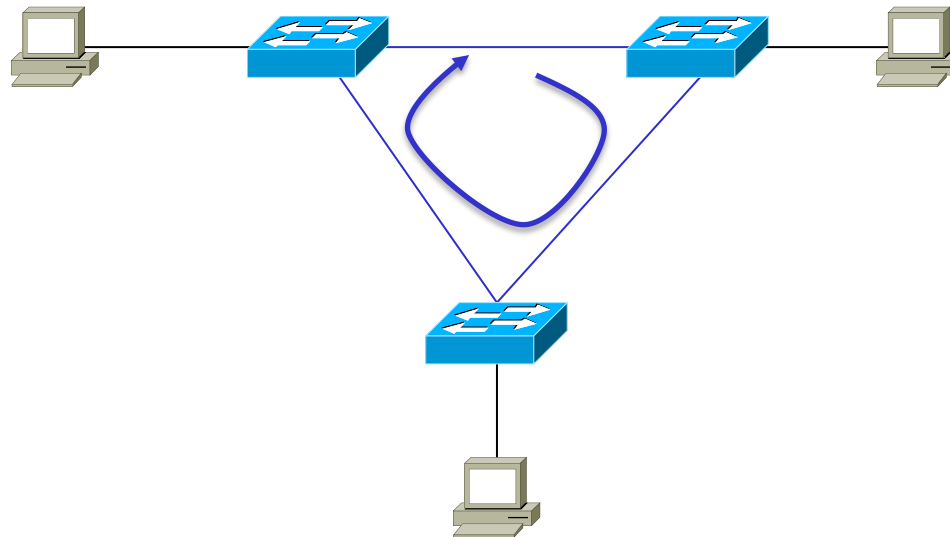


***SOLIDEX***

**Топологии на канальном уровне.  
Spanning Tree Protocol**

# Архитектура сети

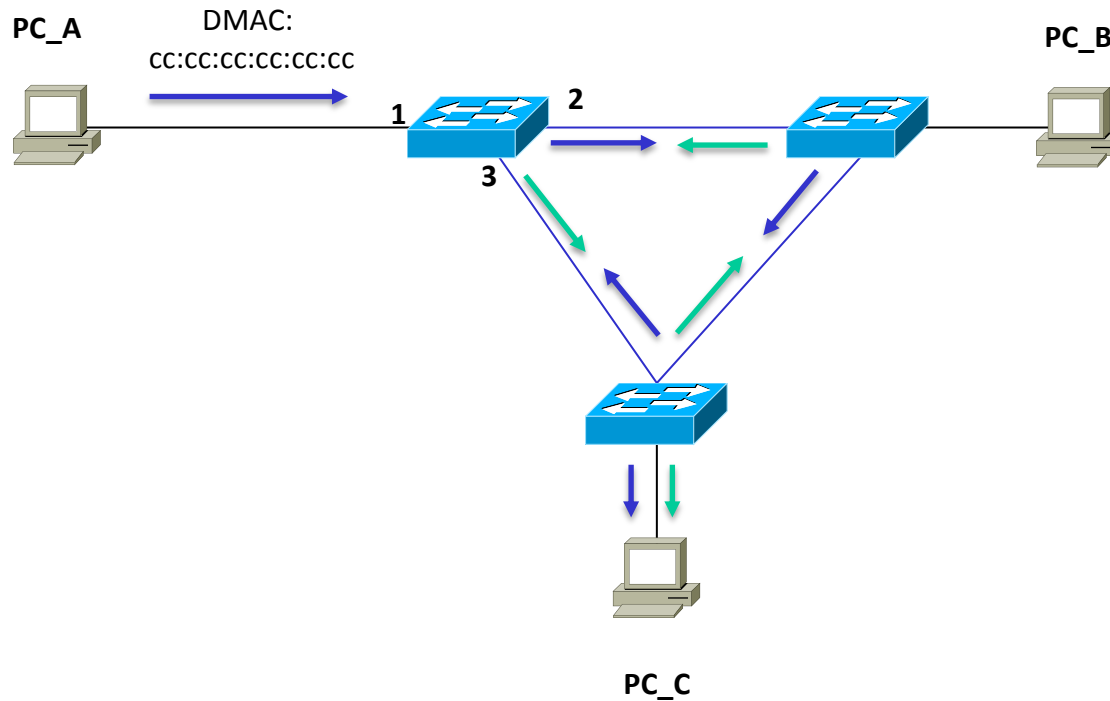
- Нужно обеспечить отказоустойчивость => должно быть несколько вариантов маршрута
- Наличие нескольких маршрутов приводит к появлению петель



# Вспомним, как работает коммутатор

- Создает и использует таблицу коммутации
  - С учетом принадлежности MAC адреса к VLAN
- При получении фрейма анализирует MAC адрес назначения
  - Если адрес найден в том же VLAN, из которого получен фрейм – фрейм передается в соответствующий порт
  - Если адрес широковещательный или отсутствует – фрейм передается во все порты, принадлежащие VLAN (кроме того, через который он был получен)

# Почему опасны петли?



Unknown unicast и broadcast трафик будет постоянно курсировать в петле

# К чему приводят петли? (прод.)

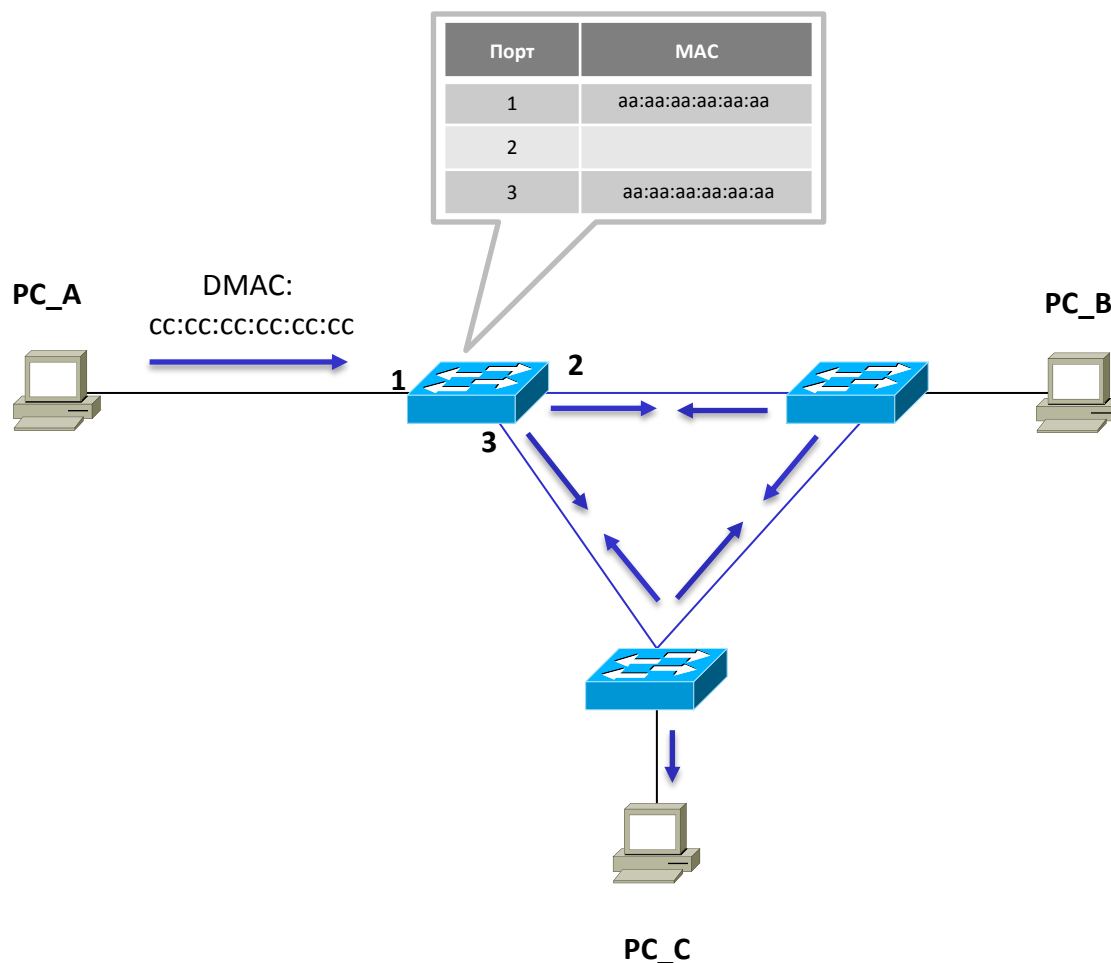
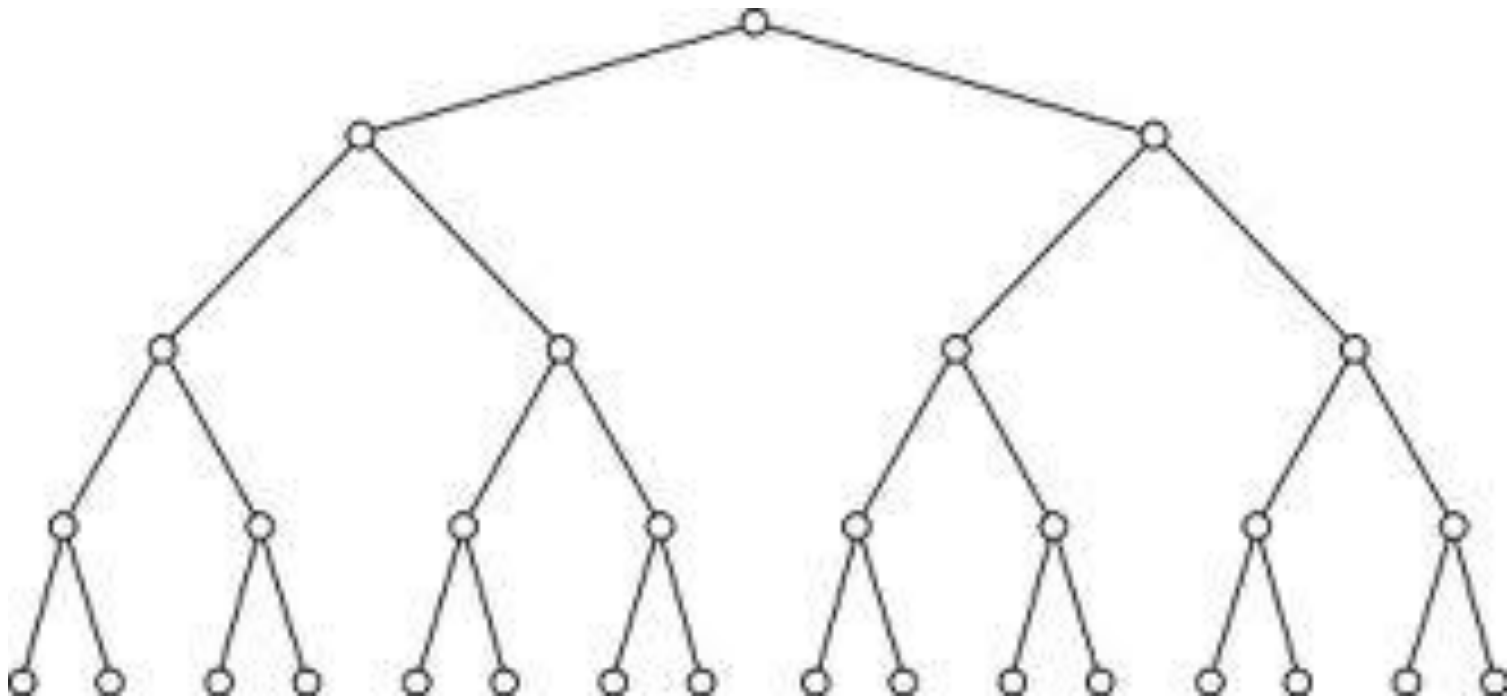


Таблица коммутации будет постоянно  
ИЗМЕНЯТЬСЯ

# Как этого избежать

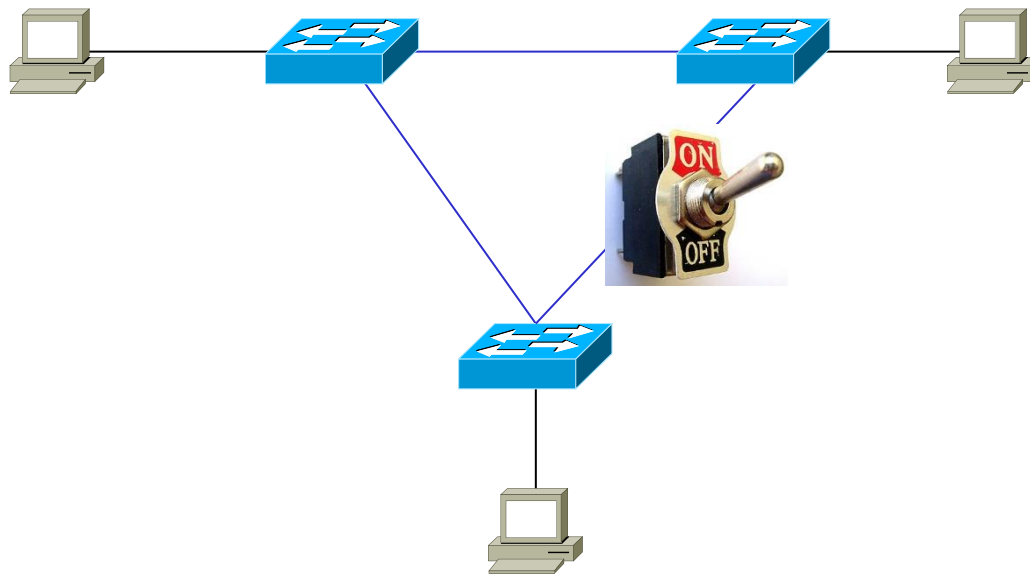
- Не создавать топологические петли
- Вручную заблокировать некоторые порты
- Включить протокол Spanning Tree Protocol, который заблокирует порты, образующие петли
  - Важно: главное – не заблокировать, а в нужное время разблокировать
  - Это тоже входит в функции STP

# Дерево. Структура без петель



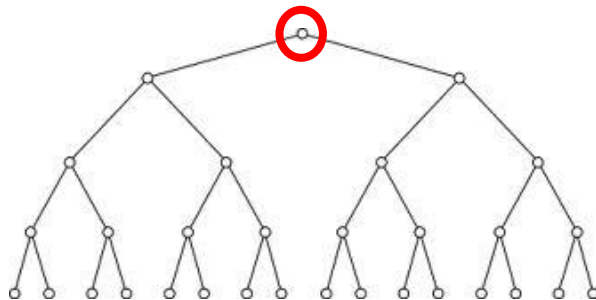
# Что такое Spanning Tree

- Полностью связанная топология сети, не имеющая петель
- Результат работы протокола STP





# Ключевые понятия STP – Root Bridge



- Является “точкой отсчета”
- Выбирается динамически, на основе Bridge ID

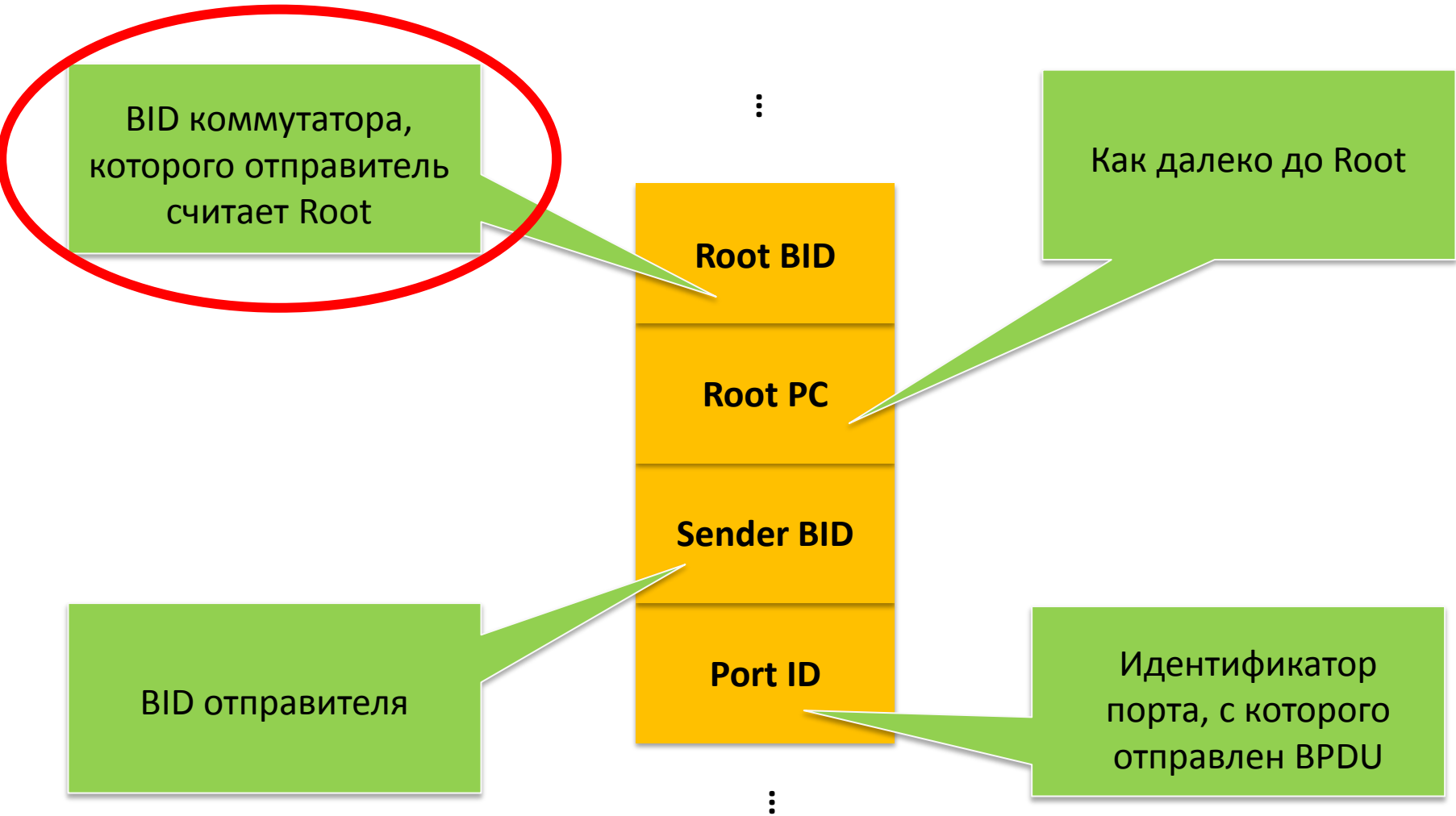
# Ключевые понятия STP – Bridge ID

Solidex

Bridge ID



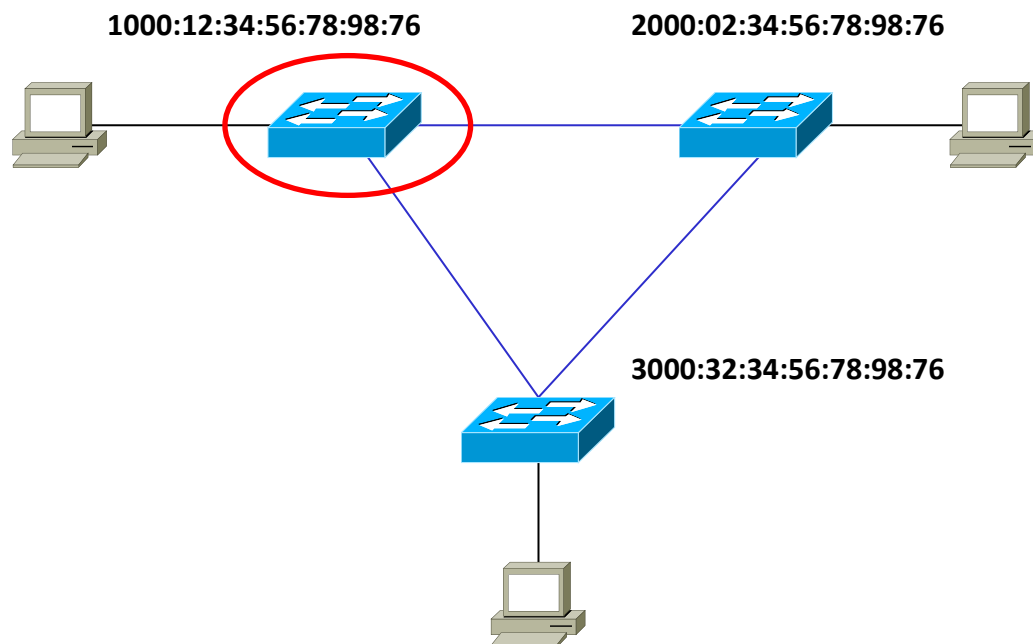
# Сообщения STP. BPDU



# Выбор Root Bridge

- Сразу после загрузки коммутатор считает себя Root Bridge и отправляет BPDU с Bridge ID = Root ID
- При получении BPDU сравнивается Root ID с собственным Bridge ID
- Дальнейшие действия:
  - Если пришедший Root ID лучше, то перестать генерировать свои BPDU и принять идентификатор нового Root Bridge
  - Если пришедший Root ID хуже, то продолжать отправку своих BPDU

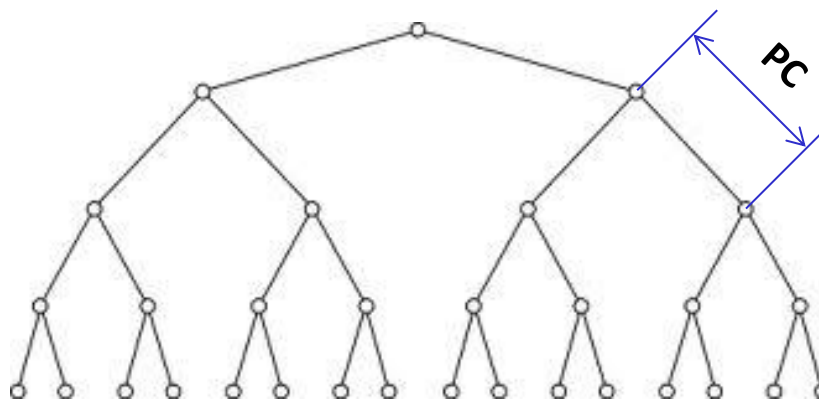
# Выбор Root Bridge. Пример



# Рекомендации для Root Bridge

- Вручную определить коммутатор, выполняющий роль Root Bridge
- Также определить коммутатор, который займет место Root в случае его выхода из строя

# Ключевые понятия STP – Path Cost



- “Длина” пути между двумя коммутаторами
- Служит для вычисления кратчайшего пути между любыми двумя точками топологии
- Задается администратором\*

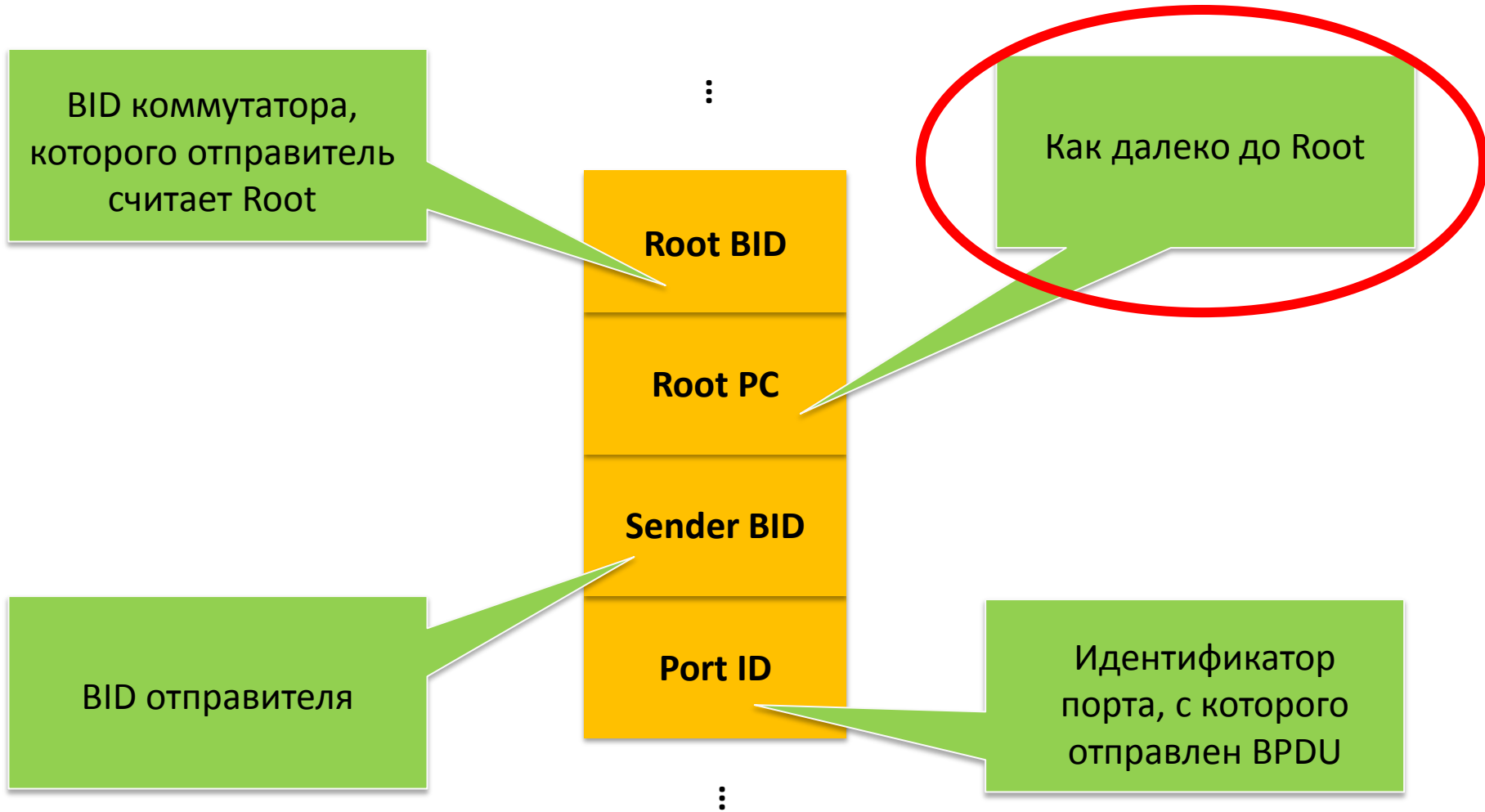
\* Есть значения по умолчанию

# Path Cost

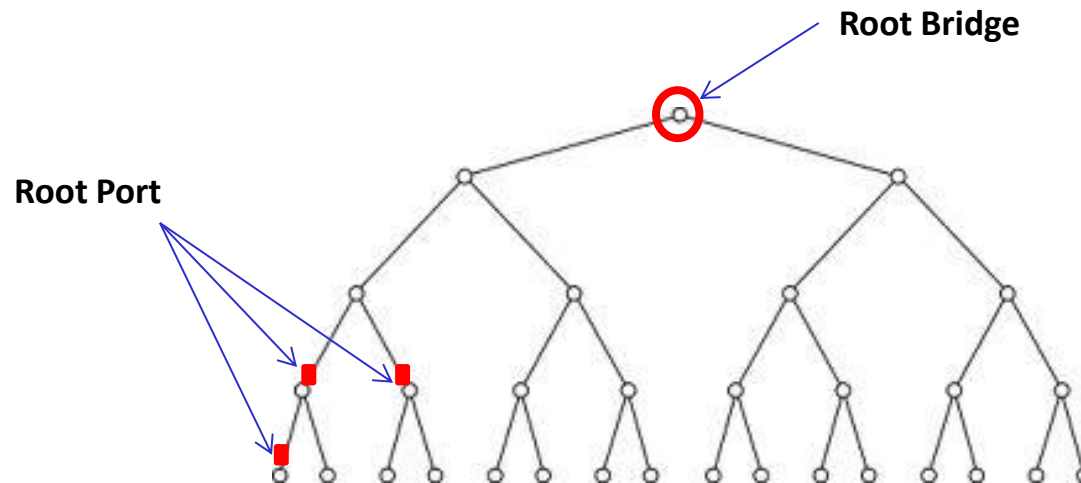
Скорость интерфейса	Старое значение STP (802.1D-1998)	Новое значение STP (802.1D-2004)
10 Mbps	100	2,000,000
100 Mbps	19	200,000
1 Gbps	4	20,000
N X 1 Gbps	3	10,000
10 Gbps	2	2,000
100 Gbps	N/A	200
1 Tbps	N/A	20
10 Tbps	N/A	2



# Сообщения STP. BPDU



# Ключевые понятия STP – Root Port

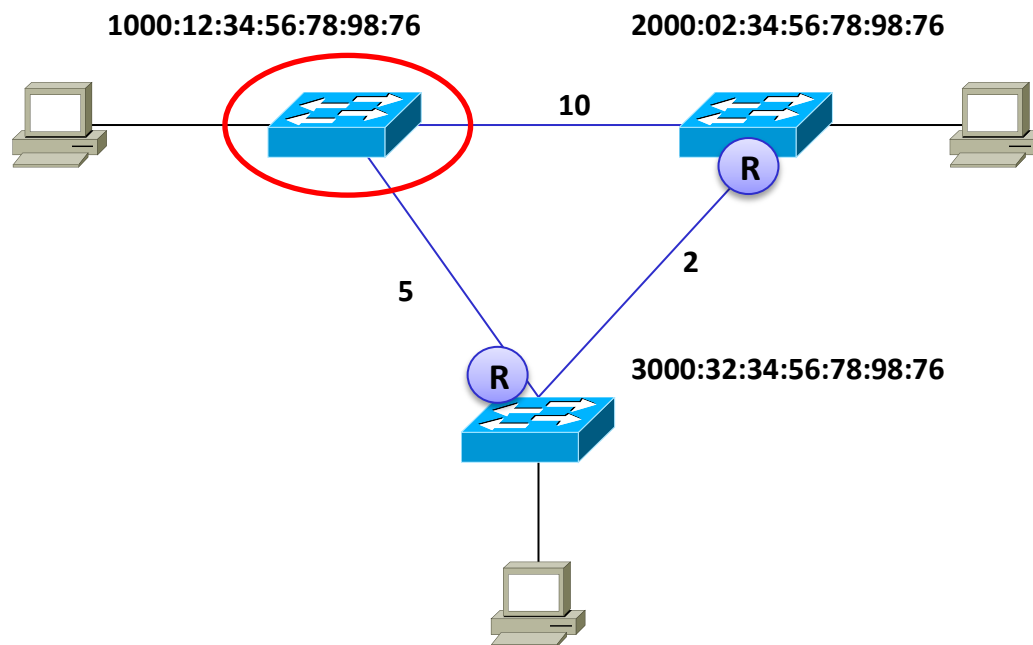


- Один для каждого коммутатора
- Через него лежит кратчайший путь к Root Bridge

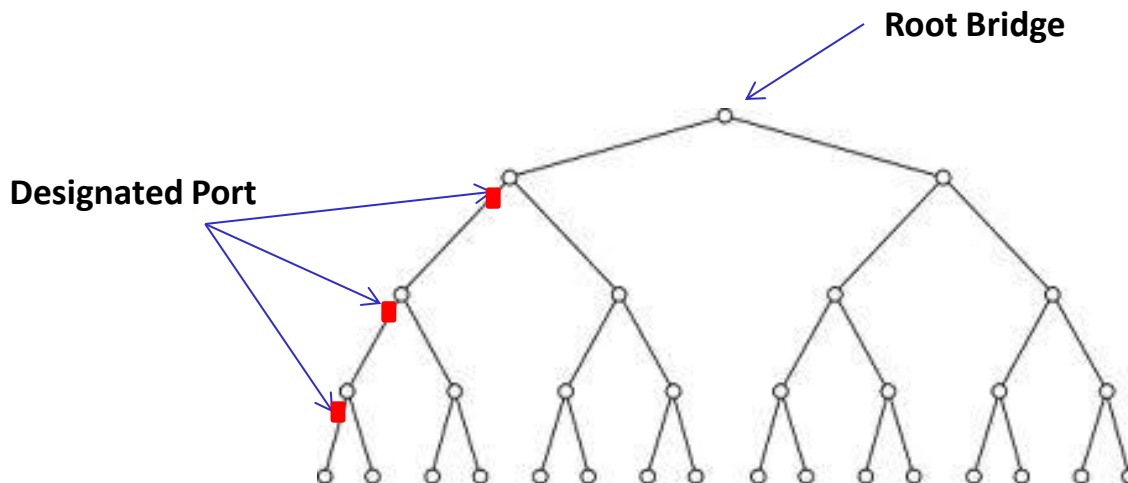
# Приоритет выбора роли порта

1. Минимальный Path Cost
2. Минимальный Bridge ID
3. Минимальный Port Priority
4. Минимальный номер порта

# Root Port. Пример

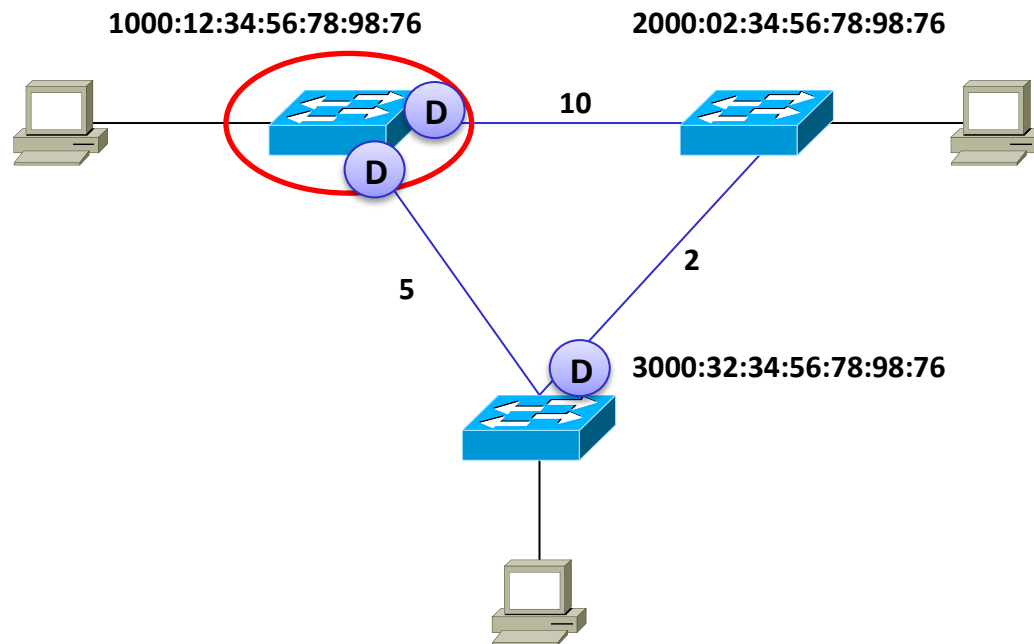


# Ключевые понятия STP – Designated Port



- Упрощенно - один DP на каждый участок trunk
  - один DP на пару коммутаторов
- В общем случае - один DP на каждый сегмент

# Designated port. Пример



# Алгоритм построения дерева (1)

## 1. Выбирается Root Bridge

- В процессе обмена сообщениями все коммутаторы в итоге сохраняют у себя BPDU с минимальным Root Bridge ID

# Алгоритм построения дерева (2)

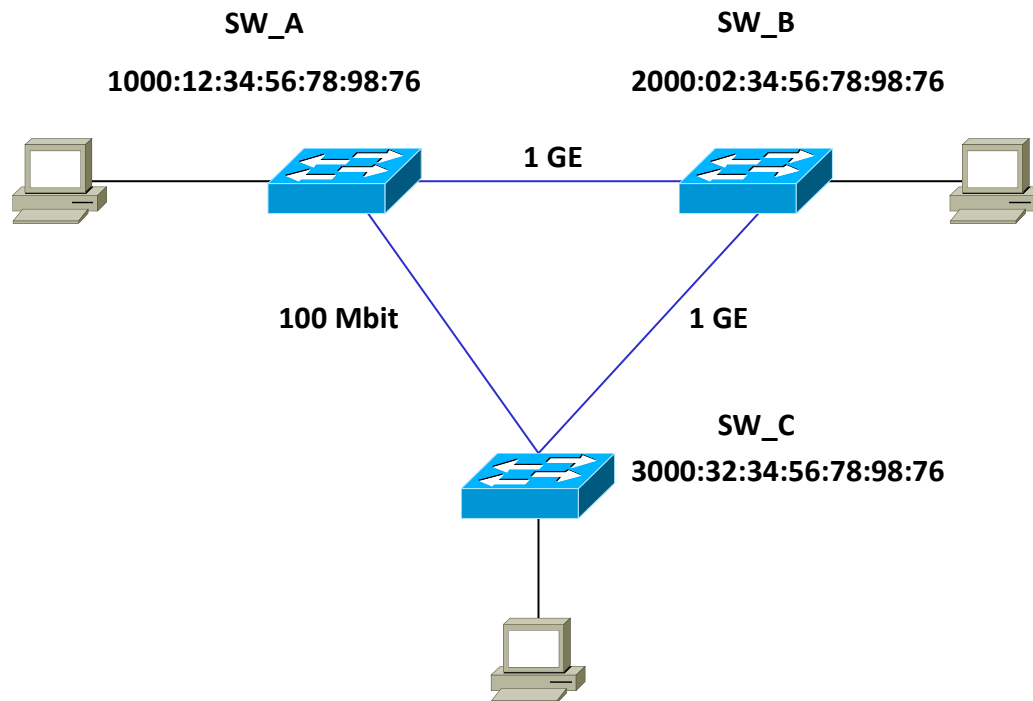
2. Для каждого коммутатора выбирается всего один Root Port
  - Порт, для которого Root Path Cost минимален
  - Если RPC одинаков – срабатывают Port Priority и номер порта



# Алгоритм построения дерева (3)

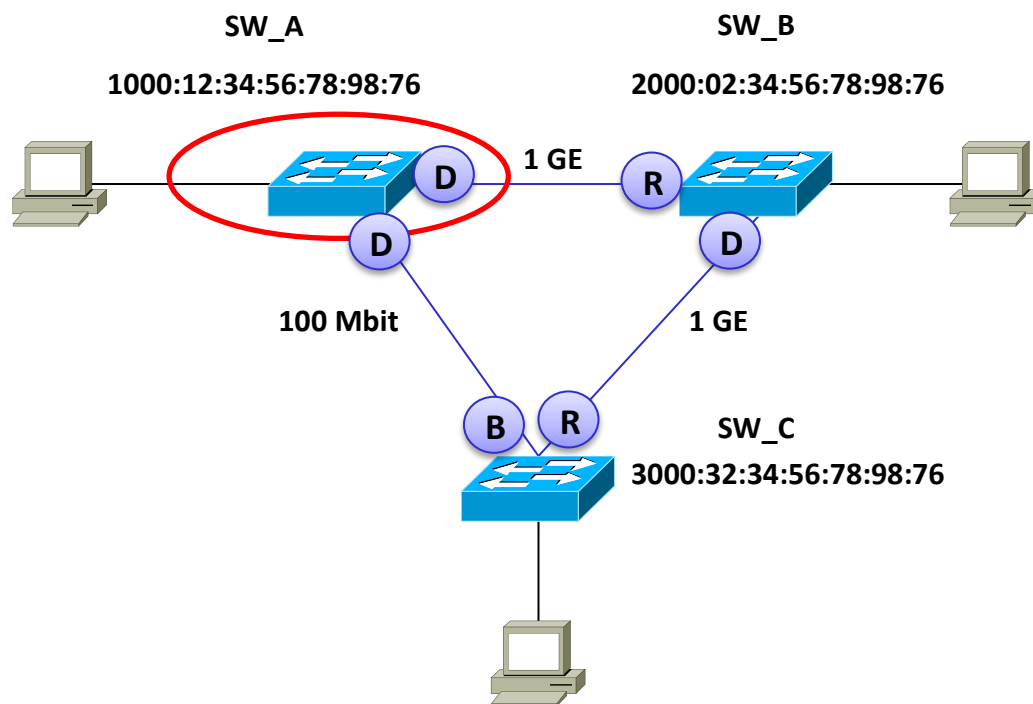
3. Для каждого сегмента сети выбирается всего один Designated Port
4. *Все остальные порты - блокируются*

# STP. Пример

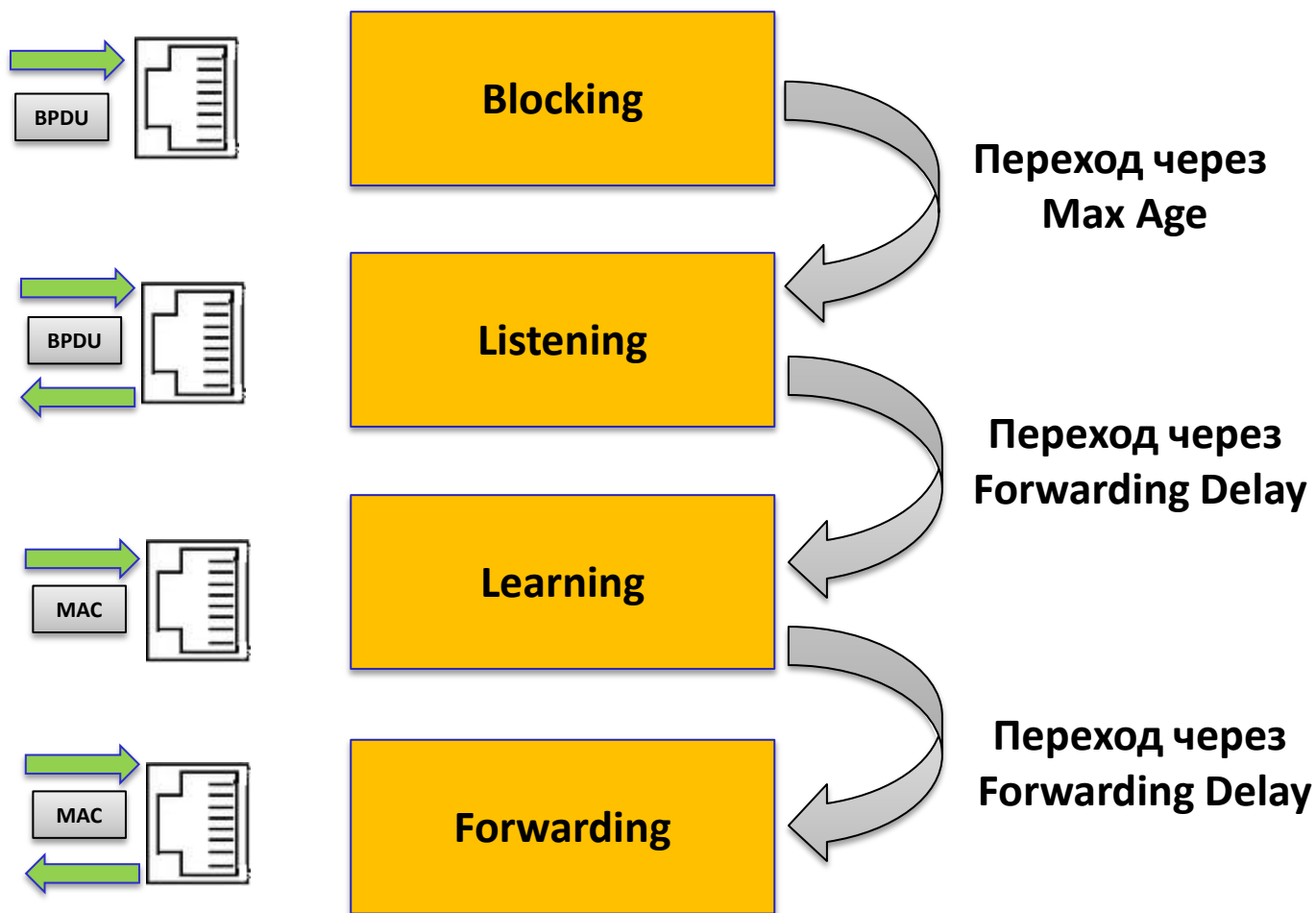


- Где Root Bridge?
- Какие порты Root/Designated?
- Какие порты заблокируются?

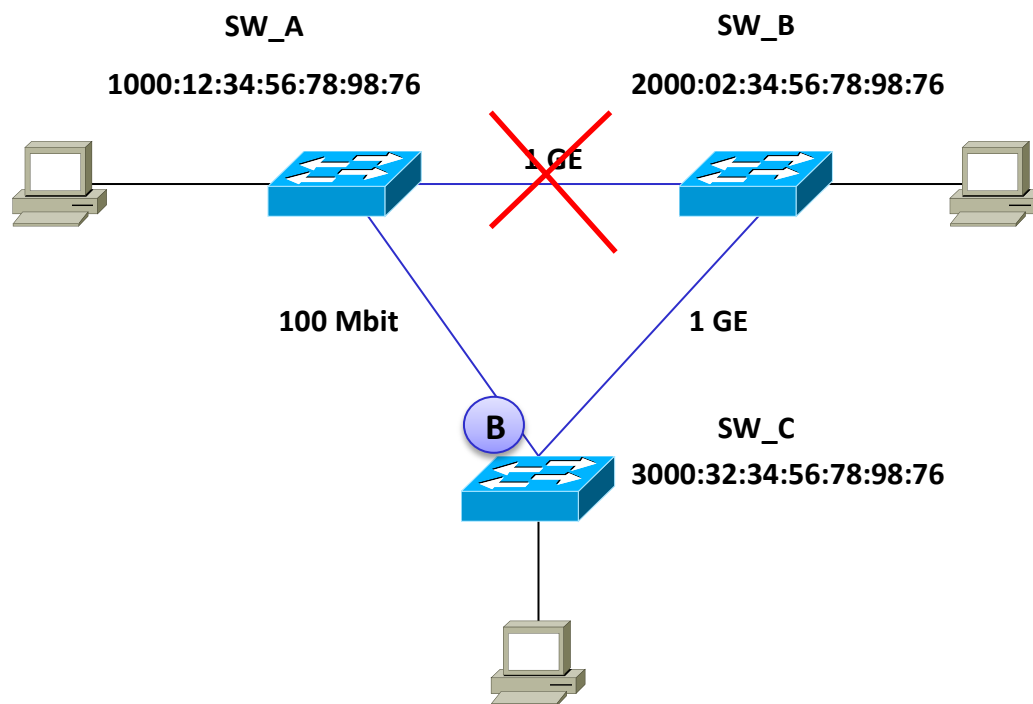
# STP. Пример (прод.)



# STP. Состояния порта



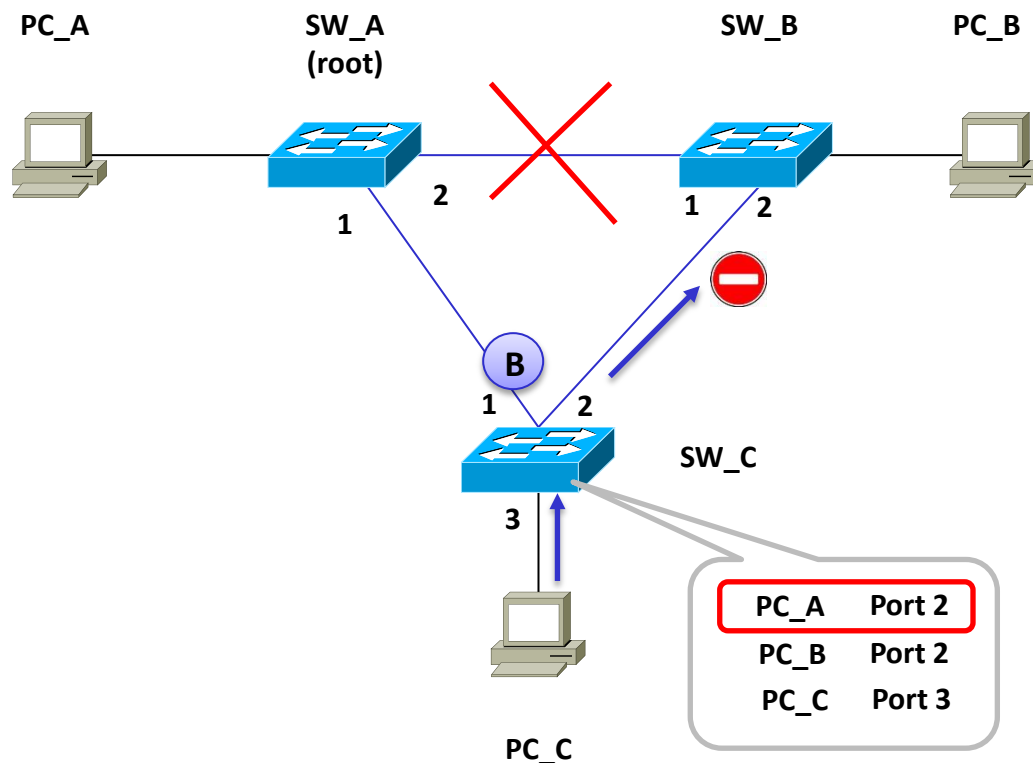
# Что происходит при изменении топологии?



- Заблокированные порты переходят в состояние Listening
- Через 2 x Forward Delay (30 сек) SW\_C разблокирует порт

# Что происходит с таблицей коммутации?

Solidex

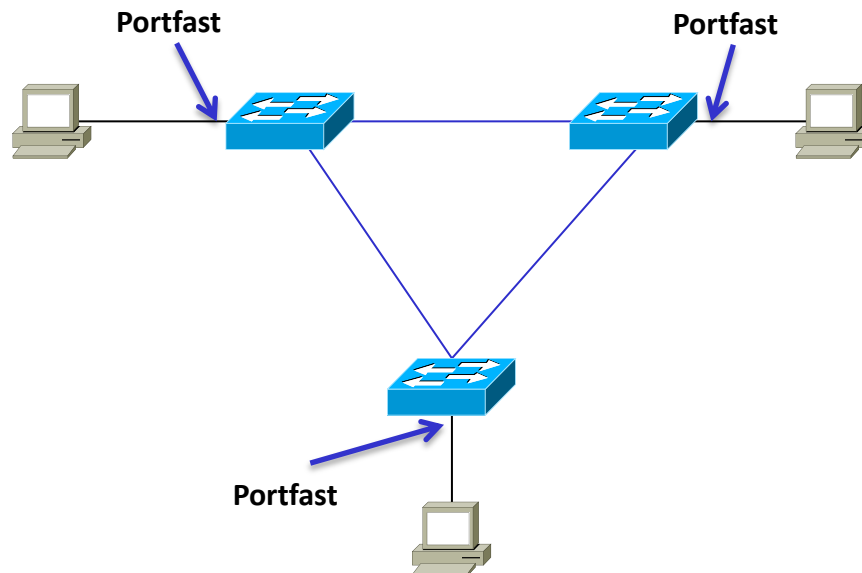


Трафик между PC\_C и PC\_A не пройдет до тех пор, пока не актуализируются таблицы коммутации

# Еще один BPDU – Topology Change Notification

- BPDU с установленным флагом TC
  - отправляется с Root Bridge после получения уведомления от коммутатора, где произошло изменение
- При получении TC BPDU каждый коммутатор уменьшает время жизни записей в таблице MAC на время, равное Forward Delay (15 сек)
- Через 35 (Forward Delay + MaxAge) сек коммутатор переходит в обычный режим работы

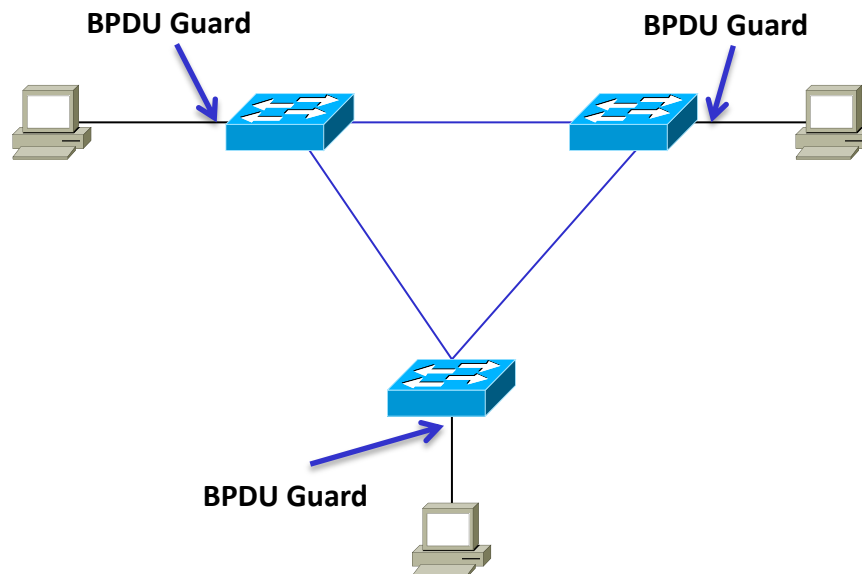
# Дополнения STP. Роль порта Portfast



- Задается административно
- Позволяет порту сразу после включения перейти в состояние Forwarding
  - администратор должен быть уверен, что не создает петли

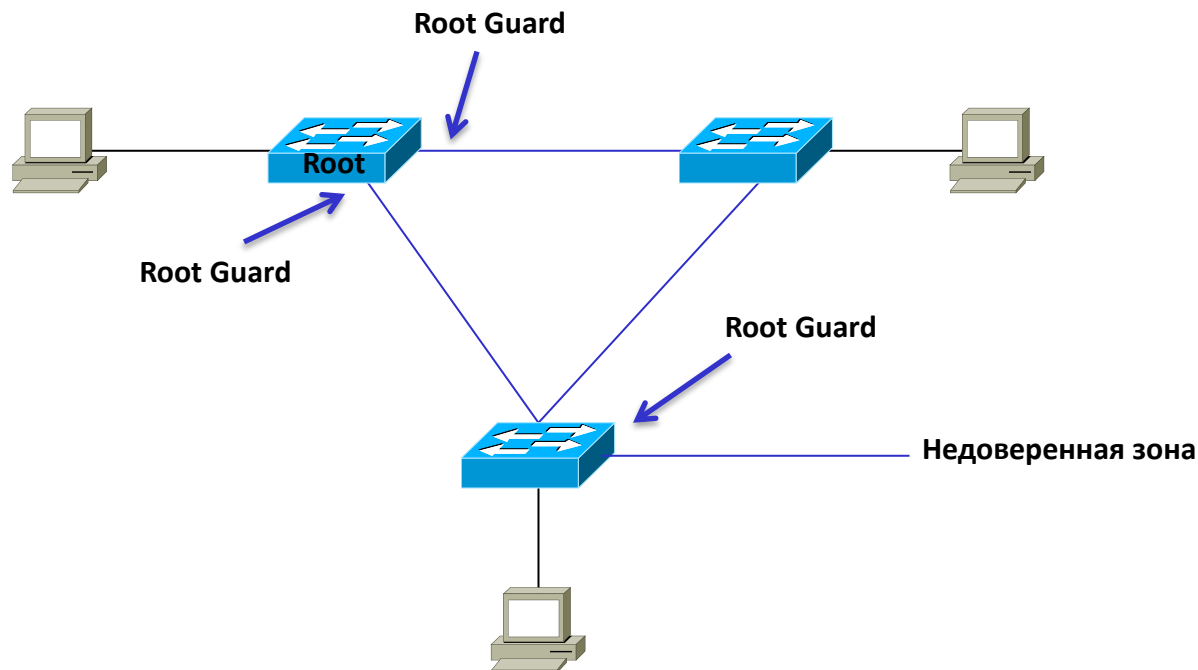


# Дополнения STP. BPDU Guard



- Работает на *access* портах
- Выключает порт в случае получения BPDU
- Предотвращает нежелательные изменения топологии

# Дополнения STP. Root Guard



- Включается на designated портах
- Предотвращает нежелательные изменения топологии (появление нового Root Bridge)

# Заключение

- STP позволяет создавать отказоустойчивые сетевые топологии
- STP позволяет динамически перенаправлять трафик в случае изменения топологии сети
- В простейшем случае – не требует настройки

# Заключение (прод.)

- STP медленно реагирует на изменения
- Время восстановления путей коммутации может достигать до 50 сек
  - *MaxAge (20 сек) + 2xForward Delay (15 сек)*
- Дополнения STP
  - Portfast
  - Root Guard
  - BPDU Guard