**Агрегирование каналов** — 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** (в Cisco trunk’ом называется тегированный порт, поэтому с этим термином путаницы больше всего),
* **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**.

**Общая информация об агрегировании каналов**

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. То есть такие, которые начинаются на одном и том же устройстве и заканчиваются на другом.

[](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/001.png)

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**. Такой вариант позволяет обеспечить резервирование каналов, но не дает возможности увеличить пропускную способность.

[https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/002.png](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/002.png)

*(Без использования STP такое избыточное соединение создаст петлю в сети.)*

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.

Некоторые проприетарные разработки позволяют агрегировать каналы, которые соединяют разные устройства. Таким образом резервируется не только канал, но и само устройство. Такие технологии в общем, как правило, называются распределенным агрегированием каналов (у многих производителей есть своё название для этой технологии).

**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

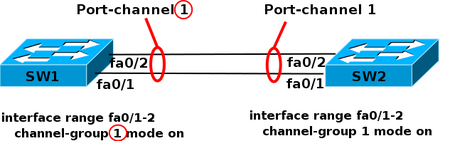
Агрегирование с помощью **LACP**:

* 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:

* **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.

[](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/003.png)

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 |

**Интерфейсы в состоянии suspended**

Если настройки физического интерфейса не совпадают с настройками агрегированного интерфейса, он переводится в состояние **suspended**. Это будет видно в нескольких командах.

Просмотр состояния интерфейсов:

|  |
| --- |
| sw1#sh int status  Port Name Status Vlan Duplex Speed Type  ...  Fa0/9 notconnect 1 auto auto 10/100BaseTX  Fa0/10 notconnect 1 auto auto 10/100BaseTX  Fa0/11 connected trunk a-full a-100 10/100BaseTX  Fa0/12 connected trunk a-full a-100 10/100BaseTX  Fa0/13 suspended 1 a-full a-100 10/100BaseTX  Fa0/14 connected trunk a-full a-100 10/100BaseTX  ...  Po1 connected trunk a-full a-100 |

Просмотр информации о **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  ------+-------------+-----------+-----------------------------------------------  1 Po1(SU) LACP Fa0/11(P) Fa0/12(P) Fa0/13(s)  Fa0/14(P) |

**Команды просмотра информации**

|  |
| --- |
| sw# show etherchannel summary |

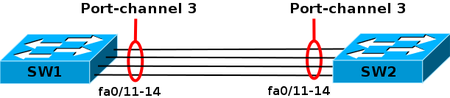
|  |
| --- |
| sw1#sh etherchannel port-channel |

Подробная информация:

|  |
| --- |
| sw1#sh etherchannel detail |

**Настройка EtherChannel 2го уровня**

**Настройка статического EtherChannel 2го уровня**

[](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/004.png)

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.

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**

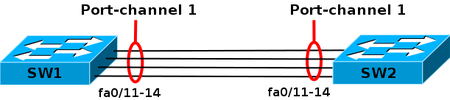
Суммарная информация о состоянии **Etherchannel**:

|  |
| --- |
| 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**

[](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/005.png)

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.

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 |

Информация **LACP** о локальном коммутаторе:

|  |
| --- |
| sw1#sh lacp 1 internal  Flags: S - Device is requesting Slow LACPDUs  F - Device is requesting Fast LACPDUs  A - Device is in Active mode P - Device is in Passive mode  Channel group 1  LACP port Admin Oper Port Port  Port Flags State Priority Key Key Number State  Fa0/11 SA bndl 32768 0x1 0x1 0xC 0x3D  Fa0/12 SA bndl 32768 0x1 0x1 0xD 0x3D  Fa0/13 SA bndl 32768 0x1 0x1 0x16 0x3D  Fa0/14 SA bndl 32768 0x1 0x1 0x17 0x3D  sw1# |

Информация **LACP** об удаленном коммутаторе:

|  |
| --- |
| sw1#show lacp 1 neighbor  Flags: S - Device is requesting Slow LACPDUs  F - Device is requesting Fast LACPDUs  A - Device is in Active mode P - Device is in Passive mode  Channel group 1 neighbors  Partner's information:  LACP port Admin Oper Port Port  Port Flags Priority Dev ID Age key Key Number State  Fa0/11 SP 32768 000a.b8ab.eb80 5s 0x0 0x1 0x10E 0x3C  Fa0/12 SP 32768 000a.b8ab.eb80 13s 0x0 0x1 0x10F 0x3C  Fa0/13 SP 32768 000a.b8ab.eb80 5s 0x0 0x1 0x110 0x3C  Fa0/14 SP 32768 000a.b8ab.eb80 16s 0x0 0x1 0x111 0x3C  sw1# |

Счетчики **LACP**:

|  |
| --- |
| sw1# show lacp 1 counters  LACPDUs Marker Marker Response LACPDUs  Port Sent Recv Sent Recv Sent Recv Pkts Err  ---------------------------------------------------------------------  Channel group: 1  Fa0/11 13 11 0 0 0 0 0  Fa0/12 13 10 0 0 0 0 0  Fa0/13 25 22 0 0 0 0 0  Fa0/14 13 11 0 0 0 0 0 |

**LACP** system ID:

|  |
| --- |
| sw1# sh lacp sys-id  32768, 0012.0111.e580 |

**Standby-интерфейсы**

**LACP** позволяет агрегировать до 16ти портов, 8 из которых будут активными, а остальные в режиме **standby**.

[](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/006.png)

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.

Настройка **EtherChannel** на sw1:

|  |
| --- |
| sw1(config)# interface range f0/11-20  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 f0/11-20  sw2(config-if-range)# channel-group 1 mode passive  Creating a port-channel interface Port-channel 1 |

Включение физических интерфейсов на sw1:

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

Суммарная информация о состоянии **Etherchannel** (интерфейсы fa0/19, fa0/20 в режиме **standby**):

|  |
| --- |
| 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  ------+-------------+-----------+-----------------------------------------------  1 Po1(SU) LACP Fa0/11(P) Fa0/12(P) Fa0/13(P)  Fa0/14(P) Fa0/15(P) Fa0/16(P)  Fa0/17(P) Fa0/18(P) Fa0/19(H)  Fa0/20(H) |

Информация о **port-channel** на sw1 (интерфейсы fa0/19, fa0/20 в режиме **standby**):

|  |
| --- |
| 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:03m:08s  Logical slot/port = 1/0 Number of ports = 8  HotStandBy port = Fa0/19 Fa0/20  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  0 00 Fa0/15 Active 0  0 00 Fa0/16 Active 0  0 00 Fa0/17 Active 0  0 00 Fa0/18 Active 0  Time since last port bundled: 0d:00h:00m:57s Fa0/18  Time since last port Un-bundled: 0d:00h:00m:59s Fa0/19 |

Информация **LACP** о локальном коммутаторе (интерфейсы fa0/19, fa0/20 в режиме **standby**)

|  |
| --- |
| sw1#sh lacp internal  Flags: S - Device is requesting Slow LACPDUs  F - Device is requesting Fast LACPDUs  A - Device is in Active mode P - Device is in Passive mode  Channel group 1  LACP port Admin Oper Port Port  Port Flags State Priority Key Key Number State  Fa0/11 SA bndl 32768 0x1 0x1 0xC 0x3D  Fa0/12 SA bndl 32768 0x1 0x1 0xD 0x3D  Fa0/13 SA bndl 32768 0x1 0x1 0x16 0x3D  Fa0/14 SA bndl 32768 0x1 0x1 0x17 0x3D  Fa0/15 SA bndl 32768 0x1 0x1 0x18 0x3D  Fa0/16 SA bndl 32768 0x1 0x1 0x19 0x3D  Fa0/17 SA bndl 32768 0x1 0x1 0xE 0x3D  Fa0/18 SA bndl 32768 0x1 0x1 0xF 0x3D  Fa0/19 SA hot-sby 32768 0x1 0x1 0x10 0x5  Fa0/20 SA hot-sby 32768 0x1 0x1 0x11 0x5 |

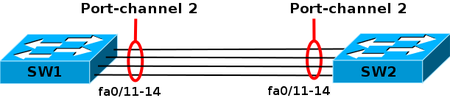
Информация **LACP** об удаленном коммутаторе:

|  |
| --- |
| sw1#sh lacp neighbor  Flags: S - Device is requesting Slow LACPDUs  F - Device is requesting Fast LACPDUs  A - Device is in Active mode P - Device is in Passive mode  Channel group 1 neighbors  Partner's information:  LACP port Admin Oper Port Port  Port Flags Priority Dev ID Age key Key Number State  Fa0/11 SP 32768 000a.b8ab.eb80 27s 0x0 0x1 0x10E 0x3C  Fa0/12 SP 32768 000a.b8ab.eb80 25s 0x0 0x1 0x10F 0x3C  Fa0/13 SP 32768 000a.b8ab.eb80 27s 0x0 0x1 0x110 0x3C  Fa0/14 SP 32768 000a.b8ab.eb80 6s 0x0 0x1 0x111 0x3C  Fa0/15 SP 32768 000a.b8ab.eb80 26s 0x0 0x1 0x112 0x3C  Fa0/16 SP 32768 000a.b8ab.eb80 27s 0x0 0x1 0x113 0x3C  Fa0/17 SP 32768 000a.b8ab.eb80 25s 0x0 0x1 0x114 0x3C  Fa0/18 SP 32768 000a.b8ab.eb80 27s 0x0 0x1 0x115 0x3C  Fa0/19 SP 32768 000a.b8ab.eb80 2s 0x0 0x1 0x116 0x4  Fa0/20 SP 32768 000a.b8ab.eb80 2s 0x0 0x1 0x117 0x4 |

Интерфейсы в режиме **standby** не передают трафик, поэтому по **CDP** сосед не виден через эти порты:

|  |
| --- |
| sw1#sh cdp neighbors  Capability Codes: R - Router, T - Trans Bridge, B - Source Route Bridge  S - Switch, H - Host, I - IGMP, r - Repeater, P - Phone  Device ID Local Intrfce Holdtme Capability Platform Port ID  sw2 Fas 0/18 123 R S I WS-C3560- Fas 0/18  sw2 Fas 0/15 179 R S I WS-C3560- Fas 0/15  sw2 Fas 0/14 179 R S I WS-C3560- Fas 0/14  sw2 Fas 0/12 179 R S I WS-C3560- Fas 0/12  sw2 Fas 0/16 178 R S I WS-C3560- Fas 0/16  sw2 Fas 0/17 178 R S I WS-C3560- Fas 0/17  sw2 Fas 0/11 178 R S I WS-C3560- Fas 0/11  sw2 Fas 0/13 178 R S I WS-C3560- Fas 0/13  sw2 Fas 0/1 147 R S I WS-C3560- Fas 0/1 |

**Настройка EtherChannel 2го уровня с помощью PAgP**

[](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/007.png)

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.

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-Sl 0  0 00 Fa0/12 Desirable-Sl 0  0 00 Fa0/13 Desirable-Sl 0  0 00 Fa0/14 Desirable-Sl 0  Time since last port bundled: 0d:00h:00m:59s Fa0/14  Time since last port Un-bundled: 0d:00h:01m:02s Fa0/14 |

Информация **PAgP** о локальном коммутаторе:

|  |
| --- |
| sw1#sh pagp internal  Flags: S - Device is sending Slow hello. C - Device is in Consistent state.  A - Device is in Auto mode. d - PAgP is down  Timers: H - Hello timer is running. Q - Quit timer is running.  S - Switching timer is running. I - Interface timer is running.  Channel group 2  Hello Partner PAgP Learning Group  Port Flags State Timers Interval Count Priority Method Ifindex  Fa0/11 SC U6/S7 H 30s 1 128 Any 30  Fa0/12 SC U6/S7 H 30s 1 128 Any 30  Fa0/13 SC U6/S7 H 30s 1 128 Any 30  Fa0/14 SC U6/S7 H 30s 1 128 Any 30 |

Информация **PAgP** об удаленном коммутаторе:

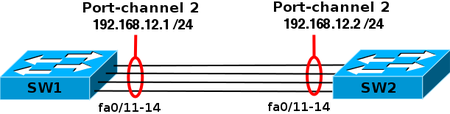
|  |
| --- |
| sw1#sh pagp neighbor  Flags: S - Device is sending Slow hello. C - Device is in Consistent state.  A - Device is in Auto mode. P - Device learns on physical port.  Channel group 2 neighbors  Partner Partner Partner Partner Group  Port Name Device ID Port Age Flags Cap.  Fa0/11 sw2 000a.b8ab.eb80 Fa0/11 26s SAC 20001  Fa0/12 sw2 000a.b8ab.eb80 Fa0/12 4s SAC 20001  Fa0/13 sw2 000a.b8ab.eb80 Fa0/13 18s SAC 20001  Fa0/14 sw2 000a.b8ab.eb80 Fa0/14 14s SAC 20001 |

Счетчики **PAgP**:

|  |
| --- |
| sw1#sh pagp counters  Information Flush PAgP  Port Sent Recv Sent Recv Err Pkts  ---------------------------------------------------  Channel group: 2  Fa0/11 8 9 0 0 0  Fa0/12 35 6 0 0 0  Fa0/13 50 8 0 0 0  Fa0/14 24 12 0 0 0 |

**Настройка EtherChannel 3го уровня**

Настройка **EtherChannel** 3го уровня очень мало отличается от настройки **EtherChannel** 2го уровня. Поэтому в этом разделе показан только один пример настройки, с использованием **LACP**. Остальные варианты настраиваются аналогично, с изменением режима агрегирования. Команды просмотра аналогичны, их можно посмотреть в предыдущих разделах.

[](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/008.png)

Для **EtherChannels** 3-го уровня IP-адрес присваивается логическому интерфейсу **port-channel**, а не физическим интерфейсам.

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.

Настройка логического интерфейса на sw1:

|  |
| --- |
| sw1(config)# int port-channel 2  sw1(config-if)# no switchport  sw1(config-if)# ip address 192.168.12.1 255.255.255.0 |

Настройка физических интерфейсов на sw1:

|  |
| --- |
| sw1(config)# int ran fa0/11 - 14  sw1(config-if-range)# shutdown  sw1(config-if-range)# no switchport  sw1(config-if-range)# channel-group 2 mode active |

Создание логического интерфейса на sw2:

|  |
| --- |
| sw2(config)# int port-channel 2  sw2(config-if)# no switchport  sw2(config-if)# ip address 192.168.12.2 255.255.255.0 |

Настройка физических интерфейсов на sw2:

|  |
| --- |
| sw2(config)# int ran fa0/11 - 14  sw2(config-if-range)# no switchport  sw2(config-if-range)# channel-group 2 mode active |

Включение физических интерфейсов на sw1:

|  |
| --- |
| sw1(config)# int ran fa0/11 - 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: 2  Number of aggregators: 2  Group Port-channel Protocol Ports  ------+-------------+-----------+-----------------------------------------------  2 Po2(RU) LACP Fa0/11(P) Fa0/12(P) Fa0/13(P)  Fa0/14(P) |

**Настройка агрегирования каналов на маршрутизаторе**

Особенности настройки агрегирования на маршрутизаторе:

* Поддерживается только статическое агрегирование, без использования протоколов
* Можно создать только 2 агрегированных интерфейса
* Максимальное количество интерфейсов в **EtherChannel** – 4
* Метод балансировки использует IP-адреса отправителя и получателя, включен по умолчанию и не может быть изменен
* Агрегировать можно только те интерфейсы, которые находятся на модулях одинакового типа

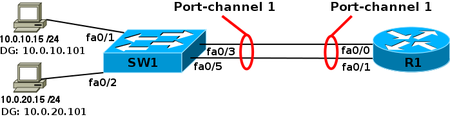
Создание агрегированного интерфейса на маршрутизаторе:

|  |
| --- |
| R1(config)# interface port-channel 1  router(config-if)# ip address 10.0.1.101 255.255.255.0 |

Добавление физических интерфейсов в **EtherChannel**:

|  |
| --- |
| R1(config)# interface range fa0/0 - 1  R1(config-if-range)# channel-group 1  FastEthernet0/0 added as member-1 to port-channel1  FastEthernet0/1 added as member-2 to port-channel1 |

**Пример настройки агрегирования каналов между коммутатором и маршрутизатором**

[](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/009.png)

Конфигурация R1:

|  |
| --- |
| interface FastEthernet0/0  channel-group 1  !  interface FastEthernet0/1  channel-group 1  !  interface Port-channel1  ip address 10.0.1.101 255.255.255.0  !  interface Port-channel1.10  encapsulation dot1Q 10  ip address 10.0.10.101 255.255.255.0  !  interface Port-channel1.20  encapsulation dot1Q 20  ip address 10.0.20.101 255.255.255.0 |

Конфигурация sw1:

|  |
| --- |
| interface FastEthernet0/3  switchport mode trunk  channel-group 1 mode on  !  interface FastEthernet0/5  switchport mode trunk  channel-group 1 mode on  !  interface Port-channel1  switchport mode trunk |

Информация о **etherchannel** на sw1:

|  |
| --- |
| sw2#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) - Fa0/3(P) Fa0/5(P) |

|  |
| --- |
| r1#sh int port-channel 1  Port-channel1 is up, line protocol is up  Hardware is FEChannel, address is 001b.d4f0.1098 (bia 001b.d4f0.1098)  Internet address is 10.0.1.101/24  MTU 1500 bytes, BW 200000 Kbit, DLY 100 usec,  reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255  Encapsulation 802.1Q Virtual LAN, Vlan ID 1., loopback not set  Keepalive set (10 sec)  ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00  No. of active members in this channel: 2  Member 0 : FastEthernet0/0 , Full-duplex, 100Mb/s  Member 1 : FastEthernet0/1 , Full-duplex, 100Mb/s  No. of Non-active members in this channel: 0  Last input never, output never, output hang never  Last clearing of "show interface" counters never  Input queue: 0/150/0/0 (size/max/drops/flushes); Total output drops: 0  Queueing strategy: fifo  Output queue: 0/80 (size/max)  5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec  5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec  0 packets input, 0 bytes  Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored  0 watchdog  0 input packets with dribble condition detected  9 packets output, 564 bytes, 0 underruns  0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets  0 babbles, 0 late collision, 0 deferred  0 lost carrier, 0 no carrier  0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out |

**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

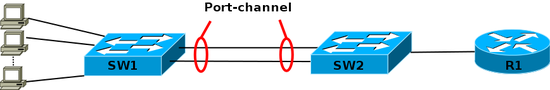
Пример вариантов на коммутаторе 3560:

|  |
| --- |
| 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.

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:

[](https://bogachev.biz/2015/06/28/%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2-Cisco/010.png)

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 |

**Тестирование балансировки нагрузки**

Для того чтобы проверить через какой интерфейс, при настроенном методе балансировки, пойдет конкретный пакет или фрейм, можно использовать команду **test etherchannel load-balance**.

Проверка при задании IP-адресов:

|  |
| --- |
| sw1# test etherchannel load-balance int port-channel 1 ip 192.168.1.1 192.168.1.2  Would select Fa0/11 of Po1 |

Пример тестирования при задании MAC-адресов:

|  |
| --- |
| sw2# test etherchannel load-balance int po 3 mac 0000.0001.0601 0000.0002.0005  Would select Fa0/12 of Po3  sw2# test etherchannel load-balance int po 3 mac 0000.0001.0600 0000.0002.0005  Would select Fa0/11 of Po3  sw2# test etherchannel load-balance int po 3 mac 0000.0001.0800 0000.0002.0005  Would select Fa0/14 of Po3  sw2# test etherchannel load-balance int po 3 mac 0000.0001.1800 0000.0002.0005  Would select Fa0/11 of Po3 |