



[[xgu.ru]]

навигация

- [Заглавная страница](#)
- [Свежие правки](#)
- [Случайная статья](#)
- [Справка](#)

поиск

Перейти

Найти

инструменты

- [Ссылки сюда](#)
- [Связанные правки](#)
- [Спецстраницы](#)
- [Версия для печати](#)
- [Постоянная ссылка](#)

на других языках

- [English Wikipedia](#)
- [Deutsche Wikipedia](#)
- [Русская Википедия](#)

Агрегирование каналов

Автор: *[Наташа Самойленко](#)*

Короткий URL: *[link_aggregation](#)*

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 (в Cisco *trunk'om* 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.

Содержание [\[убрать\]](#)

- 1 Общая информация об агрегировании каналов
- 2 Агрегирование каналов в Cisco
 - 2.1 Терминология и настройка
 - 2.2 Общие правила настройки EtherChannel
 - 2.2.1 Синтаксис команды channel-group
 - 2.2.2 Интерфейсы в состоянии suspended
 - 2.2.3 Команды просмотра информации
 - 2.3 Настройка EtherChannel 2го уровня
 - 2.3.1 Настройка статического EtherChannel 2го уровня
 - 2.3.1.1 Просмотр информации
 - 2.3.2 Настройка EtherChannel 2го уровня с помощью LACP
 - 2.3.2.1 Просмотр информации
 - 2.3.2.2 Standby-интерфейсы
 - 2.3.3 Настройка EtherChannel 2го уровня с помощью PAgP
 - 2.3.3.1 Просмотр информации
 - 2.4 Настройка EtherChannel 3го уровня
 - 2.4.1 Просмотр информации
 - 2.5 Настройка агрегирования каналов на маршрутизаторе
 - 2.5.1 Пример настройки агрегирования каналов между коммутатором и маршрутизатором
 - 2.6 Балансировка нагрузки
 - 2.6.1 Тестирование балансировки нагрузки
 - 2.7 Взаимодействие Etherchannel с другими функциями
- 3 Агрегирование каналов в ProCurve
 - 3.1 Статическое агрегирование каналов без использования протоколов
 - 3.2 Статическое агрегирование каналов с помощью LACP
 - 3.3 Динамическое агрегирование каналов с помощью LACP
 - 3.4 Балансировка нагрузки
 - 3.4.1 Балансировка нагрузки по MAC-адресам или IP-адресам
 - 3.4.2 Балансировка нагрузки по портам
 - 3.4.3 Тестирование балансировки
 - 3.5 Просмотр информации об агрегированных каналах
 - 3.6 Взаимодействие с другими функциями
 - 3.6.1 Spanning-Tree
 - 3.6.2 VLAN
 - 3.6.3 Port Security
 - 3.7 Распределенное агрегирование (Distributed Trunking)
 - 3.7.1 Правила работы

- 3.7.2 ISC-интерфейс
- 3.7.3 Keeralive-интерфейс
- 3.7.4 Передача трафика через распределенный транк
- 3.7.5 Настройка распределенного агрегирования
- 3.7.6 Просмотр информации
- 3.7.7 Команды отладки (debug)
- 3.7.8 Проверка согласованности настроек
- 3.7.9 Распределенное агрегирование и маршрутизация
- 3.7.10 Пример настройки

4 Агрегирование каналов в ExtremeXOS

5 Агрегирование каналов в UNIX/Linux-системах

- 5.1 Агрегирование каналов в Linux
- 5.2 Агрегирование каналов в FreeBSD
- 5.3 Агрегирование каналов в NetBSD
- 5.4 Агрегирование каналов в OpenBSD
- 5.5 Агрегирование каналов в Mac OS X
- 5.6 Агрегирование каналов в Solaris

6 Агрегирование каналов в Windows

- 6.1 Пример агрегирования для серверов HP
 - 6.1.1 Типы NIC teaming
 - 6.1.2 Методы балансировки нагрузки

7 Дополнительная информация

8 Примечания

Общая информация об агрегировании каналов

[\[править\]](#)

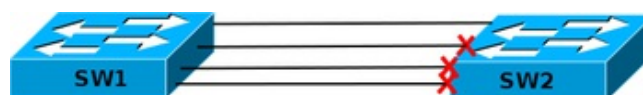
Агрегирование каналов позволяет решить две задачи:

- 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.



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.



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 заикливались. 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).

На этой странице рассматривается в основном агрегирование параллельных каналов. Для распределенного агрегирования выделен отдельный раздел в котором указаны соответствующие технологии некоторых производителей. Распределенное агрегирование в коммутаторах HP (ProCurve) рассмотрено более подробно.

Агрегирование каналов в Cisco

[\[править\]](#)

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:

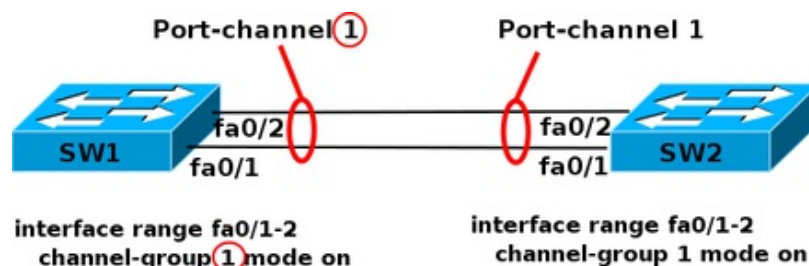
- Преимущества:
 - Согласование настроек с удаленной стороной позволяет избежать ошибок и петель в сети.
 - Поддержка standby-интерфейсов позволяет агрегировать до 16ти портов, 8 из которых будут активными, а остальные в режиме standby
- Недостатки:
 - Вносит дополнительную задержку при поднятии агрегированного канала или изменении его настроек

Терминология и настройка

[\[править\]](#)

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.



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

[\[править\]](#)

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 [править]

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 [править]

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

[\[править\]](#)

```
sw1# show etherchannel summary
```

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

Подробная информация:

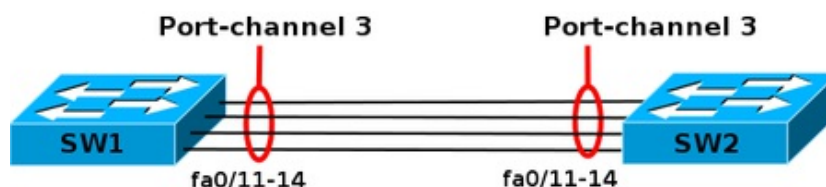
```
sw1#sh etherchannel detail
```

Настройка EtherChannel 2го уровня

[\[править\]](#)

Настройка статического EtherChannel 2го уровня

[\[править\]](#)



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

[\[править\]](#)

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:

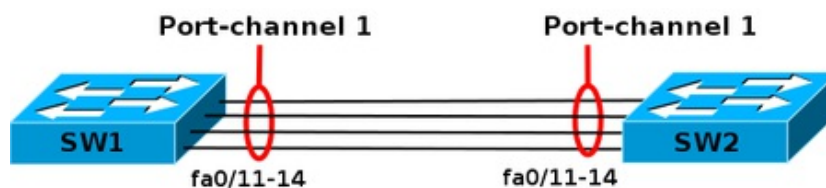
Index  Load  Port    EC state  No of bits
-----+-----+-----+-----+-----
0      00     Fa0/11  On        0
0      00     Fa0/12  On        0
0      00     Fa0/13  On        0
0      00     Fa0/14  On        0

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

```

Настройка EtherChannel 2го уровня с помощью LACP

[\[править\]](#)



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

[\[править\]](#)

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

Port	Flags	LACP port State	Priority	Admin Key	Oper Key	Port Number	Port 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:

Port	Flags	LACP port Priority	Dev ID	Admin Age	Oper key	Key	Port Number	Port 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

Port	LACPDUs		Marker		Marker Response		LACPDUs	
	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	

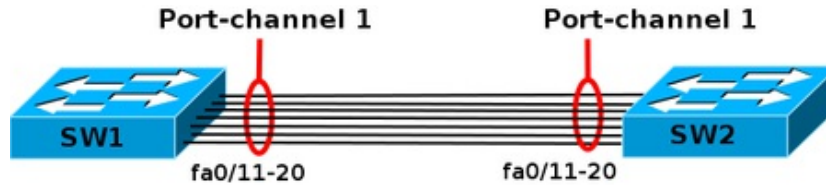
LACP system ID:

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

Standby-интерфейсы

[\[править\]](#)

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



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

Port	Flags	LACP port State	Priority	Admin Key	Oper Key	Port Number	Port 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:

Port	Flags	LACP port Priority	Dev ID	Admin Age	Oper key	Key	Port Number	Port 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

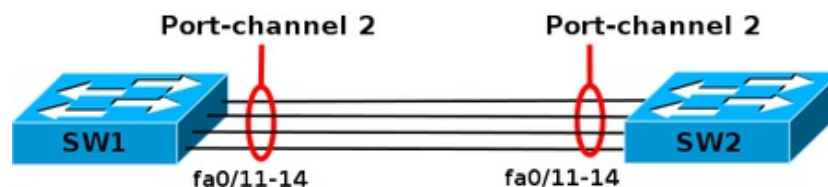
Интерфейсы в режиме standby не передают трафик, поэтому по CDP сосед не виден через эти порты:

```
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

[\[править\]](#)



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

[\[править\]](#)

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-SI  0
0      00      Fa0/12    Desirable-SI  0
0      00      Fa0/13    Desirable-SI  0
0      00      Fa0/14    Desirable-SI  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  Leaming 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

Port	Partner Name	Partner Device ID	Partner Port	Partner Age	Partner Flags	Partner Group 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:

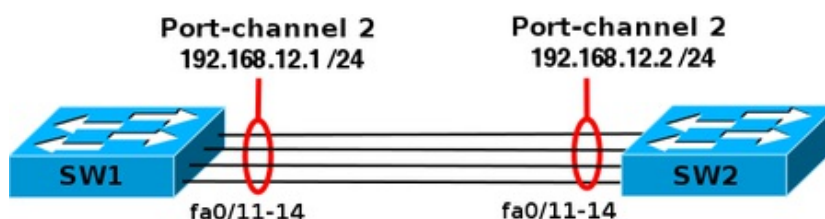
```
sw1#sh pagp counters
```

Port	Information Sent	Information Recv	Flush Sent	Flush Recv	PAgP 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

[\[править\]](#)

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.



Для EtherChannels 3го 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

[\[править\]](#)

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

[\[править\]](#)

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:

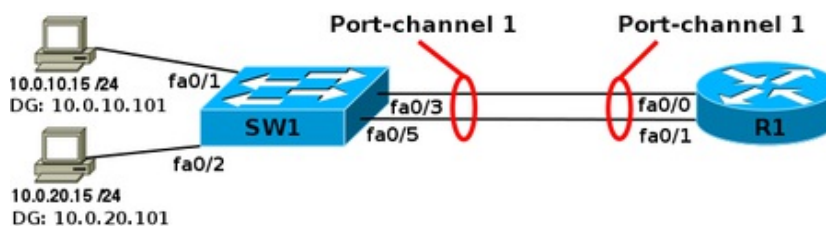
```
R1(config)# interface port-channel 1
router(config-if)# ip address 10.0.1.101 255.255.255.0
```

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

[\[править\]](#)



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

[\[правиль\]](#)

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

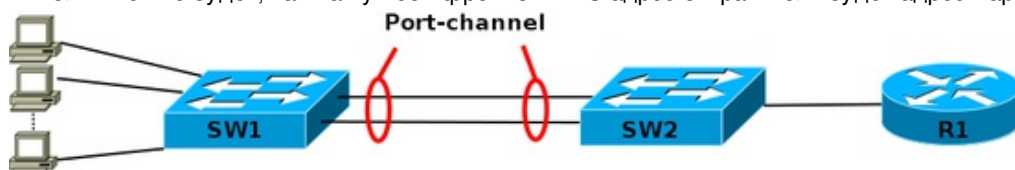
Пример вариантов на коммутаторе 3560:

```
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:



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

[\[править\]](#)

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
```

Взаимодействие Etherchannel с другими функциями

[\[править\]](#)

- Dynamic Trunking Protocol (DTP) и Cisco Discovery Protocol (CDP) отправляют и получают пакеты через физические интерфейсы в EtherChannel.
- Trunk ports отправляют и получают PAgP и LACP PDU через VLAN с наименьшим номером.
- Spanning tree отправляет пакеты через первый интерфейс в EtherChannel.
- MAC-адрес EtherChannel 3го уровня это MAC-адрес первого порта в port-channel.
- PAgP отправляет и получает PAgP PDU только с интерфейсов на которых PAgP включен в режиме auto или desirable.
- LACP отправляет и получает LACP PDU только с интерфейсов на которых LACP включен в режиме active или passive.

Агрегирование каналов в ProCurve

[\[править\]](#)

Общая информация об агрегировании каналов:

- Количество портов в агрегированном канале (4 или 8) и количество агрегированных каналов зависит от модели коммутатора;
- Если один из портов в агрегированном канале выходит из строя, агрегированный канал работает. Он остается работоспособным до тех пор пока есть хотя бы один порт;
- Динамическое агрегирование каналов с помощью LACP поддерживает standby порты, которые позволяют настраивать резервные порты, на случай если один из портов в агрегированном канале выйдет из строя;
- Так как без агрегирования порты образуют петлю в коммутируемой сети, то, до тех пор пока не настроено агрегирование каналов, соответствующие порты должны быть или выключены или не соединены физически;
- Коммутаторы не поддерживают агрегирование каналов через промежуточные устройства, такие как хаб;
- Порты, которые объединяются в агрегированный канал должны быть с одинаковыми:
 - типом среды передачи,
 - скоростью,
 - duplex,
 - режим flow control.

Статическое агрегирование каналов без использования протоколов

[\[править\]](#)

Настройка статического транка:

```
sw(config)# trunk 21-25 trk1 trunk
```

После того как порты добавлены в транк, в настройках фигурирует имя транка (например, trk1). Например, если необходимо чтобы порты в транке передавали тегированный трафик, то добавлять в соответствующие VLAN надо транк.

Удалить порты из транка:

```
sw(config)# no trunk 21-25
```

Статический транк не использует протокол для агрегирования портов. С другой стороны транка может

быть использован любой вариант статического транка.

Однако коммутатор работает с данными полученными через порты, как-будто они получены из транка, независимо от того настроен ли транк с другой стороны.

Статическое агрегирование каналов с помощью LACP

[\[править\]](#)

Статическое агрегирование каналов с помощью LACP стоит использовать в таких ситуациях:

- когда устройство с другой стороны настроено для работы в режиме static LACP,
- когда необходимо настроить IGMP или STP для агрегированного канала с настройками не по умолчанию,
- когда необходимо чтобы агрегированный канал принадлежал не только VLAN 1, а GVRP должен быть отключен,
- когда необходимо зеркалировать трафик с агрегированного канала.

Статический транк LACP будет установлен, если с другой стороны настроен транк:

- Active LACP
- Passive LACP
- статический транк (trunk)

Настройка статического агрегированного канала с помощью LACP:

```
sw(config)# trunk 21-25 trk1 lacp
```

После того как порты добавлены в транк, в настройках фигурирует имя транка (например, trk1). Например, если необходимо чтобы порты в транке передавали тегированный трафик, то добавлять в соответствующие VLAN надо транк.

Этот вариант настройки транка очень мало отличается от статического транка. Доступны все преимущества, что и в статическом транке. Кроме того, LACP отслеживает состояние транка.

Динамическое агрегирование каналов с помощью LACP

[\[править\]](#)

Динамическое агрегирование каналов с помощью LACP стоит использовать в таких ситуациях:

- когда устройство с другой стороны настроено для работы в режиме active или passive LACP,
- когда существует необходимость чтобы в агрегированном канале было максимальное количество портов (например, 8) постоянно. LACP позволяет некоторым портам работать в режиме standby и в случае, если один из портов в агрегированном канале выйдет из строя, поднимать standby порт вместо него.

Перевод портов в режим active для динамического агрегирования каналов:

```
sw(config)# interface 21-25 lacp active
```

Менять режим LACP для портов можно только, если порты не находятся с рабочем агрегированном канале.

Если порты находятся в рабочем агрегированном канале, то их необходимо сначала удалить оттуда, а потом поменять режим:

```
sw(config)# no int 21-25 lacp
sw(config)# int 21-25 lacp passive
```

Недостатки динамического транка:

- динамический транк находится в VLAN 1. Для того чтобы добавить его в другие VLAN, необходимо настраивать GVRP.

Балансировка нагрузки

[\[править\]](#)

Все методы агрегирования каналов в коммутаторах ProCurve используют одни и те же методы балансировки нагрузки.

Балансировка нагрузки по MAC-адресам или IP-адресам

[\[править\]](#)

По умолчанию используется этот метод балансировки.

Если метод был изменен на балансировку по портам, то можно включить его:

```
sw(config)# trunk-load-balance L3-based
```

Балансировка выполняется для исходящего трафика на основании пары адресов отправителя/получателя (SA/DA). По значению хеш от SA/DA определяется через какой порт агрегированного канала передать

данные.

Такой метод балансировки не всегда дает хорошие результаты.

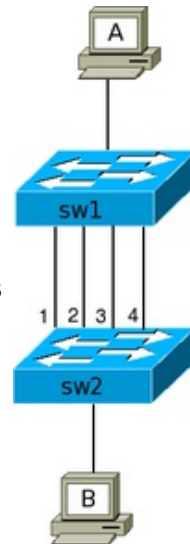
Например, если есть два коммутатора, которые соединены между собой транком из 4 портов, и к каждому из коммутаторов будет подключен только один компьютер, то балансировки не будет. Потому что каждый коммутатор выберет для данной пары адресов один порт для передачи данных. И использоваться будет один порт.

Каждый коммутатор независимо от других решает по какому порту передавать данные. То есть, в приведенном примере, есть вероятность, что коммутаторы выберут разные порты. И трафик идущий от А к В будет идти, например, по первому порту, а трафик от В к А по 3му.

Чем больше хостов с разных сторон транка, тем лучше будет балансировка. То есть, трафик будет распределяться равномернее между портами транка.

Выбор метода балансировки:

1. Для IP-пакетов в которых нет информации о портах, использовать балансировку по IP-адресам;
2. Для остальных пакетов, использовать балансировку по MAC-адресам.



Балансировка нагрузки по портам

[\[править\]](#)

Изменение метода балансировки на балансировку по портам применит его ко всем транкам на коммутаторе.

Балансировка нагрузки с учетом портов работает только для не фрагментированного трафика. Для фрагментированного будет использоваться балансировка по MAC-адресам.

Порядок выбора метода балансировки:

1. Для IP-пакетов в которых есть информация о портах, использовать балансировку по портам;
2. Для IP-пакетов в которых нет информации о портах, использовать балансировку по IP-адресам;
3. Для остальных пакетов, использовать балансировку по MAC-адресам.

Включение балансировки по портам:

```
sw(config)# trunk-load-balance L4-based
```

Тестирование балансировки

[\[править\]](#)

Тестирование балансировки (команда появилась в версии K.15.06):

```
sw# show trunks load-balance interface trk2 mac 00a345-b637a1 00a365-b627a5 inbound-port a23
Traffic in this flow will be forwarded out port 7 based on the configured L2 load balancing.
```

Порт не может быть определен если:

- все порты в транке в состоянии down,
- задан MAC-адрес состоящий из всех 0,
- MAC-адрес отправителя широковещательный или мультикаст

Просмотр информации об агрегированных каналах

[\[править\]](#)

Проверить работу транков LACP (статических и динамических):

```
sw# sh lacp
```

```
sw# sh lacp local
```

```
sw# sh lacp peer
```

```
sw# sh lacp counters
```

Проверить работу транков (статических без протокола и статических LACP):

```
sw# sh trunks
```

Взаимодействие с другими функциями

[\[править\]](#)

Spanning-Tree

[\[править\]](#)

С точки зрения протоколов STP, все физические порты в транке воспринимаются как один логический.

Если транк статический, то для логического порта можно менять параметры STP. Для динамического транка все параметры будут принимать настройки по умолчанию.

VLAN

[\[править\]](#)



После того как порты добавлены в транк они все в default vlan'e. Надо добавить trunk group в нужный vlan

```
sw# show vlans 1
sw# show vlans 12
```

Добавить trunk group в нужный vlan:

```
sw(config)# vlan 10 tagged trk1
```

GVRP

Port Security

[\[править\]](#)

На физических портах, которые объединены в транк или на логическом порту, нельзя настроить port security.

Распределенное агрегирование (Distributed Trunking)

[\[править\]](#)

В коммутаторах HP серий 5400, 3500, 8200, поддерживается распределенное агрегирование портов. Распределенное агрегирование позволяет объединять порты, которые находятся на разных коммутаторах. С помощью сообщений проприетарного протокола, пара коммутаторов согласовывает настройки и для остальных устройств распределенный транк выглядит как транк с одним коммутатором.

На каждом из пары коммутаторов, между которыми настраивается распределенный транк должны быть настроены два специальных интерфейса:

- ISC-интерфейс (InterSwitch-Connect) — через этот интерфейс коммутаторы обмениваются информацией для того чтобы пара коммутаторов для других устройств выглядела как один коммутатор. Это может быть один физический интерфейс или транк.
- Keepalive-интерфейс — интерфейс 3го уровня, который используется для передачи сообщений keepalive при падении ISC-интерфейса, для того чтобы определить вышел из строя ISC-интерфейс или весь коммутатор.

Ограничения распределенного агрегирования:

- распределенный транк можно настроить только между двумя коммутаторами
- на каждом из коммутаторов в одном распределенном транке может быть не более 4 портов
- распределенный транк может быть настроен только как статический транк: LACP или без протокола.

Для того чтобы распределенный транк работал корректно, должны быть согласованы такие настройки коммутаторов:

- У коммутаторов должны быть одинаковые версии ОС
- ISC-интерфейс должен быть настроен на обоих коммутаторах с одинаковыми VLAN
- Все интерфейсы, которые объединяются в распределенный транк должны быть настроены с одинаковыми VLAN
- Имя транка и тип транка должны быть одинаковыми
- Настройки **DHCP snooping** на коммутаторах должны быть одинаковыми. ISC-интерфейс должен быть доверенным на обоих коммутаторах. Время должно быть синхронизировано
- Настройки IGMP snooping должны быть одинаковыми
- Настройки loop protection должны быть одинаковыми

Правила работы

[\[править\]](#)

Терминология:

- DT-коммутаторы (distributed trunking switch) -- коммутаторы участвующие в организации распределенного транка.
- DT-интерфейсы -- интерфейсы, которые принадлежат распределенному транку
- DTD (distributed trunking device) -- устройства, которые подключаются к распределенному транку



(коммутаторы, сервера)

DT-коммутаторы выбирают между собой основное устройство и вторичное. Тот коммутатор у которого меньше системный MAC-адрес становится основным устройством. Эти роли определяются для того, чтобы определить какое устройство будет передавать трафик, если ISC-интерфейс отключен.

Если ISC-интерфейс падает, каждый коммутатор запускает таймер hold. В это время не передаются сообщения keeralive. Когда таймер заканчивается, оба коммутатора начинают обмениваться keeralive-сообщениями. Если в течении интервала timeout сообщения keeralive не пришли, коммутатор считает, что сосед не работоспособен и передает трафик самостоятельно.

Если после падения ISC-интерфейса, на вторичный коммутатор пришли сообщения keeralive от основного, то вторичный коммутатор отключает все DT-интерфейсы. Основной коммутатор всегда передает трафик, независимо от того получил он keeralive-сообщения от вторичного или нет.

При восстановлении ISC-интерфейса, коммутаторы восстанавливают нормальный режим работы.

ISC-интерфейс

[\[править\]](#)

ISC-интерфейс (InterSwitch-Connect) — интерфейс через который коммутаторы обмениваются информацией для того чтобы пара коммутаторов для других устройств выглядела как один коммутатор. Через ISC-интерфейс могут передаваться обычные данные сети.

ISC-интерфейсом можно назначить:

- физический интерфейс
- статический транк
- статический LACP-транк

Настройка ISC-интерфейса:

```
switch(config)# switch-interconnect <port|trk>
```

Keeralive-интерфейс

[\[править\]](#)

Keeralive-интерфейс — интерфейс 3го уровня, который используется для передачи сообщений keeralive при падении ISC-интерфейса, для того чтобы определить вышел из строя ISC-интерфейс или весь коммутатор. Если ISC-интерфейс работает нормально, то сообщения keeralive не передаются.

Правила настройки keeralive-интерфейса:

- На VLAN, который используется как keeralive-интерфейс, должен быть назначен IP-адрес. Этот адрес должен быть настроен как получатель сообщений keeralive на соседнем коммутаторе
- В выбранном VLAN передаются только сообщения keeralive. Данные или информация для синхронизации коммутаторов, не передаются.
- На keeralive-интерфейсе не работает STP
- В VLAN для keeralive может быть только один порт
- Порт не может принадлежать VLAN для keeralive и обычному VLAN
- DEFAULT VLAN не может быть VLAN для keeralive

Настройка keeralive-сообщений:

```
switch(config)# distributed-trunking [hold-timer <3-10>]  
[peer-keeralive <destination <ip-address>> |  
vlan <vid>> [interval <400-10000>] [timeout <3-20>] [udp-port <1024-49151>]]
```

Параметры команды **distributed-trunking** для настройки сообщений keeralive:

- hold-timer <3-10> — время ожидания после падения ISC-интерфейса. От 3 до 10 секунд. По умолчанию 3 секунды
- peer-keeralive:
 - destination — IP-адрес, который используется коммутатором для отправки keeralive-сообщений
 - vlan <vid> — номер VLAN, который будет использоваться только для приема и отправки keeralive
 - interval <400-10000> — интервал между сообщениями keeralive в миллисекундах. По умолчанию 1000 миллисекунд
 - timeout <3-20> — таймаут для сообщений keeralive. По умолчанию 5 секунд
 - udp-port <1024-49151> — UDP-порт, который используется для отправки сообщений keeralive

Передача трафика через распределенный транк

[\[править\]](#)

В распределенном транке STP отключен:

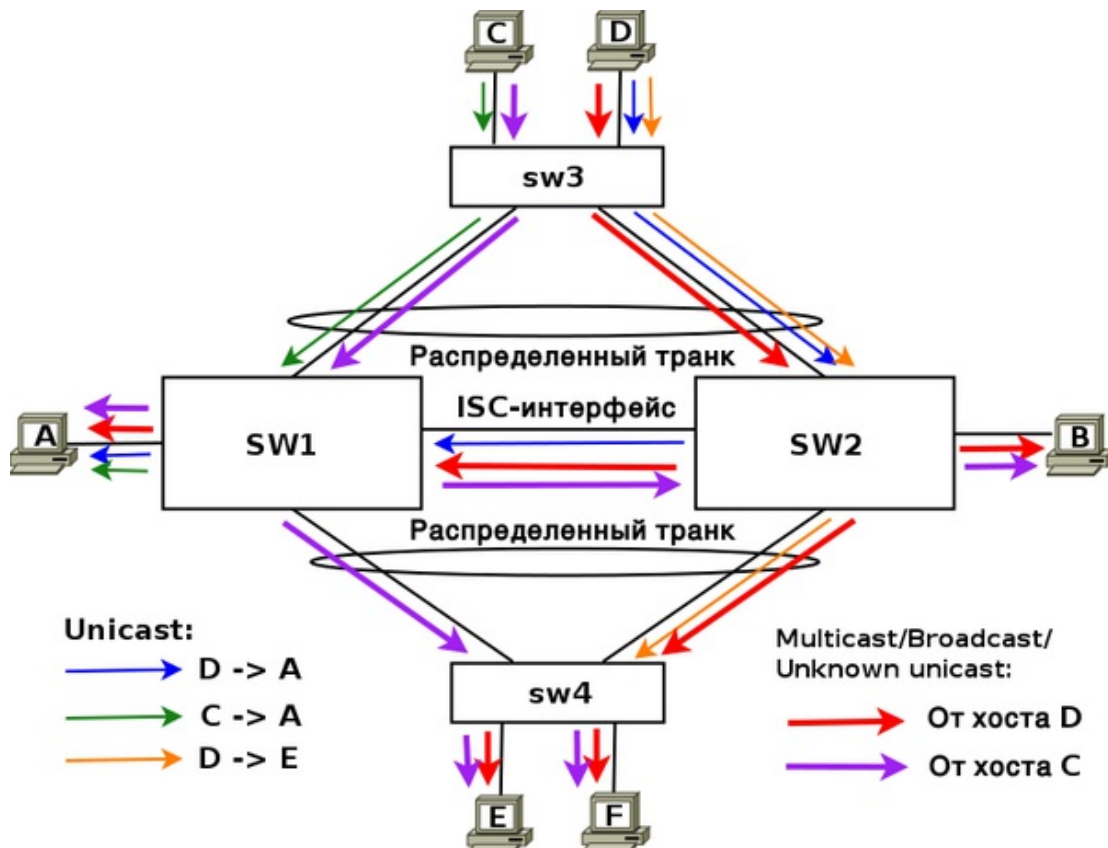
- на DT-интерфейсах
- на keeralive-интерфейсах

Unicast на известные адреса получателя может передаваться по всем портам без ограничений. Передача

конкретного фрейма зависит от того на какой порт попал фрейм при балансировке нагрузки и где находится хост (через какой порт коммутатор выучил его MAC-адрес).

На схеме изображена передача unicast фреймов:

- От хоста D к хосту A:
 - sw3 использовал свой метод балансировки нагрузки для того чтобы определить через какой порт передать фрейм
 - В данном примере фрейм попал на порт, который ведет на коммутатор SW2
 - SW2 передал фрейм через ISC-интерфейс коммутатору SW1
 - SW1 передал фрейм хосту A
- От хоста C к хосту A
- От хоста D к хосту E

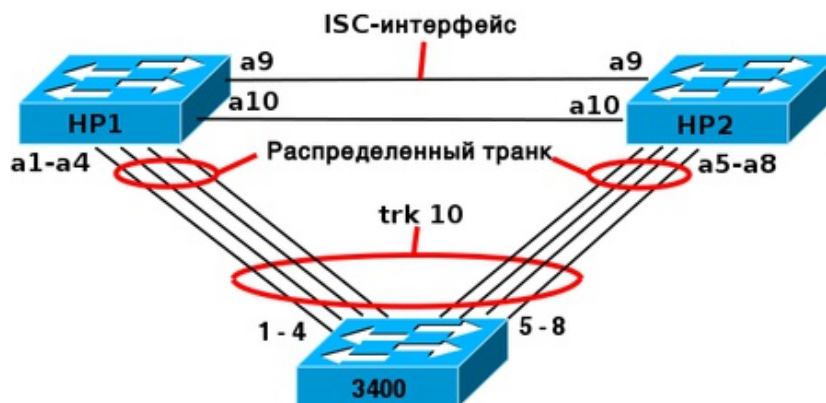


При передаче multicast, broadcast или unknown unicast действуют такие правила:

- если фрейм был получен из распределенного транка, то он передается на все интерфейсы, в том числе и на ISC, кроме того, из которого был получен
- если фрейм был получен из ISC-интерфейса, то он не передается в интерфейсы распределенного транка. Фрейм передается только на порты не участвующие в распределенном транке
- Исключение: если распределенный транк на соседнем устройстве отключен. Тогда фрейм полученный из ISC-интерфейса передается в соответствующий транк

Настройка распределенного агрегирования

[\[править\]](#)



Настройка будет выполняться на примере сети изображенной на схеме. Конфигурации коммутаторов выложены в конце этого раздела.

Перед настройкой лучше отключить интерфейсы, которые будут объединены в транк.

Настройки коммутаторов HP1 и HP2 выполняются одинаково, отличия только в номерах портов и адресах.

Настройка ISC-интерфейса:

```
HP1(config)# switch-interconnect a9
```

Настройка статического распределенного транка LACP:

```
HP1(config)# trunk a1-a4 trk10 dt-lacp
```

Подготовка VLAN для настройки кеерalive:

```
HP1(config)# vlan 100 untagged A10
HP1(config)# vlan 100 ip address 10.0.100.1/24
```

Настройка интерфейса для кеерalive:

```
HP1(config)# distributed-trunking peer-keepalive vlan 100
HP1(config)# distributed-trunking peer-keepalive destination 10.0.100.2
```

На коммутаторе sw3400 настраивается статический транк LACP:

```
sw3400(config)# trunk 1-8 trk10 lacp
```

На коммутаторе sw3400 транк выглядит как одно целое:

```
sw3400# show lacp
```

PORT NUMB	LACP ENABLED	TRUNK GROUP	PORT STATUS	LACP PARTNER	LACP STATUS
1	Active	Trk10	Up	Yes	Success
2	Active	Trk10	Up	Yes	Success
3	Active	Trk10	Up	Yes	Success
4	Active	Trk10	Up	Yes	Success
5	Active	Trk10	Up	Yes	Success
6	Active	Trk10	Up	Yes	Success
7	Active	Trk10	Up	Yes	Success
8	Active	Trk10	Up	Yes	Success
9	Passive	9	Down	No	Success
10	Passive	10	Down	No	Success
11	Passive	11	Up	No	Success
12	Passive	12	Down	No	Success
13	Passive	13	Down	No	Success

.....

Просмотр информации

[\[править\]](#)

Просмотр информации о LACP транках:

```
HP2(config)# show lacp
```

LACP

Port	LACP Enabled	Trunk Group	Port Status	LACP Partner	Admin Status	Oper Key	Oper Key
A5	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	299
A6	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	299
A7	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	299
A8	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	299

Информация о распределенном транке на коммутаторе HP1:

```
HP1# show lacp distributed
```

Distributed LACP

Local Port Status:

Port	LACP Enabled	Trunk Group	Port Status	LACP Partner	Admin Status	Oper Key	Oper Key
A1	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	0
A2	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	0
A3	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	0
A4	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	0

Remote Port Status:

Port	LACP Enabled	Trunk Group	Port Status	LACP Partner	Admin Status	Oper Key	Oper Key
A5	Active	Trk10	Up	Yes	Success	61	
A6	Active	Trk10	Up	Yes	Success	61	
A7	Active	Trk10	Up	Yes	Success	61	
A8	Active	Trk10	Up	Yes	Success	61	

Информация о распределенном транке на коммутаторе HP2:

```
HP2(config)# show lacp distributed
```

Local Port Status:

Port	LACP Enabled	Trunk Group	Port Status	LACP Partner	Admin Status	Oper Key	Oper Key
A5	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	0
A6	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	0
A7	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	0
A8	Active	Trk10	Up	Yes	Success	0	0

Remote Port Status:

Port	LACP Enabled	Trunk Group	Port Status	LACP Partner	Admin Status	Oper Key	Oper Key
A1	Active	Trk10	Up	Yes	Success	61	61
A2	Active	Trk10	Up	Yes	Success	61	61
A3	Active	Trk10	Up	Yes	Success	61	61
A4	Active	Trk10	Up	Yes	Success	61	61

Информация

```
HP2(config)# show lacp local
```

LACP Local Information.

System ID: 0017a4-814b00

Port	Trunk	LACP Mode	Tx Aggregated	Rx Timer	Expired
A5	Trk10	Active	Yes	Slow	No
A6	Trk10	Active	Yes	Slow	No
A7	Trk10	Active	Yes	Slow	No
A8	Trk10	Active	Yes	Slow	No

```
HP2(config)# show lacp peer
```

LACP Peer Information.

System ID: 0017a4-814b00

Local Port	Local Trunk	Local System ID	Port	Port Priority	Oper Key	LACP Mode	Tx Timer
A5	Trk10	001560-ea4e00	5	0	61	Active	Slow
A6	Trk10	001560-ea4e00	6	0	61	Active	Slow
A7	Trk10	001560-ea4e00	7	0	61	Active	Slow
A8	Trk10	001560-ea4e00	8	0	61	Active	Slow

Информация об ISC-интерфейсе,

```
HP1(config)# show switch-interconnect
```

```
Port      : A9
Status    : Up
Active VLANs : 1,10,2100
```

Информация о keepalive:

```
HP2(config)# show distributed-trunking peer-keepalive
```

Distributed Trunking peer-keepalive parameters

Destination : 10.0.100.1

```
VLAN      : 100
UDP Port  : 1024
Interval(ms) : 1000
Timeout(sec) : 5
```

Статистика по keepalive:

```
HP2(config)# show distributed-trunking statistics peer-keepalive
```

DT peer-keepalive Status : Up

DT peer-keepalive Statistics

```
-----
Tx Count : 31
Rx Count : 10
```

Статистика по ISC-интерфейсу:

```
HP2(config)# show distributed-trunking statistics switch-interconnect
```

```
Switch Interconnect Port : 9
Switch Interconnect Status : Up
```

Switch Interconnect Statistics


```
Protocol Packets Sent      : 411
Protocol Packets Received  : 285
MAC Leams Sent            : 7
MAC Leams Received        : 7
MAC Age-Outs Sent         : 11
MAC Age-Outs Received     : 10
```

Команды отладки (debug)

[\[править\]](#)

```
HP2(config)# debug distributed-trunking
events          Display DT event debug messages
iscp            Display DT ISC protocol debug messages
keepalive       Display DT-KeepAlive debug messages.
```

Проверка согласованности настроек

[\[править\]](#)

```
HP2(config)# show distributed-trunking consistency-parameters global
Local      Peer
-----
```

```
Image Version      K.15.06.0006  K.15.06.0006
IP Routing          Disabled    Disabled
Peer-keepalive interval 1000    1000
```

```
IGMP enabled VLANs on Local :
IGMP enabled VLANs on Peer  :
```

```
DHCP-snooping enabled VLANs on Local :
DHCP-snooping enabled VLANs on Peer  :
```

```
Loop-protect enabled VLANs on Local :
Loop-protect enabled VLANs on Peer  :
```

```
HP2(config)# show distributed-trunking consistency-parameters trunk trk10
```

```
Allowed VLANs on Local : 1
Allowed VLANs on Peer  : 1
```

```
Name      Local Value  Peer Value
-----
Loop Protect  Disabled    Disabled
```

Распределенное агрегирование и маршрутизация

[\[править\]](#)

Начиная с ОС версии 15.05 поддерживается одновременная работа распределенного агрегирования и маршрутизации. Поддерживаются такие функции и протоколы: статические IPv4 маршруты, RIP, OSPF, IGMP snooping, DHCP snooping, VRRP.

Пример настройки

[\[править\]](#)

Конфигурация коммутатора HP1:

```
; J8697A Configuration Editor; Created on release #K.15.06.0006
; Ver #01:0d:0c
hostname "HP1"
```

```
switch-interconnect A9
trunk A1-A4 Trk10 dt-lacp
interface Trk10
    unknown-vlans Disable
exit
vlan 1
    name "DEFAULT_VLAN"
    untagged A5-A9,A11-A24,B1-B24,Trk10
    ip address dhcp-bootp
    no untagged A10
    exit
vlan 100
    name "VLAN100"
    untagged A10
    ip address 10.0.100.1 255.255.255.0
    exit
```

```
distributed-trunking peer-keepalive vlan 100
distributed-trunking peer-keepalive destination 10.0.100.2
```

Конфигурация коммутатора HP2:

```
; J8697A Configuration Editor; Created on release #K.15.06.0006
; Ver #01:0d:0c
hostname "HP2"
```

```
switch-interconnect A9
trunk A5-A8 Trk10 dt-lacp
interface Trk10
    unknown-vlans Disable
exit
vlan 1
    name "DEFAULT_VLAN"
    untagged A1-A4,A9,A11-A24,Trk10
```



```
ip address 192.168.100.2 255.255.255.0
no untagged A10
exit
vlan 100
name "VLAN100"
untagged A10
ip address 10.0.100.2 255.255.255.0
exit

distributed-trunking peer-keepalive vlan 100
distributed-trunking peer-keepalive destination 10.0.100.1
```

Конфигурация коммутатора 3400:

```
; J4906A Configuration Editor; Created on release #M.10.68

hostname "sw3400"
!
trunk 1-8 Trk10 LACP
!
vlan 1
name "DEFAULT_VLAN"
untagged 9-48,Trk10
ip address 192.168.100.7 255.255.255.0
exit
spanning-tree Trk10 priority 4
```

Агрегирование каналов в ExtremeXOS

[\[править\]](#)

Основная страница: [Link Aggregation в ExtremeXOS](#)

Агрегирование каналов в UNIX/Linux-системах

[\[править\]](#)

Агрегирование каналов в Linux

[\[править\]](#)

Основная страница: [Linux_Bonding](#)

Дополнительная информация:

Статья "[На пути повышения надёжности и скорости: Linux bonding](#)"

Агрегирование каналов в FreeBSD

[\[править\]](#)

Основная страница: [FreeBSD_Port_Trunking](#)

В FreeBSD агрегирование каналов обеспечивается специальным модулем ядра, который называется *lagg* (Link Aggregation and Failover).

Модуль поддерживает несколько режимов агрегирования:

- Failover -- работает один канал, если он упал, тогда второй;
- Cisco FastEtherchannel;
- LACP;
- Round Robin.

Пример настройки канала в режиме LACP.

На FreeBSD (одна сторона):

```
# ifconfig lagg0 create
# ifconfig lagg0 up laggproto lacp laggport fxp0 laggport fxp1
```

На Cisco (другая сторона):

```
interface FastEthernet0/1
channel-group 1 mode active
channel-protocol lacp
!
interface FastEthernet0/2
channel-group 1 mode active
channel-protocol lacp
```

Подробнее:

- [Link Aggregation and Failover](#)  (англ.)
- [lagg\(4\)](#)  (англ.)

Агрегирование каналов в NetBSD

[\[править\]](#)

Основная страница: [NetBSD_Port_Trunking](#)

В ядро **NetBSD** входит драйвер *agr*, который обеспечивает поддержку протокола LACP (802.3ad).

Для того чтобы использовать этот драйвер, нужно откомпилировать ядро с ним. В конфигурации ядра должно быть:

```
pseudo-device      agr
```

После этого нужно настроить агрегированный интерфейс. Это можно сделать обычным способом, который используется для всех остальных сетевых интерфейсов. Пример конфигурационного файла `/etc/ifconfig.agr0`:

```
create
agrport sip0
agrport sip1
inet 10.0.0.50 netmask 0xfffff00
```

Подробнее:

- [How do I configure Link Aggregation in NetBSD?](#)  (англ.)

Агрегирование каналов в OpenBSD

[\[править\]](#)

Основная страница: [OpenBSD_Port_Trunking](#)

```
# ifconfig rl0 up
# ifconfig rl1 up
# ifconfig trunk0 trunkport rl0 up
# ifconfig trunk0 trunkport rl1 up
# ifconfig trunk0 trunkproto roundrobin 10.14.15.27 netmask 255.255.255.0 up
```

Для того чтобы результаты сохранялись после перезагрузки:

```
# echo "up" > /etc/hostname.rl0
# echo "up" > /etc/hostname.rl1
# echo "trunkproto roundrobin trunkport rl0 trunkport rl1 10.14.15.27 netmask 255.255.255.0" > /etc/hostname.trunk0
# shutdown -r +0
```

Конфигурация сетевых интерфейсов после этого:

```
# ifconfig -a
lo0: flags=8049<UP,LOOPBACK,RUNNING,MULTICAST> mtu 33208
    groups: lo
    inet 127.0.0.1 netmask 0xff000000
    inet6 ::1 prefixlen 128
    inet6 fe80::1%lo0 prefixlen 64 scopeid 0x4
rl0: flags=8943<UP,BROADCAST,RUNNING,PROMISC,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    lladdr 00:11:2f:34:7d:a5
    trunk: trunkdev trunk0
    media: Ethernet autoselect (100baseTX full-duplex)
    status: active
    inet6 fe80::211:2fff:fe34:7da5%rl0 prefixlen 64 scopeid 0x1
rl1: flags=8943<UP,BROADCAST,RUNNING,PROMISC,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    lladdr 00:11:2f:34:7d:a5
    trunk: trunkdev trunk0
    media: Ethernet autoselect (100baseTX full-duplex)
    status: active
    inet6 fe80::2c0:26ff:feac:5c63%rl1 prefixlen 64 scopeid 0x2
enc0: flags=0<> mtu 1536
trunk0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
    lladdr 00:11:2f:34:7d:a5
    trunk: trunkproto roundrobin
        trunkport rl1 active
        trunkport rl0 master,active
    groups: trunk egress
    media: Ethernet autoselect
    status: active
    inet6 fe80::211:2fff:fe34:7da5%trunk0 prefixlen 64 scopeid 0x5
    inet 10.14.15.27 netmask 0xfffff00 broadcast 10.14.15.255
```

Подробнее:

- [OpenBSD Ethernet Interface Bonding](#)  (англ.)

Агрегирование каналов в Mac OS X

[\[править\]](#)

Основная страница: [Mac_OS_X_port_trunking](#)

Mac OS X поддерживает агрегирование каналов с помощью протокола [LACP](#).


Для того чтобы создать агрегированный канал в Mac OS X^[1]:

1. Подключиться к серверу с правами администратора.
2. Открыть *System Preferences*.
3. Открыть *Network*.
4. Нажать на кнопку *Gear* и выбрать *Manage Virtual Interfaces* в всплывающем меню.
5. Нажать на кнопку *Add (+)* и выбрать *New Link Aggregate* в всплывающем меню. (Замечание: опция видна, только если в системе есть более одного Ethernet-интерфейса).
6. В поле *Name* нужно ввести имя агрегированного интерфейса.
7. Выбрать порты, которые должны быть агрегированы, из списка.
8. Нажать *Create*.
9. Нажать *Done*.


По умолчанию система даёт агрегированным интерфейсам имя *bond<num>*, где число *<num>* указывает на то, какой по счёту агрегированный интерфейс этот интерфейс в системе. Нумерация начинается с нуля. Первый интерфейс будет называться *bond0*, второй — *bond1* и так далее.

После этого в выводе *ifconfig* -а должен появиться новый интерфейс:


```
% ifconfig bond0
bond0: flags=8843<UP,BROADCAST,RUNNING,SIMPLEX,MULTICAST> mtu 1500
inet6 fe80::2e0:edff:fe08:3ea6 prefixlen 64 scopeid 0xc
inet 10.0.0.12 netmask 0xfffff00 broadcast 10.0.0.255
ether 00:e0:ed:08:3e:a6
media: autoselect (100baseTX <full-duplex>) status: active
supported media: autoselect
bond interfaces: en1 en2 en3 en4
```




Шаг 4




Шаг 6




Создание VLAN'ов на агрегированном интерфейсе



Создание VLAN'ов на агрегированном интерфейсе (продолжение)



Пример настройки коммутатора



Пример настройки коммутатора (продолжение)

Агрегирование каналов в Solaris

[\[править\]](#)

Основная страница: [Solaris_Port_Trunking](#)

Просмотреть информацию об интерфейсах канального уровня:

```
# dladm show-link
vsw0      type: non-vlan mtu: 1500   device: vsw0
e1000g0    type: non-vlan mtu: 1500   device: e1000g0
e1000g1    type: non-vlan mtu: 1500   device: e1000g1
e1000g2    type: non-vlan mtu: 1500   device: e1000g2
```

Просмотреть свойства интерфейсов:

```
# dladm show-linkprop
LINK      PROPERTY  VALUE  DEFAULT  POSSIBLE
vsw0      zone      --      --        --
e1000g0   zone      --      --        --
e1000g1   zone      --      --        --
e1000g2   zone      --      --        --
```

Создать агрегированный канал (в данном случае создать канал LACP):

```
# dladm create-aggr -l passive -d e1000g0 -d e1000g1 -d e1000g2 1
# ifconfig aggr1 plumb
```

Просмотреть свойства агрегированного канала:

```
# dladm show-aggr
key: 1 (0x0001) policy: L4 address: XX:XX:XX:XX:XX (auto)
device address speed duplex link state
e1000g0 XX:XX:XX:XX:XX 0 Mbps half unknown standby
e1000g1 <unknown> 0 Mbps half unknown standby
e1000g2 <unknown> 0 Mbps half unknown standby
```




Удалить один из интерфейсов из канала:

```
# dladm remove-aggr -d e1000g2 1
```

Удалить сам канал:

```
# dladm delete-aggr 1
```

Дополнительная информация:

- [Link Aggregation and Logical Interfaces](#)  (англ.)
- [Solaris : Link Aggregation : dladm](#)  (англ.)
- [Active-Passive bonding on Solaris 10](#)  (англ.) -- как сделать изменения постоянными

Агрегирование каналов в Windows

[\[править\]](#)

Основная страница: [Windows_Port_Trunking](#)

В Windows Server 2012 эта функция называется NIC Teaming и настраивается с помощью мастера настройки NIC Teaming либо с помощью PowerShell.

Например:

```
New-NetLbfoTeam -Name Team1 -TeamMembers NIC1,NIC2
```

Данная команда создает агрегированный интерфейс с именем Team1 из сетевых интерфейсов NIC1 и NIC2.

Или вот еще пример:

```
Set-NetLbfoTeam -Name Team1 -TeamingMode LACP
```

Данная команда изменяет режим работы агрегированного интерфейса Team1 на режим LACP.

Информация по командам PowerShell для NIC Teaming тут [\[1\]](#) 

Больше информации о Microsoft NIC Teaming тут [\[2\]](#) 

В Windows младше версии 2012 нет встроенной поддержки агрегирования каналов. Однако, есть программное обеспечение, которое позволяет объединять несколько сетевых адаптеров в один.

Пример агрегирования для серверов HP

[\[править\]](#)

Агрегирование называется NIC teaming. Это понятие немного шире, чем обычное агрегирование, так как допускает также варианты в которых одна сетевая служит для другой резервом, а не используются обе. Кроме того, не все варианты используют подключение к одному коммутатору.

Два общих варианта:

- Fault tolerance — режимы которые обеспечивают автоматическую избыточность. Если основная сетевая выйдет из строя, то вторая автоматически её заменит.
- Load Balancing — режимы, которые обеспечивают балансировку нагрузки между сетевыми картами.

До настройки NIC teaming, необходимо проверить следующее:

- установлены как минимум две сетевые карты
- сетевые карты должны быть в одной и той же сети
- сетевые карты должны быть настроены на получение адреса по DHCP, не должен быть указан DNS-сервер
- режим дуплекса и скорость сетевых карт должна быть установлена в значения по умолчанию



Утилита для агрегирования сетевых карт может работать нестабильно, если статические IP-адреса, подсети, адреса DNS были установлены до агрегирования.

Типы NIC teaming

[\[править\]](#)

Типы NIC teaming:

- **Automatic (Recommended)** — это не самостоятельный тип настройки. Этот тип выбирает между Transmit Load Balancing (TLB) или 802.3ad Dynamic:
 - Если все порты присоединены к коммутатору, который поддерживает IEEE 802.3ad [LACP](#), и все порты установили связь с коммутатором по LACP, тогда будет выбран режим 802.3ad Dynamic.
 - Если коммутатор не поддерживает LACP или если один из портов в team, не установил связь с коммутатором по LACP, то будет выбран режим TLB.
- **Network Fault Tolerance Only (NFT)** — в режиме NFT от двух до восьми портов объединены вместе.

Однако только один порт (primary port) используется для приема и передачи данных. Остальные порты находятся в режиме standby. Если основной порт выходит из строя, то другой порт заменяет его. Этот режим работает во всех остальных типах NIC teaming.

- **Network Fault Tolerance Only with Preference Order Network** — аналогичен типу NFT. Единственное отличие заключается в том, что этот тип позволяет административно назначить порядок в котором порты будут становиться основными.
- **Switch-assisted Load Balancing with Fault Tolerance (SLB)** — позволяет балансировать нагрузку для входящего и исходящего трафика. SLB работает только при условии, что коммутатор поддерживает какой-то вариант агрегирования портов (EtherChannel, MultiLink Trunking, статическое агрегирование без использования протоколов и др.). Этот вариант требует чтобы все сетевые интерфейсы сервера были подключены к одному коммутатору.
- **802.3ad Dynamic with Fault Tolerance** — идентичен типу SLB, но коммутатор должен поддерживать LACP. На портах коммутатора, к которым подключены сетевые интерфейсы сервера, должен быть включен LACP.
- **Transmit Load Balancing with Fault Tolerance (TLB)** — позволяет серверу балансировать исходящий трафик. TLB не зависит от коммутатора и позволяет портам в team быть подключенными к разным коммутаторам в одной и той же сети. Входящий трафик не балансируется. Основной (primary) порт в team отвечает за получение входящего трафика. В случае выхода из строя основного порта, механизм NFT отвечает за то что будет выбран другой порт на эту роль.
- **Transmit Load Balancing with Fault Tolerance and Preference Order** — аналогичен типу TLB. Единственное отличие заключается в том, что этот тип позволяет административно назначить порядок в котором порты будут становиться основными.

Методы балансировки нагрузки

[\[править\]](#)

Методы балансировки нагрузки для исходящего трафика:

- **Automatic (Recommended)** — метод балансировки, который сохраняет порядок фреймов. Этот метод балансирует нагрузку на основании самого высокого уровня информации во фрейме. Например, если в фрейме есть TCP-заголовок со значениями портов TCP, то фрейм будет балансироваться по TCP-сессии. Если в фрейме есть IP заголовок с IP-адресом, но нет TCP-заголовка, тогда фрейм балансируется по IP-адресу получателя. Если в фрейме нет IP заголовка, то он балансируется по MAC-адресу получателя. Этот метод эквивалентен типу TCP Connection.
- **TCP Connection** — метод балансировки, который сохраняет порядок фреймов. Этот метод балансирует нагрузку на основании информации о TCP портах в заголовке TCP. Метод комбинирует TCP порты отправителя и получателя для идентификации TCP-сессии. Если в фрейме есть IP заголовок с IP-адресом, но нет TCP-заголовка, тогда фрейм балансируется по IP-адресу получателя. Если в фрейме нет IP заголовка, то он балансируется по MAC-адресу получателя. Алгоритм по которому выбирается какой интерфейс сервера использовать для конкретной сессии, аналогичен алгоритмам в методах балансировки по IP-адресу и MAC-адресу.
- **Destination IP Address** — метод балансировки, который пытается сохранять порядок фреймов. Этот метод балансирует нагрузку на основании IP-адреса получателя. Последние три бита IP-адреса получателя используются для того чтобы определить какой интерфейс сервера использовать для передачи фрейма. IP-адрес получателя это адрес хоста, который получит фрейм. Если в фрейме нет IP заголовка, то он балансируется по MAC-адресу получателя.
- **Destination MAC Address** — метод балансировки, который пытается сохранять порядок фреймов. Этот метод балансирует нагрузку на основании MAC-адреса получателя. MAC-адрес получателя это MAC-адрес следующего сетевого устройства, которое получит фрейм. Это может быть и конечный хост (если хост и сервер в одной сети) и промежуточное устройство, например, маршрутизатор, который используется для передачи фрейма получателю. Последние три бита MAC-адреса получателя используются для того чтобы определить какой интерфейс сервера использовать для передачи фрейма.
- **Round Robin (Packet order not guaranteed)** — метод балансировки, который не сохраняет порядок фреймов. Этот метод балансирует нагрузку по фреймам. Каждый следующий исходящий фрейм передается через другой рабочий интерфейс сервера. Все порты в team используются как равнозначные.

Дополнительная информация:

- [Настройка NIC teaming](#)



Дополнительная информация

[\[править\]](#)



- [BondingInterfaces](#)

Cisco:

- [EtherChannel Configuration Examples](#) (англ.) — примеры настройки EtherChannel на сайте Cisco.
- [EtherChannel Troubleshooting TechNotes](#) (англ.)

- [Understanding EtherChannel Load Balancing and Redundancy on Catalyst Switches](#)  (англ.) — подробное описание методов балансировки на разных моделях коммутаторов Cisco
- [The Scaling Limitations of Etherchannel -or- Why 1+1 Does Not Equal 2](#)  (англ.)




Распределенное агрегирование:

- [Cisco VSS](#)  (англ.) — хорошая презентация о технологии VSS.
- [HP Distributed Trunking - Technical white paper \(PDF\)](#)  (англ.)

Примечания

[\[править\]](#)

1. [↑](#) [Mac OS X Server Advanced Server Administration](#) , стр. 166

	ProCurve	[показать]
	Cisco Systems, Inc.	[показать]
	Канальный уровень	[показать]

Категории: [Автор Наташа Самойленко](#) | [ProCurve](#) | [Cisco](#) | [Канальный уровень](#)

