

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 08.09.2021 10:42:30

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabb73e943d74a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

«Юго-Западный государственный университет»

(ЮЗГУ)

Кафедра информационной безопасности

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« ____ » _____ 2017 г.

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ КОММУТАТОРОВ ETHERNET

Методические указания по выполнению лабораторной и практической работы по дисциплинам «Сети и системы передачи информации», «Безопасность систем и сетей передачи данных», «Сети и системы передачи информации (специальные разделы)», «Администрирование вычислительных сетей», «Администрирование защищенных телекоммуникационных систем» для студентов укрупненной группы специальностей и направлений подготовки 10.00.00.

Курск 2017

УДК 004

Составители: И.В. Калущкий, А.Г. Спеваков, Е.В. Шеин, К.О. Хохлач.

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Информационная безопасность» *М.О. Таныгин*

Изучение работы коммутаторов Ethernet: методические указания к выполнению лабораторных и практических работ по дисциплинам / Юго-Зап. гос. Ун-т; сост. И.В. Калущкий, А.Г. Спеваков, Е.В. Шеин, К.О. Хохлач. Курск, 2017, 15 с.: ил. 4.; Библиогр.: с. 15.

Содержат сведения по настройке и работе коммутаторов Ethernet в среде GNS3. Указывается порядок выполнения лабораторных и практических работ, правила оформления, содержание отчета.

Методические указания по выполнению лабораторных и практических работ по дисциплинам «Безопасность систем и сетей передачи данных», «Сети и системы передачи информации», «Сети и системы передачи информации (специальные разделы)», «Администрирование вычислительных сетей», «Администрирование защищенных телекоммуникационных систем» для студентов укрупненной группы специальностей и направлений подготовки 10.00.00.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать

Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,87. Уч. –изд.л. 0,79. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Цель работы	4
Порядок выполнения работы.....	4
Содержание отчета	5
Теоретическая часть	6
Выполнение работы.....	9
Задание.....	14
Контрольные вопросы	14
Список информационных источников.....	15

ВВЕДЕНИЕ

Сетевой коммутатор (от англ. *switch* — переключатель) — устройство, предназначенное для соединения нескольких узлов компьютерной сети в пределах одного или нескольких сегментов сети. Коммутатор работает на канальном (втором) уровне модели OSI. Коммутаторы были разработаны с использованием мостовых технологий и часто рассматриваются как многопортовые мосты. Для соединения нескольких сетей на основе сетевого уровня служат маршрутизаторы (3 уровень OSI).

В отличие от концентратора (1 уровень OSI), который распространяет трафик от одного подключённого устройства ко всем остальным, коммутатор передаёт данные только непосредственно получателю (исключение составляет широковещательный трафик всем узлам сети и трафик для устройств, для которых неизвестен исходящий порт коммутатора). Это повышает производительность и безопасность сети, избавляя остальные сегменты сети от необходимости (и возможности) обрабатывать данные, которые им не предназначались.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель лабораторной работы – освоить правило формирования таблиц коммутации в коммутаторах Ethernet и формирование логических топологий с помощью протокола покрывающего дерева STP.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Получить задание
2. Изучить теоретическую часть
3. Выполнить практическое задание
4. Написать вывод

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Титульный лист
2. Задание в соответствии с вариантом
3. Выполненное задание
4. Вывод

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Принцип работы коммутатора

Коммутатор хранит в памяти (т.н. ассоциативной памяти) таблицу коммутации, в которой указывается соответствие MAC-адреса узла порту коммутатора. При включении коммутатора эта таблица пуста, и он работает в режиме обучения. В этом режиме поступающие на какой-либо порт данные передаются на все остальные порты коммутатора. При этом коммутатор анализирует фреймы (кадры) и, определив MAC-адрес хоста-отправителя, заносит его в таблицу на некоторое время. Впоследствии, если на один из портов коммутатора поступит кадр, предназначенный для хоста, MAC-адрес которого уже есть в таблице, то этот кадр будет передан только через порт, указанный в таблице. Если MAC-адрес хоста-получателя не ассоциирован с каким-либо портом коммутатора, то кадр будет отправлен на все порты, за исключением того порта, с которого он был получен. Со временем коммутатор строит таблицу для всех активных MAC-адресов, в результате трафик локализуется.

Стоит отметить малую латентность (задержку) и высокую скорость пересылки на каждом порту интерфейса.

Режимы коммутации

Существует три способа коммутации. Каждый из них — это комбинация таких параметров, как время ожидания и надёжность передачи.

1. С промежуточным хранением (Store and Forward). Коммутатор читает всю информацию в кадре, проверяет его на отсутствие ошибок, выбирает порт коммутации и после этого посылает в него кадр.
2. Сквозной (cut-through). Коммутатор считывает в кадре только адрес назначения и после выполняет коммутацию. Этот режим уменьшает задержки при передаче, но в нём нет метода обнаружения ошибок.
3. Бесфрагментный (fragment-free) или *гибридный*. Этот режим является модификацией сквозного режима. Передача осуществляется после фильтрации фрагментов коллизий (первые 64 байта кадра анализируются на наличие ошибки и при её отсутствии кадр обрабатывается в сквозном режиме).

Задержка, связанная с «принятием коммутатором решения», добавляется к времени, которое требуется кадру для входа на порт коммутатора и выхода с него, и вместе с ним определяет общую задержку коммутатора.

Симметричная и асимметричная коммутация

Свойство симметрии при коммутации позволяет дать характеристику коммутатора с точки зрения ширины полосы пропускания для каждого его порта. Симметричный коммутатор обеспечивает коммутируемые соединения между портами с одинаковой шириной полосы пропускания, например, когда все порты имеют ширину пропускания 10 Мб/с или 100 Мб/с.

Асимметричный коммутатор обеспечивает коммутируемые соединения между портами с различной шириной полосы пропускания, например, в случаях комбинации портов с шириной полосы пропускания 10 Мб/с или 100 Мб/с и 1000 Мб/с.

Асимметричная коммутация используется в случае наличия больших сетевых потоков типа клиент-сервер, когда многочисленные пользователи обмениваются информацией с сервером одновременно, что требует большей ширины пропускания для того порта коммутатора, к которому подсоединён сервер, с целью предотвращения переполнения на этом порте. Для того, чтобы направить поток данных с порта 100 Мб/с на порт 10 Мб/с без опасности переполнения на последнем, асимметричный коммутатор должен иметь буфер памяти.

Асимметричный коммутатор также необходим для обеспечения большей ширины полосы пропускания каналов между коммутаторами, осуществляемых через вертикальные кросс-соединения, или каналов между сегментами магистрали.

Буфер памяти

Для временного хранения фреймов и последующей их отправки по нужному адресу коммутатор может использовать буферизацию. Буферизация может быть также использована в том случае, когда порт пункта назначения занят. Буфером называется область памяти, в которой коммутатор хранит передаваемые данные.

Буфер памяти может использовать два метода хранения и отправки фреймов: буферизация по портам и буферизация с общей памятью. При буферизации по портам пакеты хранятся в очередях (queue), которые связаны с отдельными входными портами. Пакет передаётся на выходной порт только тогда, когда все фреймы, находившиеся впереди него в очереди, были успешно переданы. При этом возможна ситуация, когда один фрейм задерживает всю очередь из-за занятости порта его пункта назначения. Эта задержка может происходить даже в том случае, когда остальные фреймы могут быть переданы на открытые порты их пунктов назначения.

При буферизации в общей памяти все фреймы хранятся в общем буфере памяти, который используется всеми портами коммутатора. Количество памяти, отводимой порту, определяется требуемым ему количеством. Такой метод называется динамическим распределением буферной памяти. После этого фреймы, находившиеся в буфере, динамически распределяются по выходным портам. Это позволяет получить фрейм на одном порте и отправить его с другого порта, не устанавливая его в очередь.

Коммутатор поддерживает карту портов, в которые требуется отправить фреймы. Очистка этой карты происходит только после того, как фрейм успешно отправлен.

Поскольку память буфера является общей, размер фрейма ограничивается всем размером буфера, а не долей, предназначенной для конкретного порта. Это означает, что крупные фреймы могут быть переданы с меньшими потерями, что особенно важно при асимметричной коммутации, то есть, когда порт с шириной полосы пропускания 100 Мб/с должен отправлять пакеты на порт 10 Мб/с.

Возможности и разновидности коммутаторов

Коммутаторы подразделяются на управляемые и неуправляемые (наиболее простые).

Более сложные коммутаторы позволяют управлять коммутацией на сетевом (третьем) уровне модели OSI. Обычно их именуют соответственно, например «Layer 3 Switch» или сокращенно «L3 Switch». Управление коммутатором может осуществляться посредством Web-

интерфейса, интерфейса командной строки (CLI), протокола SNMP, RMON и т. п.

Многие управляемые коммутаторы позволяют настраивать дополнительные функции: VLAN, QoS, агрегирование, зеркалирование. Многие коммутаторы уровня доступа обладают такими расширенными возможностями, как сегментация трафика между портами, контроль трафика на предмет штормов, обнаружение петель, ограничение количества изучаемых mac-адресов, ограничение входящей/исходящей скорости на портах, функции списков доступа и т.п.

Сложные коммутаторы можно объединять в одно логическое устройство — стек — с целью увеличения числа портов. Например, можно объединить 4 коммутатора с 24 портами и получить логический коммутатор с 90 $((4*24)-6=90)$ портами либо с 96 портами (если для стекирования используются специальные порты).

ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

В программе GNS3 составьте следующую топологию (рис. 1).

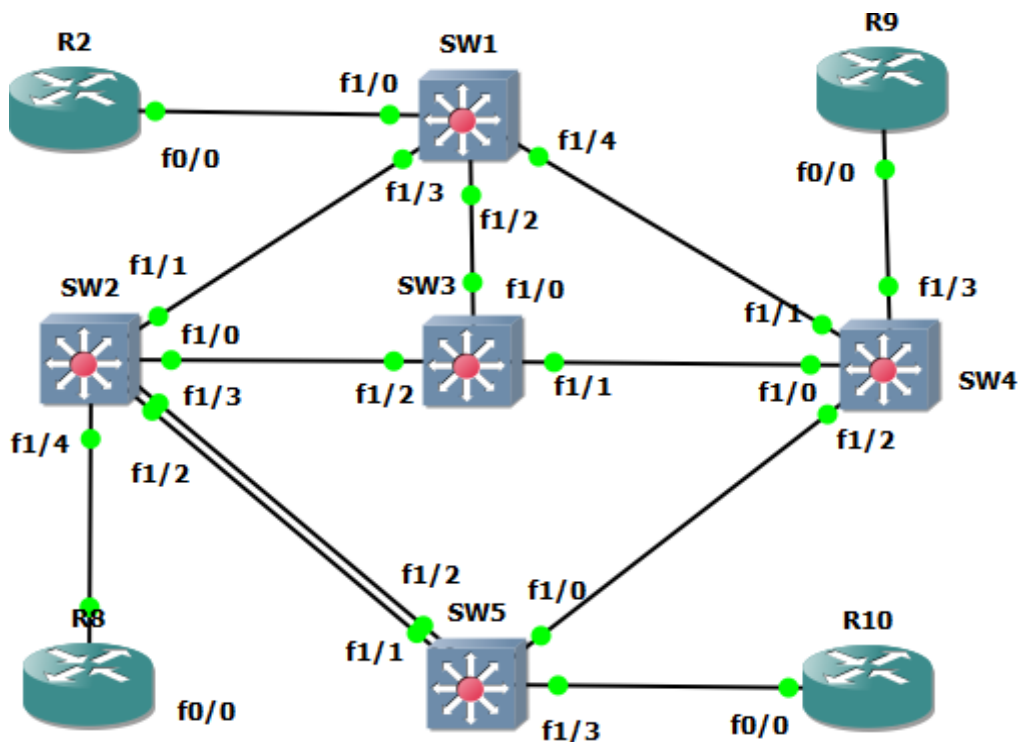



Рисунок 1 - Топология сети

Для моделирования коммутаторов воспользуйтесь

значком  в панели "Типы узлов", данный узел оснащен 2 портами маршрутизатора f0/0 и f0/1, а также 16 портами коммутатора f1/0 - f1/15, коммутаторы соединяйте между собой только через интерфейсы f1/x. Для работы коммутатора подключите образ маршрутизатора Cisco IOS c3745. В качестве хостов выбраны маршрутизаторы 3640, для которых в настройках необходимо добавить 1 слот NM-1FE-TX.

С помощью параметра IdlePC отрегулируйте загрузку центрального процессора вашего персонального компьютера для повышения быстродействия.

Настройте IP адреса для маршрутизаторов на примере R2:

1. На маршрутизаторе войдите в режим глобальной конфигурации
R2>enable
R2#conf t

```
R2(config)#
```

2. Введите команду, чтобы войти в режим конфигурации интерфейса FastEthernet 0/0.

```
R2(config)#interface f0/0
```

```
R2(config-if)#
```

3. Выведите на экран все доступные команды режима конфигурации интерфейса командой «?».

```
R2(config-if)#?
```

4. Команда **no shutdown** включает выбранный интерфейс, команда **shutdown** выключает интерфейс. Выполните команду на FastEthernet 0/0, маршрутизатора 1 для запуска интерфейса.

5. Введите команду, которая установит IP адрес 192.168.1.1 255.255.255.0 на интерфейс FastEthernet 0/0 и включите интерфейс.

```
R2(config-if)#ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
```

6. Включите интерфейс, введя следующую команду:

```
R2(config-if)#no shutdown
```

7. Добавьте описание этого интерфейса.

```
R2(config-if)#description Ethernet interface on R2
```

8. Для просмотра описания интерфейса, вернитесь обратно в привилегированный режим и запустите команду **show interface**. Вы должны увидеть описание FastEthernet 0/0.

```
R2(config-if)#end
```

```
R2#show interface f 0/0
```

```
FastEthernet0/0 is up, line protocol is up
```

```
Hardware is AmdFE, address is cc0a.194c.0000 (bia  
cc0a.194c.0000) Internet address is 192.168.1.102/24
```

```
---- more ---
```

Рисунок 2 – Просмотр описания интерфейса

Обратите внимание на MAC адрес интерфейсов. Повторите пункты с первого по восьмой для хостов R8, R9, R10, только в качестве IP адресов возьмите соответственно 192.168.1.100, 192.168.1.101 и 192.168.1.102.

Проверьте связь между всеми маршрутизаторами с помощью

утилиты ping, для этого зайдите на любой из маршрутизаторов и в привилегированном режиме введите команду **ping [ip адрес]**, как показано ниже:

```
R2# ping 192.168.1.100
```

Появляющиеся восклицательные знаки говорят о доступности соответствующих устройств, если вместо восклицательных знаков появляется точка ".", это говорит о недоступности устройства, в этом случае проверьте правильность введенных вами IP адресов и номера интерфейсов, которыми соединены между собой все устройства.

Просмотр таблицы коммутации

После того как вы «пропинговали» все маршрутизаторы, коммутаторы составили таблицу коммутации, которую можно посмотреть введя в привилегированном режиме команду:

```
Sw1#show mac-address-table
```

После чего будет выведена следующая таблица:

Destination Address	Address Type	VLAN	Destination Port
c40c.0b28.0000	Self	1	Vlan1
cc02.194c.0000	Dynamic	1	FastEthernet1/0
c40e.19cc.f100	Dynamic	1	FastEthernet1/2
c40e.19cc.f102	Dynamic	1	FastEthernet1/3
c40e.19cc.0000	Dynamic	1	FastEthernet1/2
cc0b.06a4.0000	Dynamic	1	FastEthernet1/3

Рисунок 3 – Просмотр таблицы коммутации

Как видно в таблице коммутации в столбце Address Type указаны два типа записей: Self и Dynamic. Self - указывает на свой MAC адрес, Dynamic указывает на то, что данная запись была получена при обучении коммутатора. Помимо этого в таблицу коммутации можно заносить и статические записи с использованием следующей команды:

```
mac-address-table static [H.H.H {mac адрес}] interface [номер интерфейса] vlan [номер VLAN]
```

Пример: необходимо указать коммутаторы, что устройство с MAC адресом 1111.2222.3333 закреплено за интерфейсом fastEthernet 1/1, и оно находится в VLAN 1, такая команда будет выглядеть следующим образом:

```
SW2(config)#mac-address-table static 1111.2222.3333 interface
fastethernet 1/1 vlan 1
```

```
SW1#show mac-address-table
```

Destination Address	Address Type	VLAN	Destination Port
c40c.0b28.0000	Self	1	Vlan1
cc02.194c.0000	Dynamic	1	FastEthernet1/0
1111.2222.3333	Static	1	FastEthernet1/1

Рисунок 4 – Таблица MAC-адресов

Обратите внимание на новый тип записи – Static

Изменение идентификаторов протокола STP

В качестве изменяемых идентификаторов в протоколе STP могут выступать приоритеты мостов и значение стоимости канала связи.

Изменение приоритетов мостов

Данные для изменения работы протокола STP необходимо вводить в режиме конфигурации терминала.

spanning-tree vlan [номер Vlan] priority [значение приоритета]

Пример. Необходимо назначить значение приоритета равное 10000 коммутатору SW1 для VLAN 1:

```
SW1(config)#spanning-tree vlan 1 priority 10000
```

Введите данную команду на коммутаторе SW1, предварительно запустив анализатор протокола между SW1 и SW2, обратите внимание на то, что сразу произойдет отправка сообщения об изменении топологии TCN (topology change notification), а если коммутатор SW1 был корневым коммутатором, то будет отправлено конфигурационное сообщение с флагом TC=1, который указывает на факт изменения топологии.

Еще одной командой для изменения приоритетов коммутаторов является команда:

spanning-tree vlan [номер Vlan] root primary diameter [диаметр сети] hello-time [значение таймера]

Данная команда заставит работать коммутатор как корневой, путем установки собственного приоритета меньшего чем у текущего

корневого. диаметр сети указывает максимальное количество коммутаторов между двумя самыми удаленными коммутаторами в сети.

В качестве команды `primary` можно указать `secondary`, заставив коммутатор, установить приоритет больший, чем у корневого, но меньший чем у всех остальных.

Сконфигурируйте SW3 как **secondary**, а SW4 как **primary**, и проанализируйте вновь полученную топологию протокола STP.

ЗАДАНИЕ

1. Составьте исходную топологию.
2. Составьте следующую таблицу, как это показано ниже, для каждого коммутатора.

Таблица 1 - Идентификаторы коммутаторов

Имя коммутатора	MAC адрес	Приоритет	Идентификатор порта	
SW2	c40c.0b28.0000	32768	FastEthernet1/0	128.41
			FastEthernet1/1	128.42
			FastEthernet1/2	128.43
			FastEthernet1/3	128.44
			FastEthernet1/4	128.45
....	

3. По данным из таблицы 1 определите логическую топологию, которую составил протокол STP и состояние каждого порта.

4. Приведите три захваченных сообщения с помощью wireshark: конфигурационное сообщение, конфигурационное сообщение с установленными флагами TC и TCA, сообщение об уведомлении изменения топологии TCN;

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Процедура составления таблицы коммутации;
2. Методы коммутации;
3. Структура MAC адреса;
4. Структура кадра Ethernet;
5. В чем разница между повторителем и коммутатором;
6. Объясните алгоритм работы метода доступа к среде CSMA/CD;
7. Какой минимальный размер кадра определен стандартом для технологии Ethernet;
8. Перечислите скорости, на которых может работать технология Ethernet;

СПИСОК ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов [Текст]/ В.Г. Олифер, Н.А. Олифер, 4-е изд.: СПб.: Питер, 2006 -958 с.
2. Сергеев А.Н. Основы локальных компьютерных сетей [Текст]/ Сергеев А.Н.: Изд.: «Лань», 2016. 184 с.
3. Танненбаум Э., Д. Уэзеролл Компьютерные сети [Текст]/ Э.Танненбаум, Д. Уэзеролл, 5-е Изд.: СПб.: Питер, 2012 - 903 с.
4. Электронный каталог Documentation [Электронный ресурс]: / Internet. - <http://www.gns3.net/documentation/> (20.10.17).