
- Помимо назначения VLAN данных, мы также назначим голосовую VLAN и включим QoS для голосового трафика к интерфейсу.
- Новый коммутатор катализатора автоматически создаст VLAN, если она еще не существует, когда она будет назначена интерфейсу.

```
S1(config)# vlan 20
S1(config-vlan)# name student
S1(config-vlan)# vlan 150
S1(config-vlan)# name VOICE
S1(config-vlan)# exit
S1(config)# interface fa0/18
S1(config-if)# switchport mode access
S1(config-if)# switchport access vlan 20
S1(config-if)# mls qos trust cos
S1(config-if)# switchport voice vlan 150
S1(config-if)# end
```

```
% Access VLAN does not exist. Creating vlan 30
```

Проверьте конфигурацию сети VLAN.

Использование команды **show vlan** Полный синтаксис:

**show vlan [brief | id *vlan-id* |
name *vlan-name* | summary]**

```
S1# show vlan summary
Number of existing VLANs           : 7
Number of existing VTP VLANs       : 7
Number of existing extended VLANs  : 0
```

```
S1# show interface vlan 20
Vlan20 is up, line protocol is up
  Hardware is EtherSVI, address is 001f.6ddb.3ec1 (bia 001f.6ddb.3ec1)
  MTU 1500 bytes, BW 1000000 Kbit, DLY 10 usec,
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255
  Encapsulation ARPA, loopback not set

(Output omitted)
```

Задача	Вариант команды
Отображает имя, состояние и порты VLAN по одной VLAN на строку.	brief
Отображает информацию об отдельной VLAN, определяемой по номеру идентификатора VLAN.	id <i>vlan-id</i>
Отображает информацию об имени одной сети VLAN. <i>Имя VLAN</i> — это код ASCII размером от 1 до 32 символов.	name <i>vlan-name</i>
Отобразите общую информацию о VLAN.	Обзор

Изменение членства порта VLAN

Существует несколько способов изменить членство в VLAN:

- повторно использовать команду **switchport access vlan *vlan-id***
- использовать команду **no switchport access vlan** для возвращения интерфейса обратно в VLAN 1

Используйте команды **show vlan brief** или **show interface fa0/18 switchport** для проверки правильности связи VLAN.

```
S1(config)# interface fa0/18
S1(config-if)# no switchport access vlan
S1(config-if)# end
S1#
S1# show vlan brief
```

VLAN	Name	Status	Ports
1	default	active	Fa0/1, Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4 Fa0/5, Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8 Fa0/9, Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12 Fa0/13, Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16 Fa0/17, Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20 Fa0/21, Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24 Gi0/1, Gi0/2
20	student	active	
1002	fddi-default	act/unsup	
1003	token-ring-default	act/unsup	
1004	fddinet-default	act/unsup	
1005	trnet-default	act/unsup	

```
S1# show interfaces fa0/18 switchport
Name: Fa0/18
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: static access
Administrative Trunking Encapsulation: negotiate
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
```

Конфигурация VLAN

Удаление VLAN

Удалите VLAN с помощью команды **no vlan *vlan-id***.

Внимание! Перед удалением сети VLAN необходимо сначала переназначить все ее порты другой сети VLAN.

- Удалите все VLAN с помощью команды **delete flash:vlan.dat** или команды **delete vlan.dat**.
- Перезагрузите коммутатор при удалении всех VLAN.

Примечание. Чтобы восстановить заводское значение по умолчанию — отключите все кабели для передачи данных, удалите начальную конфигурацию и удалите файл `vlan.dat`, а затем перезагрузите устройство.

3.4 Магистралли сети VLAN

Команды конфигурации транка

Настройка и проверка магистралей VLAN. Транки являются уровнем 2 и несут трафик для всех VLAN.

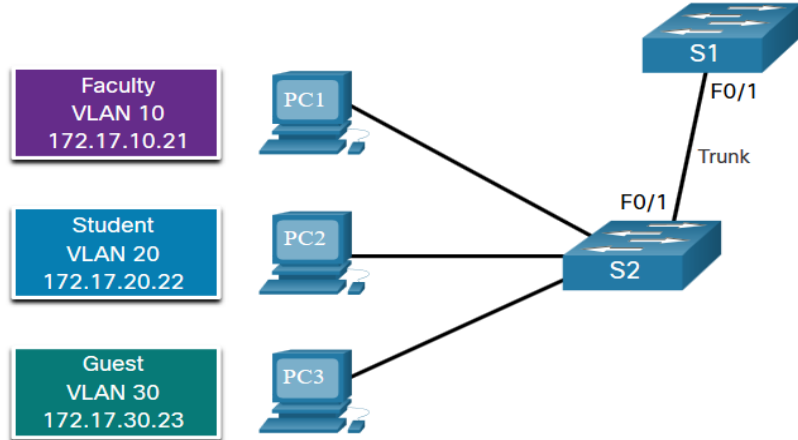
Задача	Команда IOS
Войдите в режим глобальной настройки.	Switch# configure terminal
Войдите в режим конфигурации интерфейса.	Switch(config)# interface <i>interface-id</i>
Установите порт в режим постоянной магистрали.	Switch(config-if)# switchport mode trunk
Установите в качестве VLAN с нетегированным трафиком сеть, отличную от VLAN 1.	Switch(config-if)# switchport trunk native vlan <i>vlan-id</i>
Укажите список сетей VLAN, которым разрешен доступ в магистральный канал.	Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan <i>vlan-list</i>
Вернитесь в привилегированный режим.	Switch(config-if)# end

Команды конфигурации транка - пример

К каждой VLAN относятся следующие подсети:

- VLAN 10 - Faculty/Staff - 172.17.10.0/24
- VLAN 20 - Students - 172.17.20.0/24
- VLAN 30 - Guests - 172.17.30.0/24
- VLAN 99 - Native - 172.17.99.0/24

Порт F0/1 на S1 настроен как магистральный порт.



Командная строка	Команда
S1(config)#	Interface fa0/18
S1(config-if)#	Switchport mode trunk
S1(config-if)#	Switchport trunk native vlan 99
S1(config-if)#	Switchport trunk allowed vlan 10,20,30,99
S1(config-if)#	end

Магистраль VLAN

Проверка настроек магистраль

Установите режим магистраль и native vlan.

Обратите внимание на команду **sh int fa0/1 switchport** :

- Установлено для транка административно
- Установлено для транка в оперативном порядке (функционирует)
- Инкапсуляция dot1q
- Сеть VLAN с нетегированным трафиком -99
- Все VLAN, созданные на коммутаторе, будут передавать трафик по этой магистраль

```
S1(config)# interface fa0/1
S1(config-if)# switchport mode trunk
S1(config-if)# no switchport trunk native vlan 99
S1(config-if)# end
S1# show interfaces fa0/1 switchport
Name: Fa0/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: trunk
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 99 (VLAN0099)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging: enabled
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk associations: none
Administrative private-vlan trunk mappings: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
(output omitted)
```

Магистральи VLAN Сброс магистральи в состояние по умолчанию

- Сброс параметров магистральи по умолчанию с помощью команды `no`.
- Все VLAN, разрешенные для прохождения трафика
- Native VLAN = VLAN 1
- Проверьте настройки по умолчанию с помощью команды **`sh int fa0/1 switchport`**

```
S1(config)# interface fa0/1
S1(config-if)# no switchport trunk allowed vlan
S1(config-if)# no switchport trunk native vlan
S1(config-if)# end
```

```
S1# show interfaces fa0/1 switchport
Name: Fa0/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: trunk
Operational Mode: trunk
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: dot1q
Negotiation of Trunking: On
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
Administrative private-vlan host-association: none
Administrative private-vlan mapping: none
Administrative private-vlan trunk native VLAN: none
Administrative private-vlan trunk Native VLAN tagging: enabled
Administrative private-vlan trunk encapsulation: dot1q
Administrative private-vlan trunk normal VLANs: none
Administrative private-vlan trunk associations: none
Administrative private-vlan trunk mappings: none
Operational private-vlan: none
Trunking VLANs Enabled: ALL
Pruning VLANs Enabled: 2-1001
(output omitted)
```


Магистральи VLAN Сброс магистральи в состояние по умолчанию

Сброс магистральи в режим доступа с помощью команды **switchport mode access** :

- Устанавливается на интерфейсе доступа административно
- Устанавливается на интерфейс доступа в оперативном порядке (функционирующий)

```
S1(config)# interface fa0/1
S1(config-if)# switchport mode access
S1(config-if)# end
S1# show interfaces fa0/1 switchport
Name: Fa0/1
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: static access
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
(output omitted)
```

3.5 Динамический протокол транкинга (DTP)

Динамический протокол транкинга

Общие сведения о DTP

Протокол динамического транкинга (DTP) — это собственный протокол Cisco.

Характеристики DTP являются следующими:

- Включен по умолчанию на коммутаторах Catalyst 2960 и 2950
- Динамический автоматический используется по умолчанию для коммутаторов 2960 и 2950
- Может быть отключен с помощью команды `nonegotiate`
- Может быть снова включен, установив интерфейс на `dynamic-auto`
- Установка коммутатора на статический магистраль или статический доступ позволит избежать проблем согласования с **`switchport mode trunk`** или **`switchport mode access`**.

```
S1(config-if)# switchport mode trunk  
S1(config-if)# switchport nonegotiate
```

```
S1(config-if)# switchport mode dynamic auto
```

Динамический протокол транкинга

Режимы интерфейса для согласования

Команда **switchport mode** имеет дополнительные параметры.

Используйте команду конфигурации интерфейса **switchport nonegotiate**, чтобы остановить согласование DTP.

Параметр	Описание
access	Режим постоянного доступа и согласовывает преобразование соседнего канала в канал доступа
dynamic auto	Будет становиться интерфейсом магистральной, если соседний интерфейс установлен в транк или режим desirable
dynamic desirable	Активно стремится стать магистралью путем переговоров с другими auto или desirable интерфейсами
trunk	режим постоянного транкинга и согласовывает преобразование соседнего канала в

Динамический протокол транкинга (DTP)

Результаты настройки DTP

Варианты конфигурации DTP являются следующими:

	Dynamic Auto	Dynamic Desirable	Trunk	Access
Dynamic Auto	Access	Trunk	Trunk	Access
Dynamic Desirable	Trunk	Trunk	Trunk	Access
Trunk	Trunk	Trunk	Trunk	Ограниченные возможности подключения
Access	Access	Access	Ограниченные возможности подключения	Access

Dynamic Trunking Protocol (DTP)

Проверка режима DTP

Конфигурация DTP по умолчанию зависит от версии и платформы Cisco IOS.

- Используйте команду **show dtp interface** для определения текущего режима DTP.
- В соответствии с рекомендациями рекомендуется установить для интерфейсов режим доступа или транк и отключить DTP.

```
S1# show dtp interface fa0/1
DTP information for FastEthernet0/1:
TOS/TAS/TNS: ACCESS/AUTO/ACCESS
TOT/TAT/TNT: NATIVE/NEGOTIATE/NATIVE
Neighbor address 1: C80084AEF101
Neighbor address 2: 000000000000
Hello timer expiration (sec/state): 11/RUNNING
Access timer expiration (sec/state): never/STOPPED
Negotiation timer expiration (sec/state): never/STOPPED
Multidrop timer expiration (sec/state): never/STOPPED
FSM state: S2:ACCESS
# times multi & trunk 0
Enabled: yes
In STP: no
```





Модуль 4: Маршрутизация между сетями VLAN

Switching, Routing, and
Wireless Essentials (SRWE)



4.1. Процесс маршрутизации между сетями VLAN

Процесс маршрутизации между сетями VLAN

Что такое маршрутизация между сетями VLAN?

VLAN используются для сегментации коммутируемых сетей уровня 2 по разным причинам. Независимо от причины, хосты в одной VLAN не могут взаимодействовать с хостами в другой VLAN, если нет маршрутизатора или коммутатора уровня 3 для предоставления услуг маршрутизации.

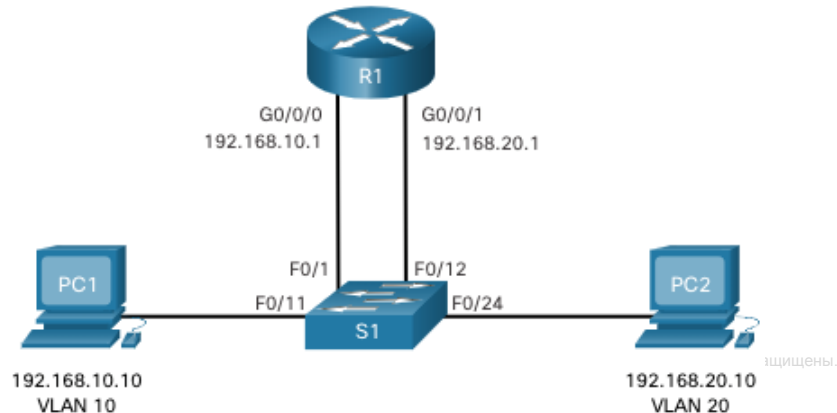
Маршрутизация между сетями VLAN — это процесс переадресации сетевого трафика из одной сети VLAN в другую с помощью маршрутизатора.

Существуют три варианта маршрутизации между VLAN.

- **Старый метод маршрутизации между VLAN** - это устаревшее решение. Плохо масштабируется
- **Router-on-a-Stick** - это приемлемое решение для сети малых и средних размеров.
- **Коммутатор уровня 3 с использованием коммутируемых виртуальных интерфейсов (SVI)** — это наиболее масштабируемое решение для средних и крупных организаций.

Устаревший метод маршрутизации между сетями VLAN

- Первое решение маршрутизации между VLAN основывалось на использовании маршрутизатора с несколькими интерфейсами Ethernet. Каждый интерфейс маршрутизатора был подключен к порту коммутатора в разных VLAN. Интерфейсы маршрутизатора служат шлюзами по умолчанию для локальных узлов в подсети VLAN.
- Устаревший метод маршрутизации между VLAN, использующий физические интерфейсы, имеет большие ограничения. Он не является достаточно масштабируемым, поскольку маршрутизаторы имеют ограниченное количество физических интерфейсов. По мере возрастания количества VLAN в сети, требующих по одному физическому интерфейсу на каждую VLAN, количество свободных интерфейсов маршрутизатора быстро уменьшается.
- Этот метод маршрутизации между VLAN больше не реализован в коммутируемых сетях и включен только для пояснений.



Процесс маршрутизации между сетями VLAN

Маршрутизация между сетями VLAN с помощью метода Router-on-a-Stick

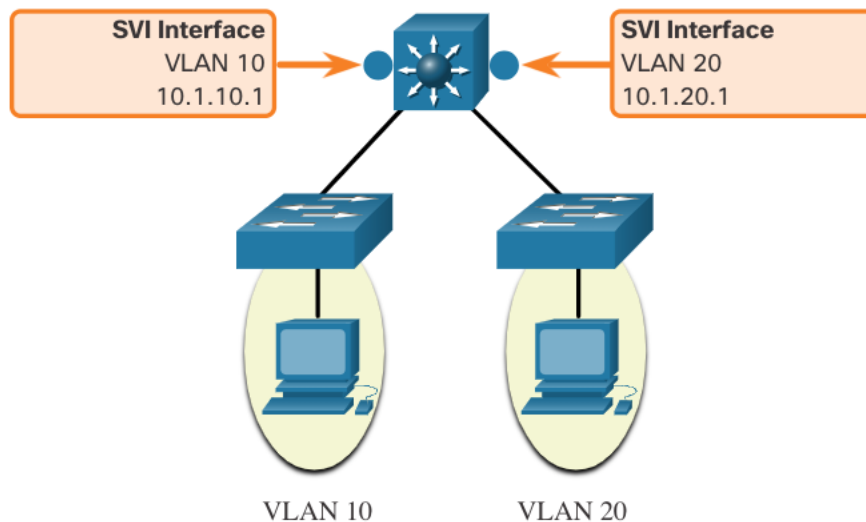
Для маршрутизации трафика между несколькими сетями VLAN в сети требуется только один физический интерфейс Ethernet.

- Интерфейс Ethernet маршрутизатора Cisco IOS настроен как магистраль 802.1Q и подключен к магистральному порту коммутатора уровня 2. В частности, интерфейс маршрутизатора настраивается с использованием субинтерфейсов для идентификации маршрутизируемых VLAN.
- Настроенные субинтерфейсы являются программными виртуальными интерфейсами. Каждый из них связан с одним физическим интерфейсом Ethernet. Каждому подынтерфейсу отдельно назначаются IP-адрес и длина префикса. Подынтерфейсы настроены для разных подсетей, которые соответствуют назначенным им VLAN.
- Когда трафик с тегом VLAN входит в интерфейс маршрутизатора, он перенаправляется на субинтерфейс VLAN. После принятия решения о маршрутизации на основе IP-адреса назначения маршрутизатор определяет интерфейс выхода для трафика.
- **Примечание.** Маршрутизация между VLAN с использованием метода router-on-a-stick не масштабируется при работе более 50 сетей VLAN.

Маршрутизация между VLAN на коммутаторе уровня 3

Современный способ выполнения маршрутизации между VLAN заключается в использовании коммутаторов уровня 3 и коммутируемых виртуальных интерфейсов (SVI). Как показано на рисунке, SVI — это виртуальный интерфейс, настраиваемый в многоуровневом коммутаторе.

Примечание. Коммутатор уровня 3 также называется многослойным коммутатором, поскольку он работает на уровнях 2 и 3. Однако в этом курсе мы используем термин «Коммутатор уровня 3».



Процесс маршрутизации между сетями VLAN

Маршрутизация между VLAN на коммутаторе уровня 3

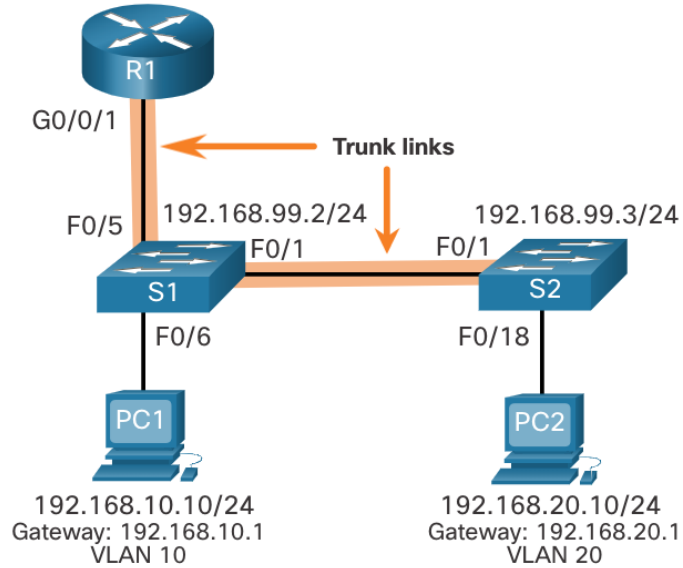
Ниже приведены преимущества использования коммутаторов уровня 3 для маршрутизации между VLAN:

- Это более быстрая маршрутизация, чем конфигурация router-on-stick, поскольку и коммутация, и маршрутизация выполняются аппаратно
- для маршрутизации не требуются внешние каналы от коммутатора к маршрутизатору.
- Они не ограничиваются одним каналом, поскольку EtherChannels уровня 2 можно использовать в качестве магистральных каналов между коммутаторами для увеличения пропускной способности.
- Задержка намного короче, поскольку для маршрутизации в другую сеть данным не нужно покидать коммутатор.
- Они чаще развертываются в локальной сети кампуса, чем маршрутизаторы.
- Единственным недостатком является то, что коммутаторы уровня 3 дороже.

4.2. Маршрутизация между сетями VLAN с помощью метода Router-on-a-Stick

Маршрутизация между сетями VLAN с помощью метода Router-on-a-Stick -Сценарий

- На рисунке интерфейс R1 GigabitEthernet 0/0/1 подключен к порту S1 FastEthernet 0/5. Порт S1 FastEthernet 0/1 подключен к порту S2 FastEthernet 0/1. Это магистральные каналы, которые необходимы для пересылки трафика внутри VLAN и между ними.
- Для маршрутизации между VLAN интерфейс R1 GigabitEthernet 0/0/1 логически разделен на три субинтерфейса, как показано в таблице. В таблице также показаны три VLAN, которые будут настроены на коммутаторах.
- Предположим, что R1, S1 и S2 имеют начальные базовые конфигурации. В настоящее время PC1 и PC2 не могут выполнять **эхо-запрос** друг с другом, поскольку они находятся в разных сетях. Только S1 и S2 могут **пинговать** друг друга, но они недоступны PC1 или PC2, потому что они также находятся в разных сетях.
- Чтобы устройства могли выполнять эхо-запрос друг с другом, коммутаторы должны быть настроены с помощью VLAN и магистралей, а маршрутизатор должен быть настроен для маршрутизации между VLAN.



Подинтерфейс	VLAN	IP-адрес
G0/0/1.10	10	192.168.10.1/24
G0/0/1.20	20	192.168.20.1/24
G0/0/1.30	99	192.168.99.1/24

Маршрутизация между сетями VLAN с помощью метода Router-on-a-Stick

Настройка на R1 подынтерфейсов

Для использования метода Router-on-a-Stick требуется настроить подынтерфейсы для каждой маршрутизируемой сети VLAN. Субынтерфейс создается с помощью команды режима глобальной конфигурации **interface** *interface_id subinterface_id*. Синтаксис для подынтерфейсов следующий: сначала указывается физический интерфейс, в данном случае g0/0, затем точка и номер подынтерфейса. Хотя это не требуется, обычно сопоставляют номер подынтерфейса с номером VLAN.

Затем каждый субынтерфейс настраивается с помощью следующих двух команд:

- **encapsulation dot1q** *vlan_id* [**native**] - Эта команда настраивает подынтерфейс для ответа на инкапсулированный трафик 802.1Q из указанного идентификатора *vlan-id*. Параметр **native** ключевого слова добавляется только для установки собственной VLAN на что-то отличное от VLAN 1.
- **ip address** *ip-address subnet-mask* - Эта команда настраивает IPv4-адрес подынтерфейса. Этот адрес обычно служит шлюзом по умолчанию для идентифицированных VLAN.

Повторите процесс для каждой маршрутизируемой. Наконец, включите виртуальный интерфейс с помощью команды конфигурации интерфейса **no shutdown**. Если отключить физический интерфейс, то все подчиненные интерфейсы также отключаются.

Маршрутизация между сетями VLAN с помощью метода Router-on-a-Stick

Настройка на R1 подинтерфейсов

В конфигурации подинтерфейсы R1 G0/0/1 настроены для VLAN 10, 20 и 99.

```
R1(config)# interface G0/0/1.10
R1(config-subif)# Description Default Gateway for VLAN 10
R1(config-subif)# encapsulation dot1q 10
R1(config-subif)# ip add 192.168.10.1 255.255.255.0
R1(config-subif)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface G0/0/1.20
R1(config-subif)# Description Default Gateway for VLAN 20
R1(config-subif)# encapsulation dot1q 20
R1(config-subif)# ip add 192.168.20.1 255.255.255.0
R1(config-subif)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface G0/0/1.99
R1(config-subif)# Description Default Gateway for VLAN 99
R1(config-subif)# encapsulation dot1q 99
R1(config-subif)# ip add 192.168.99.1 255.255.255.0
R1(config-subif)# exit
R1(config)#
R1(config)# interface G0/0/1
R1(config-if)# Description Trunk link to S1
R1(config-if)# no shut
R1(config-if)# end
R1#
*Sep 15 19:08:47.015: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/0/1, changed state to down
*Sep 15 19:08:50.071: %LINK-3-UPDOWN: Interface GigabitEthernet0/0/1, changed state to up
*Sep 15 19:08:51.071: %LINEPROTO-5-UPDOWN: Line protocol on Interface GigabitEthernet0/0/1,
changed state to up
R1#
```

Маршрутизация между сетями VLAN с помощью метода Router-on-a-Stick

Проверка подключения между PC1 и PC2

Конфигурация маршрутизатора на палочке завершается после настройки магистральной коммутатора и субинтерфейсов маршрутизатора. Конфигурацию можно проверить на хостах, маршрутизаторе и коммутаторе.

С узла проверьте подключение к узлу в другой VLAN с помощью команды **ping**. Лучше сначала проверить текущую конфигурацию IP хоста с помощью команды **ipconfig** для Windows.

Затем используйте команду **ping** для проверки соединения с PC2 и S1, как показано на рисунке. Выходные данные **ping** успешно подтверждают работу маршрутизации между VLAN.

```
C:\Users\PC1> ping 192.168.20.10
Pinging 192.168.20.10 with 32 bytes of data:
Reply from 192.168.20.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Reply from 192.168.20.10: bytes=32 time<1ms TTL=127
Ping statistics for 192.168.20.10:
    Packets: Sent = 4, Received = 4, Lost = 0 (0% loss).
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 0ms, Maximum = 0ms, Average = 0ms
C:\Users\PC1>
C:\Users\PC1> ping 192.168.99.2
Pinging 192.168.99.2 with 32 bytes of data:
Request timed out.
Request timed out.
Reply from 192.168.99.2: bytes=32 time=2ms TTL=254
Reply from 192.168.99.2: bytes=32 time=1ms TTL=254
Ping statistics for 192.168.99.2:
    Packets: Sent = 4, Received = 2, Lost = 2 (50% loss).
Approximate round trip times in milli-seconds:
    Minimum = 1ms, Maximum = 2ms, Average = 1ms
C:\Users\PC1>
```

Маршрутизация между сетями VLAN с помощью метода Router-on-a-Stick

Проверка маршрутизации между сетями VLAN с использованием метода Router-on-a-Stick

Помимо использования команды **ping** между устройствами, следующие команды **show** могут использоваться для проверки и устранения неполадок конфигурации маршрутизатора на палке.

- **show ip route**
- **show ip interface brief**
- **show interfaces**
- **show interfaces trunk**

4.3 Маршрутизация между виртуальными локальными сетями с помощью устройств коммутации уровня 3.

Маршрутизация между VLAN с использованием коммутаторов уровня 3

Коммутаторы уровня 3

Маршрутизация между VLAN

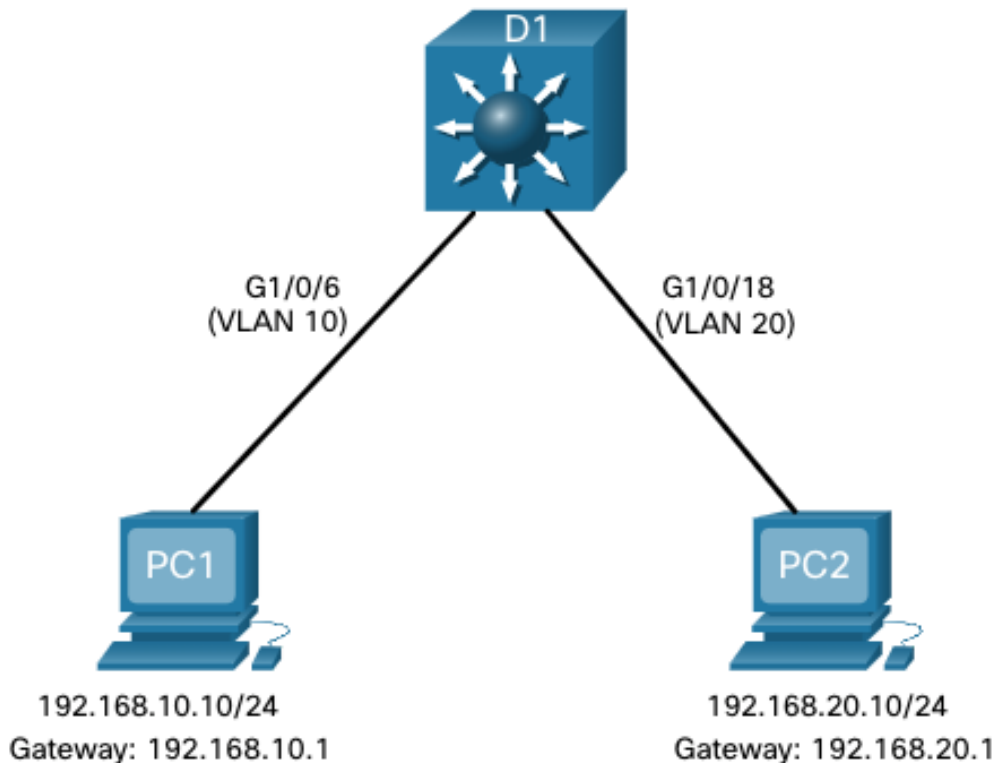
Возможности коммутатора уровня 3 включают в себя возможность выполнения следующих действий:

- Маршрутизация от одной VLAN к другой с использованием нескольких коммутируемых виртуальных интерфейсов (SVI).
- Преобразовать порт коммутатора уровня 2 в интерфейс уровня 3 (т.е. маршрутизируемый порт).

Маршрутизация между VLAN с использованием коммутаторов уровня 3

Сценарий использования коммутатора уровня 3

На рисунке коммутатор уровня 3 D1 подключен к двум узлам в разных VLAN. PC1 находится в VLAN 10, а PC2 — в VLAN 20, как показано на рисунке. Коммутатор уровня 3 будет предоставлять услуги маршрутизации между VLAN на обоих хостах.

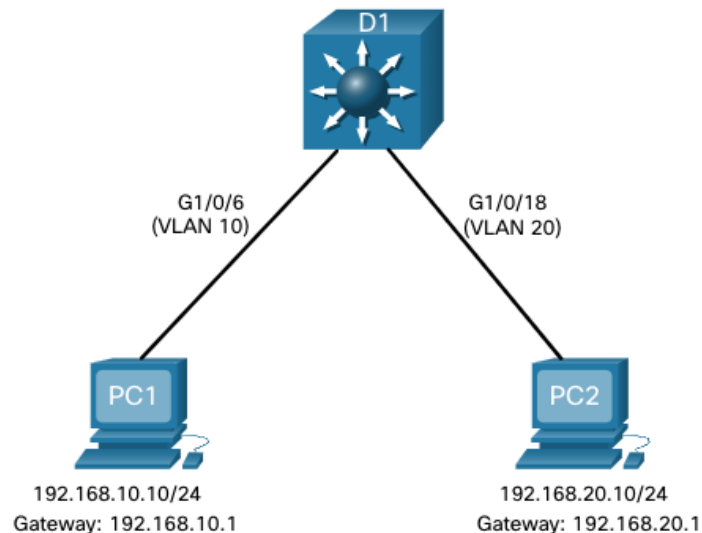


Маршрутизация между VLAN с использованием коммутаторов уровня 3

Настройка использования коммутатора уровня 3

Выполните следующие шаги для настройки S1 с VLAN и транкингом:

- **Шаг 1.** Создайте сети VLAN. В этом примере используются VLAN 10 и 20.
- **Шаг 2.** Создание интерфейсов VLAN SVI. Настроенный IP-адрес будет служить шлюзом по умолчанию для узлов в соответствующей VLAN.
- **Шаг 3.** Настройка портов доступа. Назначьте соответствующий порт требуемой VLAN.
- **Шаг 4.** Активация IP-маршрутизации. Выполните команду глобальной конфигурации **ip routing**, чтобы разрешить обмен трафиком между VLAN 10 и 20. Эта команда должна быть настроена для включения маршрутизации между VLAN на коммутаторе уровня 3 для протокола IPv4.



Коммутаторы уровня 3 проверка маршрутизации между VLAN

Маршрутизация между VLAN с помощью коммутатора уровня 3 проще в настройке, чем метод RoS. После завершения настройки конфигурация может быть проверена путем тестирования подключения между узлами.

- С узла проверьте подключение к узлу в другой VLAN с помощью команды **ping**. Лучше сначала проверить текущую конфигурацию IP хоста с помощью команды **ipconfig** для Windows.
- Затем проверьте подключение к PC2 с помощью команды **ping** для Windows. Успешные выходные данные **ping** подтверждают, что маршрутизация между VLAN работает.

Маршрутизация между VLAN с использованием коммутаторов уровня 3

Маршрутизация на коммутаторе уровня 3

Если VLAN должны быть доступны другим устройствам уровня 3, то они должны быть объявлены с помощью статической или динамической маршрутизации. Чтобы включить маршрутизацию на коммутаторе уровня 3, необходимо настроить маршрутизируемый порт.

Маршрутизированный порт создается на коммутаторе уровня 3 путем отключения функции порта коммутатора на порту уровня 2, подключенном к другому устройству уровня 3.

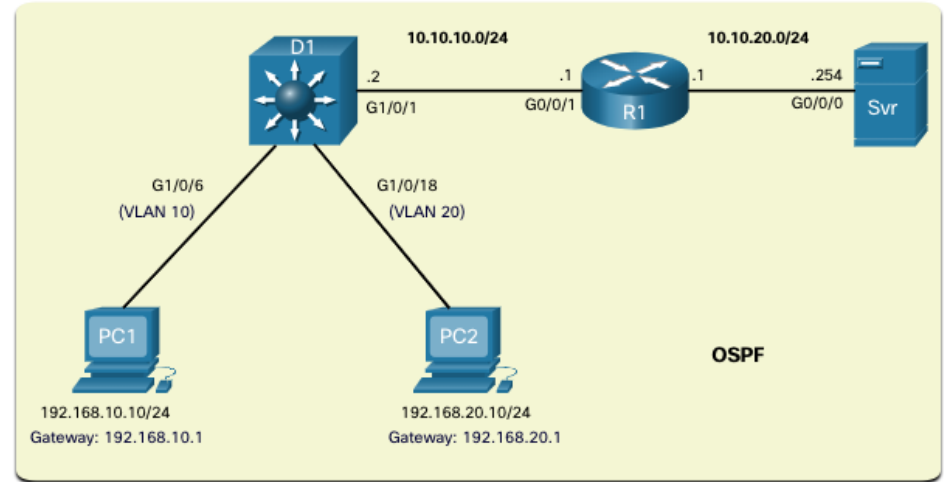
В частности, настройка команды **no switchport** для порта уровня 2 преобразует его в интерфейс уровня 3.

Затем интерфейс может быть настроен с конфигурацией IPv4 для подключения к маршрутизатору или другому коммутатору уровня 3.

Маршрутизация между VLAN с использованием коммутаторов уровня 3

Маршрутизация на коммутаторе уровня 3 - сценарий маршрутизации

На рисунке ранее настроенный коммутатор D1 уровня 3 теперь подключен к R1. R1 и D1 находятся в домене протокола маршрутизации OSPF. Предположим, что маршрутизация между VLAN успешно реализована на D1. Интерфейс G0/0/1 R1 также был настроен и включен. Кроме того, R1 использует OSPF для объявления своих двух сетей: 10.10.10.0/24 и 10.20.0/24.



Маршрутизация между VLAN с использованием коммутаторов уровня 3

Настройка маршрутизации на коммутаторе уровня 3

Выполните следующие шаги, чтобы настроить D1 для маршрутизации с R1:

- **Шаг 1.** Настройте маршрутизируемый порт. Используйте команду **no switchport** для преобразования порта в маршрутизируемый порт, а затем назначьте IP-адрес и маску подсети. Включите порт.
- **Шаг 2.** Включите маршрутизацию. Для того чтобы активировать маршрутизацию на коммутаторе S1, используйте команду **ip-routing** в **режиме глобальной конфигурации**
- **Шаг 3.** Настройте маршрутизацию. Используйте соответствующий метод маршрутизации. В этом примере настроена OSPFv2 для одной области
- **Шаг 4.** Проверка маршрутизации. **Используйте команду** **show ip route**.
- **Шаг 5.** Проверьте подключение. Используйте команду **ping** для проверки достижимости.

4.4 Поиск и устранение неполадок маршрутизации между VLAN

Устранение неполадок маршрутизации между VLAN

Общие проблемы маршрутизации между VLAN

Существует ряд причин, по которым конфигурация маршрутизации между VAN может не работать.

Тип проблемы	Как исправить	Как проверить
Отсутствующие сети VLAN	<ul style="list-style-type: none">•Создайте (или повторно создайте) VLAN, если она не существует.•Убедитесь, что порт узла назначен правильной VLAN.	show vlan [brief] show interfaces switchport ping
Проблемы порта магистрального коммутатора	<ul style="list-style-type: none">•Убедитесь, что магистрали настроены правильно.•Убедитесь, что порт является магистральным портом и включен.	show interface trunk show running-config
Неполадки в работе порта коммутатора	<ul style="list-style-type: none">•Назначьте порт соответствующей сети VLAN.•Убедитесь, что порт является портом доступа и включен.•Неправильно настроен узел в неправильной подсети.	show interfaces switchport show running-config interface ipconfig
Неполадки в настройках маршрутизатора	<ul style="list-style-type: none">•IPv4-адрес подинтерфейса маршрутизатора настроен неправильно.•Подынтерфейс маршрутизатора назначается идентификатору VLAN.	show ip interface brief show interfaces

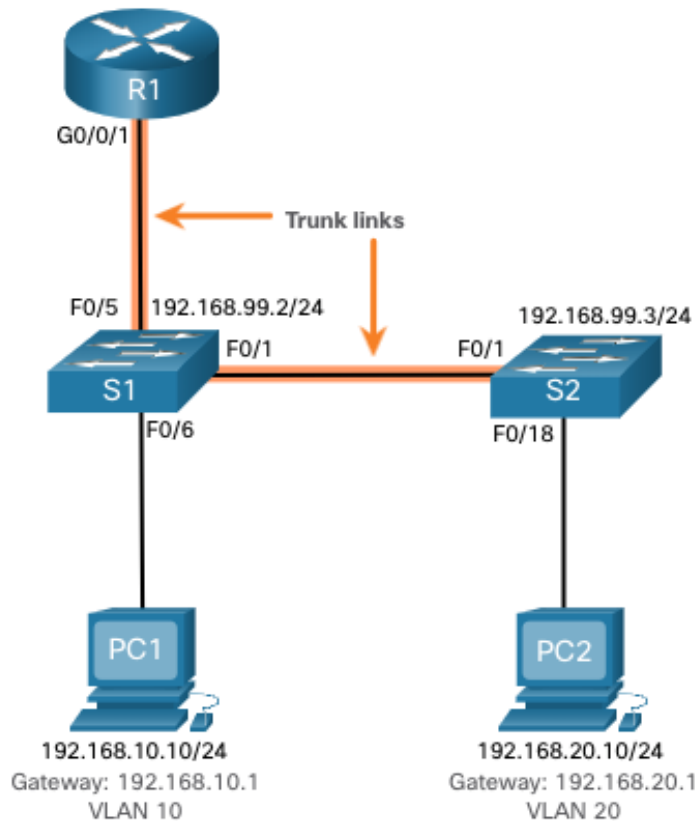
Устранение неполадок маршрутизации между VLAN

Сценарий устранения неполадок маршрутизации между VLAN

Примеры некоторых из этих проблем маршрутизации между VLAN теперь будут рассмотрены более подробно. Эта топология будет использоваться для всех этих проблем.

Подинтерфейсы маршрутизатора R1

Подинтерфейс	VLAN	IP-адрес
G0/0/0.10	10	192.168.10.1/24
G0/0/0.20	20	192.168.20.1/24
G0/0/0.30	99	192.168.99.1/24



Поиск и устранение неполадок маршрутизации между VLAN

Отсутствие VLAN

Проблема подключения между VLAN может быть вызвана отсутствием VLAN. VLAN может отсутствовать, если она не была создана, случайно удалена или не разрешена для магистрального канала.

При удалении VLAN все порты, назначенные этой VLAN, становятся неактивными. Они остаются связанными с этой сетью VLAN (и, следовательно, неактивными), пока не будут назначены новой сети VLAN. Повторное создание отсутствующей VLAN автоматически переназначает ей хосты.

Используйте команду **show interface interface-id switchport** для проверки членства порта в VLAN.

```
S1(config)# do show interface fa0/6 switchport
Name: Fa0/6
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: static access
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 10 (Inactive)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
(Output omitted)
```

Вопросы связанные с магистральным соединением коммутатора

Другая проблема маршрутизации между VLAN связана с неправильной конфигурацией портов коммутатора. В устаревшем решении маршрутизации между VLAN это может быть вызвано, когда соединительный порт маршрутизатора не назначен правильной VLAN.

Однако при решении RoS наиболее распространенной причиной является неправильная настройка магистрального порта.

- Убедитесь, что порт, подключенный к маршрутизатору, правильно настроен в качестве магистрального канала с помощью команды **show interface trunk**.
- Если этот порт отсутствует в выходных данных, проверьте конфигурацию порта с помощью команды **show running-config interface X**, чтобы узнать, как настроен порт.

```
S1# show interface trunk
Port      Mode           Encapsulation  Status        Native vlan
Fa0/1     on              802.1q         trunking      1
Port      Vlans allowed on trunk
Fa0/1     1-4094
Port      Vlans allowed and active in management domain
Fa0/1     1,10,20,99
Port      Vlans in spanning tree forwarding state and not pruned
Fa0/1     1,10,20,99
S1#
```

Поиск и устранение неполадок маршрутизации между VLAN

Вопросы связанные с портами доступа коммутатора

В настройках коммутатора могут присутствовать проблемы, поэтому рекомендуется использовать специальные команды для проверки конфигурации и определения неполадок.

Общим показателем этой проблемы является компьютер, имеющий правильную конфигурацию адреса (IP-адрес, маска подсети, шлюз по умолчанию), но не может выполнить эхо-запрос шлюза по умолчанию.

- Используйте команду **show vlan brief**, **show interface X switchport** или **show running-config interface X** для проверки назначения интерфейса VLAN.

```
S1# show interface fa0/6 switchport
Name: Fa0/6
Switchport: Enabled
Administrative Mode: static access
Operational Mode: static access
Administrative Trunking Encapsulation: dot1q
Operational Trunking Encapsulation: native
Negotiation of Trunking: Off
Access Mode VLAN: 1 (default)
Trunking Native Mode VLAN: 1 (default)
Administrative Native VLAN tagging: enabled
Voice VLAN: none
```

Поиск и устранение неполадок маршрутизации между VLAN

Вопросы связанные с настройкой маршрутизатора

Проблемы конфигурации маршрутизатора RoS обычно связаны с неправильными конфигурациями подынтерфейса.


- Состояние портов коммутатора можно проверить с помощью команды **show ip interface brief**.
- Проверьте, какие VLAN включен каждый из подынтерфейсов. Для этого полезно использовать команду **show interfaces**, но она генерирует много дополнительных необязательных выходных данных. Вывод команды можно уменьшить с помощью фильтров команд IOS. В этом примере используйте ключевое слово **include**, чтобы определить, что только строки, содержащие буквы «Gig» или «802.1Q»

```
R1# show interfaces | include Gig|802.1Q
GigabitEthernet0/0/0 is administratively down, line protocol is down
GigabitEthernet0/0/1 is up, line protocol is up
    Encapsulation 802.1Q Virtual LAN, Vlan ID  1., loopback not set
GigabitEthernet0/0/1.10 is up, line protocol is up
    Encapsulation 802.1Q Virtual LAN, Vlan ID  100.
GigabitEthernet0/0/1.20 is up, line protocol is up
    Encapsulation 802.1Q Virtual LAN, Vlan ID  20.
GigabitEthernet0/0/1.99 is up, line protocol is up
    Encapsulation 802.1Q Virtual LAN, Vlan ID  99.
R1#
```



The background of the entire image is an aerial photograph of a dense city skyline, likely New York City, with numerous skyscrapers. A semi-transparent blue overlay covers the entire image. In the center, there is a horizontal band with a gradient from teal on the left to dark blue on the right. Overlaid on this band is a white network pattern of dots and lines. The text is centered within this band.

**Заполните, пожалуйста,
опрос о занятии по ссылке в чате**



До новых встреч!
Приходите на следующие занятия

Рукин Андрей

преподаватель

cisco@sk12.ru