

Факультет «Информатика и системы управления»  
Кафедра «Информационные системы и телекоммуникации»

Методическое указание к лабораторной работе  
«Протокол обеспечения резервирования маршрутов»  
по курсу  
«Учебно-технологическая практика  
по инфокоммуникационным системам и сетям»

Составила: Тихомирова Е.А.

Часы: 4 часа

Москва, 2013 г.

## Оглавление

Цель работы .....	3
Теоретическая часть .....	3
Резервируемая топология .....	3
Протокол связующего дерева (STP) .....	5
Протокол связующего дерева для разных VLAN (PVST+) .....	8
Протокол ускоренного связующего дерева (RSTP) .....	8
Протокол PVRST+ .....	9
Практическая часть .....	9
Контрольные вопросы .....	10
Литература .....	10

## Цель работы

1. Изучить резервируемые топологии и связанные с ними потенциальные проблемы;
2. Изучить протокол STP;
3. Изучить протокол PVST;
4. Изучить протокол Rapid-PVST.

## Теоретическая часть

### Резервируемая топология

Большинство сложных сетей включают резервные устройства (соединения) для исключения критических точек отказа (рис. 1). Однако, следует учитывать проблемы, которые возникают в данном случае:

- Широковещательный шторм;
- Множественная передача кадров;
- Нестабильность базы данных MAC-адресов.

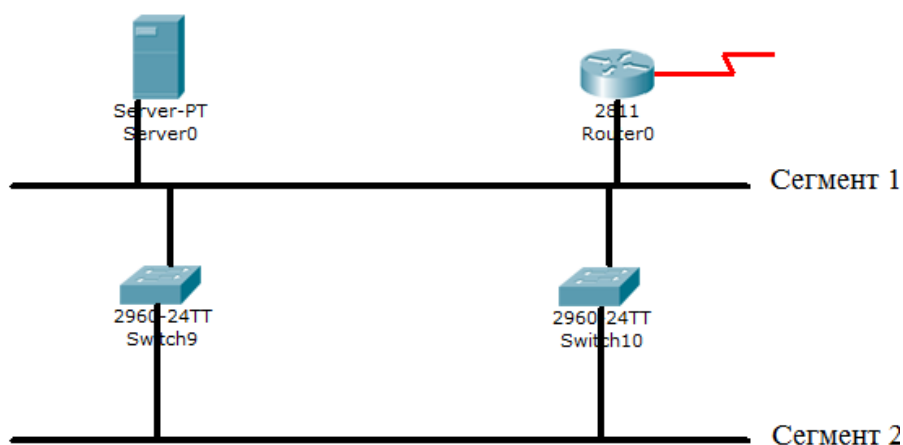


Рис. 1. Резервируемая топология сети.

### Широковещательный шторм

Широковещательный шторм происходит, когда все коммутаторы в резервируемой сети выполняют бесконечную рассылку кадров. В соответствии с логикой работы коммутатора широковещательные кадры рассылаются на все порты, кроме того, с которого этот кадр был получен. Без процессов, предотвращающих образование петель, все коммутаторы будут непрерывно рассылать данные кадры. Пример подобной ситуации представлен на рис. 2.

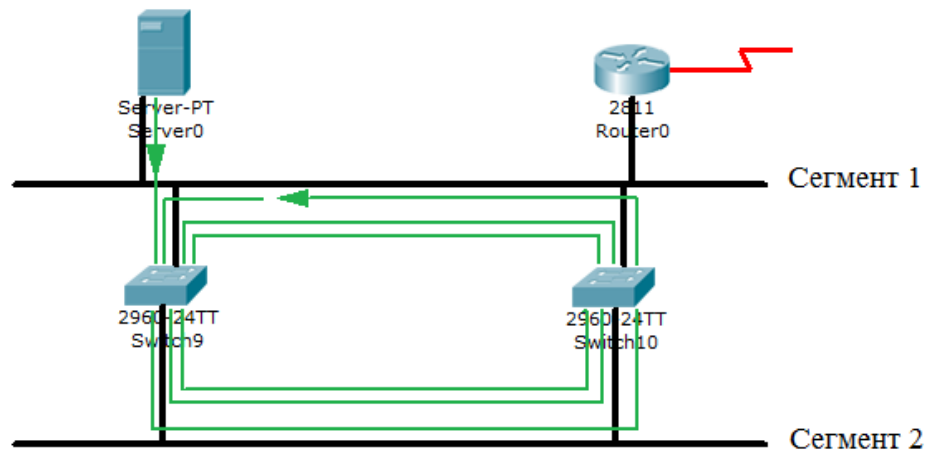


Рис. 2. Широковещательный шторм.

Когда сервер Server0 отправляет широковещательный кадр (например, ARP), кадр попадает на верхний интерфейс коммутатора Switch9. Коммутатор в соответствии с логикой работы коммутаторов отправляет кадр с нижнего интерфейса в сегмент 2. Таким образом, кадр попадает на коммутатор Switch10 (нижний интерфейс), который в свою очередь отправляет его со своего верхнего интерфейса в сегмент 1, откуда кадр опять попадает на коммутатор Switch9.

Параллельно первоначальный кадр был получен также коммутатором Switch10 на верхний интерфейс и отправлен с нижнего интерфейса в сегмент 2, откуда кадр попадает на нижний интерфейс коммутатора Switch9, а затем отправляет данным коммутатором в сегмент 1 в том числе на коммутатор Switch10.

Таким образом, данный широковещательный кадр будет до бесконечности передаваться устройствами сети. Такой широковещательный шторм может нарушить нормальное течение трафика, а также прервать работу устройств сети, поскольку ЦП коммутаторов будут вынуждены обрабатывать широковещательные кадры.

#### **Множественная передача кадров**

В сети с резервируемой топологией адресату может прибыть несколько копий одного и того же кадр, что может привести к возникновению проблем в протоколе-получателе, потому что большинство протоколов не предназначены для обнаружения и устранения проблемы получения дублированного кадра.

Пример, иллюстрирующий данное событие, представлен на рис. 3. Сервер Server0 отправляет одноадресный кадр маршрутизатору Router0. В подобной топологии кадр пересылается и маршрутизатору и коммутатору Switch9. В случае, если у данного коммутатора в таблице MAC-адресов отсутствует адрес маршрутизатора, кадр отправляется в сегмент 2, в коммутатор Switch10, откуда в маршрутизатор. В силу данной последовательности действий маршрутизатор Router0 получает две копии одного и того же кадра.

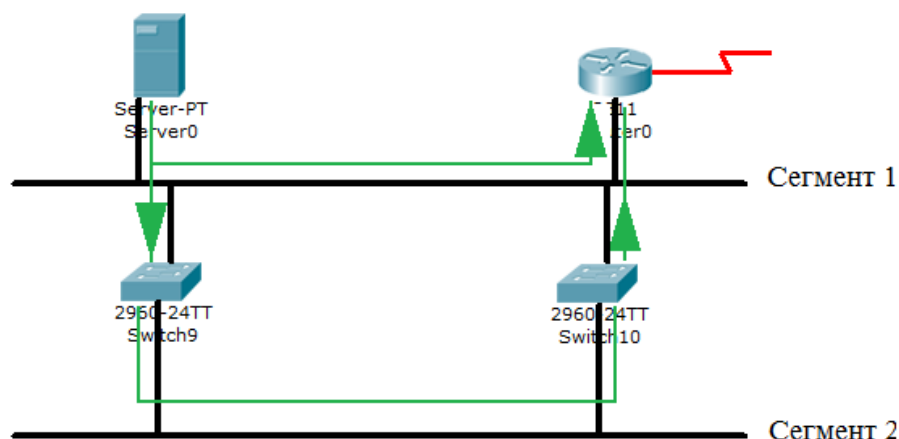


Рис. 3. Множественная передача кадра.

### Нестабильность базы данных MAC-адресов

Нестабильность базы данных MAC-адресов возникает в ситуации прибытия нескольких копий кадра на различные порты коммутатора.

Пример, иллюстрирующий данную ситуацию, представлен на рис. 4.

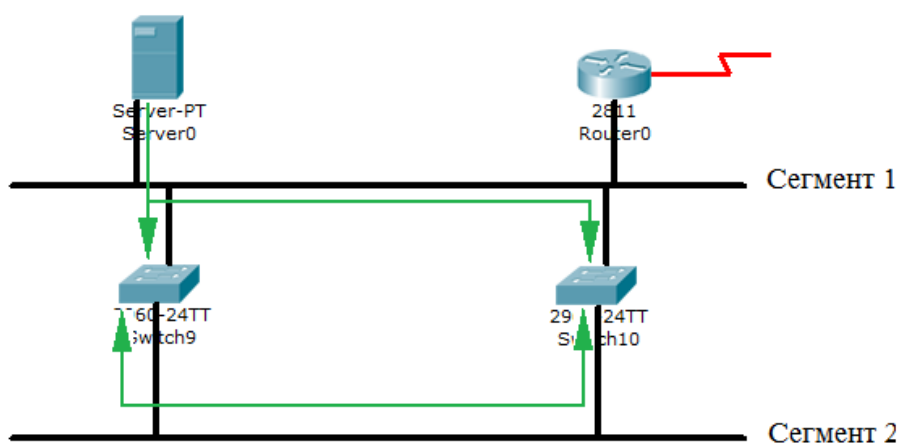


Рис. 4. Нестабильность базы данных MAC-адресов.

Получив кадр на верхний интерфейс коммутатор Switch9 сопоставляет адрес сервера Server0 со своим верхним портом. По истечении какого-то времени данный коммутатор получает копию этого кадра, пришедшую от коммутатора Switch10. Таким образом, коммутатор Switch9 сопоставляет адрес сервера Server0 со своим нижним интерфейсом, перезаписывая предыдущую запись и неверно относя сервер в сегмент 2.

### Протокол связующего дерева (STP)

Протокол связующего дерева (Spanning Tree Protocol - STP) призван решать описанные выше проблемы резервируемых топологий, путем резервирования физических маршрутов.

STP переводит отдельные интерфейсы в состояние ненагруженного резерва, в котором они не могут прослушивать, пересылать или выполнять лавинную рассылку кадров (рис. 5). В результате к каждому сегменту ведет только один постоянно активный маршрут. В

случае возникновения проблем в подключенном сегменте, протокол восстанавливает подключение автоматической активацией неактивного маршрута.

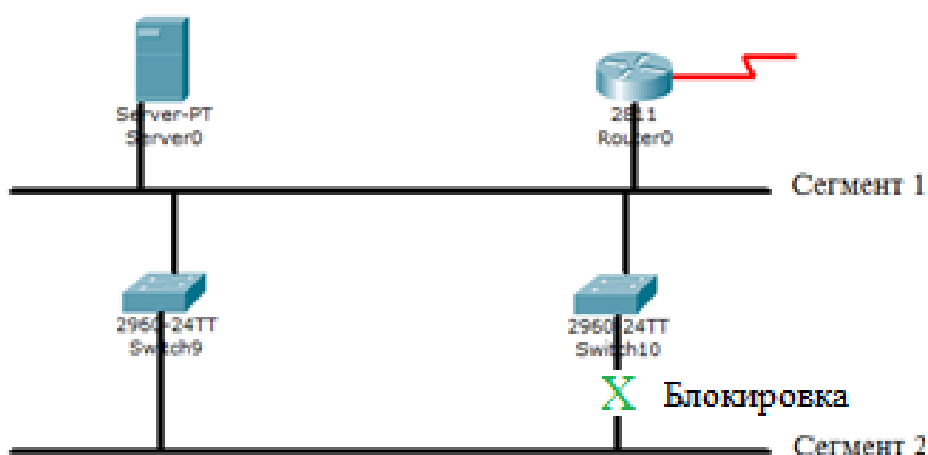


Рис. 5. Решение проблемы петель с помощью STP.

### Принцип работы STP

#### Роли портов

В протоколе STP для портов коммутатора присваиваются следующие роли:

- Корневой порт;
- Назначенный порт;
- Порт доступа;
- Заблокированный порт.

Первые две роли предполагают передачу трафика в сегментах сети. Порт доступа – порт, предназначенный для передачи трафика конечному устройству. Заблокированный порт не может осуществлять передачу трафика, данный порт логически выключается STP для предотвращения петли.

#### Алгоритм построения дерева

При создании логической топологии сети с защитой от образования петель STP выполняет следующие действия (рис. 6):

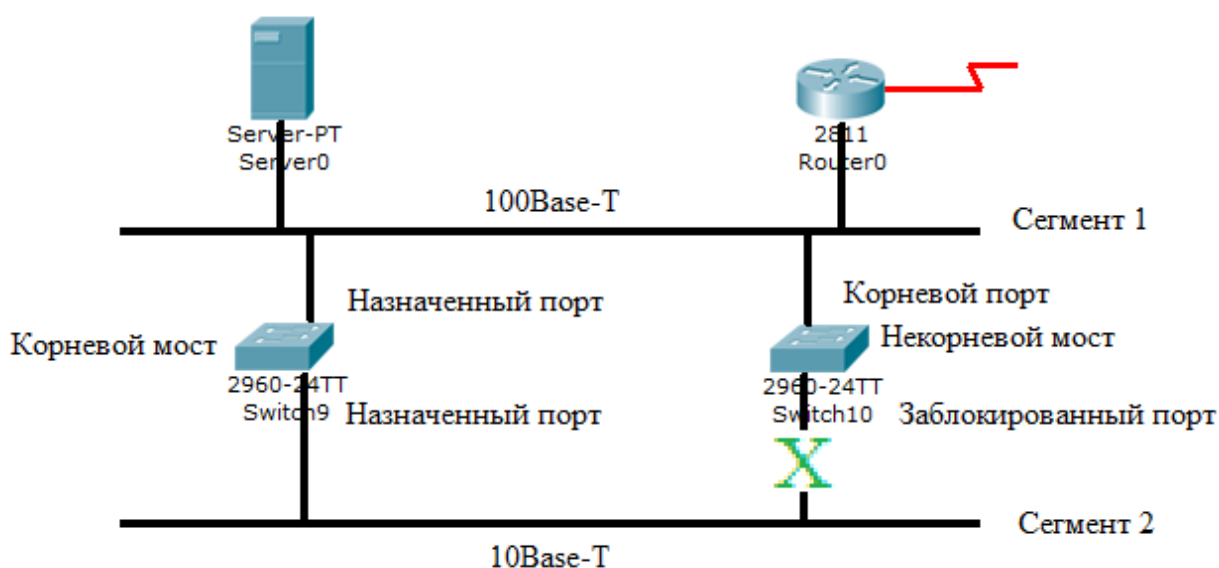


Рис. 6. Принцип работы STP.

1. Выбор одного корневого моста. Корневым мостом выбирается коммутатор с минимальным идентификатором моста. Идентификатор моста = приоритет моста (по умолчанию 32768) + MAC-адрес моста. Все порты корневого моста являются назначенными (выделенными) портами и находятся в режиме пересылки.
2. Выбор корневого порта на некорневом мосту. STP устанавливает один корневой порт на каждом некорневом мосту. Корневой порт предоставляет маршрут с наименьшей стоимостью от некорневого моста к корневому. Стоимость маршрута определяется на основе полосы пропускания.
3. Выбор назначенного (выделенного) порта для каждого сегмента. STP устанавливает выделенный порт в каждом сегменте. Выделенный порт выбирается на мосту, предоставляющем маршрут с наименьшей стоимостью к корневому мосту.
4. Перевод остальных портов в заблокированное состояние.

#### Режимы портов

STP проводит все порты через несколько режимов:

1. Блокирующий режим;
2. Режим прослушивания;
3. Режим обучения;
4. Режим пересылки;
5. Отключен.

При первой загрузке все порты находятся в блокирующем режиме. В данном режиме порт принимает объявления STP. Если в течении определенного периода времени (по умолчанию 20 секунд) порт не получает объявления STP, он переходит в режим прослушивания. В данном режиме порт принимает и отправляет объявления STP для определения активной топологии. Далее порт переходит в режим обучения (по умолчанию 15 секунд) для уменьшения объема рассылки, необходимой при запуске пересылки. Если

по окончании режима обучения порт остается корневым или назначенным, он переходит в режим пересылки. В противном случае – отключается.

Применение функции PortFast позволяет создать исключение из описанного выше алгоритма для портов, подключенных к конечным узлам сети. Поскольку на данном участке петля возникнуть не может, то режимы прослушивания и обучения дозвоительно пропустить. Таким образом, функция PortFast переводит порт из блокирующего режима в режим пересылки, минуя 2 режима работы порта и экономя 30 секунд времени.

### Протокол связующего дерева для разных VLAN (PVST+)

Протокол STP строит одно связующее дерево для всей сети вне зависимости от количества VLAN в данной сети. Протокол связующего дерева для разных VLAN (Per VLAN Spanning Tree Plus – PVST+) поддерживает работу нескольких экземпляров связующего дерева в сети – по одному на каждый VLAN (рис.7).

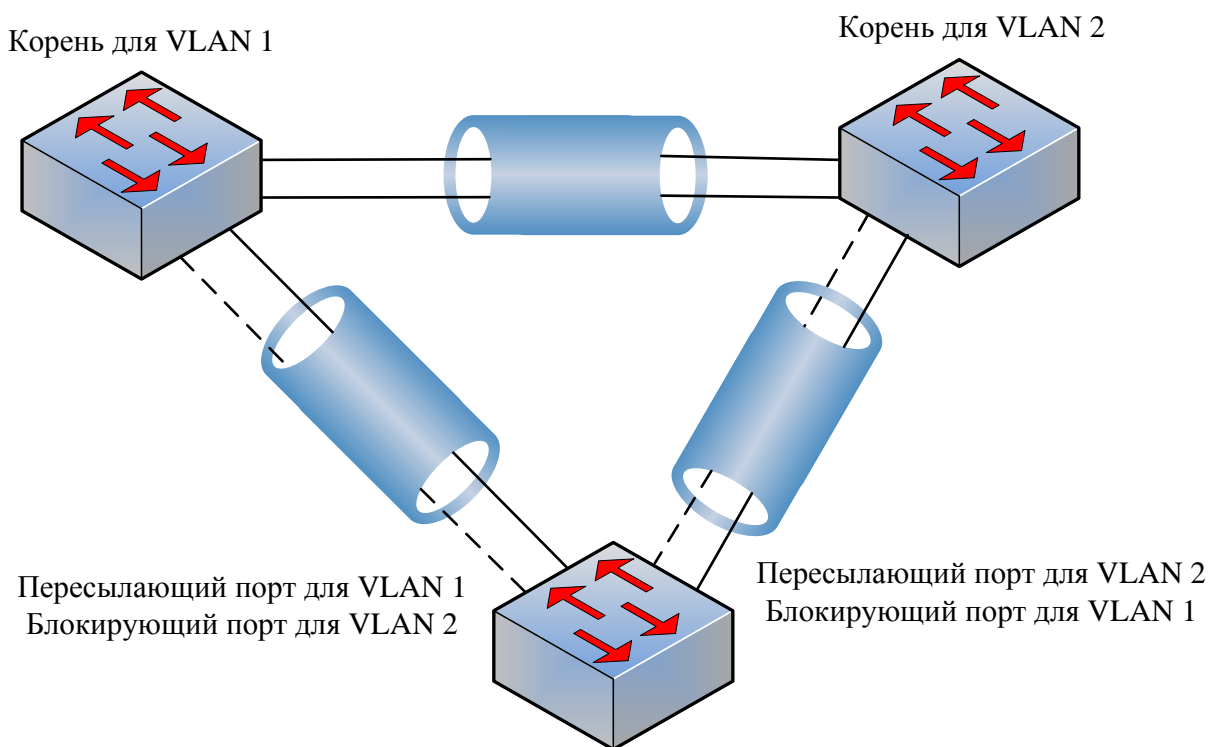


Рис. 7. Протокол PVST+.

Протокол STP выбирает корневой мост по принципу наименьшего идентификатора моста. При этом идентификатор моста состоит из приоритета моста и MAC-адреса данного моста. Поскольку протокол PVST+ предназначен для поддержания экземпляров связующего дерева для каждого VLAN, необходимо введение расширенного идентификатора моста PVST+, который будет включать приоритет моста, идентификатор VLAN и MAC-адрес моста.

### Протокол ускоренного связующего дерева (RSTP)

Протокол ускоренного связующего дерева (Rapid Spanning Tree Protocol - RSTP) является эволюцией протокола STP. RSTP значительно уменьшает время повторной



конвергенции активной топологии при изменении физической топологии или параметров конфигурации.

В RSTP определены дополнительные роли портов:

- Корневой;
- Выделенный;
- Альтернативный – альтернативный маршрут к корневому мосту, отличный от маршрута корневого порта;
- Резервный – резервный маршрут к сегменту, к которому уже подключен другой порт коммутатора;
- Отключен.

RSTP использует следующие режимы работы портов:

- Режим отбрасывания;
- Режим обучения;
- Режим пересылки.

### Протокол PVRST+

Протокол PVRST+ (Per VLAN Rapid Spanning Tree Protocol) поддерживает отдельные экземпляры RSTP для каждой VLAN.

### Практическая часть

Собрать и настроить топологию, заданную преподавателем. Настройку осуществить в соответствии с данными в табл. 2, 3. В качестве коммутатора использовать модель 2960, в качестве маршрутизатора – 2811.

В качестве среды моделирования использовать Cisco Packet Tracer.

Список необходимых команд приведен в табл. 1.

Конфигурирование протокола связующего дерева осуществляется в следующем порядке:

1. Включение протокол Rapid-PVST;
2. Настройка основного корневого коммутатора;
3. Настройка вспомогательного корневого коммутатора.

Таблица 1.

Команды конфигурирования.

Команда	Описание
show spanning-tree vlan <i>номер VLAN</i>	Отображает данные связующего дерева указанной

	сети VLAN
spanning-tree mode rapid-pvst	Глобальный режим конфигурации для включения протокола Rapid-PVST
spanning-tree portfast	Включает функцию PortFast на интерфейсе
spanning-tree vlan <i>идентификатор</i> VLAN root primary	Глобальный режим конфигурации для назначения коммутатора основным корневым коммутатором указанной сети VLAN
spanning-tree vlan <i>идентификатор</i> VLAN root secondary	Глобальный режим конфигурации для назначения коммутатора вспомогательным корневым коммутатором указанной сети VLAN

Таблица 2.

Справочные данные.

Параметр конфигурации	Значение
enable password	iu3
enable secret password	cisco
пароль линии vty	vtu
пароль консольного порта	console

Таблица 3.

Условия заданий.

Адрес первой подсети	Маска подсети
192.168.x.0	255.255.255.0

Где x – номер варианта студента.

### Контрольные вопросы

1. Назначение протоколов связующего дерева?
2. Когда протокол STP осуществляет автоматическую перенастройку портов коммутаторов?
3. Как протоколы связующего дерева осуществляют защиту от образования петель?
4. Какой эквивалент режима прослушивания STP используется протоколом RSTP?
5. Каков режим корневого порта коммутатора с точки зрения протокола STP?

### Литература

1. Одом У. Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCENT/CCNA ICND1 640-822// Издательство: «Вильямс», 2012 – 720 с.

2. Одом У. Официальное руководство Cisco по подготовке к сертификационным экзаменам CCNA ICND2// Издательство: «Вильямс», 2012 – 736 с.