

Лабораторная работа №5

Настройка агрегации линий связи

Цель работы: исследовать назначение агрегации каналов и протоколов агрегирования, научиться настраивать агрегированные каналы на оборудовании Cisco.

Теоретическая часть

Агрегирование каналов (агрегация каналов, англ. link aggregation) – технология, которая позволяет объединить несколько физических каналов в один логический. Такое объединение позволяет увеличивать пропускную способность и надежность канала. Агрегирование каналов может быть настроено между двумя коммутаторами, коммутатором и маршрутизатором, между коммутатором и хостом.

Для агрегирования каналов существуют другие названия:

- Port Trunking,
- EtherChannel (в Cisco так называется агрегирование каналов, это может относиться как к настройке статических агрегированных каналов, так и с использованием протоколов LACP или PAgP)
- И еще множество других: Ethernet trunk, NIC Teaming, Port Channel, Port Teaming, LAG (link aggregation), Link Bundling, Multi-Link Trunking (MLT), DMLT, SMLT, DSMLT, R-SMLT, NIC bonding, Network Fault Tolerance (NFT), Fast EtherChannel.

Агрегирование каналов позволяет решить две задачи:

- повысить пропускную способность канала
- обеспечить резерв на случай выхода из строя одного из каналов

Большинство технологий по агрегированию позволяют объединять только параллельные каналы (рис. 1). То есть такие, которые начинаются на одном и том же устройстве и заканчиваются на другом.



Рис. 1. Агрегирование каналов между коммутаторами

Если рассматривать избыточные соединения между коммутаторами, то без использования специальных технологий для агрегирования каналов, передаваться данные будут только через один интерфейс, который не заблокирован STP (рис. 2). Такой вариант позволяет обеспечить резервирование каналов, но не дает возможности увеличить пропускную способность. Без использования STP такое избыточное соединение создаст петлю в сети.

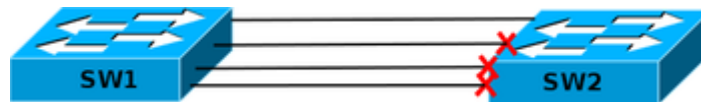


Рис. 2. Работа каналов без технологий по агрегированию

Технологии по агрегированию каналов позволяют использовать все интерфейсы одновременно. При этом устройства контролируют распространение широковещательных фреймов (а также multicast и unknown unicast), чтобы они не зацикливались. Для этого коммутатор, при получении широковещательного фрейма через обычный интерфейс, отправляет его в агрегированный канал только через один интерфейс. А при получении широковещательного фрейма из агрегированного канала, не отправляет его назад.

Хотя агрегирование каналов позволяет увеличить пропускную способность канала, не стоит рассчитывать на идеальную балансировку нагрузки между интерфейсами в агрегированном канале. Технологии по балансировке нагрузки в агрегированных каналах, как правило, ориентированы на балансировку по таким критериям: MAC-адресам, IP-адресам, портам отправителя или получателя (по одному критерию или их комбинации).

То есть, реальная загруженность конкретного интерфейса никак не учитывается. Поэтому один интерфейс может быть загружен больше, чем другие. Более того, при неправильном выборе метода балансировки (или если недоступны другие методы) или в некоторых топологиях, может сложиться ситуация, когда реально все данные будут передаваться, например, через один интерфейс.

Агрегирование каналов в Cisco

Для агрегирования каналов в Cisco может быть использован один из трёх вариантов:

- LACP (Link Aggregation Control Protocol) стандартный протокол
- PAgP (Port Aggregation Protocol) проприетарный протокол Cisco
- Статическое агрегирование без использования протоколов

Так как LACP и PAgP решают одни и те же задачи (с небольшими отличиями по возможностям), то лучше использовать стандартный протокол. Фактически остается выбор между LACP и статическим агрегированием.

Статическое агрегирование:

Преимущества:

- Не вносит дополнительную задержку при поднятии агрегированного канала или изменении его настроек
- Вариант, который рекомендует использовать Cisco

Недостатки:

- Нет согласования настроек с удаленной стороной. Ошибки в настройке могут привести к образованию петель

Агрегирование с помощью LACP:

Преимущества:

- Согласование настроек с удаленной стороной позволяет избежать ошибок и петель в сети.
- Поддержка standby-интерфейсов позволяет агрегировать до 16ти портов, 8 из которых будут активными, а остальные в режиме standby

Недостатки:

- Вносит дополнительную задержку при поднятии агрегированного канала или изменении его настроек

Терминология и настройка

При настройке агрегирования каналов на оборудовании Cisco используется несколько терминов (рис. 3):

EtherChannel – технология агрегирования каналов. Термин, который использует Cisco для агрегирования каналов;

port-channel – логический интерфейс, который объединяет физические интерфейсы;

channel-group – команда, которая указывает какому логическому интерфейсу принадлежит физический интерфейс и какой режим используется для агрегирования.

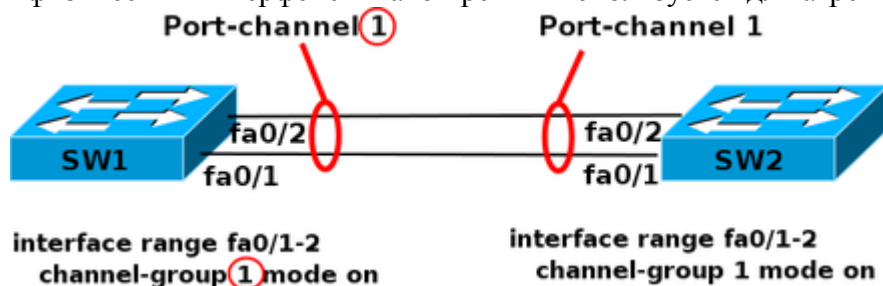


Рис. 3. Связь между port-channel и channel-group

Эти термины используются при настройке, в командах просмотра, независимо от того, какой вариант агрегирования используется (какой протокол, какого уровня EtherChannel).

На схеме, число после команды channel-group указывает какой номер будет у логического интерфейса Port-channel. Номера логических интерфейсов с двух сторон

агрегированного канала не обязательно должны совпадать. Номера используются для того чтобы отличать разные группы портов в пределах одного коммутатора.

Общие правила настройки EtherChannel

LACP и PAgP группируют интерфейсы с одинаковыми:

- скоростью (speed),
- режимом дуплекса (duplex mode),
- native VLAN,
- диапазон разрешенных VLAN,
- trunking status,
- типом интерфейса.

Настройка EtherChannel:

- Так как для объединения в EtherChannel на интерфейсах должны совпадать многие настройки, проще объединять их, когда они настроены по умолчанию. А затем настраивать логический интерфейс.
- Перед объединением интерфейсов лучше отключить их. Это позволит избежать блокирования интерфейсов STP (или перевода их в состояние err-disable).
- Для того чтобы удалить настройки EtherChannel достаточно удалить логический интерфейс. Команды channel-group удалятся автоматически.

Создание EtherChannel для портов уровня 2 и портов уровня 3 отличается:

- Для интерфейсов 3го уровня вручную создается логический интерфейс командой *interface port-channel*.
- Для интерфейсов 2го уровня логический интерфейс создается динамически.
- Для обоих типов интерфейсов необходимо вручную назначать интерфейс в EtherChannel. Для этого используется команда *channel-group* в режиме настройки интерфейса. Эта команда связывает вместе физические и логические порты.

После того как настроен EtherChannel:

- изменения, которые применяются к port-channel интерфейсу, применяются ко всем физическим портам, которые присвоены этому port-channel интерфейсу;
- изменения, которые применяются к физическому порту, влияют только на порт, на котором были сделаны изменения.

Синтаксис команды channel-group

Синтаксис команды channel-group:

```
sw(config-if)# channel-group <channel-group-number> mode <<auto [non-silent] | desirable [non-silent] | on> | <active | passive>>
```

Параметры команды:

- active — Включить LACP
- passive — Включить LACP только если придет сообщение LACP
- desirable — Включить PAgP
- auto — Включить PAgP только если придет сообщение PAgP
- on — Включить только Etherchannel

Комбинации режимов, при которых поднимется EtherChannel

Режим PAgP	auto	desirable
auto	--	EtherChannel
desirable	EtherChannel	EtherChannel

Режим LACP	passive	active
passive	--	EtherChannel
active	EtherChannel	EtherChannel

Команды просмотра информации:

```
sw# show etherchannel summary  
sw1#sh etherchannel port-channel
```

Настройка EtherChannel 2го уровня

Настройка статического EtherChannel 2го уровня

Перед настройкой агрегирования лучше выключить физические интерфейсы. Достаточно отключить их с одной стороны (в примере на sw1), затем настроить агрегирование с двух сторон и включить интерфейсы.

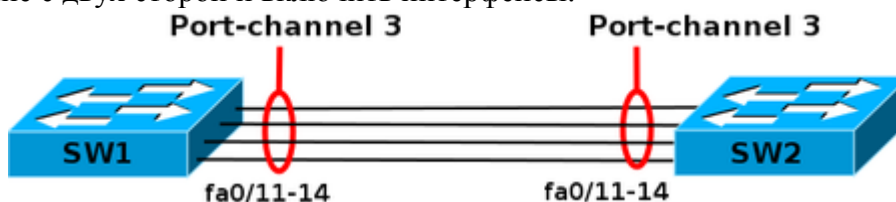


Рис. 4. Настройка агрегирования в канале 3 на интерфейсах fa0/11-14

Настройка EtherChannel на sw1:

```
sw1(config)# interface range f0/11-14  
sw1(config-if-range)# shutdown  
sw1(config-if-range)# channel-group 3 mode on  
Creating a port-channel interface Port-channel 3
```

Настройка EtherChannel на sw2:

```
sw2(config)# interface range f0/11-14  
sw2(config-if-range)# channel-group 3 mode on  
Creating a port-channel interface Port-channel 3
```

Включение физических интерфейсов на sw1:

```
sw1(config-if-range)# no sh
```

Просмотр информации

Суммарная информация о состоянии Etherchannel:

```
sw1# sh etherchannel summary  
Flags: D - down      P - bundled in port-channel  
       I - stand-alone s - suspended  
       H - Hot-standby (LACP only)  
       R - Layer3    S - Layer2  
       U - in use    f - failed to allocate aggregator  
  
       M - not in use, minimum links not met  
       u - unsuitable for bundling  
       w - waiting to be aggregated  
       d - default port  
  
Number of channel-groups in use: 1  
Number of aggregators:          1
```

Group	Port-channel	Protocol	Ports
3	Po3(SU)	-	Fa0/11(P) Fa0/12(P) Fa0/13(P) Fa0/14(P)

Информация о port-channel на sw1:

```
sw1# sh etherchannel port-channel
Channel-group listing:
```

```
Group: 3
```

```
Port-channels in the group:
```

```
Port-channel: Po3
```

```
Age of the Port-channel = 0d:00h:00m:51s
Logical slot/port = 1/0      Number of ports = 4
GC = 0x00000000      HotStandBy port = null
Port state = Port-channel Ag-Inuse
Protocol = -
Port security = Disabled
```

Ports in the Port-channel:

Index	Load	Port	EC state	No of bits
0	00	Fa0/11	On	0
0	00	Fa0/12	On	0
0	00	Fa0/13	On	0
0	00	Fa0/14	On	0

```
Time since last port bundled: 0d:00h:00m:44s Fa0/14
```

Настройка EtherChannel 2го уровня с помощью LACP

Перед настройкой агрегирования лучше выключить физические интерфейсы. Достаточно отключить их с одной стороны (в примере на sw1), затем настроить агрегирование с двух сторон и включить интерфейсы.



Рис. 5. Настройка агрегирования в канале 1 на интерфейсах fa0/11-14

Настройка EtherChannel на sw1:

```
sw1(config)# interface range f0/11-14
sw1(config-if-range)# shutdown
sw1(config-if-range)# channel-group 1 mode active
Creating a port-channel interface Port-channel 1
```

Настройка EtherChannel на sw2:

```
sw2(config)# interface range f0/11-14
sw2(config-if-range)# channel-group 1 mode passive
Creating a port-channel interface Port-channel 1
```

Включение физических интерфейсов на sw1:

```
sw1(config)# interface range f0/11-14
sw1(config-if-range)# no shutdown
```

Просмотр информации

Суммарная информация о состоянии Etherchannel:

```
sw1# show etherchannel summary
Flags: D - down      P - bundled in port-channel
      I - stand-alone s - suspended
      H - Hot-standby (LACP only)
      R - Layer3      S - Layer2
      U - in use      f - failed to allocate aggregator
```

```
      M - not in use, minimum links not met
      u - unsuitable for bundling
      w - waiting to be aggregated
      d - default port
```

```
Number of channel-groups in use: 1
Number of aggregators:          1
```

Group	Port-channel	Protocol	Ports
1	Po1(SU)	LACP	Fa0/11(P) Fa0/12(P) Fa0/13(P) Fa0/14(P)

Информация о port-channel на sw1:

```
sw1#sh etherchannel port-channel
Channel-group listing:
-----
Group: 1
-----
Port-channels in the group:
-----
Port-channel: Po1 (Primary Aggregator)
-----
Age of the Port-channel = 0d:00h:14m:21s
Logical slot/port = 1/0      Number of ports = 4
HotStandBy port = null
Port state = Port-channel Ag-Inuse
Protocol = LACP
Port security = Disabled
```

Ports in the Port-channel:

Index	Load	Port	EC state	No of bits
0	00	Fa0/11	Active	0
0	00	Fa0/12	Active	0
0	00	Fa0/13	Active	0
0	00	Fa0/14	Active	0

Time since last port bundled: 0d:00h:01m:49s Fa0/13

Time since last port Un-bundled: 0d:00h:04m:20s Fa0/14

Информация о port-channel на sw2:

sw2#sh etherchannel port-channel

Channel-group listing:

Group: 1

Port-channels in the group:

Port-channel: Po1 (Primary Aggregator)

Age of the Port-channel = 0d:00h:13m:49s

Logical slot/port = 2/1 Number of ports = 4

HotStandBy port = null

Port state = Port-channel Ag-Inuse

Protocol = LACP

Port security = Disabled

Ports in the Port-channel:

Index	Load	Port	EC state	No of bits
0	00	Fa0/11	Passive	0
0	00	Fa0/12	Passive	0
0	00	Fa0/13	Passive	0
0	00	Fa0/14	Passive	0

Time since last port bundled: 0d:00h:03m:48s Fa0/13

Time since last port Un-bundled: 0d:00h:06m:18s Fa0/14

Настройка EtherChannel 2го уровня с помощью PAgP

Перед настройкой агрегирования лучше выключить физические интерфейсы. Достаточно отключить их с одной стороны (в примере на sw1), затем настроить агрегирование с двух сторон и включить интерфейсы.

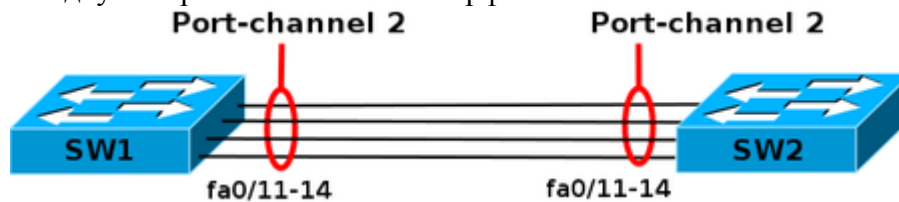


Рис. 6. Настройка агрегирования в канале 2 на интерфейсах fa0/11-14

Настройка EtherChannel на sw1:

```
sw1(config)# interface range f0/11-14
sw1(config-if-range)# shutdown
sw1(config-if-range)# channel-group 2 mode desirable
Creating a port-channel interface Port-channel 2
```

Настройка EtherChannel на sw2:

```
sw2(config)# interface range f0/11-14
sw2(config-if-range)# channel-group 2 mode auto
Creating a port-channel interface Port-channel 2
```

Включение физических интерфейсов на sw1:

```
sw1(config)# interface range f0/11-14
sw1(config-if-range)# no shut
```

Просмотр информации

Суммарная информация о состоянии Etherchannel:

```
sw1#sh etherchannel summary
Flags: D - down      P - bundled in port-channel
      I - stand-alone s - suspended
      H - Hot-standby (LACP only)
      R - Layer3      S - Layer2
      U - in use      f - failed to allocate aggregator
```

```
      M - not in use, minimum links not met
      u - unsuitable for bundling
      w - waiting to be aggregated
      d - default port
```

```
Number of channel-groups in use: 1
```

```
Number of aggregators: 1
```

Group	Port-channel	Protocol	Ports
2	Po2(SU)	PAgP	Fa0/11(P) Fa0/12(P) Fa0/13(P) Fa0/14(P)

Информация о port-channel на sw1:

```
sw1#sh etherchannel port-channel
```

```
Channel-group listing:
```

```
-----  
Group: 2
```

```
-----
```

```
Port-channels in the group:
```

```
-----
```

```
Port-channel: Po2
```

```
-----
```

```
Age of the Port-channel = 0d:00h:01m:20s
```

```
Logical slot/port = 1/0      Number of ports = 4
```

```
GC = 0x00020001      HotStandBy port = null
```

```
Port state = Port-channel Ag-Inuse
```

```
Protocol = PAgP
```

```
Port security = Disabled
```

```
Ports in the Port-channel:
```

```
Index Load Port EC state No of bits
```

```
-----+-----+-----+-----+-----
```

```
0 00 Fa0/11 Desirable-S1 0
```

```
0 00 Fa0/12 Desirable-S1 0
```

```
0 00 Fa0/13 Desirable-S1 0
```

```
0 00 Fa0/14 Desirable-S1 0
```

```
Time since last port bundled: 0d:00h:00m:59s Fa0/14
```

```
Time since last port Un-bundled: 0d:00h:01m:02s Fa0/14
```

Балансировка нагрузки

Метод балансировки нагрузки повлияет на распределение трафика во всех EtherChannel, которые созданы на коммутаторе.

В зависимости от модели коммутатора, могут поддерживаться такие методы балансировки:

- по MAC-адресу отправителя или MAC-адресу получателя или учитывая оба адреса
- по IP-адресу отправителя или IP-адресу получателя или учитывая оба адреса
- по номеру порта отправителя или номеру порта получателя или учитывая оба порта

Пример вариантов на коммутаторе 3560:

```
sw1(config)# port-channel load-balance ?
```

```
dst-ip    Dst IP Addr
```

```
dst-mac    Dst Mac Addr
```

```
src-dst-ip Src XOR Dst IP Addr
```

```
src-dst-mac Src XOR Dst Mac Addr
```

```
src-ip     Src IP Addr
```

```
src-mac    Src Mac Addr
```

При выборе метода балансировки, необходимо учитывать топологию сети, каким образом передается трафик.

Например, на схеме, все устройства находятся в одном VLAN. Шлюз по умолчанию маршрутизатор R1 (рис. 7).

Если коммутатор sw2 использует метод балансировки по MAC-адресу отправителя, то балансировка выполняться не будет, так как у всех фреймов MAC-адрес отправителя будет адрес маршрутизатора R1.

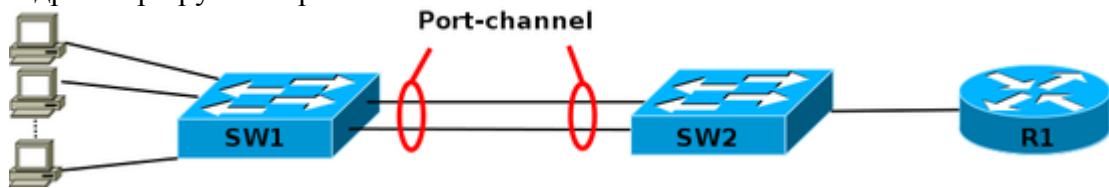


Рис. 7. Сеть для объяснения распределения нагрузки на коммутаторах

Аналогично, если коммутатор sw1 использует метод балансировки по MAC-адресу получателя, то балансировка выполняться не будет, так как у всех фреймов, которые будут проходить через агрегированный канал, MAC-адрес получателя будет адрес маршрутизатора R1:

Определение текущего метода балансировки:

```
sw1# show etherchannel load-balance
```

Практическая часть

1. Записать название лабораторной работы, цель работы и данные по варианту.

Вариант	Channel-group	Количество линий связи между коммутаторами	Тип Etherchannel
1	1	2	статический 2ого уровня
2	2	3	2го уровня по протоколу LACP
3	3	4	2го уровня по протоколу PAgP
4	4	3	статический 2ого уровня
5	5	4	2го уровня по протоколу LACP
6	6	5	2го уровня по протоколу PAgP
7	1	4	статический 2ого уровня
8	2	5	2го уровня по протоколу LACP
9	3	6	2го уровня по протоколу PAgP
10	4	5	статический 2ого уровня
11	5	6	2го уровня по протоколу LACP
12	6	2	2го уровня по протоколу PAgP
13	1	6	статический 2ого уровня
14	2	2	2го уровня по протоколу LACP
15	3	3	2го уровня по протоколу PAgP

2. В программе Cisco Packet Tracer построить сеть на 2 коммутаторах, соединённых несколькими линиями связи (количество линий см. по варианту). Зарисовать свой вариант соединения коммутаторов. Дождаться, пока состояние сети стабилизируется (рис. 8).

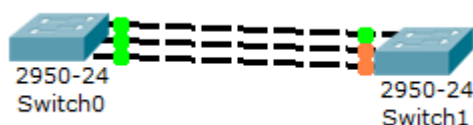


Рис. 8. Пример построенной сети по заданию

Отметить, что между устройствами работает протокол STP, поэтому для передачи данных доступна только одна из линий.

3. В соответствии с вариантом настроить соответствующий Etherchannel, то есть настроить агрегацию линий, проведённых в пункте 2 (использовать channel-group по варианту). Дождаться, пока состояние сети стабилизируется (рис.9).

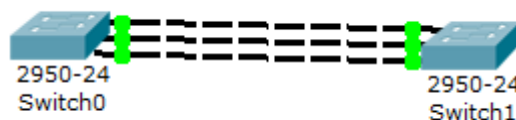


Рис. 9 Пример сети по заданию с настроенной агрегацией каналов

Отметить, что между устройствами настроена агрегация, так как для передачи данных доступны все линии связи.

4. Вывести информацию о состоянии Etherchannel и информацию о port-channel. Занести в отчет таблицу о состоянии EtherChannel (Group, Port-channel, Protocol, Ports).

5. Вывести информацию о вариантах балансировки на одном из коммутаторов и определить текущий метод балансировки. Занести в отчет команду для определения метода балансировки и текущий метод балансировки.

После выполнения работы необходимо ответить на контрольные вопросы (к защите).

Контрольные вопросы

1. Сравните функции коммутатора: STP и агрегацию портов.
2. Сравните протокол LACP и статическое агрегирование.
3. Будет ли работать агрегирование, если на обоих портах линии настроить режим auto?
4. Будет ли работать агрегирование, если на обоих портах линии настроить режим desirable?
5. Будет ли работать агрегирование, если на обоих портах линии настроить режим active?
6. Будет ли работать агрегирование, если на обоих портах линии настроить режим passive?
7. Перечислите методы балансировки нагрузки.