



Технологии коммутации и маршрутизации современных сетей Ethernet

Часть 3

Базовый сертификационный курс

Версия 3



Часть 3

Виртуальные локальные сети (VLAN)

Часть 3. Динамические виртуальные локальные сети (VLAN)

- Статические и динамические VLAN
- Протокол GVRP
- Q-in-Q VLAN

Существуют два основных способа, позволяющих устанавливать членство в VLAN:

- статические VLAN;
- динамические VLAN.

➤ Статические VLAN:

членство устанавливается вручную.

➤ Динамические VLAN:

членство устанавливается динамически на основе протокола GVRP (GARP VLAN Registration Protocol) или с помощью процедур, описанных в специальных стандартах, например IEEE 802.1X.

Записи о регистрации в VLAN:

статические, динамические или статические + динамические.

Статические записи о регистрации VLAN (*Static VLAN Registration Entries*):

- позволяют задавать точные настройки для каждого порта VLAN;
- тип порта (маркированный или немаркированный);
- типы регистрации VLAN:
 - Fixed (порт всегда является членом данной VLAN);
 - Forbidden (порту запрещено регистрироваться как члену данной VLAN);
 - None (обычная регистрация с помощью протокола GVRP).

Динамические записи о регистрации VLAN (*Dynamic VLAN Registration Entries*):

- используются для представления в базе данных фильтрации информации о портах, членство в VLAN которых установлено динамически;
- эти записи создаются, обновляются и удаляются в процессе работы протокола GVRP.

Протокол GVRP (GARP VLAN Registration Protocol)

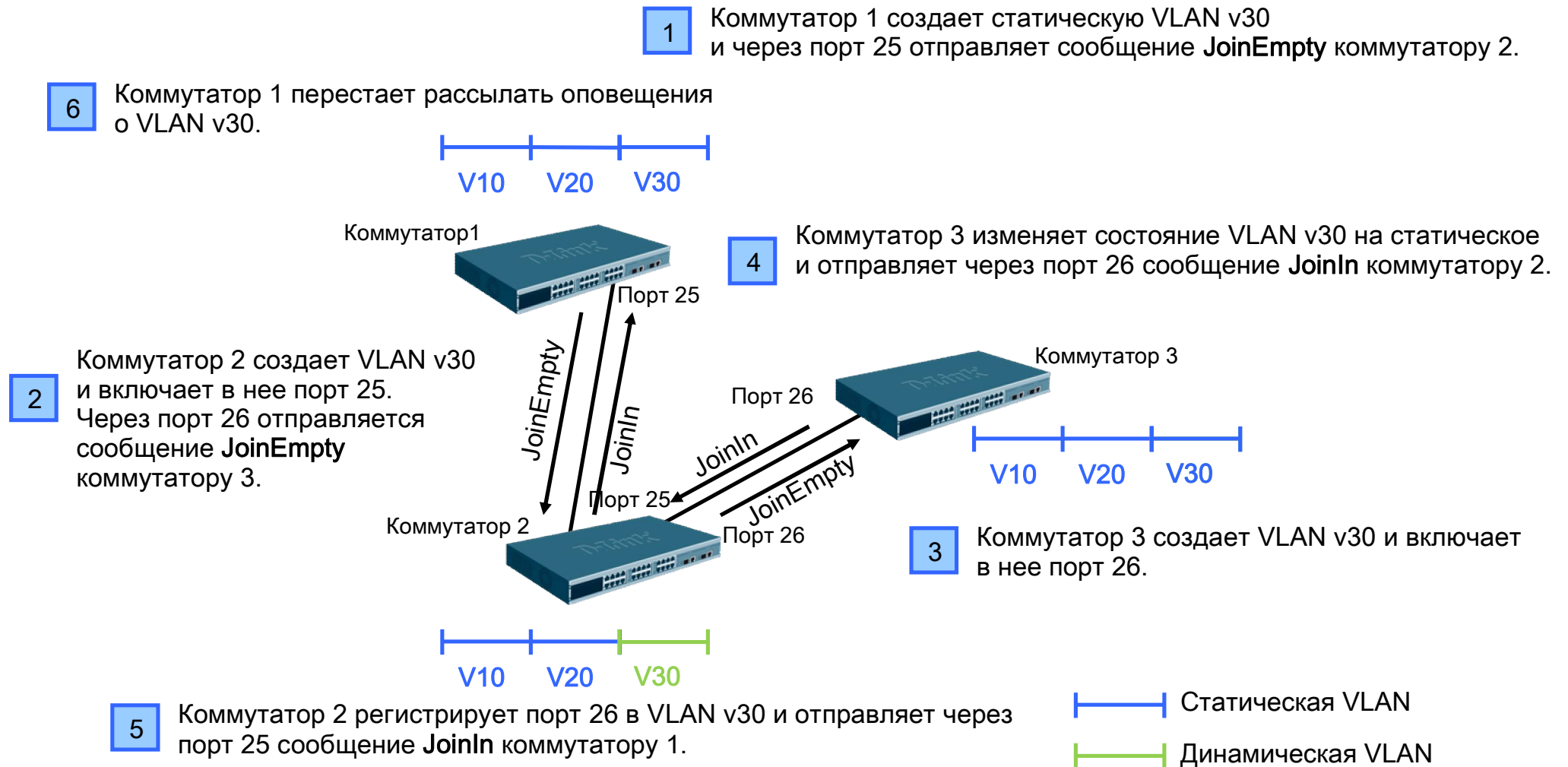
- Протокол GVRP определяет способ, посредством которого коммутаторы обмениваются информацией о сети VLAN, чтобы автоматически зарегистрировать членов VLAN на портах во всей сети.
- Протокол GVRP позволяет динамически создавать и удалять VLAN стандарта IEEE 802.1Q на магистральных портах коммутаторов, автоматически регистрировать и исключать атрибуты VLAN:
 - под регистрацией VLAN подразумевается включение порта в VLAN;
 - под исключением – удаление порта из VLAN.
- Протокол GARP (Generic Attribute Registration Protocol) используется для регистрации и отмены регистрации атрибутов VLAN.

- Протокол GVRP использует сообщения GVRP BPDU (GVRP Bridge Protocol Data Units), рассылаемые на многоадресный MAC-адрес 01-80-C2-00-00-21 для оповещения устройств-подписчиков о различных событиях.
- Оповещения (*advertisement*) могут содержать информацию о выполнении следующих действий:
 - **Join message** – регистрация порта в VLAN.
JoinEmpty: VLAN на локальном подписчике не настроена;
JoinIn: VLAN на локальном подписчике зарегистрирована.
 - **Leave message** – удаление VLAN с конкретного порта.
LeaveEmpty: VLAN на локальном подписчике не настроена;
LeaveIn: VLAN на локальном подписчике удалена.
 - **LeaveAll message** – удаление всех, зарегистрированных на порте VLAN. Это сообщение отправляется после того, как истечет время, заданное таймером LeaveAll Timer.
 - **Empty message** – требование повторного динамического оповещения и статической настройки VLAN.

Таймеры GVRP

- **Join Timer** – время в миллисекундах (100-100000), через которое отправляются сообщения JoinIn или JoinEmpty.
- **Leave Timer** – когда коммутатор получает сообщение об исключении порта из VLAN (Leave message) от другого подписчика GVRP, он ожидает заданный период времени (от 100 до 100000 миллисекунд), определяемый таймером Leave Timer, чтобы убедиться, что информация о данной VLAN больше не существует в сети.
 - Обычно, значение таймера Leave Timer устанавливают в два раза больше значения таймера Join Timer. По умолчанию значение таймера равно 600 миллисекунд.
- **LeaveAll Timer** – интервал времени в миллисекундах (100-100000), через который отправляется сообщение LeaveAll. Когда коммутатор-подписчик GVRP получает это сообщение, он перезапускает все таймеры, включая LeaveAll Timer.
 - Обычно значение таймера LeaveAll устанавливают в два раза больше значения таймера Leave Timer. По умолчанию значение таймера равно 10000 миллисекунд.

Процесс распространения информации о регистрации VLAN по сети



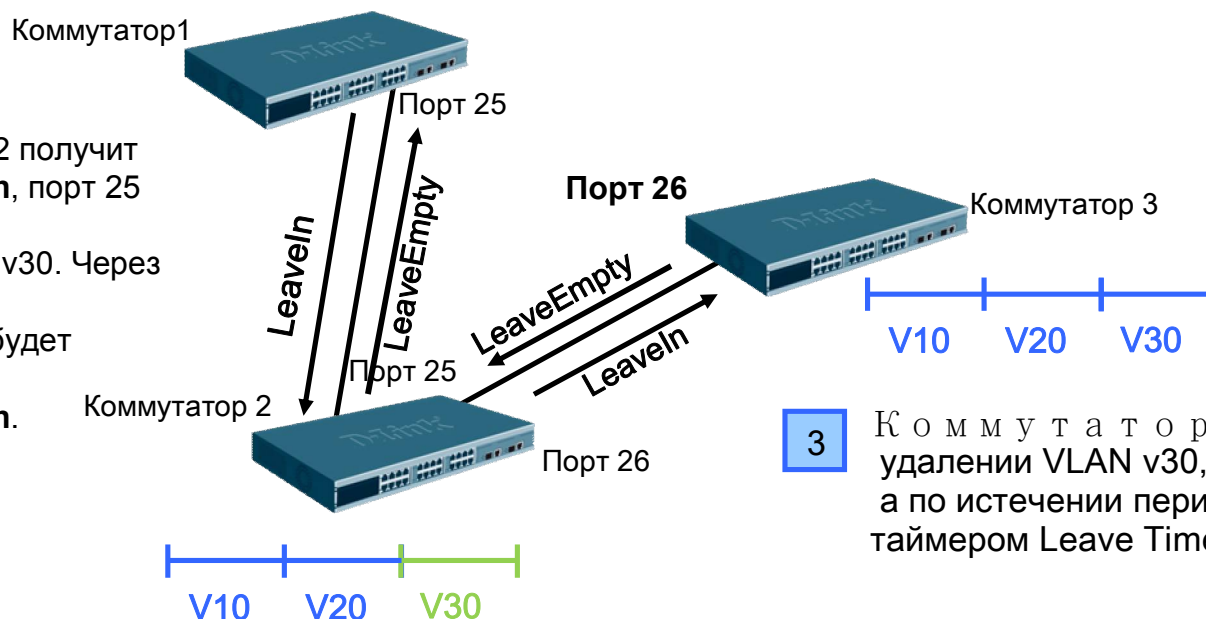
Процесс распространения информации об удалении VLAN по сети

1 Коммутатор 1 удаляет статическую VLAN v30 и через порт 25 отправляет сообщение **LeaveIn** коммутатору 2.

6 Коммутатор 1 исключит порт 25 из динамической VLAN v30.

4 Коммутатор 3 удаляет VLAN v30. Порт 26 отправляет сообщение **LeaveEmpty**

2 Когда коммутатор 2 получит сообщение **LeaveIn**, порт 25 будет исключен из VLAN v30. Через порт 26 коммутатору 3 будет отправлено сообщение **LeaveIn**.



3 Коммутатор 3 получит оповещение об удалении VLAN v30, но удалит ее не сразу, а по истечении периода, установленного таймером **Leave Timer**

5 Коммутатор 2 удалит VLAN v30 по истечении таймера **Leave Timer** и исключит порт 26 из VLAN v30. Через порт 25 коммутатору 1 отправляется сообщение **LeaveEmpty**.

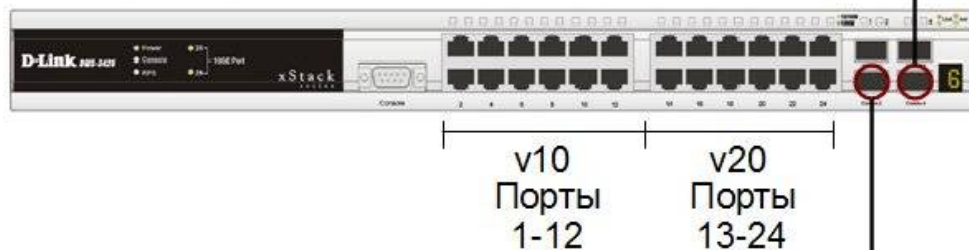
Пример настройки протокола GVRP

Требуется настроить возможность динамического распространения по сети информации о VLAN v30 с использованием протокола GVRP.

Коммутатор 1



Коммутатор 2



Коммутатор 3



○ Маркированные порты

Настройка коммутаторов 1, 3

- Удалить соответствующие порты из VLAN по умолчанию (default VLAN) и создать новые VLAN.

```
config vlan default delete 1-24
create vlan v10 tag 10
create vlan v20 tag 20
create vlan v30 tag 30
```

- В созданные VLAN добавить порты, для которых необходимо указать, какие из них являются маркированными и не маркированными.

```
config vlan v10 add untagged 1-8
config vlan v20 add untagged 9-16
config vlan v30 add untagged 17-24
config vlan v10 add tag 25-26
config vlan v20 add tag 25-26
```

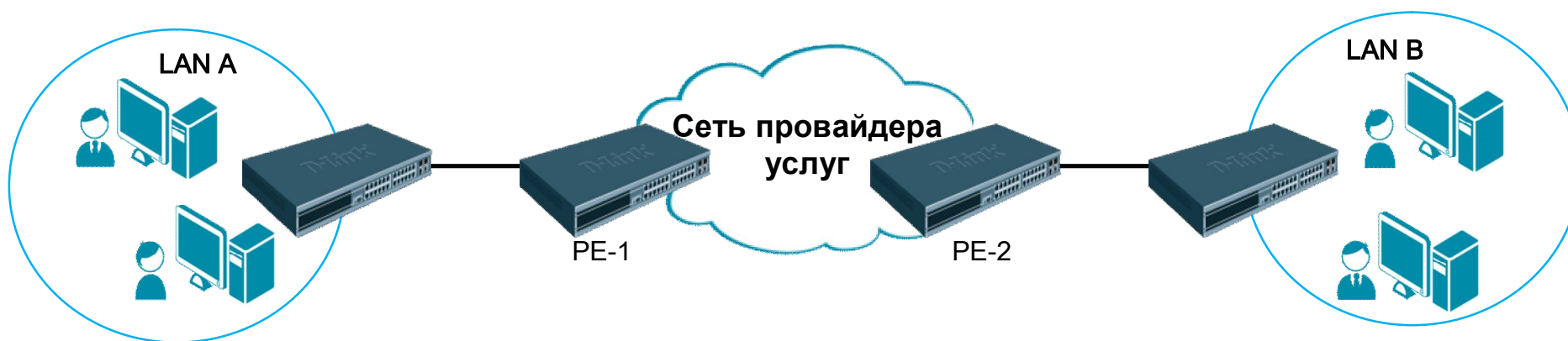
- Активизировать протокол GVRP и функцию оповещения о соответствующей VLAN (в данном примере VLAN v30) по сети.

```
config vlan v30 advertisement enable
enable gvrp
config port_vlan 25-26 gvrp_state enable
```

Настройка коммутатора 2

```
config vlan default delete 1-24
create vlan v10 tag 10
create vlan v20 tag 20
config vlan v10 add untagged 1-12
config vlan v20 add untagged 13-24
config vlan v10 add tagged 25-26
config vlan v20 add tagged 25-26
enable gvrp
config port_vlan 25-26 gvrp_state enable
```

- Функция *Q-in-Q*, также известная как *Double VLAN*, соответствует стандарту IEEE 802.1ad, который является расширением стандарта IEEE 802.1Q.
- Она позволяет провайдерам услуг отделять свои сети VLAN от клиентских сетей VLAN, обеспечивая прозрачные сервисы для локальных сетей.



PE : Provider Edge – оконечное оборудование провайдера услуг

- Данная функция позволяет добавлять в маркированные кадры Ethernet второй тег IEEE 802.1Q на граничных коммутаторах провайдеров услуг (Provider Edge, PE).
- Провайдеры могут использовать их собственные уникальные идентификаторы VLAN (называемые **Service Provider VLAN ID** или **SP-VLAN ID**) при оказании услуг пользователям, в сетях которых настроено несколько VLAN. Это позволяет сохранить используемые пользователями идентификаторы VLAN (**Customer VLAN ID** или **CVLAN ID**), избежать их совпадения и изолировать трафик разных клиентов во внутренней сети провайдера.

Формат кадра Q-in-Q

Обычный (немаркированный) кадр

Адрес назначения (DA)	Адрес источника (SA)	Данные (Data)	Контрольная последовательность кадра (CRC)
--------------------------	-------------------------	------------------	--

Кадр с одним тегом 802.1Q

Адрес назначения (DA)	Адрес источника (SA)	Тег (Tag)	Данные (Data)	Контрольная последовательность кадра (CRC)
--------------------------	-------------------------	--------------	------------------	--

Кадр с двумя тегами 802.1Q

Адрес назначения (DA)	Адрес источника (SA)	Тег (Tag)	Тег (Tag)	Данные (Data)	Контрольная последовательность кадра (CRC)
--------------------------	-------------------------	--------------	--------------	------------------	--

Реализации Q-in-Q

Существует две реализации функции Q-in-Q:

➤ *Port-based Q-in-Q:*

- по умолчанию любому кадру, поступившему на порт доступа граничного коммутатора провайдера, присваивается идентификатор *SP-VLAN* равный идентификатору PVID порта;
- порт маркирует кадр независимо от того, является он маркированным или немаркированным.

➤ *Selective Q-in-Q:*

- кадры маркируются внешними тегами с различными идентификаторами *SP-VLAN* в зависимости от значений внутренних идентификаторов *CVLAN*;
- приоритеты обработки кадров внешних *SP-VLAN* задаются на основе значений приоритетов внутренних пользовательских *CVLAN*.
- к немаркированным пользовательским кадрам помимо внешнего тега *SP-VLAN* добавляется внутренний тег *CVLAN*.

Значения TPID в кадрах Q-in-Q

- В теге VLAN имеется поле идентификатора протокола тега (TPID, Tag Protocol Identifier), который определяет тип протокола тега. По умолчанию значение этого поля для стандарта IEEE 802.1Q равно 0x8100.
- На устройствах разных производителей TPID внешнего тега VLAN кадров Q-in-Q может иметь разные значения по умолчанию. Для того чтобы кадры Q-in-Q могли передаваться по общедоступным сетям через устройства разных производителей, рекомендуется использовать значение TPID внешнего тега равное **0x88A8**, согласно стандарту IEEE 802.1ad.

Роли портов в Port-based Q-in-Q и Selective Q-in-Q

Все порты граничного коммутатора провайдера, на котором используются функции Port-based Q-in-Q или Selective Q-in-Q, должны быть настроены как порты доступа (UNI) или Uplink-порты (NNI):

- **UNI (User-to-Network Interface)** – эта роль назначается портам, через которые будет осуществляться взаимодействие граничного коммутатора провайдера с клиентскими сетями.
- **NNI (Network-to-Network Interface)** – эта роль назначается портам, которые подключаются к внутренней сети провайдера или другим граничным коммутаторам.

Политики назначения внешнего тега и приоритета в Q-in-Q

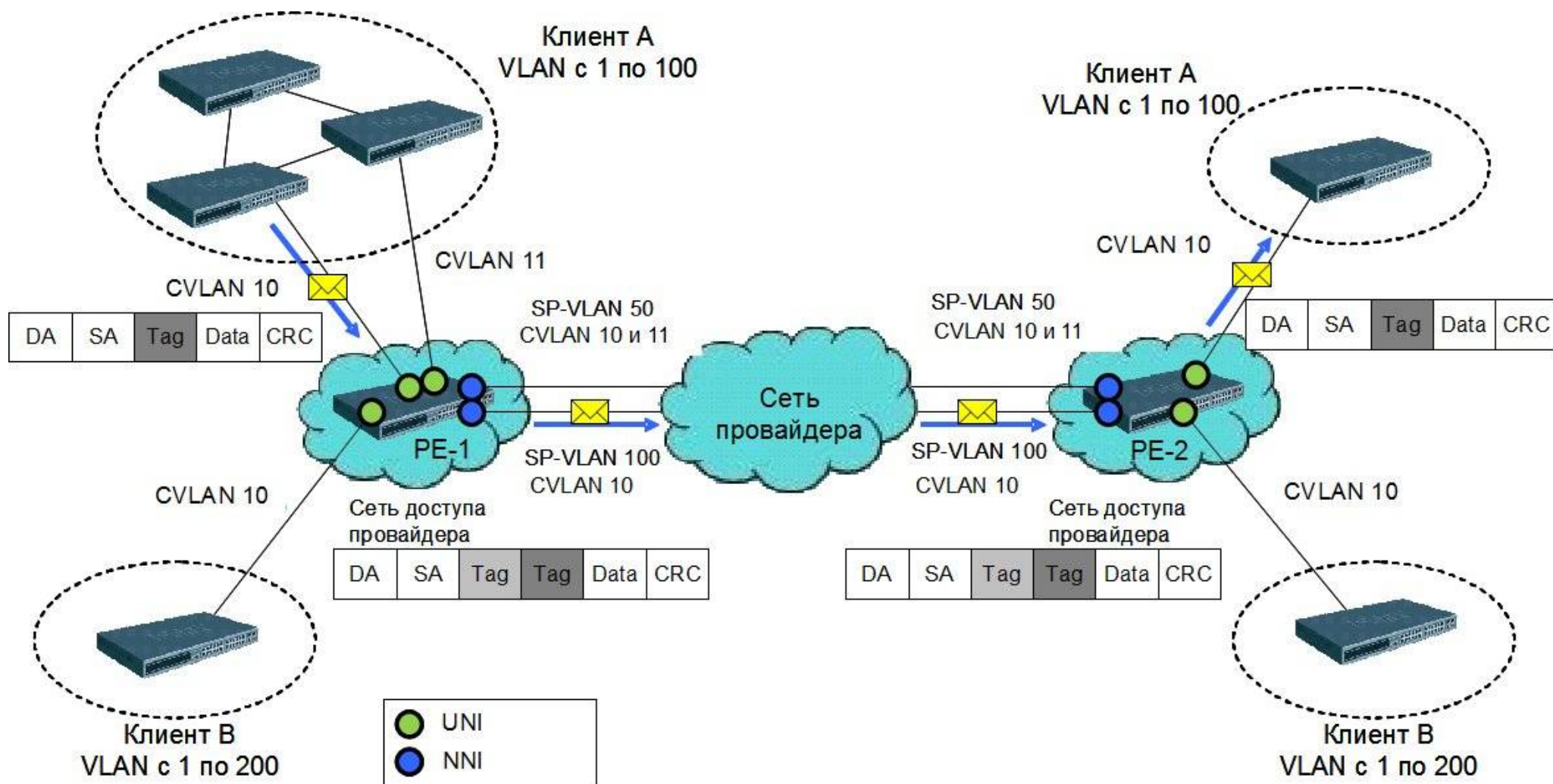
Правила vlan translation:

- ассоциируют идентификаторы CVLAN с идентификаторами SP-VLAN.

Режим Missdrop:

- при настройке *Selective Q-in-Q* на коммутаторе, включение этого режима позволит отбрасывать кадры, не подходящие ни под одно из правил vlan translation;
- при настройке *Port-based Q-in-Q* на коммутаторе, режим Missdrop надо отключать, чтобы порт коммутатора мог принимать кадры, не подходящие ни под одно из правил vlan translation. В этом случае входящим кадрам будет присваиваться внешний тег равный PVID соответствующего порта UNI.

Базовая архитектура сети с функцией Port-based Q-in-Q



Пример настройки функции Port-based Q-in-Q

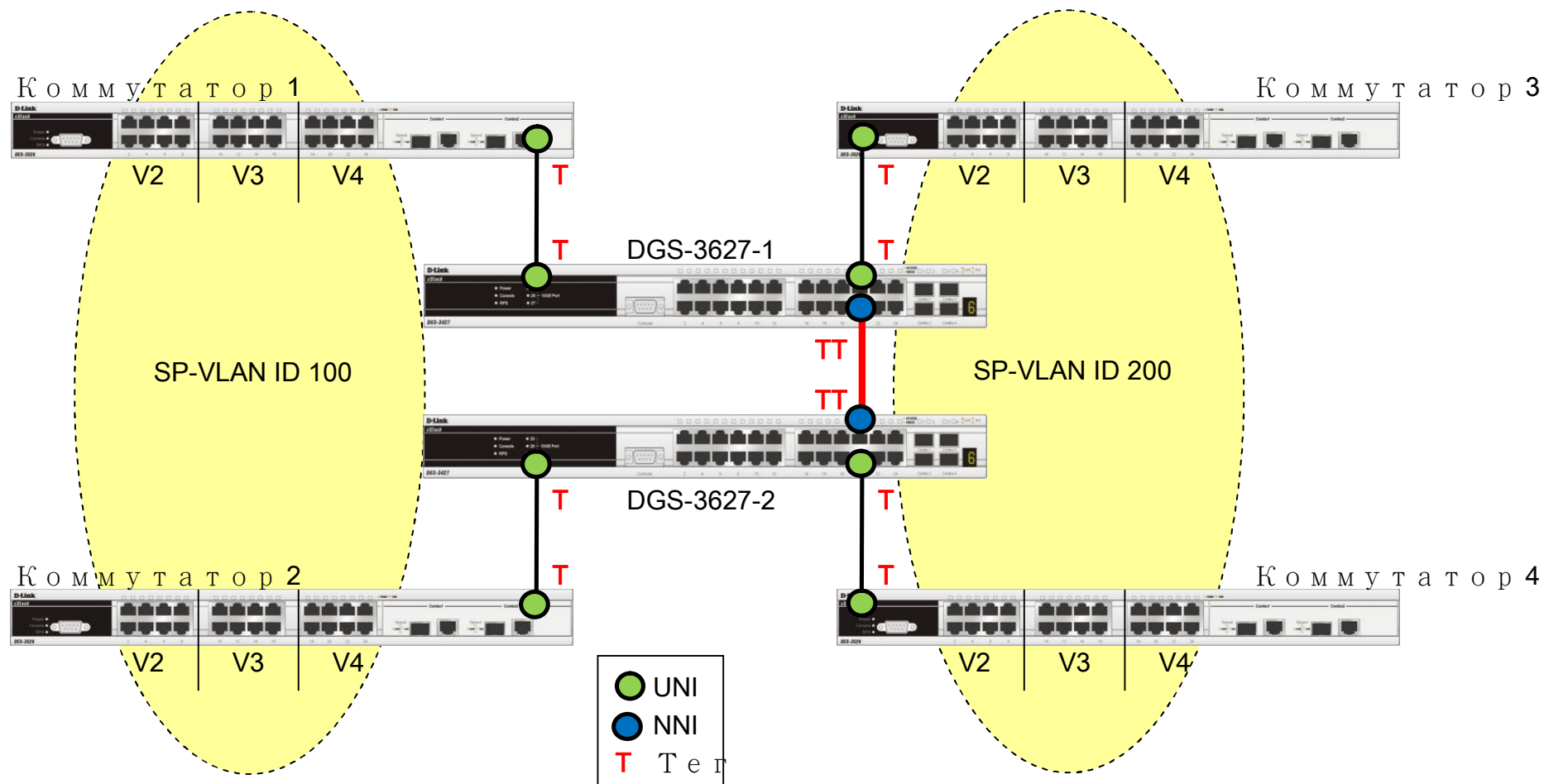


Схема подключения клиентских VLAN к сети провайдера услуг

Внимание: функцию Q-in-Q VLAN необходимо настраивать только на устройствах сети провайдера услуг.

Настройка коммутатора DGS-3627

- Активизировать функцию Q-in-Q VLAN на коммутаторе.

```
enable qinq
```

- Удалить соответствующие порты из Q-in-Q VLAN по умолчанию и создать новые VLAN.

```
config vlan default delete 1-24
```

```
create vlan d100 tag 100
```

```
create vlan d200 tag 200
```

- Назначить порты доступа в созданных Q-in-Q VLAN.

```
config vlan d100 add untagged 1-12
```

```
config vlan d200 add untagged 13-24
```

- Назначить Uplink-порты в созданных Q-in-Q VLAN.

```
config vlan d100 add tagged 25-27
```

```
config vlan d200 add tagged 25-27
```

- Настроить роли портов доступа в Q-in-Q и отключить режим Missdrop на них.

```
config qinq ports 1-24 role uni missdrop disable
```

Настройка коммутаторов 1, 2, 3, 4

- Удалить соответствующие порты из VLAN по умолчанию (default VLAN) и создать новые VLAN.

```
config vlan default delete 1-26
```

```
create vlan v2 tag 2
```

```
create vlan v3 tag 3
```

```
create vlan v4 tag 4
```

- В созданные VLAN добавить порты, для которых необходимо указать, какие из них являются маркированными и немаркированными.

```
config vlan v2 add untagged 1-8
```

```
config vlan v2 add tagged 25-26
```

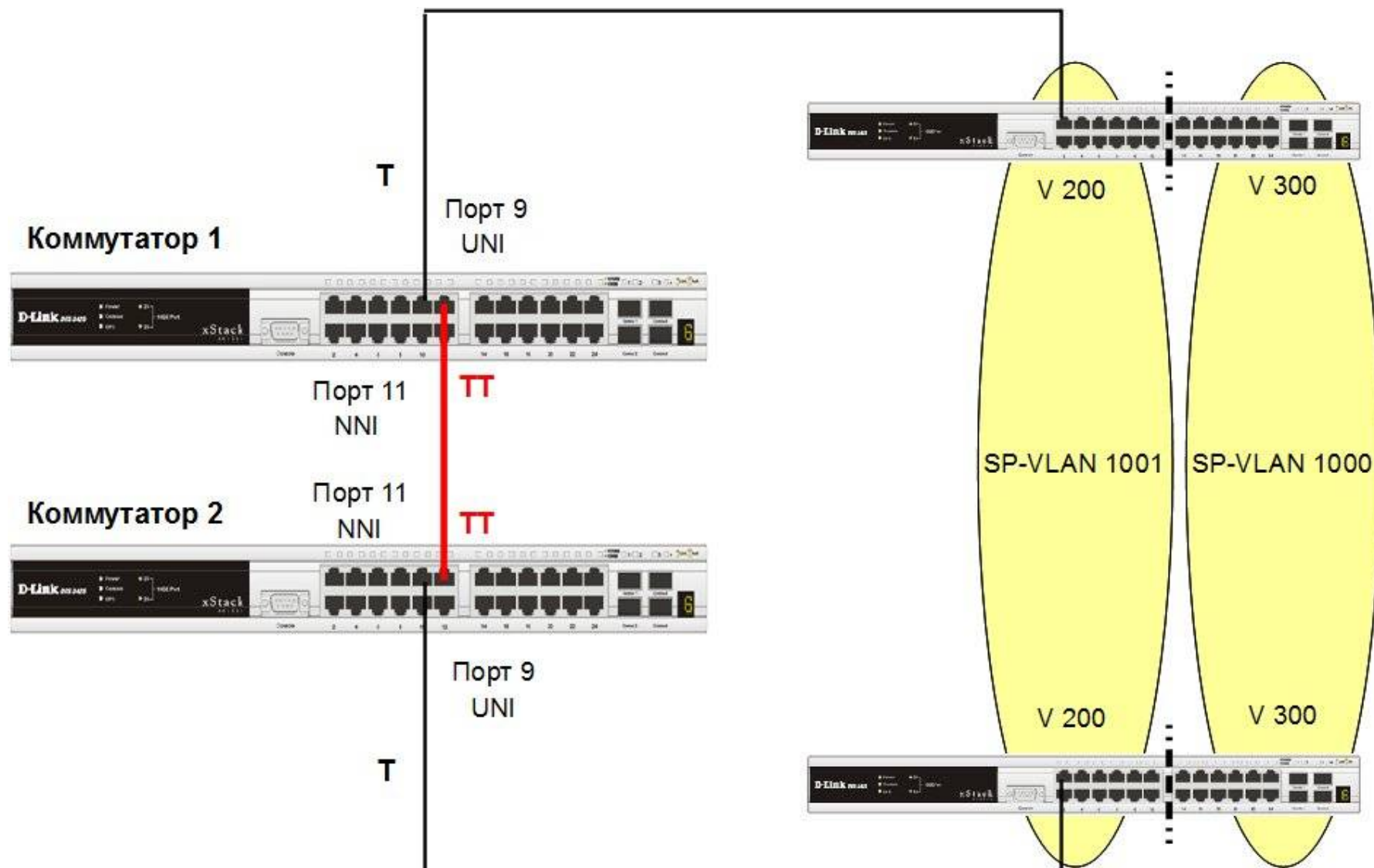
```
config vlan v3 add untagged 9-16
```

```
config vlan v3 add tagged 25-26
```

```
config vlan v4 add untagged 17-24
```

```
config vlan v4 add tagged 25-26
```


Пример настройки функции Selective Q-in-Q



Настройка коммутаторов 1, 2

- Создать требуемые VLAN и добавить порты, для которых необходимо указать, какие из них являются маркированными и немаркированными.

```
create vlan v1000 tag 1000
create vlan v1001 tag 1001
config vlan v1000 add tag 9,11
config vlan v1001 add tag 9,11
```

- Активизировать функцию Q-in-Q VLAN, указать значения TPID внутреннего и внешнего тега, роли портов и задать правила соответствия идентификаторов CVLAN идентификаторам SP-VLAN.

```
enable qinq
config qinq ports 9 role uni
create vlan_translation ports 9 cvid 200 add svid 1000
create vlan_translation ports 9 cvid 300 add svid 1001
```

Спасибо за внимание!

