Лекция 14. Тема 14. Виртуальные локальные сети (VLAN)

Дисциплина: Сетевые технологии
Тема лекции: Виртуальные локальные компьютерные сети
Цель лекции: Изучить принципы организации виртуальных локальных сетей, их назначение, способы создания на одном и нескольких коммутаторах, а также особенности обеспечения качества обслуживания.

План лекции:

1. Понятие виртуальной локальной компьютерной сети.
2. Назначение виртуальных сетей.
3. Создание виртуальных LAN на базе одного коммутатора.
4. Создание виртуальных LAN на базе нескольких коммутаторов.
5. Качество обслуживания в виртуальных LAN.

1. Понятие виртуальной локальной компьютерной сети

VLAN (Virtual Local Area Network) — это виртуальная локальная вычислительная сеть, которая позволяет разделить одну физическую локальную сеть на несколько логических сетей.

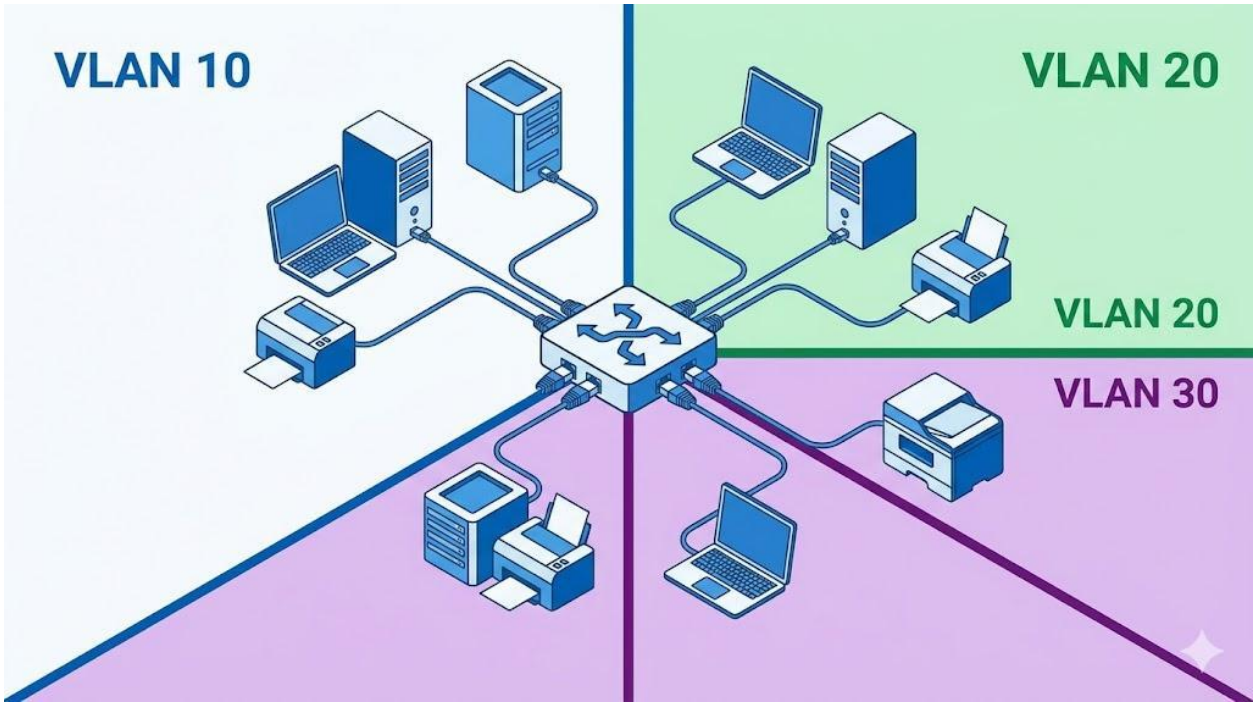
При использовании VLAN компьютеры могут быть подключены к одному физическому коммутатору, но относиться к разным виртуальным сетям.

Каждая VLAN образует отдельный широковещательный домен (Broadcast Domain). Это означает, что широковещательные сообщения, отправленные одним устройством, получают только устройства той же VLAN.

Например, в организации могут быть следующие подразделения:

- бухгалтерия;
- отдел кадров;
- учебный отдел;
- администрация;
- техническая служба.

Все компьютеры могут быть подключены к одному коммутатору, но для каждого подразделения создаётся отдельная VLAN.



Как работает VLAN?

Коммутатор распределяет подключённые устройства по виртуальным сетям на основании настроек портов.

Например:

VLAN	Подразделение	IP-подсеть
VLAN 10	Бухгалтерия	192.168.10.0/24
VLAN 20	Отдел кадров	192.168.20.0/24
VLAN 30	Администрация	192.168.30.0/24

Компьютеры одной VLAN могут обмениваться данными на канальном уровне через коммутатор.

Для обмена данными между разными VLAN требуется маршрутизация. Она может быть выполнена с помощью маршрутизатора или коммутатора третьего уровня (Layer 3 Switch).

Основные характеристики VLAN

1. Логическое разделение сети независимо от физического расположения компьютеров.
2. Создание отдельных широковещательных доменов.
3. Ограничение широковещательного трафика.
4. Повышение уровня сетевой безопасности.
5. Упрощение управления локальной сетью.
6. Возможность объединения устройств из разных помещений в одну логическую сеть.

2. Назначение виртуальных сетей

Виртуальные локальные сети применяются для повышения эффективности работы корпоративных и локальных компьютерных сетей.

Рассмотрим основные задачи VLAN.

2.1. Разделение сети на подразделения

В крупных организациях компьютеры разных отделов могут быть объединены в отдельные VLAN.

Например, бухгалтерия и отдел кадров могут использовать одну физическую инфраструктуру, но работать в разных виртуальных сетях.

Это позволяет ограничить доступ между подразделениями.

2.2. Повышение безопасности

VLAN позволяет разделить сетевые устройства по группам.

Например:

- VLAN 10: компьютеры сотрудников;
- VLAN 20: серверы;
- VLAN 30: гостевые устройства.

Гостевые устройства не должны иметь прямой доступ к внутренним ресурсам организации.

Для ограничения доступа между VLAN используются списки контроля доступа (ACL), межсетевые экраны и правила маршрутизации.

Важно: сама по себе VLAN не обеспечивает полную защиту сети. Для этого требуются дополнительные средства безопасности.

2.3. Сокращение широковещательного трафика

В обычной локальной сети широковещательные сообщения могут распространяться на все устройства одного широковещательного домена.

При разделении сети на VLAN широковещательный трафик ограничивается соответствующей виртуальной сетью.

Это уменьшает лишнюю сетевую нагрузку.

2.4. Упрощение управления сетью

Администратор может переместить компьютер в другую VLAN без изменения физической структуры сети.

Например, если сотрудник переходит из бухгалтерии в отдел кадров, достаточно изменить настройки порта коммутатора.

2.5. Экономическая эффективность

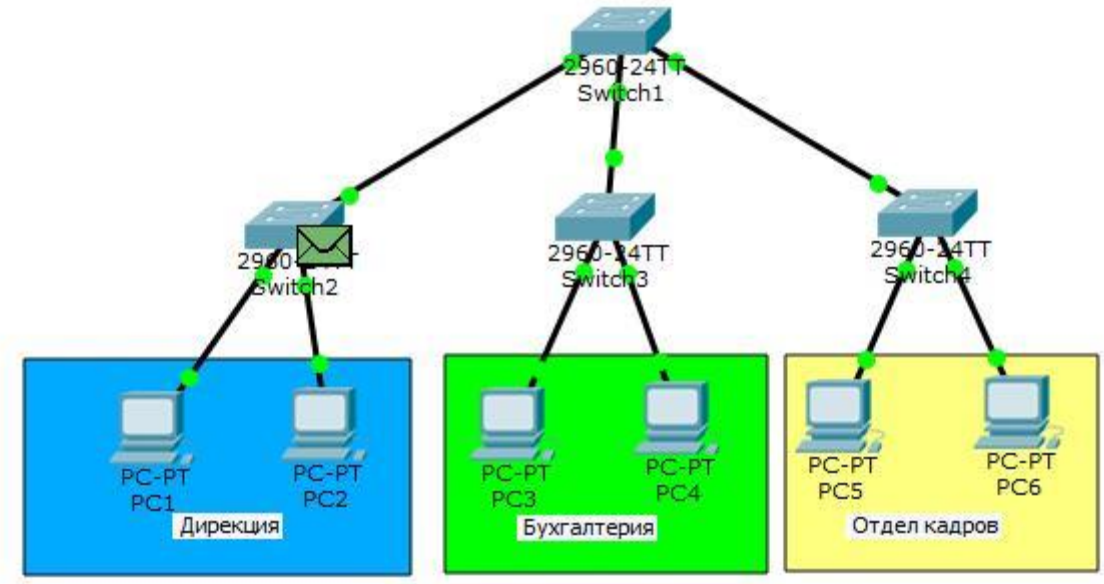
Для создания нескольких логических сетей не требуется устанавливать отдельный физический коммутатор для каждого подразделения.

Используется общая сетевая инфраструктура.

3. Создание виртуальных LAN на базе одного коммутатора

Рассмотрим создание VLAN на одном коммутаторе Cisco.

Предположим, что в организации работают три подразделения. Для каждого подразделения создаётся отдельная виртуальная сеть.



Исходные данные:

Устройство	Порт коммутатора	VLAN
PC0	Fa0/1	VLAN 10
PC1	Fa0/2	VLAN 10
PC2	Fa0/3	VLAN 20
PC3	Fa0/4	VLAN 20
PC4	Fa0/5	VLAN 30
PC5	Fa0/6	VLAN 30

3.1. Создание VLAN

Для создания виртуальных сетей используется командная строка коммутатора Cisco.

Сначала переходим в привилегированный режим:

```
Switch> enable
```

```
Switch# configure terminal
```

Создаём VLAN 10:

```
Switch(config)# vlan 10
Switch(config-vlan)# name BUHGALTERIA
Switch(config-vlan)# exit
```

Создаём VLAN 20:

```
Switch(config)# vlan 20
Switch(config-vlan)# name KADRY
Switch(config-vlan)# exit
```

Создаём VLAN 30:

```
Switch(config)# vlan 30
Switch(config-vlan)# name ADMINISTRATION
Switch(config-vlan)# exit
```

3.2. Назначение портов коммутатора

Порты коммутатора необходимо распределить по соответствующим виртуальным сетям.

Для VLAN 10:

```
Switch(config)# interface range fa0/1-2
Switch(config-if-range)# switchport mode access
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 10
Switch(config-if-range)# exit
```

Для VLAN 20:

```
Switch(config)# interface range fa0/3-4
Switch(config-if-range)# switchport mode access
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 20
Switch(config-if-range)# exit
```

Для VLAN 30:

```
Switch(config)# interface range fa0/5-6
Switch(config-if-range)# switchport mode access
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 30
Switch(config-if-range)# exit
```

3.3. Проверка настроек

Для проверки созданных виртуальных сетей используется команда:

```
Switch# show vlan brief
```

В результате должны отображаться три VLAN с соответствующими портами.

3.4. Настройка IP-адресов компьютеров

Каждому компьютеру назначается IP-адрес в соответствии с его виртуальной сетью.

Компьютер	IP-адрес	Маска
PC0	192.168.10.2	255.255.255.0
PC1	192.168.10.3	255.255.255.0
PC2	192.168.20.2	255.255.255.0
PC3	192.168.20.3	255.255.255.0
PC4	192.168.30.2	255.255.255.0
PC5	192.168.30.3	255.255.255.0

3.5. Проверка связи между компьютерами

Для проверки используется команда:

```
ping 192.168.10.3
```

Рассмотрим результаты:

- PC0 → PC1: связь устанавливается, поскольку оба компьютера находятся в VLAN 10.
- PC2 → PC3: связь устанавливается, поскольку оба компьютера находятся в VLAN 20.
- PC4 → PC5: связь устанавливается, поскольку оба компьютера находятся в VLAN 30.
- PC0 → PC2: связь отсутствует, поскольку компьютеры находятся в разных VLAN и маршрутизация не настроена.

Вывод: создание нескольких VLAN на одном коммутаторе позволяет разделить физическую сеть на независимые логические сегменты.

4. Создание виртуальных LAN на базе нескольких коммутаторов

В крупных организациях одного коммутатора часто недостаточно. Поэтому используются несколько коммутаторов, которые соединяются между собой.

При этом одна VLAN может охватывать устройства, подключённые к разным коммутаторам.

Например, в двухэтажном здании на каждом этаже установлен отдельный коммутатор.

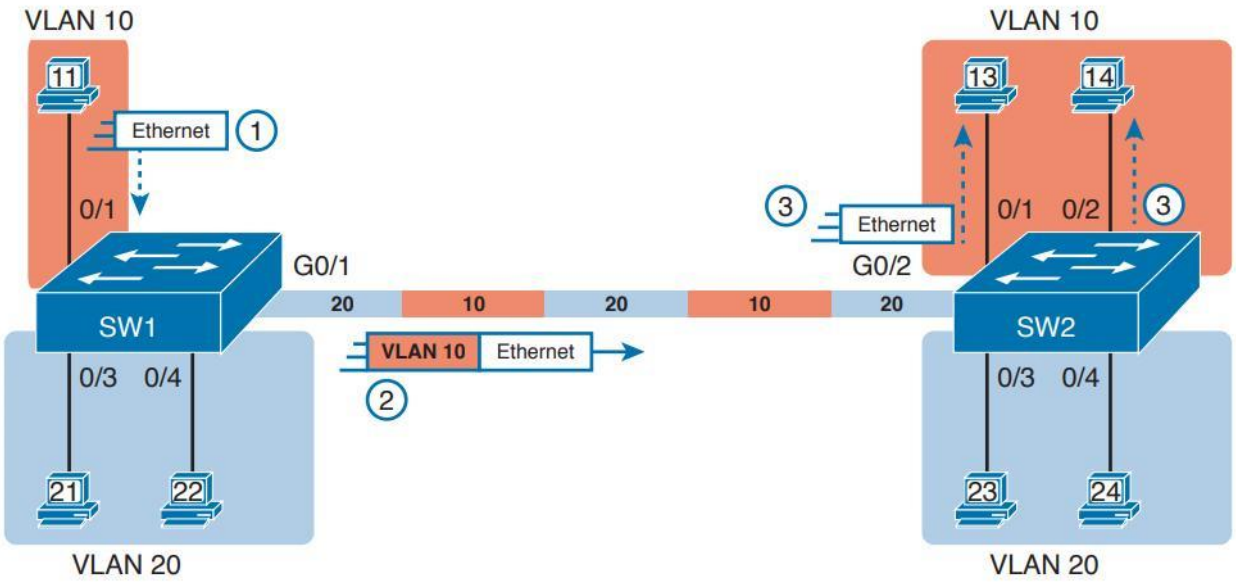


Figure 8-5 *VLAN Trunking Between Two Switches*

В данной конфигурации:

- VLAN 10 объединяет компьютеры бухгалтерии на обоих этажах.
- VLAN 20 объединяет компьютеры отдела кадров.
- VLAN 30 объединяет компьютеры администрации.

Для передачи трафика нескольких VLAN между коммутаторами используется технология VLAN Trunking.

4.1. Понятие Trunk

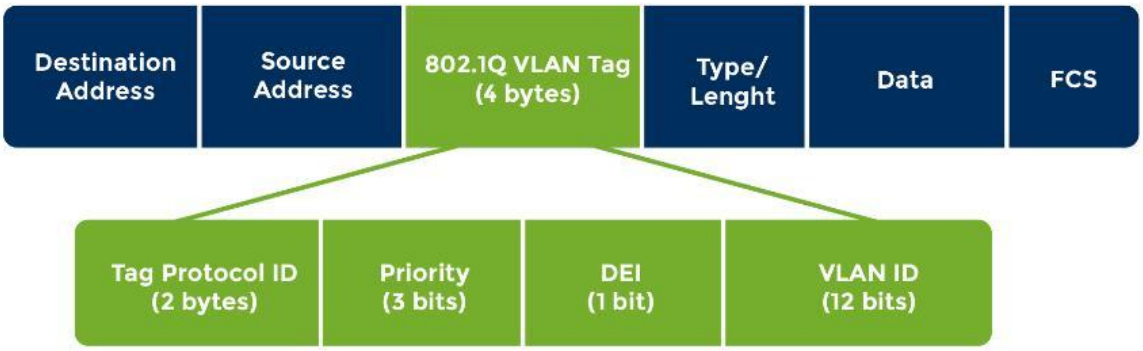
Trunk — это соединение между сетевыми устройствами, которое позволяет передавать трафик нескольких VLAN по одному физическому каналу.

Для идентификации виртуальных сетей используется стандарт IEEE 802.1Q.

Он предусматривает добавление специального тега к Ethernet-кадру. В этом теге содержится идентификатор VLAN (VLAN ID).

Например:

- кадр с VLAN ID 10 относится к VLAN 10;
- кадр с VLAN ID 20 относится к VLAN 20;
- кадр с VLAN ID 30 относится к VLAN 30.



4.2. Настройка VLAN на двух коммутаторах

Предположим, что используются два коммутатора Cisco 2960.

Коммутатор SW1:

- PC0 и PC1: VLAN 10;
- PC2 и PC3: VLAN 20.

Коммутатор SW2:

- PC4 и PC5: VLAN 10;
- PC6 и PC7: VLAN 20.

Между коммутаторами используется порт GigabitEthernet0/1.

Сначала на обоих коммутаторах создаются одинаковые VLAN:

```
Switch(config)# vlan 10
Switch(config-vlan)# name BUHGALTERIA
Switch(config-vlan)# exit

Switch(config)# vlan 20
Switch(config-vlan)# name KADRY
Switch(config-vlan)# exit
```

Затем настраиваются порты для подключения компьютеров.

Например, на SW1:

```
Switch(config)# interface range fa0/1-2
Switch(config-if-range)# switchport mode access
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 10
Switch(config-if-range)# exit

Switch(config)# interface range fa0/3-4
Switch(config-if-range)# switchport mode access
Switch(config-if-range)# switchport access vlan 20
Switch(config-if-range)# exit
```

Аналогичные настройки выполняются на SW2.

4.3. Настройка Trunk-соединения

На первом коммутаторе:

```
Switch(config)# interface gig0/1
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 10,20
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# exit
```

На втором коммутаторе:

```
Switch(config)# interface gig0/1
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 10,20
Switch(config-if)# no shutdown
Switch(config-if)# exit
```

Для проверки используется команда:

```
Switch# show interfaces trunk
```

4.4. Проверка передачи данных

После настройки Trunk можно проверить связь между компьютерами.

Например:

- PC0 (VLAN 10) → PC4 (VLAN 10): связь должна быть установлена.
- PC2 (VLAN 20) → PC6 (VLAN 20): связь должна быть установлена.
- PC0 (VLAN 10) → PC2 (VLAN 20): связь отсутствует без маршрутизации между VLAN.

Таким образом, Trunk позволяет передавать данные одной виртуальной сети через несколько физических коммутаторов.

5. Качество обслуживания в виртуальных LAN

QoS (Quality of Service) — это технология управления качеством обслуживания сетевого трафика.

QoS позволяет определить приоритет передачи различных типов данных.

В локальной сети одновременно могут передаваться:

- голосовые данные (VoIP);
- видеоконференции;
- электронная почта;
- файлы;
- обычный интернет-трафик;
- данные информационных систем.

Для разных типов данных предъявляются разные требования к качеству передачи.

Например, при передаче голоса важна минимальная задержка. При передаче больших файлов задержка обычно не имеет такого значения.

5.1. Основные параметры QoS

1. Пропускная способность (Bandwidth).

Показывает объём данных, который может быть передан за единицу времени.

Измеряется в битах в секунду (бит/с).

2. Задержка (Delay).

Время, которое требуется для передачи пакета от источника к получателю.

3. Джиттер (Jitter).

Изменение времени задержки между последовательными пакетами.

Большой джиттер может ухудшить качество голосовой и видеосвязи.

4. Потеря пакетов (Packet Loss).

Количество пакетов, которые не дошли до получателя.

Потеря пакетов особенно заметна при передаче голоса и видео.

5.2. Приоритеты сетевого трафика

Для обеспечения качества обслуживания трафик может быть разделён по приоритетам.

Тип трафика	Приоритет	Основное требование
VoIP	Высокий	Минимальная задержка
Видеоконференции	Высокий	Низкий джиттер
Корпоративные приложения	Средний	Стабильная передача
Электронная почта	Обычный	Надёжная доставка
Передача больших файлов	Обычный	Достаточная пропускная способность



5.3. Взаимодействие VLAN и QoS

VLAN и QoS выполняют разные задачи, но могут использоваться совместно.

VLAN разделяет сеть на логические сегменты, а QoS определяет порядок и приоритет обработки сетевого трафика.

Например, в организации могут быть созданы:

- VLAN 10: компьютеры сотрудников;
- VLAN 20: IP-телефоны;
- VLAN 30: серверы;
- VLAN 40: гостевые устройства.

Для VLAN 20 может быть установлен повышенный приоритет передачи голосового трафика.

При этом QoS может учитывать не только номер VLAN, но и другие признаки пакета, например значение DSCP или CoS.

Для настройки QoS применяются механизмы классификации, маркировки, очередей и ограничения трафика.

5.4. Преимущества использования QoS

1. Повышение качества голосовой связи.
2. Снижение задержек при передаче видео.
3. Сокращение потерь пакетов для приоритетного трафика.
4. Рациональное использование пропускной способности.
5. Возможность распределения сетевых ресурсов между приложениями.

6. Сравнение обычной локальной сети и VLAN

Характеристика	Обычная LAN	VLAN
Организация сети	Физическое разделение	Логическое разделение
Широковещательный домен	Общий для сегмента	Отдельный для каждой VLAN
Управление	Зависит от физической структуры	Гибкое управление
Безопасность	Требует дополнительных средств	Возможно логическое разделение доступа
Масштабирование	Может потребовать новых устройств	Возможно на общей инфраструктуре
Обмен между сегментами	Через маршрутизацию	Через маршрутизацию между VLAN

7. Заключение

В ходе лекции мы рассмотрели назначение и принципы работы виртуальных локальных сетей.

Мы установили, что VLAN позволяет разделить одну физическую локальную сеть на несколько логических сегментов.

На одном коммутаторе виртуальные сети создаются с помощью настройки VLAN и назначения портов.

При использовании нескольких коммутаторов для передачи трафика разных VLAN применяется Trunk-соединение на основе стандарта IEEE 802.1Q.

Для повышения качества передачи данных используется QoS, который позволяет установить приоритеты для различных видов сетевого трафика.

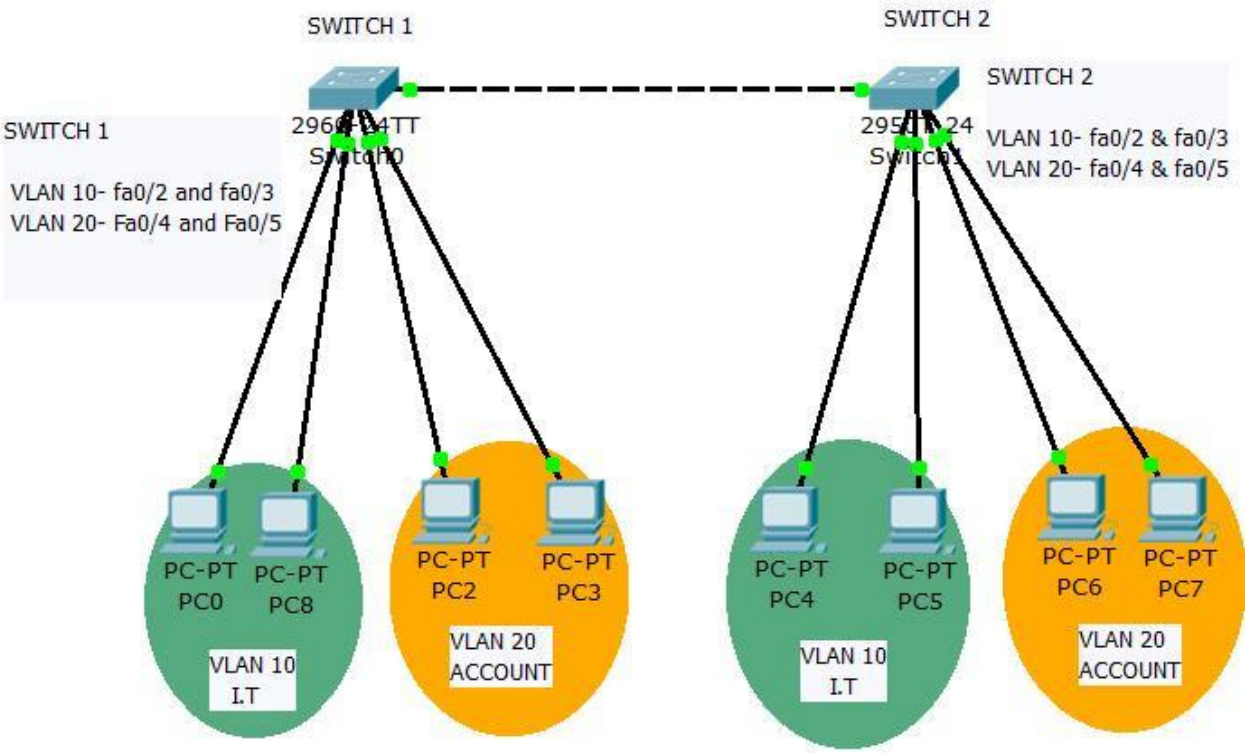
Таким образом, VLAN и QoS позволяют более эффективно организовать работу локальных и корпоративных компьютерных сетей.

8. Контрольные вопросы

1. Что такое VLAN?
2. Для чего создаются виртуальные локальные сети?
3. Чем VLAN отличается от обычной локальной сети?
4. Что такое широковещательный домен?
5. Каким образом создаётся VLAN на коммутаторе Cisco?
6. Для чего используется команда `switchport access vlan`?
7. Что такое Trunk-соединение?
8. Какую функцию выполняет стандарт IEEE 802.1Q?
9. Чем отличается порт Access от порта Trunk?
10. Каким образом передаются данные между разными VLAN?
11. Что такое QoS?
12. Какие основные параметры определяют качество обслуживания?
13. Почему голосовой трафик получает высокий приоритет?
14. Как взаимодействуют VLAN и QoS?

9. Практическое задание в Cisco Packet Tracer

Задание: Создание виртуальных LAN на базе двух коммутаторов.



Необходимо:

1. Разместить два коммутатора Cisco 2960.
2. Подключить к каждому коммутатору по четыре компьютера.
3. Создать VLAN 10 и VLAN 20 на обоих коммутаторах.
4. Назначить по два компьютера каждого коммутатора в VLAN 10 и VLAN 20.
5. Настроить Trunk-соединение между коммутаторами.
6. Назначить IP-адреса компьютерам.
7. Проверить связь между компьютерами одной VLAN.
8. Проверить отсутствие связи между разными VLAN.
9. Использовать команду `show vlan brief`.
10. Использовать команду `show interfaces trunk`