

Усовершенствование протокола STP с помощью функций Loop Guard и BPDU Skew Detection

Содержание

[Введение](#)

[Предварительные условия](#)

[Требования](#)

[Используемые компоненты](#)

[Условные обозначения](#)

[Доступность функций](#)

[Краткое описание ролей портов протокола STP](#)

[Защита от петель STP](#)

[Описание функции](#)

[Замечания по настройке](#)

[Сравнение функций защиты от петель и UDLD](#)

[Взаимодействие защиты от петель с другими функциями STP](#)

[Обнаружение потери BPDU](#)

[Описание функции](#)

[Замечания по настройке](#)

[Дополнительные сведения](#)

Введение

Протокол STP разрешает физически избыточные топологии в древовидные топологии без петель. Самая большая проблема протокола STP заключается в том, что некоторые отказы оборудования могут вызывать сбой этого протокола. Такой сбой приводит к образованию петель пересылки (или петель STP). Петли STP вызывают серьезные перебои в работе сети.

В данном документе описана функция защиты от петель STP, предназначенная для повышения стабильности сетей уровня 2 (L2). Здесь также описывается функция обнаружения потери BPDU. Функция обнаружения потери BPDU представляет собой средство диагностики, которое создает сообщения системного журнала, если пакеты BPDU не получены в надлежащий срок.

Предварительные условия

Требования

В данном документе предполагается, что читатель знаком с принципами работы протокола STP. [С принципами работы протокола STP можно ознакомиться в документе *Общее описание протокола STP и его настройка на коммутаторах Catalyst*.](#)

Используемые компоненты

Настоящий документ не имеет жесткой привязки к каким-либо конкретным версиям программного обеспечения и оборудования.

Условные обозначения

[Дополнительные сведения об условных обозначениях см. в документе *Условные обозначения технических терминов Cisco*.](#)

Доступность функций

CatOS

- Функция защиты от петель STP была впервые реализована в CatOS версии 6.2.1 программы Catalyst для платформ Catalyst 4000 и Catalyst 5000 и в версии 6.2.2 для платформы Catalyst 6000.
- Функция обнаружения потери BPDU впервые реализована в CatOS версии 6.2.1 программы Catalyst для платформ Catalyst 4000 и Catalyst 5000 и в версии 6.2.2 для платформы Catalyst 6000.

Cisco IOS®

- Функция защиты от петель STP впервые реализована в ПО Cisco IOS выпуска 12.1(12c)EW для коммутаторов Catalyst 4500 и в ПО Cisco IOS выпуска 12.1(11b)EX для Catalyst 6500.
- Функция обнаружения потери BPDU не поддерживается коммутаторами Catalyst с системным ПО Cisco IOS.

Краткое описание ролей портов протокола STP

Для внутренних целей протокол STP каждому порту моста (или коммутатора) назначает роль на основе конфигурации, топологии, относительного положения порта в топологии и других факторов. Роль порта определяет поведение порта с точки зрения протокола STP. В зависимости от назначенной роли порт либо отправляет, либо принимает пакеты BPDU протокола STP и пересылает или блокирует трафик данных. В следующем списке приведено краткое описание каждой роли порта STP:

- *Назначенный.* Для каждого соединения (сегмента) выбирается один назначенный порт. Назначенный порт — это порт, ближайший к корневому мосту. Этот порт отправляет пакеты BPDU по этому соединению (сегменту) и пересылает трафик на корневой мост. В сети с топологией сходимости STP все назначенные порты находятся в состоянии пересылки STP.
- *Корневой.* У моста может быть только один корневой порт. Корневой порт — это порт, ведущий к корневому мосту. В сети с топологией сходимости STP корневой порт

находится в состоянии пересылки STP.

- *Альтернативный.* Альтернативные порты ведут к корневому мосту, но не являются корневыми портами. Альтернативные порты поддерживают состояние блокировки STP.
- *Резервный.* Это особый случай, когда два или более портов одного моста (коммутатора) связаны между собой напрямую или через общий носитель. В этом случае один порт является назначенным, а остальные порты блокируются. Такой порт имеет роль резервного.

Защита от петель STP

Описание функции

Функция защиты от петель STP обеспечивает дополнительную защиту от петель пересылки на уровне 2 (петель STP). Петля STP образуется, когда заблокированный порт STP в избыточной топологии ошибочно переходит в состояние пересылки. Обычно причина этого в том, что один из портов физически избыточной топологии (не обязательно заблокированный порт STP) перестает получать пакеты BPDU протокола STP. Работа протокола STP зависит от непрерывного приема и передачи пакетов BPDU на основе роли порта. Назначенный порт передает пакеты BPDU, а неназначенный порт получает пакеты BPDU.

Когда один из портов в физически избыточной топологии перестает принимать пакеты BPDU, протокол STP считает такую топологию как топологию без петель. В итоге заблокированный порт из альтернативного или резервного порта превращается в назначенный и переходит в состояние пересылки. В такой ситуации образуется петля.

Функция защиты от петель выполняет дополнительные проверки. Если пакеты BPDU больше не принимаются неназначенным портом, а защита от петель включена, то такой порт переводится в состояние блокировки вследствие возможности петли STP, а не в состояние прослушивания, самообучения (learning) или пересылки. Без функции защиты от петель порт принимает роль назначенного порта. Порт переходит в состояние пересылки STP и формирует петлю.

Когда защита от петель блокирует несогласованный порт, в журнале регистрируется следующее сообщение:

- **CatOS**%SPANTREE-2-LOOPGUARDBLOCK: No BPDUs were received on port 3/2 in vlan 3. Moved to loop-inconsistent state.
- **Cisco IOS**%SPANTREE-2-LOOPGUARD_BLOCK: Loop guard blocking port FastEthernet0/24 on VLAN0050.

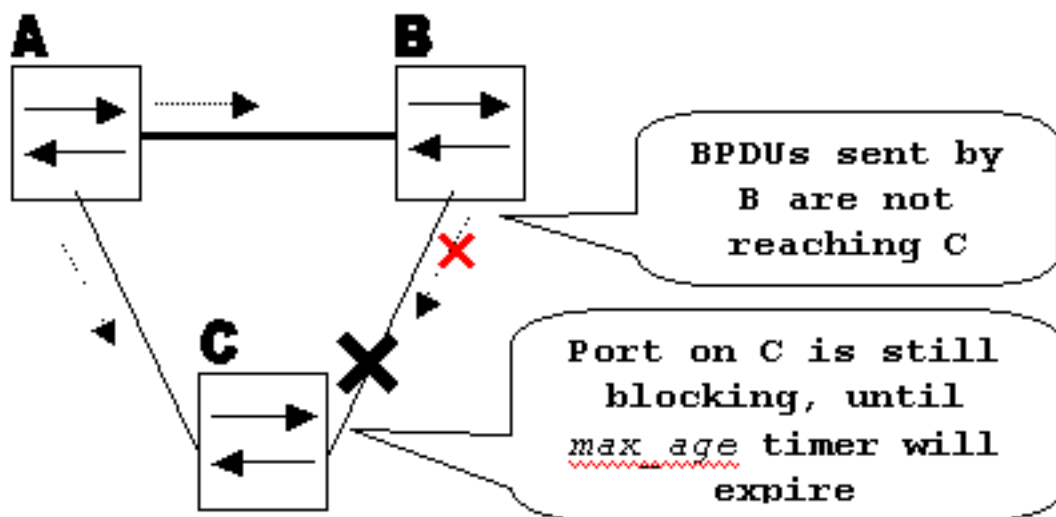
Когда пакет BPDU принимается портом в состоянии блокировки вследствие возможности петли STP, этот порт переходит в другое состояние STP. Согласно полученному блоку BPDU это значит, что восстановление выполнено автоматически и вмешательство не требуется. После восстановления в журнале регистрируется следующее сообщение:

- **CatOS**%SPANTREE-2-LOOPGUARDUNBLOCK: port 3/2 restored in vlan 3.
- **Cisco IOS**%SPANTREE-2-LOOPGUARD_UNBLOCK: Loop guard unblocking port FastEthernet0/24 on VLAN0050.

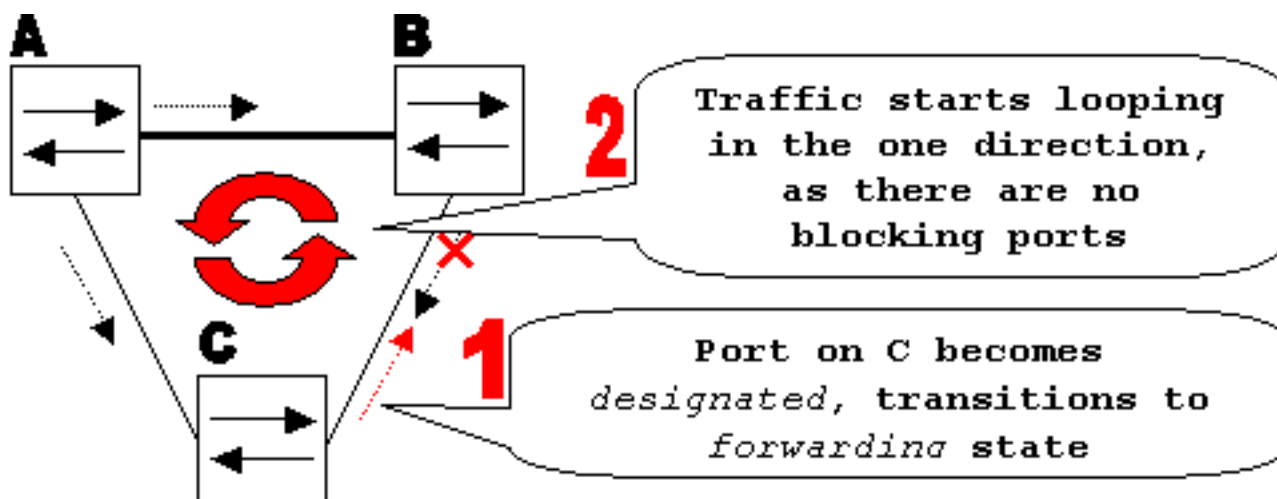
Чтобы проиллюстрировать это поведение, рассмотрим следующий пример:

Коммутатор А является корневым коммутатором. Коммутатор С не получает пакеты BPDU

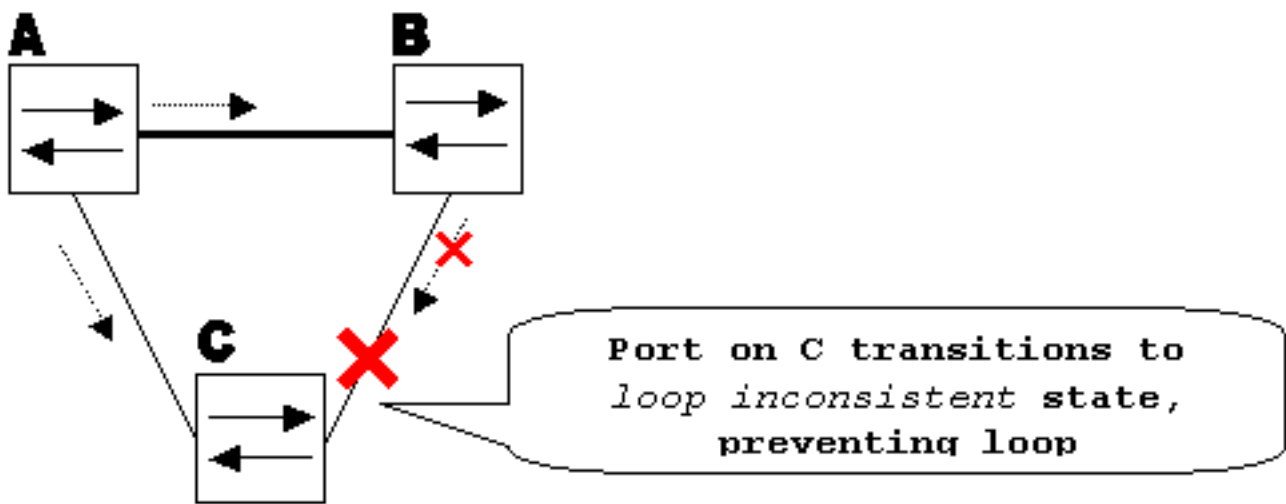
от коммутатора В из-за сбоя однонаправленного соединения между коммутатором В и коммутатором С.



Без защиты от петель заблокированный порт STP на коммутаторе С переходит в состояние прослушивания STP по истечении времени, задаваемого таймером `max_age`, а затем переходит в состояние пересылки через промежуток, равный удвоенному значению `forward_delay`. В такой ситуации образуется петля.



Когда функция защиты от петель включена, после обнуления таймера `max_age` заблокированный порт на коммутаторе С переходит в состояние блокировки вследствие возможности петли STP. Порт в состоянии блокировки вследствие возможности петли STP не передает пользовательский трафик, поэтому петля не образуется. (Состояние блокировки вследствие возможности петли фактически эквивалентно состоянию блокировки.)

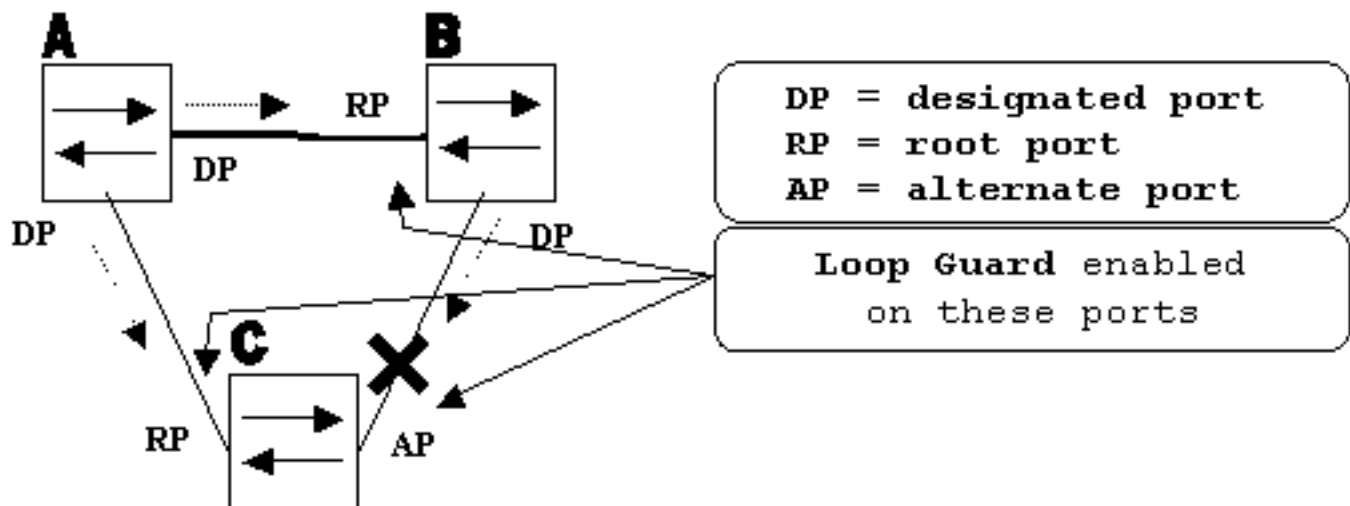


Замечания по настройке

Функция защиты от петель включается для каждого порта отдельно. Однако поскольку функция защиты от петель блокирует порт на уровне STP, она блокирует несогласованные порты для каждой VLAN по отдельности (поскольку протокол STP настроен отдельно для каждой VLAN). Значит, если пакеты BPDU не принимаются на магистральном порту только одной отдельной VLAN, то блокируется только эта VLAN (переводится в состояние блокировки вследствие возможности петли STP). По этой же причине, если эта функция включена в интерфейсе EtherChannel, блокируется весь канал отдельной VLAN, а не только одно соединение (так как EtherChannel с точки зрения протокола STP является одним логическим портом).

На каких портах должна быть включена защита от петель? Наиболее очевидный ответ: на заблокированных портах. Однако это не совсем верно. Защита от петель должна быть включена на неназначенных портах (точнее, на корневых и альтернативных портах) для всех возможных комбинаций активных топологий. Поскольку защита от петель не устанавливается для каждой VLAN по отдельности, один и тот же (магистральный) порт может быть назначенным в одной сети VLAN (VLAN) и неназначенным в другой. Следует также учитывать возможные сценарии перехода на другой ресурс при сбое.

Рассмотрим следующий пример:



По умолчанию защита от петель отключена. Для включения защиты от петель используется следующая команда:

- **CatOS**

```
set spantree guard loop <mod/port>
```

```
Console> (enable) set spantree guard loop 3/13
Enable loopguard will disable rootguard if it's currently enabled on the port(s).
Do you want to continue (y/n) [n]? y
Loopguard on port 3/13 is enabled.
```

- **Cisco IOS**

```
spanning-tree guard loop
```

```
Router(config)#interface gigabitEthernet 1/1
Router(config-if)#spanning-tree guard loop
```

Начиная с версии 7.1(1) ПО Catalyst (CatOS), защита от петель может включаться глобально на всех портах. Фактически защита от петель включается на всех соединениях "точка-точка". Соединение "точка-точка" определяется по состоянию дуплексной передачи соединения. Если настроен полnodуплексный режим, соединение считается соединением "точка-точка". Еще можно настроить или переопределить глобальные настройки для каждого порта по отдельности.

Чтобы включить защиту от петель глобально, выполните следующую команду:

- **CatOS** Console> (enable) set spantree global-default loopguard enable

- **Cisco IOS** Router(config)#spanning-tree loopguard default

Чтобы отключить защиту от петель, выполните следующую команду:

- **CatOS** Console> (enable) set spantree guard none <mod/port>

- **Cisco IOS** Router(config-if)#no spanning-tree guard loop

Чтобы отключить защиту от петель глобально, выполните следующую команду:

- **CatOS** Console> (enable) set spantree global-default loopguard disable

- **Cisco IOS** Router(config)#no spanning-tree loopguard default

Чтобы проверить состояние защиты от петель, выполните следующую команду:

- **CatOS**

```
show spantree guard <mod/port>
```

```
Console> (enable) show spantree guard 3/13
Port                VLAN Port-State   Guard Type
-----
3/13                 2    forwarding    loop
Console> (enable)
```

- **Cisco IOS**

```
show spanning-tree
```

```
Router#show spanning-tree summary
Switch is in pvst mode
Root bridge for: none
EtherChannel misconfig guard is enabled
Extended system ID      is disabled
Portfast Default        is disabled
PortFast BPDU Guard Default is disabled
Portfast BPDU Filter Default is disabled
Loopguard Default       is enabled
```

```

UplinkFast          is disabled
BackboneFast        is disabled
Pathcost method used is short

```

```

Name                Blocking Listening Learning Forwarding STP Active
-----
Total                0          0          0          0          0

```

Сравнение функций защиты от петель и UDLD

Защита от петель и UDLD (обнаружение однонаправленной связи) функционально пересекаются, частично из-за того, что обе эти функции защищают от сбоев протокола STP, вызванных однонаправленными соединениями. Однако эти функции различаются как функционально, так и по способу решения этой проблемы. В следующей таблице описываются функциональные возможности защиты от петель и UDLD:

Функциональность	Loop guard	UDLD
!--- конфигурацию	На каждый порт	На каждый порт
Возможность настройки действий	ДЛЯ КАЖДОЙ VLAN	На каждый порт
Автоматически восстановиться	Да	Да, с функцией тайм-аута состояния "err-disable"
Защита от сбоев STP, вызванных однонаправленными соединениями	Да, когда включена на всех корневых и альтернативных портах в избыточной топологии	Да, когда включена для всех соединений в избыточной топологии
Защита от сбоев STP, вызванных проблемами ПО (выделенный коммутатор не отправляет блоки BPDU)	Да	Нет
Защита от неправильных кабельных соединений.	Нет	Да

В зависимости от конкретных особенностей проекта можно выбрать функцию UDLD или защиту от петель. В отношении протокола STP наиболее заметное различие между этими двумя функциями заключается в отсутствии у UDLD защиты от сбоев STP, вызванных проблемами ПО. В результате выделенный коммутатор не отправляет пакеты BPDU. Однако сбои такого типа происходят (в десятки раз) реже, чем сбои, вызванные однонаправленными соединениями. В свою очередь, функция UDLD может быть более гибкой в случае однонаправленных соединений в EtherChannel. В этом случае UDLD

отключает только неисправные соединения, а канал сохраняет работоспособность за счет оставшихся соединений. При таком сбое защита от петель переводит порт в состоянии блокировки вследствие возможности петли, чтобы заблокировать весь канал.

Кроме того, защита от петель не действует на совместно используемых соединениях и в ситуациях, когда с момента соединения соединение является однонаправленным. В последнем случае порт никогда не получает блоки BPDU и становится назначенным. Так как такое поведение может быть нормальным, этот случай не охватывается защитой от петель. Защиту от такого сценария предоставляет UDLD.

Как уже отмечено, самый высокий уровень защиты обеспечивается, когда включены функции UDLD и защиты от петель.

[Взаимодействие защиты от петель с другими функциями STP](#)

Защита корня дерева STP

Функции защиты корня дерева STP и защиты от петель являются взаимоисключающими. Защита корня дерева STP используется на назначенных портах и не разрешает порту изменять состояние. Защита от петель действует на неназначенных портах и разрешает порту становиться назначенным по истечении срока `max_age`. Защиту корня дерева STP нельзя включить для порта, на котором включена защита от петель. Когда для порта включается защита от петель, она отключает настроенную на этом порте защиту корня дерева STP.

Функции `uplink fast` и `backbone fast`

Функции `uplink fast` и `backbone fast` прозрачны для защиты от петель. Когда во время повторной конвергенции функция `backbone fast` пропускает `max_age`, это не вызывает срабатывание защиты от петель. Дополнительные сведения о функциях `uplink fast` и `backbone fast` см. в следующих документах:

- [Общие понятия и конфигурация функции Cisco Uplink Fast](#)
- [Общее описание функции BackboneFast и ее настройка на коммутаторах Catalyst](#)

PortFast и защита BPDU и динамическая виртуальная ЛС

Защиту от петель нельзя включить для портов, на которых включена функция PortFast. Так как защита BPDU действует на портах с включенной функцией portfast, к защите BPDU применяются некоторые ограничения. Защиту от петель нельзя включить на портах динамической виртуальной сети, так как на таких портах уже включена функция portfast.

Совместно используемые соединения

Защиту от петель не следует включать на совместно используемых соединениях. Если защиту от петель включить на совместно используемых соединениях, то трафик от узлов, подключенных к общим сегментам, может блокироваться.

Множественные связующие деревья (MST)

Защита от петель правильно функционирует в среде MST.

Обнаружение потери BPDU

Функция защиты от петель должна правильно взаимодействовать с функцией обнаружения потери BPDU.

Обнаружение потери BPDU

Описание функции

Работа протокола STP сильно зависит от своевременного получения пакетов BPDU. При каждом сообщении hello_time message (по умолчанию каждые 2 секунды) корневой мост отправляет пакеты BPDU. Некорневые мосты не создают пакеты BPDU заново для каждого сообщения hello_time, а принимают пакеты BPDU, ретранслированные от корневого моста. Поэтому каждый некорневой мост должен получать пакеты BPDU в каждой VLAN для каждого сообщения hello_time. В некоторых случаях теряются BPDU или CPU моста слишком занят, чтобы передавать BPDU своевременно. Такие или другие проблемы могут вызвать запаздывание пакетов BPDU (если они вообще получаются). Эта проблема может нарушить стабильность топологии STP.

Обнаружение потери BPDU позволяет коммутатору отслеживать запаздывающие пакеты BPDU и уведомлять администратора с помощью сообщений системного журнала. Для каждого порта, для которого когда-либо было зафиксировано запаздывание (или искажение) пакета BPDU, функция обнаружения задержки сообщит о самой последней задержке с указанием ее длительности. Она также указывает максимальную длительность задержки блока BPDU для этого конкретного порта.

Чтобы защитить ЦП моста от перегрузки, сообщение системного журнала создается не при каждой задержке пакета BPDU. Частота создания сообщений ограничивается одним сообщением каждые 60 секунд. Однако если задержка BPDU превышает значение max_age, деленное на 2 (что по умолчанию равно 10 с), сообщение печатается немедленно.

Примечание: Обнаружения потери BPDU — это функция диагностики. При обнаружении задержки пакетов BPDU она отправляет сообщение системного журнала. Функция обнаружения потери BPDU не выполняет никаких других корректирующих действий.

Пример сообщения системного журнала, созданного функцией обнаружения потери BPDU:

```
show spanning-tree
```

```
Router#show spanning-tree summary
```

```
Switch is in pvst mode
Root bridge for: none
EtherChannel misconfig guard is enabled
Extended system ID is disabled
Portfast Default is disabled
PortFast BPDU Guard Default is disabled
Portfast BPDU Filter Default is disabled
Loopguard Default is enabled
UplinkFast is disabled
BackboneFast is disabled
Pathcost method used is short
```

Name	Blocking	Listening	Learning	Forwarding	STP Active
-----	-----	-----	-----	-----	-----
Total	0	0	0	0	0

Замечания по настройке

Обнаружение потери BPDU настраивается для каждого коммутатора по отдельности. По умолчанию эта функция отключена. Чтобы включить обнаружение потери BPDU, выполните следующую команду:

```
Cat6k> (enable) set spantree bpdu-skewing enable  
Spantree bpdu-skewing enabled on this switch.
```

Чтобы просмотреть сведения об обнаружении задержки пакетов BPDU, воспользуйтесь командой `show spantree bpdu-skewing <vlan>|<mod/port>` как показано в следующем примере:

```
Cat6k> (enable) show spantree bpdu-skewing 1  
Bpdu skewing statistics for vlan 1  
Port Last Skew (ms) Worst Skew (ms) Worst Skew Time  
-----  
3/12 4000 4100 Mon Nov 19 2001, 16:36:04
```

Дополнительные сведения

- [Усовершенствование Root Guard для протокола связующего дерева](#)
- [Усиление функции защиты Portfast BPDU для протокола STP](#)
- [Общее описание и настройка функции протокола ULDP](#)
- [Использование функции PortFast и других команд для устранения задержек соединения во время запуска рабочей станции](#)
- [Поддержка продуктов для ЛВС](#)
- [Поддержка технологии коммутации локальных сетей](#)
- [Cisco Systems – техническая поддержка и документация](#)