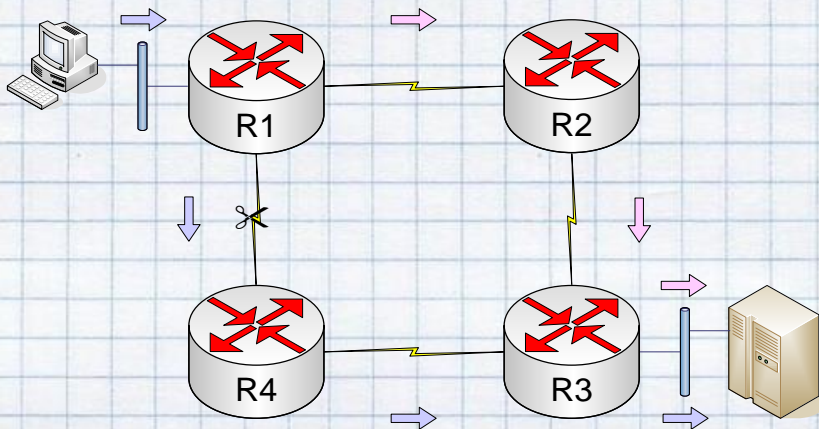

Маршрутизация в IP сетях

*Дистанционно-векторная маршрутизация.
Протокол RIP.*

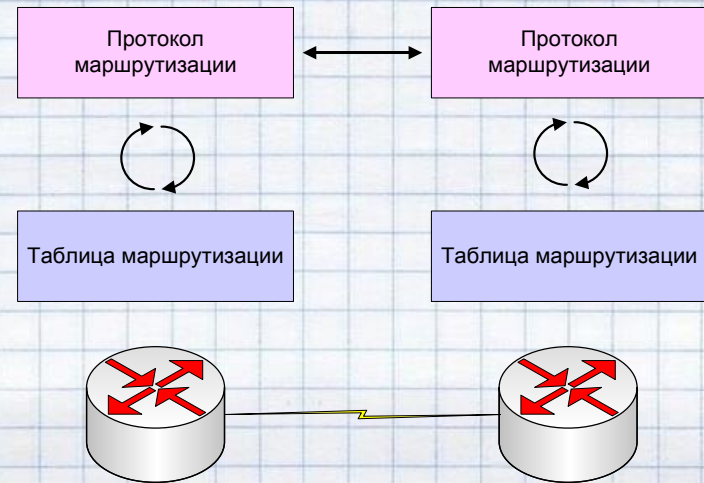
«Живые встречи» 2014

Принципы динамической маршрутизации

Динамический маршрут



Операции динамической маршрутизации



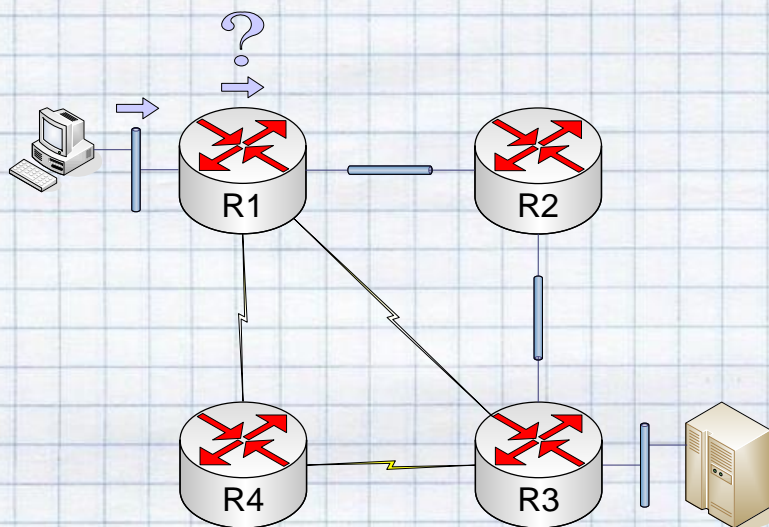
Принципы динамической маршрутизации

Протокол маршрутизации определяет:

- *Каким образом рассчитывается метрика маршрута;*
- *Область СПД, в которой работает протокол маршрутизации;*
- *Используемый тип сетевой маски;*
- *Какая информация содержится в обновлениях;*
- *Каким образом распространяются обновления маршрутов;*
- *Как часто рассылаются обновления;*
- *Каким образом выполняется поиск получателей обновлений.*

Принципы динамической маршрутизации

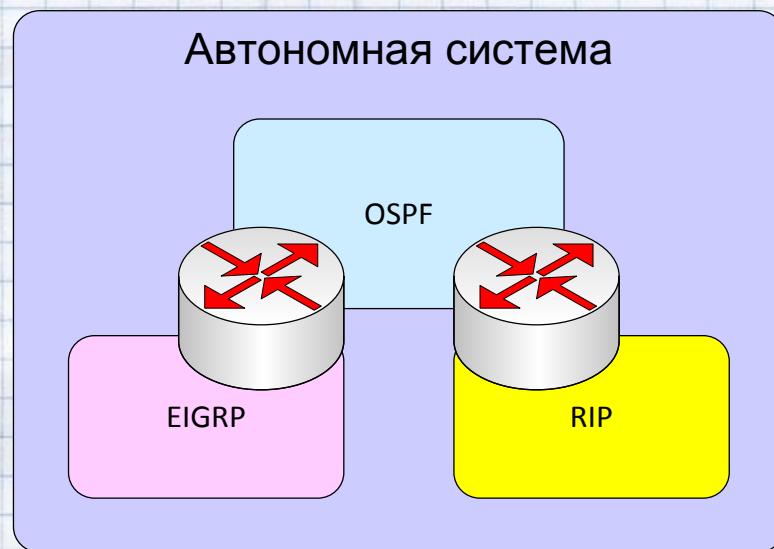
Метрика маршрута



Внутренние и внешние протоколы маршрутизации

Понятие автономной системы и домена маршрутизации

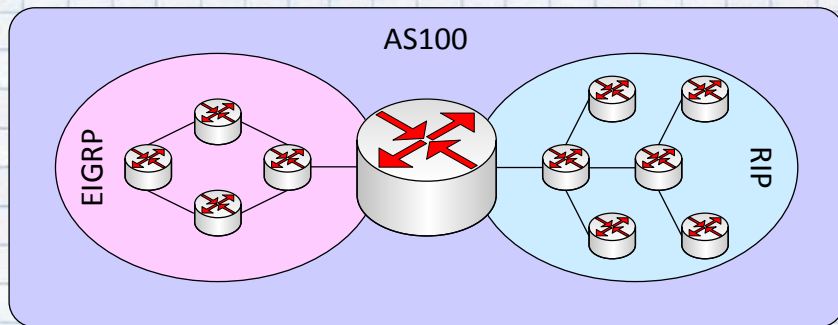
- Автономная система (*autonomous system, AS*) – это набор сетей, которые находятся под единым административным управлением и в которых используются единая стратегия и правила маршрутизации. Автономная система для внешних сетей представляется как некий единый объект.
- Домен маршрутизации – это совокупность сетей и маршрутизаторов, использующих один и тот же протокол маршрутизации.



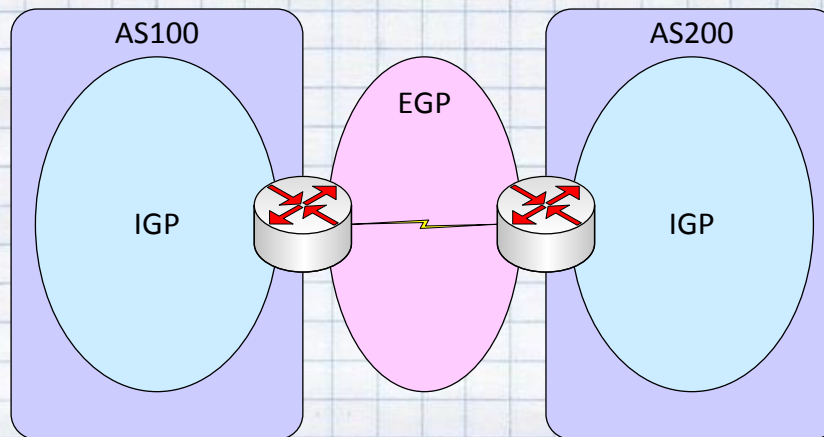
Согласно RFC 2270 для частных AS выделен диапазон номеров 64512 – 65534, автономная система 65535 зарезервирована под служебные задачи.

Внутренние и внешние протоколы маршрутизации

IGP – протоколы внутреннего шлюза



EGP – протоколы внешнего шлюза



Классовые протоколы маршрутизации

Обзор классовых протоколов маршрутизации

- *Используется технология FLSM*
- *В маршрутных обновлениях отсутствует информация о сетевой маске*
- *Примерами протоколов являются RIPv1 и IGRP.*

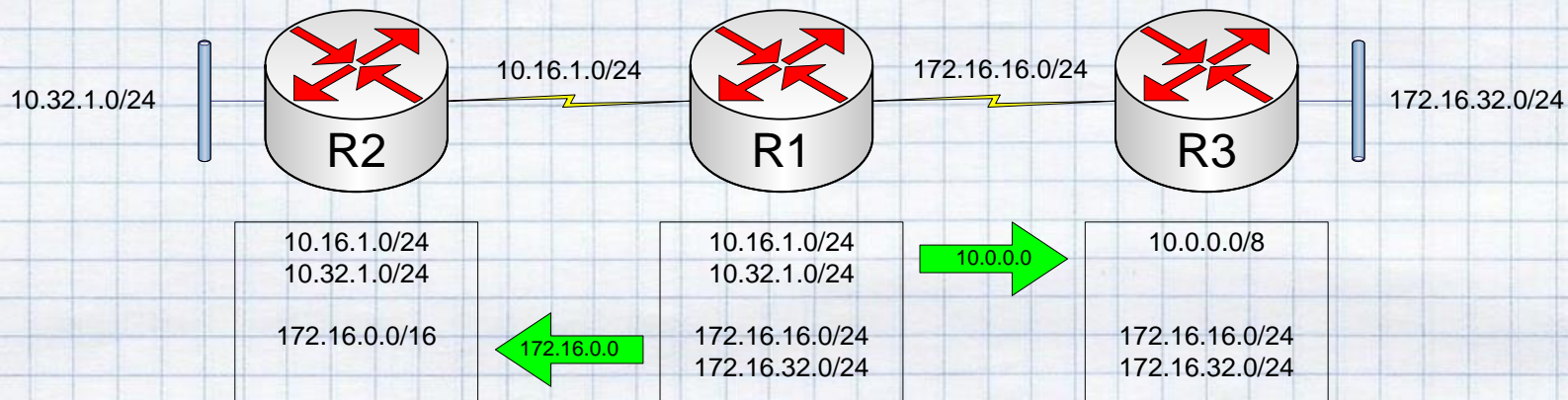
Правила назначения сетевой маски

- *Если обновление маршрутизации содержит тот же адрес из той же классовой сети, что настроена на интерфейсе, на который пришло обновление, то маршрутизатор добавляет к маршруту маску подсети, которая назначена на интерфейсе.*
- *Если маршрутное обновление содержит адрес классовой сети, которая не настроена на интерфейсе, через который оно поступило, то сети получателю назначается стандартная маска для класса, к которому она принадлежит.*

Классовые протоколы маршрутизации

Суммирование маршрутов при классовой маршрутизации

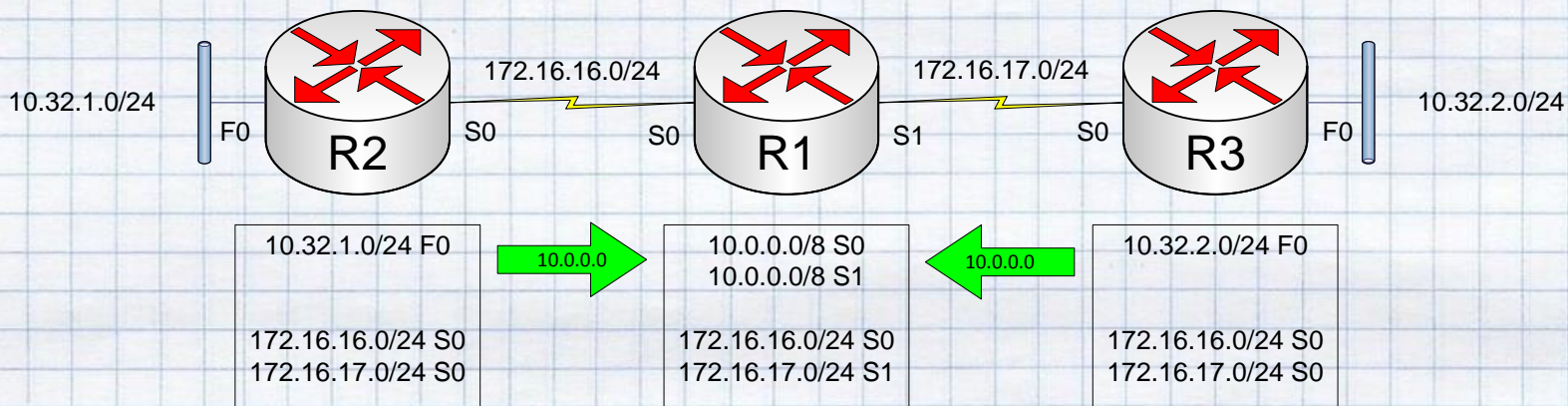
Суммирование маршрутов на границе классовой сети



Классовые протоколы маршрутизации

Суммирование маршрутов при классовой маршрутизации

Суммирование маршрутов в разобщенных сетях



Классовые протоколы маршрутизации

Обработка маршрута по умолчанию при классовой маршрутизации

```
r2# show ip route
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0
R    10.1.1.0/24 [120/1] via 10.1.2.2, 00:00:05, Ethernet 0
C    10.1.2.0/24 is directly connected, Ethernet 0
R    10.1.3.0/24 [120/2] via 10.1.2.2, 00:00:05, Ethernet 0
R    192.168.24.0/24 [120/2] via 10.1.2.2, 00:00:16, Ethernet 0
R    172.16.0.0/16 [120/3] via 10.1.2.2, 00:00:16, Ethernet 0
R*   0.0.0.0/0 [120/2] via 10.1.2.2, 00:00:05, Ethernet 0
```

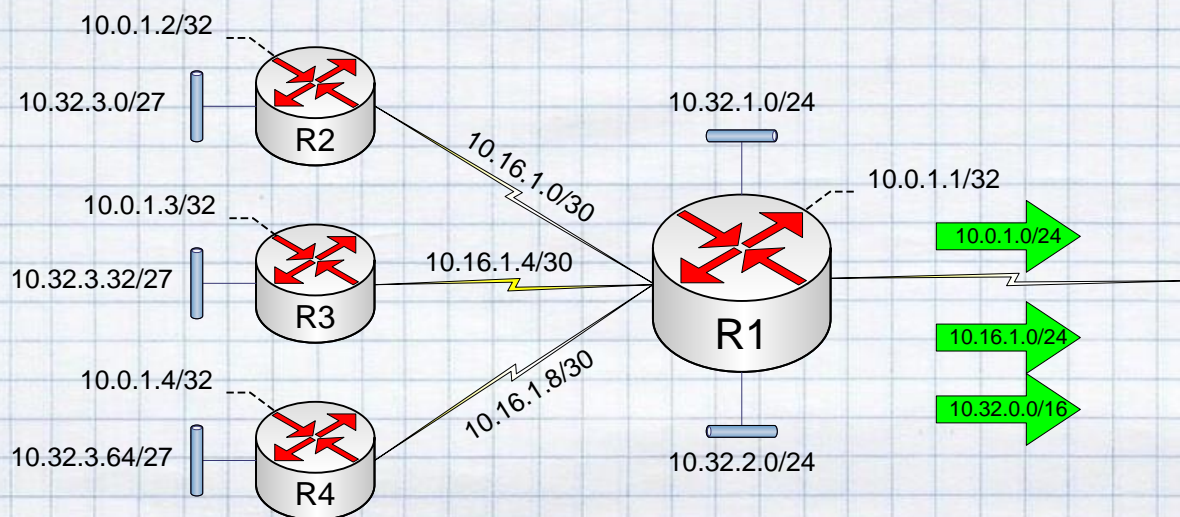
По каким маршрутам будет отправлен трафик до хостов?

- 192.168.24.3;
- 172.16.5.1;
- 10.1.2.7;
- 200.100.50.1;
- 10.2.2.2.

```
(config) ip classless
(config) no ip classless
```

Бесклассовые протоколы маршрутизации

Суммирование при бесклассовой маршрутизации

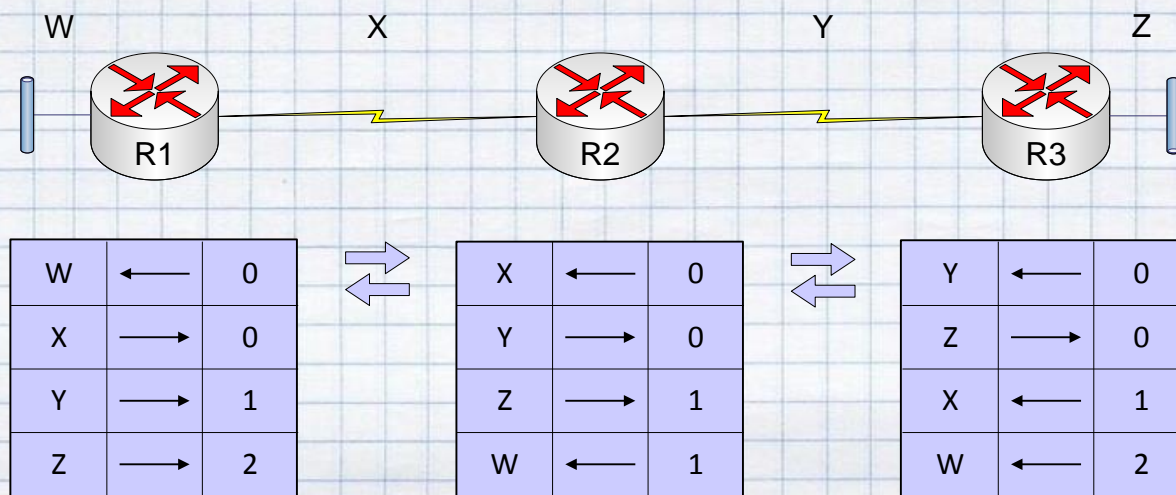


Суммирование на границе классовой сети

```
(config-router) auto-summary  
(config-router) no auto-summary
```

Типы алгоритмов маршрутизации

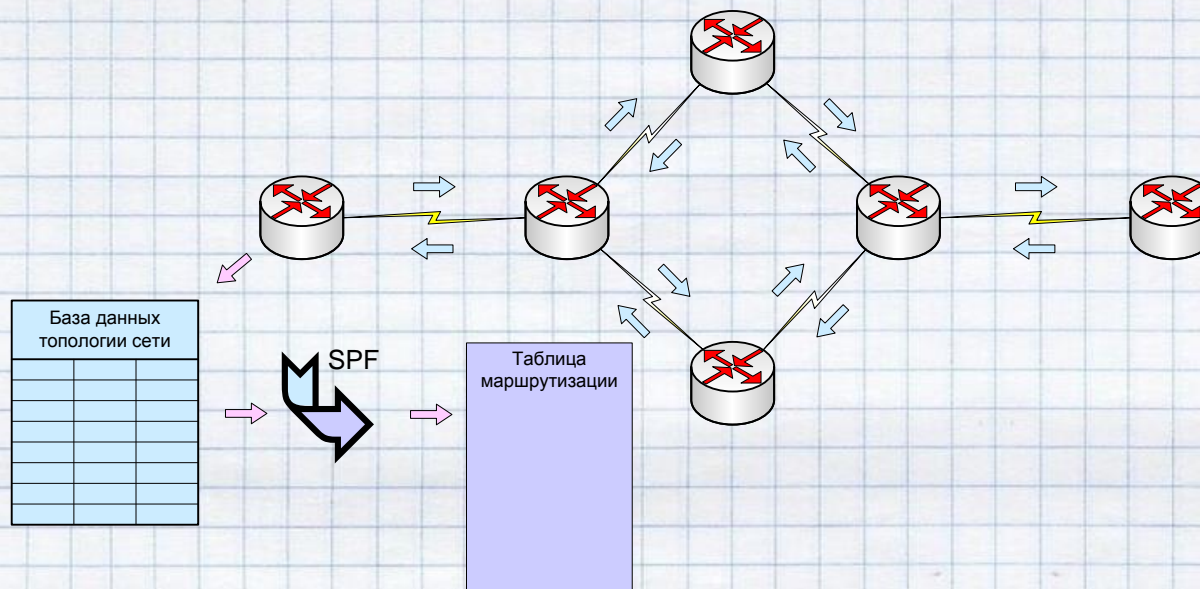
Дистанционно-векторные протоколы



- алгоритм Беллмана–Форда (Bellman–Ford)
- алгоритм Диффузионного обновления (DUAL)

Типы алгоритмов маршрутизации

Протоколы с учетом состояния канала



- алгоритм выбора кратчайшего пути (Shortest Path First – SPF)

Конфигурирование протокола маршрутизации

В независимости от конкретного протокола маршрутизации они имеют общие принципы настройки, которые справедливы для всех. Такими настройками являются:

- *Запуск протокола маршрутизации;*
- *Назначение сетей в процесс маршрутизации;*
- *Описание пассивных интерфейсов;*
- *Настройка балансировки.*

Конфигурирование протокола маршрутизации

Запуск протокола маршрутизации

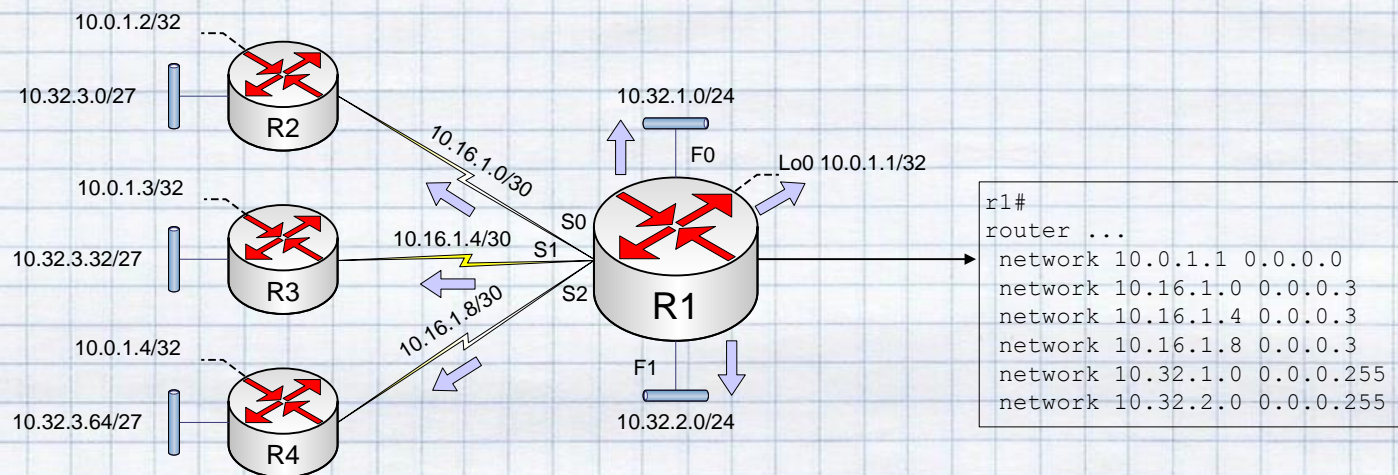
```
(config) router protocol {process-id | autonomous-system }  
(config) no router protocol {process-id | autonomous-system }
```

Назначение сетей в процесс маршрутизации

```
(config-router) network ip-address [wildcard-mask]  
(config-router) no network ip-address [wildcard-mask]
```

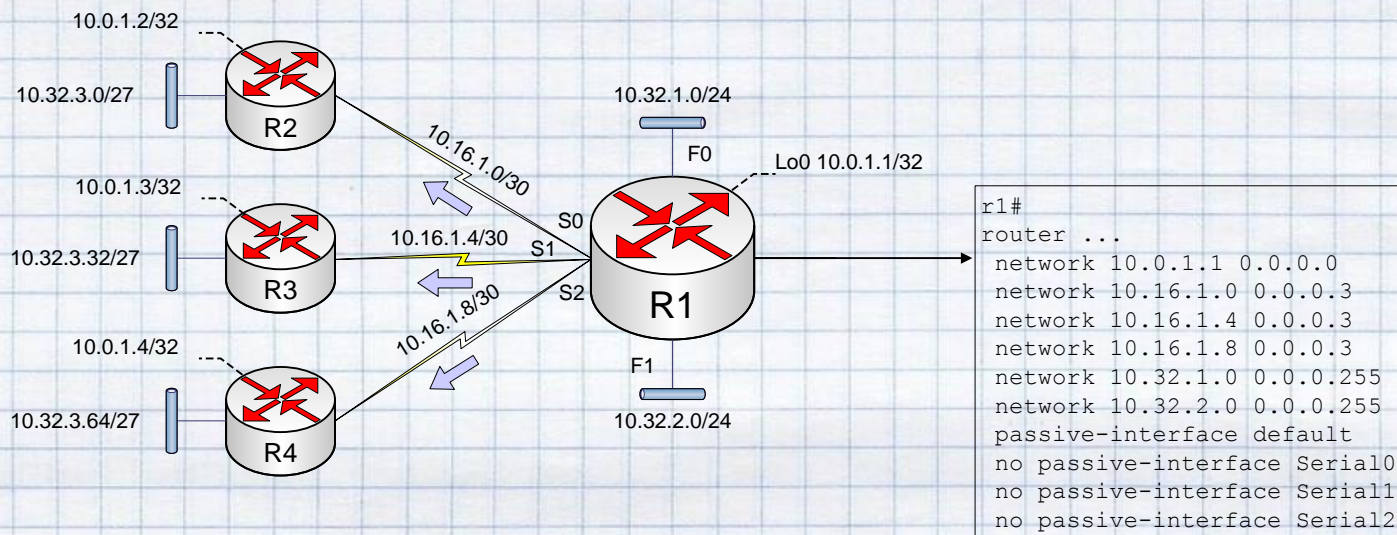
Конфигурирование протокола маршрутизации

Поиск смежных устройств



Конфигурирование протокола маршрутизации

Описание пассивных интерфейсов



```
(config-router) passive-interface [default] {interface-type interface-number}
```

```
(config-router) no passive-interface {interface-type interface-number}
```

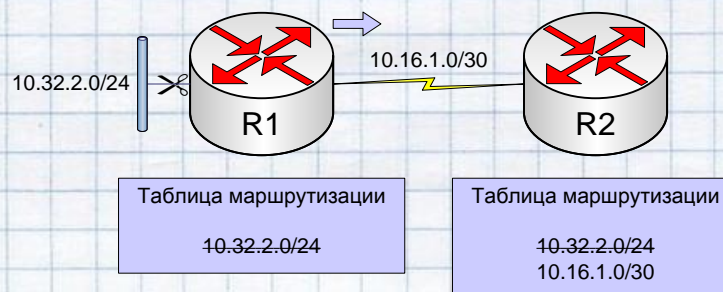
```
(config-if) routing dynamic
```

```
(config-if) no routing dynamic
```

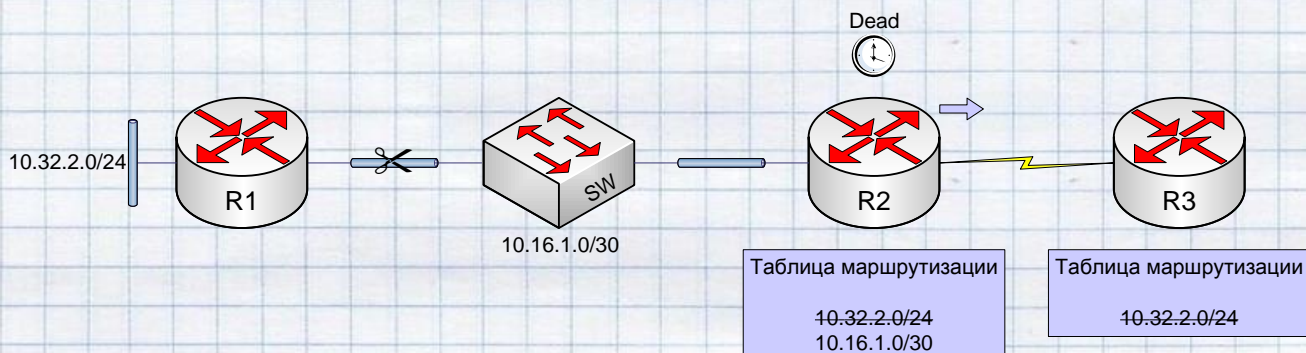
Конфигурирование протокола маршрутизации

Типы изменений топологии сети

- *Прямое изменение топологии*



- *Косвенное изменение топологии*



Конфигурирование протокола маршрутизации

Время реакции на прямое изменение топологии

Стандартное 2 с.

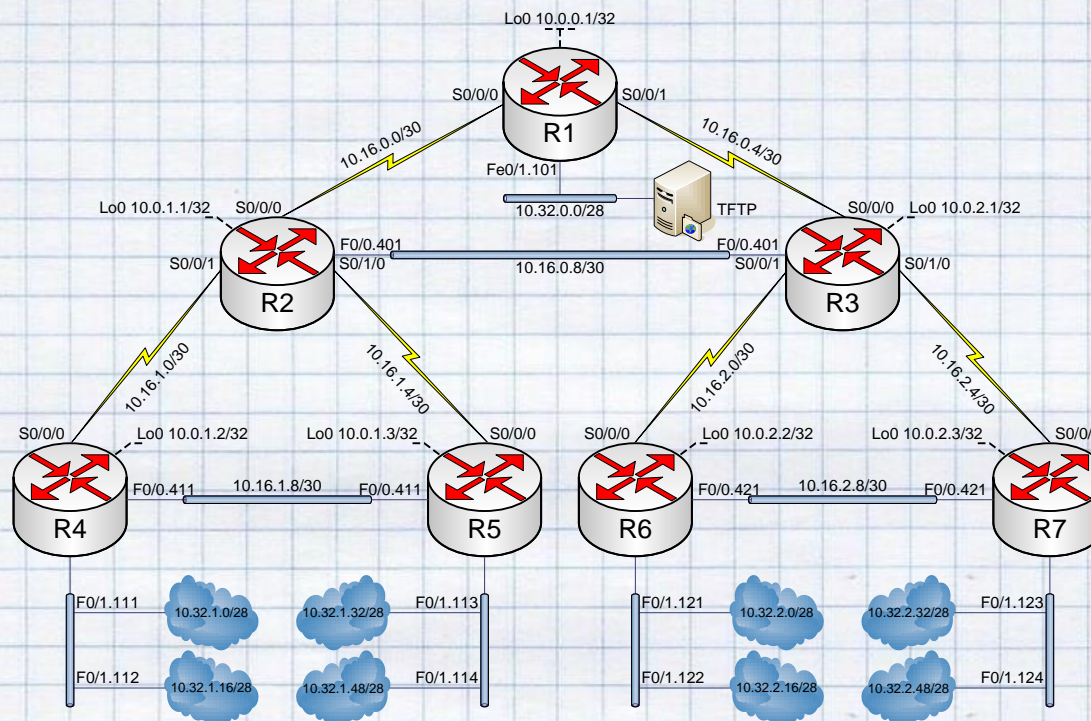
Минимальное 0 мс.

```
(config-if) carrier-delay { seconds | msec milliseconds }  
(config-if) no carrier-delay
```

Время реакции на косвенное изменение топологии

Dead интервал

Конфигурирование протокола маршрутизации



Конфигурирование протокола маршрутизации

Требуемые вычислительные ресурсы при уменьшении Dead интервала

- OSPF Hello 10 с. Dead 40 с.

```
r2#show processes 33
Process ID 33 [OSPF-1 Hello], TTY 0
CPU usage
PC: 41DF26C4, Invoked: 356, Giveups: 0, uSec: 101
5Sec: 0.00%, 1Min: 0.01%, 5Min: 0.01%, Average: 0.01%
Age: 437144 msec, Runtime: 36 msec
State: Event Disms, Priority: Normal
```

- OSPF Hello 1 с. Dead 4 с.

```
r2#show processes 33
Process ID 33 [OSPF-1 Hello], TTY 0
CPU usage
PC: 41DF26C4, Invoked: 75313, Giveups: 0, uSec: 51
5Sec: 0.16%, 1Min: 0.15%, 5Min: 0.15%, Average: 0.16%
Age: 1959920 msec, Runtime: 3916 msec
State: Event Disms, Priority: Normal
```

- OSPF Hello 250 мс. Dead 1 с.

```
r2#show processes 33
Process ID 33 [OSPF-1 Hello], TTY 0
CPU usage
PC: 41DF26C4, Invoked: 67838, Giveups: 0, uSec: 55
5Sec: 0.57%, 1Min: 0.58%, 5Min: 0.59%, Average: 0.59%
Age: 1428988 msec, Runtime: 3764 msec
State: Event Disms, Priority: Normal
```

- OSPF Hello 50мс. Dead 200 мс.

```
r2#show processes 33
Process ID 33 [OSPF-1 Hello], TTY 0
CPU usage
PC: 41DF26C4, Invoked: 46132, Giveups: 0, uSec: 67
5Sec: 2.21%, 1Min: 2.20%, 5Min: 2.22%, Average: 2.22%
Age: 1012104 msec, Runtime: 3120 msec
State: Event Disms, Priority: Normal
```

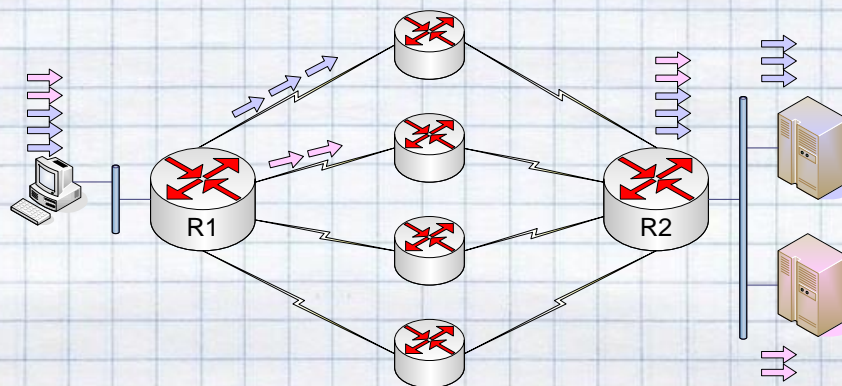
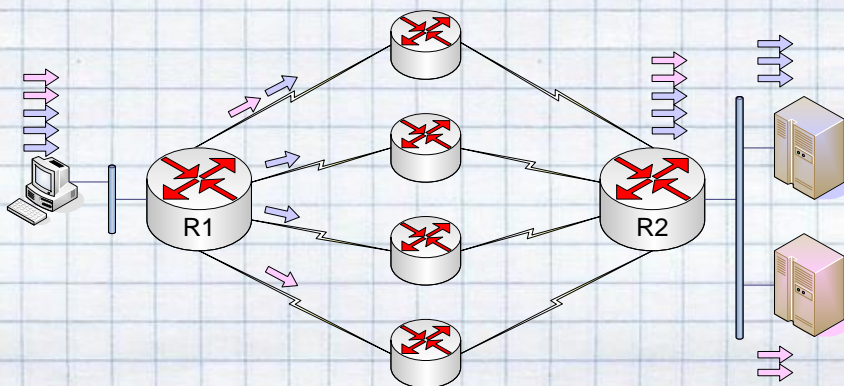
Cisco 2811, 4 соседа OSPF

Конфигурирование протокола маршрутизации

Настройка механизма балансировки

Классическая балансировка нагрузки

Балансировка нагрузки по получателям



```
(config-if) ip load-sharing {per-packet | per-destination}
```

```
(config-if) no ip load-sharing per-packet
```

```
(config-router) maximum-paths [number-of-paths]
```

```
(config-router) no maximum-paths [number-of-paths]
```

Конфигурирование протокола маршрутизации

Указание пропускной способности канала связи

```
r1#show running-config interface s0/0
!  
interface Serial0/0  
  description "Link r1-r2"  
  ip address 10.16.0.1 255.255.255.252  
  no ip proxy-arp  
  load-interval 30  
  no fair-queue  
  clock rate 2000000  
end
```

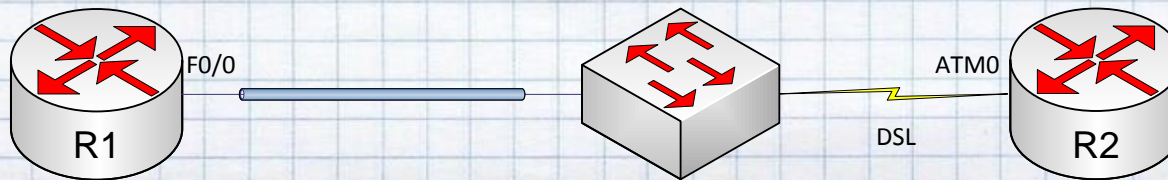
```
r1#show interfaces serial 0/0  
Serial0/0 is up, line protocol is up  
  Hardware is PowerQUICC Serial  
  Description: "Link r1-r2"  
  Internet address is 10.16.0.1/30  
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit/sec, DLY 20000 usec,  
    reliability 255/255, txload 1/255, rxload 1/255  
  Encapsulation HDLC, loopback not set  
  Keepalive set (10 sec)  
  Last input 00:00:07, output 00:00:02, output hang never  
  Last clearing of "show interface" counters never  
  Queueing strategy: fifo  
  Output queue: 0/40 (size/max)  
  30 second input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec  
  30 second output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec  
  682350 packets input, 52140346 bytes, 0 no buffer  
  Received 362849 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles  
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort  
  681145 packets output, 51903069 bytes, 0 underruns  
  0 output errors, 0 collisions, 3 interface resets  
  0 unknown protocol drops  
  0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out  
  5 carrier transitions  
  DCD=up DSR=up DTR=up RTS=up CTS=up
```

Конфигурирование протокола маршрутизации

Указание пропускной способности канала связи

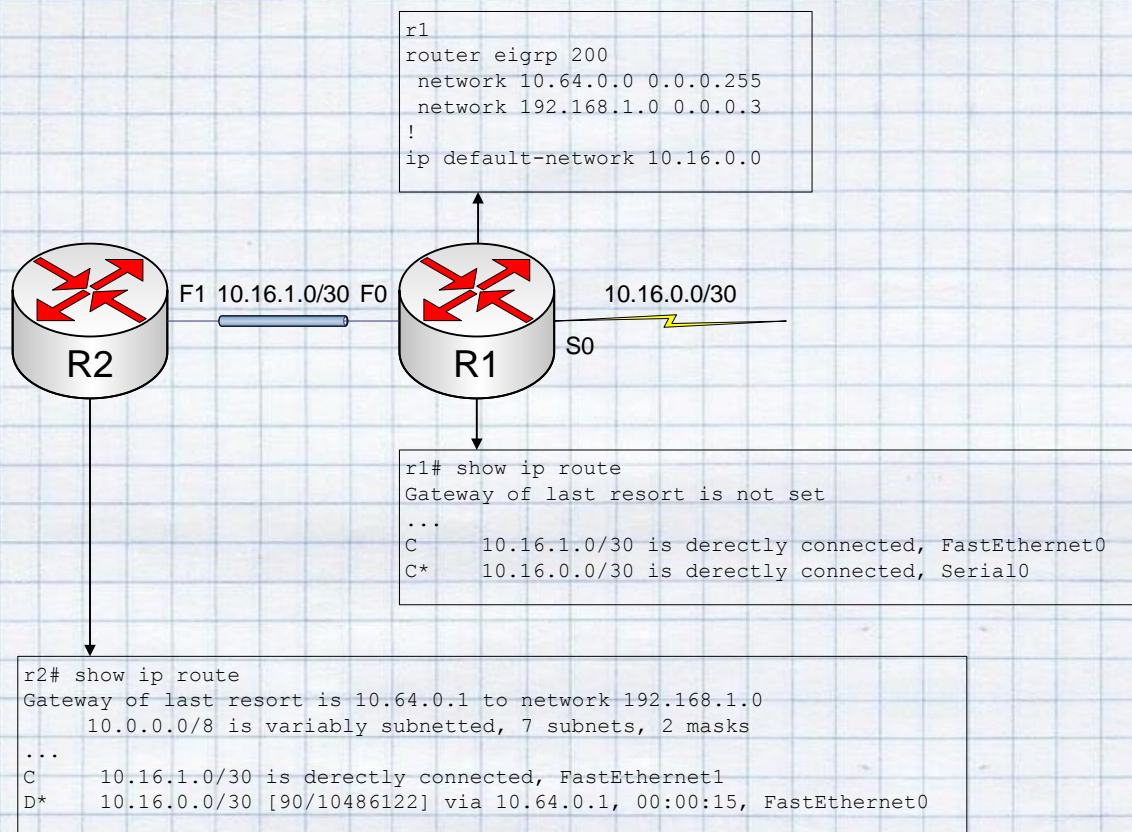
```
(config-if) # bandwidth kbps
```

Использование составных каналов связи



Конфигурирование протокола маршрутизации

Настройка маршрута по умолчанию



```
(config)# ip default-network network-number
(config)# no ip default-network network-number
```

Конфигурирование протокола маршрутизации

Настройка административного расстояния

```
(config-router)# distance distance [ip-address wildcard-mask] [ip-standard-acl | access-list-name]
```

```
(config-router)# no distance distance [ip-address wildcard-mask] [ip-standard-acl | access-list-name]
```

Конфигурирование протокола маршрутизации

Проверка работы протокола маршрутизации

```
r2#show ip protocols
Routing Protocol is "eigrp 200"
.. . . .
Automatic network summarization is not in effect
Maximum path: 4
Routing for Networks:
 10.16.0.0/30
 10.16.0.8/30
 10.16.1.0/30
 10.16.1.4/30
 10.0.1.1/32
Passive Interface(s):
FastEthernet0/0
FastEthernet0/1
Serial0/1/1
Loopback0
Routing Information Sources:
Gateway          Distance      Last Update
(this router)    90            00:13:25
10.16.0.1        90            00:00:23
10.16.0.10       90            00:00:23
10.16.1.2        90            00:00:23
10.16.1.6        90            00:00:23
Distance: internal 90 external 170
```

Дистанционно-векторная маршрутизация

Дистанционно-векторный алгоритм Беллмана-Форда

Задача, которую решает дистанционно-векторный алгоритм – это задача нахождения кратчайших путей между вершинами графа.

Дистанционно-векторный алгоритм можно определить в виде следующего набора правил:

- В начале работы алгоритма каждая вершина знает лишь пути к смежным вершинам, т. е. вершинам, с которыми она соединена ребрами со стоимостью кратчайшего пути, равной стоимости соединяющего ребра.
- В процессе работы алгоритма смежные вершины сообщают друг другу о доступных им вершинах. Каждое объявление состоит из вершины-адресата и стоимости кратчайшего пути, известного информирующей вершине.
- При получении объявления вершина рассчитывает стоимость пути к объявленной вершине как сумму стоимости ребра, ведущего к объявляющей вершине, и стоимости пути, содержащегося в объявлении. После этого вершина проверяет, знает ли она уже о пути к объявленной вершине-адресату.

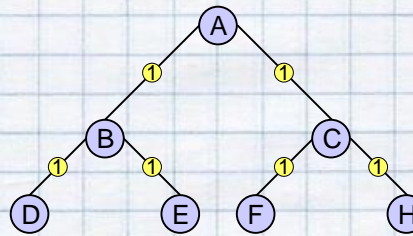
Дистанционно-векторная маршрутизация

Дистанционно-векторный алгоритм Беллмана-Форда

- Если не знает или если стоимость известного пути больше вычисленной стоимости нового пути, вершина запоминает новый путь к вершине-адресату.
- Если стоимость существующего пути меньше или равна стоимости нового пути, последний будет отброшен.
- После запоминания нового пути вершина должна объявить смежным вершинам вершину адресат и стоимость нового пути.

Дистанционно-векторная маршрутизация

Дистанционно-векторный алгоритм Беллмана-Форда



Шаг 1

A	B	C	D	E	F	H
B 1 -	A 1 -	A 1 -	B 1 -	B 1 -	C 1 -	C 1 -
C 1 -	D 1 -	F 1 -				
	E 1 -	H 1 -				

Шаг 2

A	B	C	D	E	F	H
B 1 -	A 1 -	A 1 -	A 2 B	A 2 B	A 2 C	A 2 C
C 1 -	C 2 A	B 2 A	B 1 -	B 1 -	C 1 -	C 1 -
D 2 B	D 1 -	F 1 -	E 2 B	D 2 B	H 2 C	F 2 C
E 2 B	E 1 -	H 1 -				
F 2 C						
H 2 C						

Дистанционно-векторная маршрутизация

Дистанционно-векторный алгоритм Беллмана-Форда

Шаг 3

	A	B	C	D	E	F	H
B	1 -	A 1 -	A 1 -	A 2 B	A 2 B	A 2 C	A 2 C
C	1 -	C 2 A	B 2 A	B 1 -	B 1 -	B 3 C	B 3 C
D	2 B	D 1 -	D 3 A	C 3 B	C 3 B	C 1 -	C 1 -
E	2 B	E 1 -	E 3 A	E 2 B	D 2 B	H 2 C	F 2 C
F	2 C	F 3 A	F 1 -				
H	2 C	H 3 A	H 1 -				

Шаг 4

	A	B	C	D	E	F	H
B	1 -	A 1 -	A 1 -	A 2 B	A 2 B	A 2 C	A 2 C
C	1 -	C 2 A	B 2 A	B 1 -	B 1 -	B 3 C	B 3 C
D	2 B	D 1 -	D 3 A	C 3 B	C 3 B	C 1 -	C 1 -
E	2 B	E 1 -	E 3 A	E 2 B	D 2 B	D 4 C	D 4 C
F	2 C	F 3 A	F 1 -	F 4 B	F 4 B	E 4 C	E 4 C
H	2 C	H 3 A	H 1 -	H 4 B	H 4 B	H 2 C	F 2 C

Дистанционно-векторная маршрутизация

Дистанционно-векторный алгоритм Беллмана-Форда в IP сетях

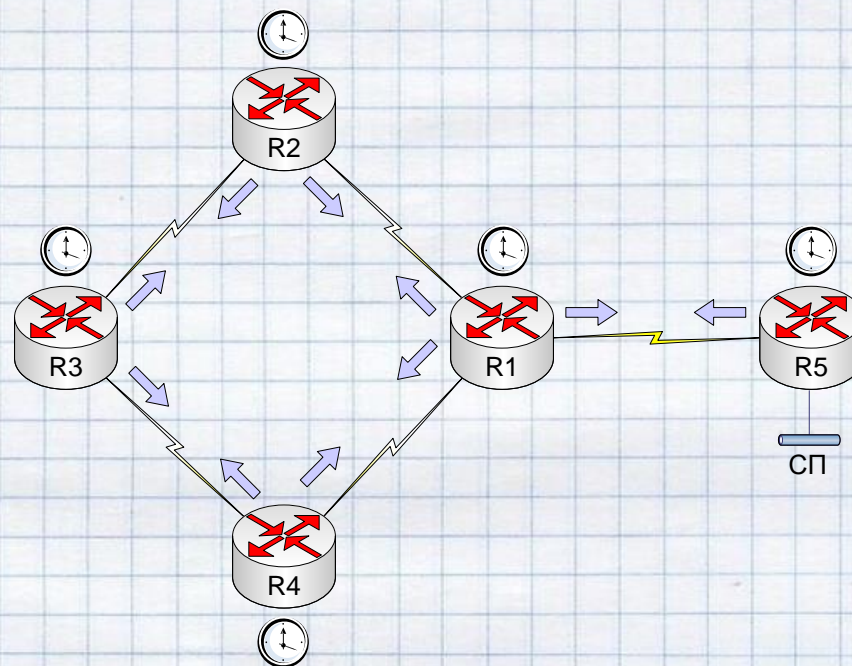
Алгоритм Беллмана-Форда разрабатывался для нахождения кратчайших маршрутов в статических графах, а сеть передачи данных обладает определенной динамикой.

В процессе работы СПД могут пропадать и вновь появляться сети получатели, а также связи между маршрутизаторами.

Для решения проблемы статичности алгоритма Беллмана-Форда было решено использовать периодическую рассылку маршрутных обновлений.

Дистанционно-векторная маршрутизация

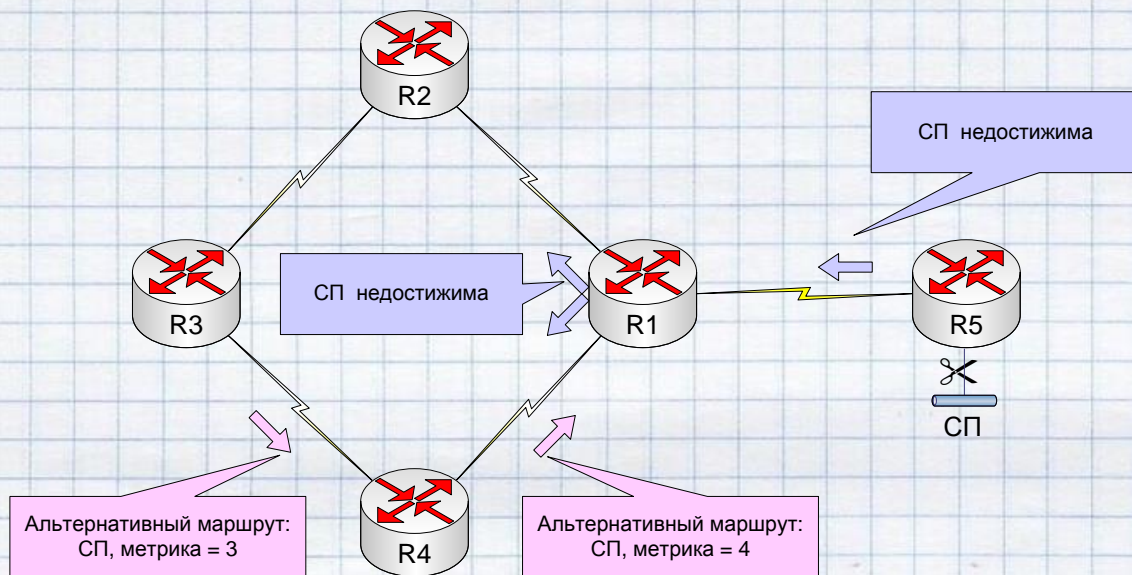
Распространение периодических маршрутных обновлений



При распространении периодических обновлений, если не вводить дополнительные ограничения, алгоритм Беллмана-Форда в динамически изменяющемся графе может приводить к возникновению петель и так называемой маршрутизации по замкнутому кругу.

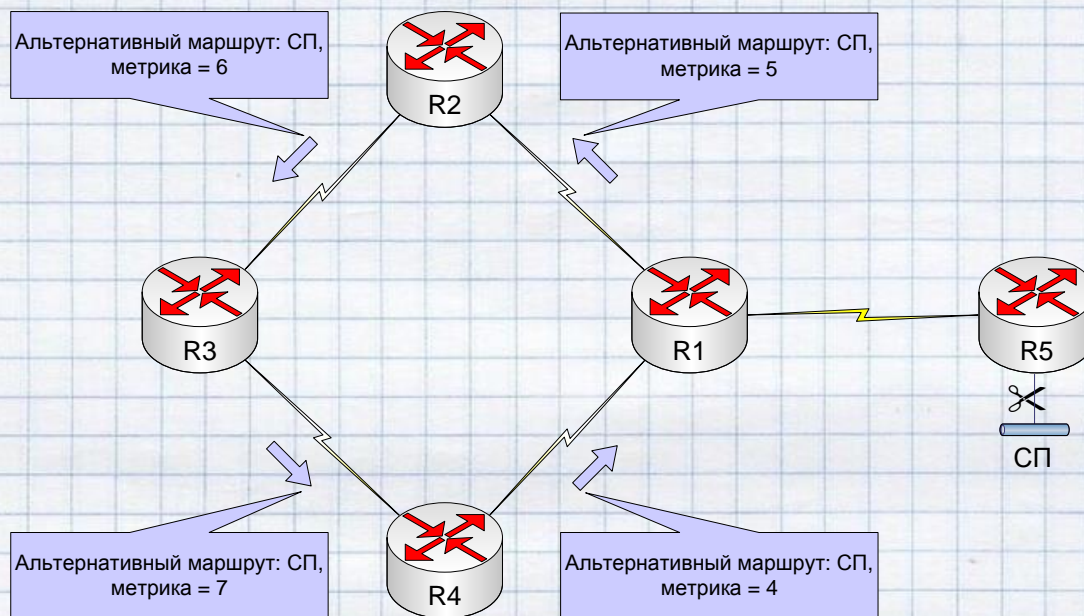
Дистанционно-векторная маршрутизация

Маршрутизация по замкнутому кругу



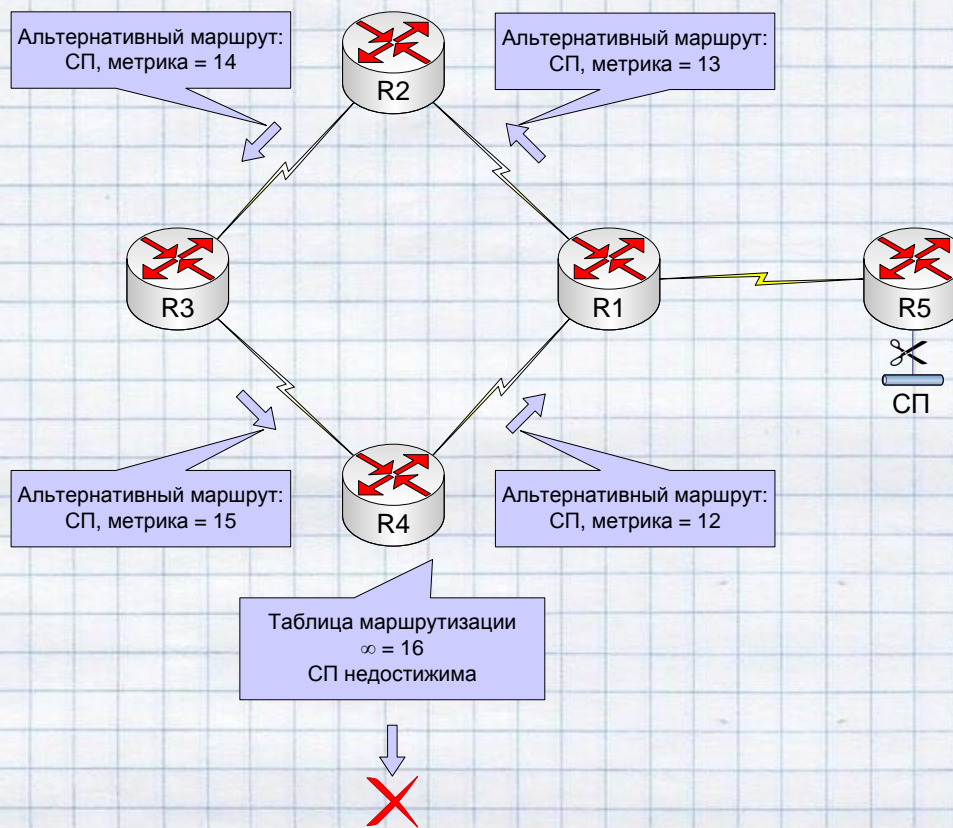
Дистанционно-векторная маршрутизация

Счет до бесконечности



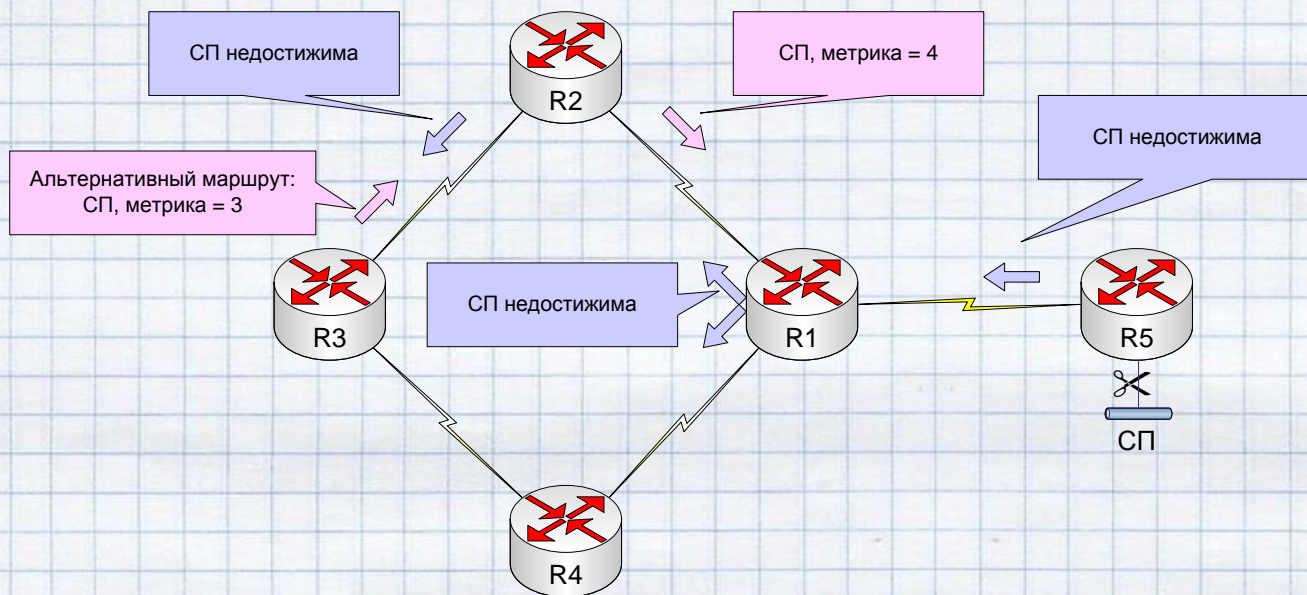
Дистанционно-векторная маршрутизация

Назначение «бесконечности»



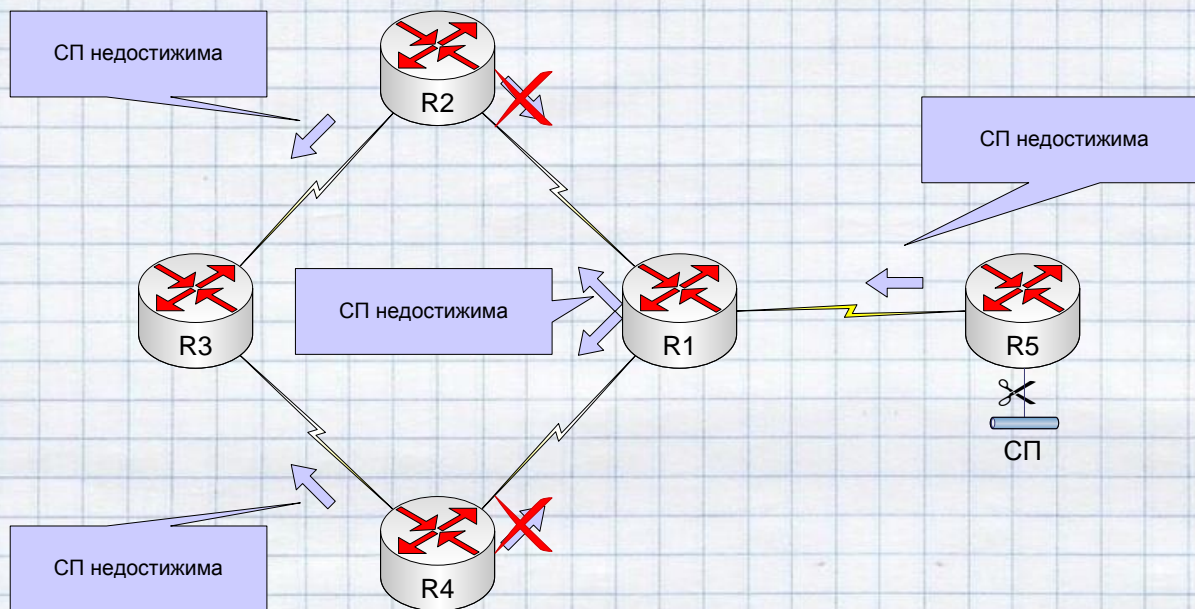
Дистанционно-векторная маршрутизация

Отправка обновления в обратном направлении



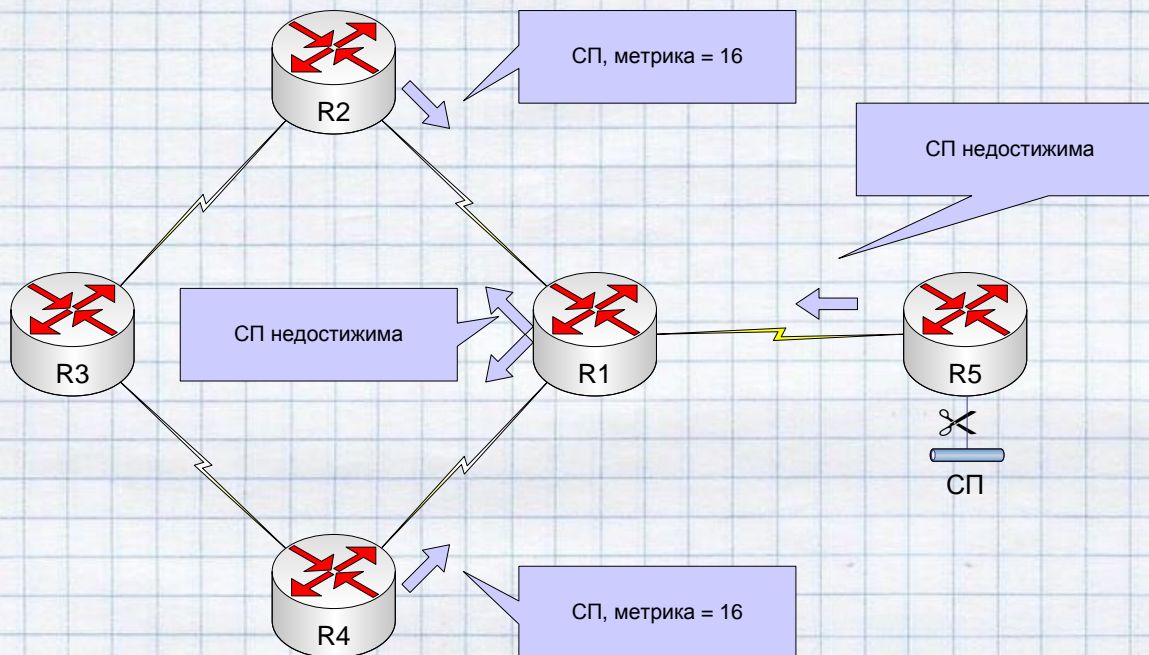
Дистанционно-векторная маршрутизация

Метод расщепления горизонта



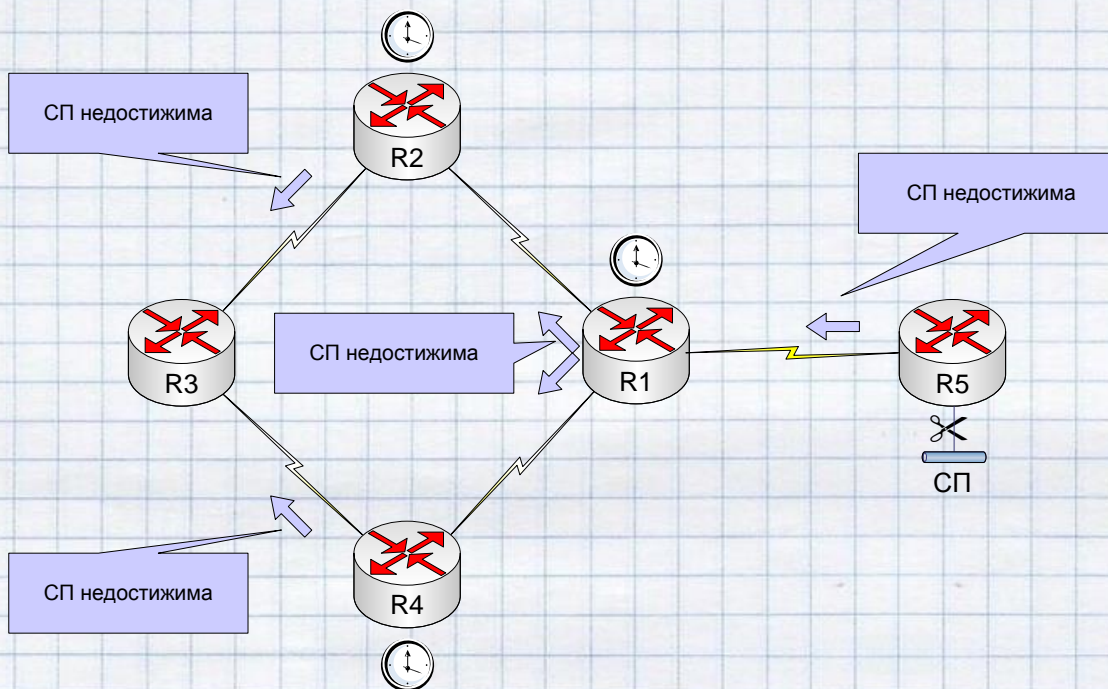
Дистанционно-векторная маршрутизация

Обратное обновление



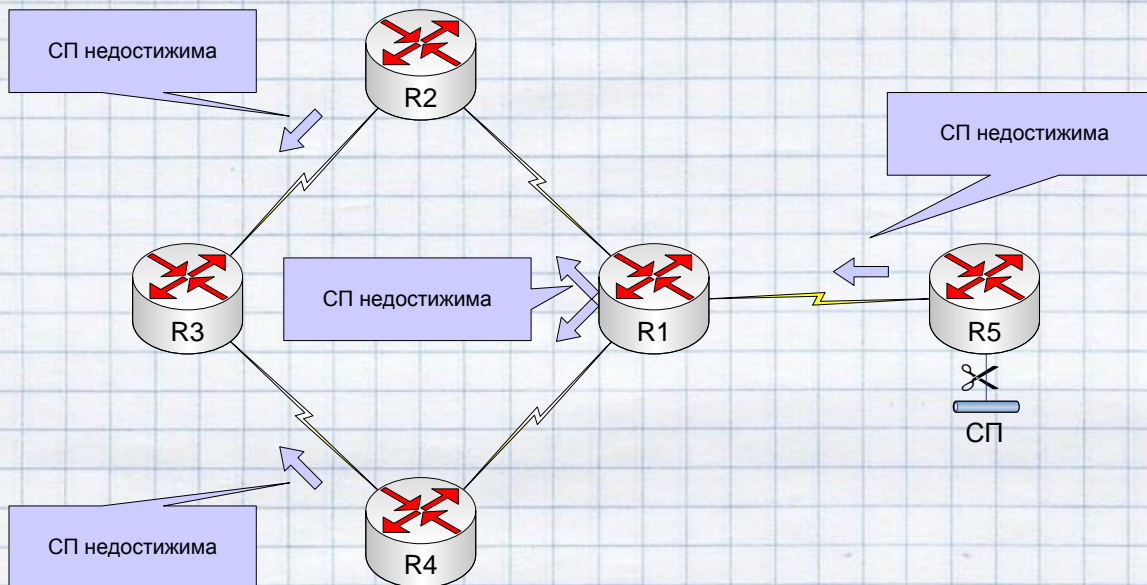
Дистанционно-векторная маршрутизация

Таймеры удержания информации



Дистанционно-векторная маршрутизация

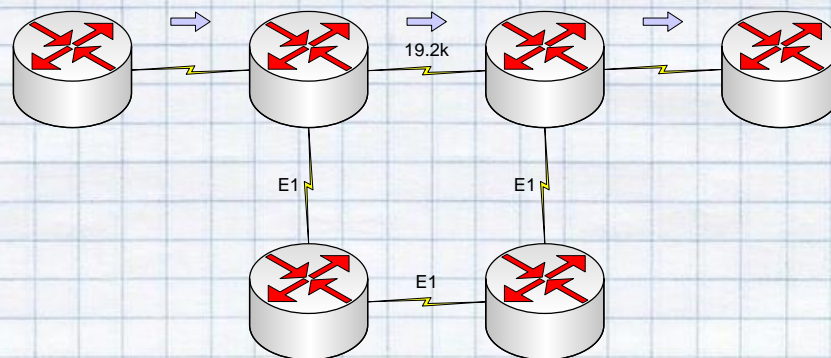
Мгновенные обновления



Протокол RIP

Протокол маршрутной информации

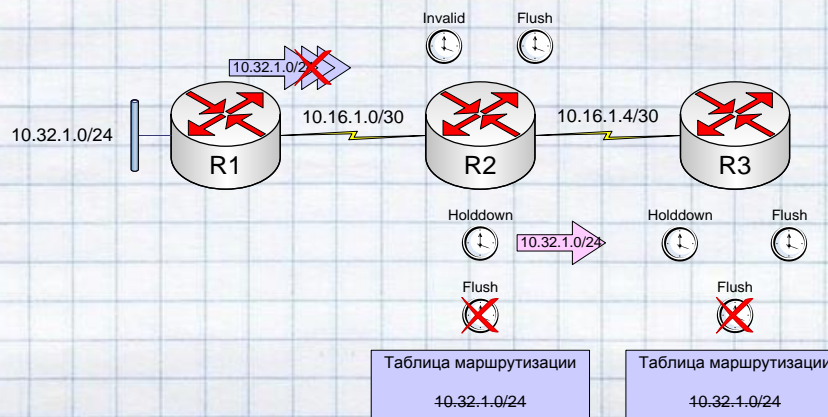
- Метрика – количество переходов
- Максимальная метрика 15 переходов
- Балансировка нагрузки по равным маршрутам
- Транспортный протокол UDP 520
- Периодическая рассылка обновлений с интервалом 30 с.



Протокол RIP

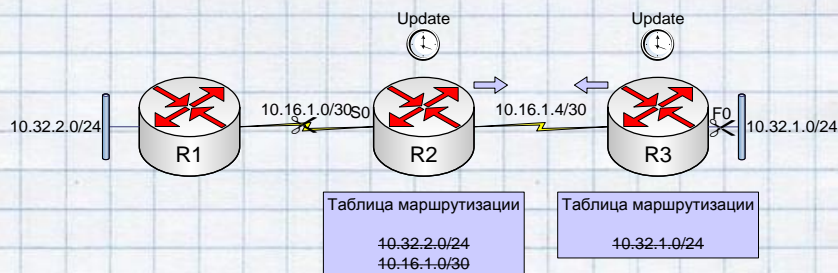
Таймеры протокола RIP

- *Update* – 30 с.
- *Invalid* – 180 с. (не менее $Update * 3$)
(в RFC определен как *age* – 180 с.)
- *Holddown* – 180 с.
(в RFC определен как *garbage-collection* – 120)
- *Flush* – 240 с.
(не определен в RFC)



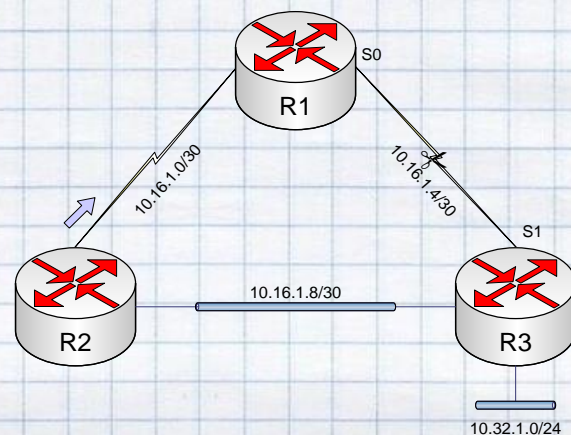
Протокол RIP

Обработка прямых изменений топологии



Время задержки распространения информации о прямом изменении топологии не может превышать одного интервала таймера Update.

Переключение на альтернативный маршрут



Максимальное время переключения не превышает суммы таймеров Invalid и $N * \text{Update}$, где N метрика до маршрутизатора обладающего альтернативным маршрутом.

Протокол RIP

Протокол RIP v1

- Описан в *RFC 1058 (1988г.)*
- *Классовый протокол маршрутизации*
- *Поддерживает технологию FLSM*
- *Широковещательное распространение обновлений*
- *Суммирование маршрутов на границе классовых сетей*

Протокол RIP

Формат сообщения протокола RIP v1

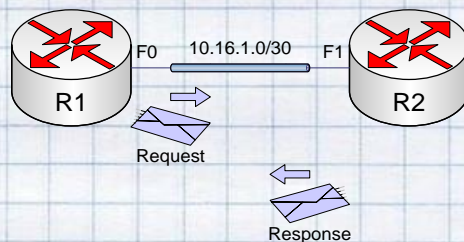


Максимальный размер сообщения 512 байт.

Протокол RIP

Команды в сообщениях протокола RIP

Команда	Значение
1	Запрос на получение всей информации о маршрутах, посылаемый маршрутизатором всем своим соседям во время запуска процесса маршрутизации или после того как таблица маршрутизации была отчищена.
2	Сообщение, посылаемое маршрутизатором в ответ на запрос маршрутной информации, либо регулярно посылаемое (раз в 30 с.) периодическое обновление маршрутной информации.
3	Включение режима трассировки (устаревшая).
4	Выключение режима трассировки (устаревшая).
5	Зарезервировано для внутреннего использования компанией Sun Microsystems.



Протокол RIP

Недостатки протокола RIP v1

- *Не поддерживает технологию VLSM*
- *Отсутствие ручного суммирования маршрутов*
- *Широковещательный механизм рассылки маршрутных обновлений*
- *Отсутствуют механизмы аутентификации смежных маршрутизаторов*

Протокол RIP

Протокол RIP v2

- *Описан в RFC 2453 (1998г. Первый вариант RFC 1388 1993г.)*
- *Бесклассовая маршрутизация*
- *Поддержка технологии VLSM*
- *Использование групповой рассылки обновлений по адресу 224.0.0.9*
- *Поддержка аутентификации смежных маршрутизаторов*
- *Поддержка ручного суммирования маршрутов*

Протокол RIP

Формат сообщения протокола RIP v2



Протокол RIP

Аутентификация в протоколе RIP v2

- *По паролю RFC 2453*
- *При помощи алгоритмов хеширования RFC 4822 (2007г.)*
 - *В RFC описано применение MD5, SHA1, SHA256, SHA384, SHA512*
 - *Реально используется MD5*

Протокол RIP

Формат сообщения с аутентификацией RFC 2453



Протокол RIP

Формат сообщения с аутентификацией RFC 4822



Протокол RIP

Накладные расходы использования аутентификации

- *Аутентификация по паролю – 4%*
- *Аутентификация MD5 – 8%*
- *Аутентификация SHA1 – 12%*
- *Аутентификация SHA256 – 12%*
- *Аутентификация SHA384 – 16%*
- *Аутентификация SHA512 – 20%*

Настройка протокола RIP

Запуск процесса маршрутизации

```
(config)# router rip  
(config)# no router rip
```

Настройка используемой версии протокола

```
(config-router)# version {1 | 2}  
(config-router)# no version
```

Описание сетей в процесс маршрутизации

```
(config-router)# network ip-address  
(config-router)# no network ip-address
```

Настройка протокола RIP

Важность принудительного указания версии протокола

```
r2#show ip protocols
```

Routing Protocol is "rip"

```
Outgoing update filter list for all interfaces is not set
Incoming update filter list for all interfaces is not set
Sending updates every 30 seconds, next due in 5 seconds
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
```

```
Redistributing: rip
```

```
Default version control: send version 1, receive any version
```

Interface	Send	Recv	Triggered	RIP	Key-chain
FastEthernet0/0.401	1	1	2		
Serial0/0/0	1	1	2		
Serial0/0/1	1	1	2		
Serial0/1/0	1	1	2		

Automatic network summarization is not in effect

```
Maximum path: 4
```

```
Routing for Networks:
```

```
10.0.0.0
```

```
Passive Interface(s):
```

```
Loopback0
```

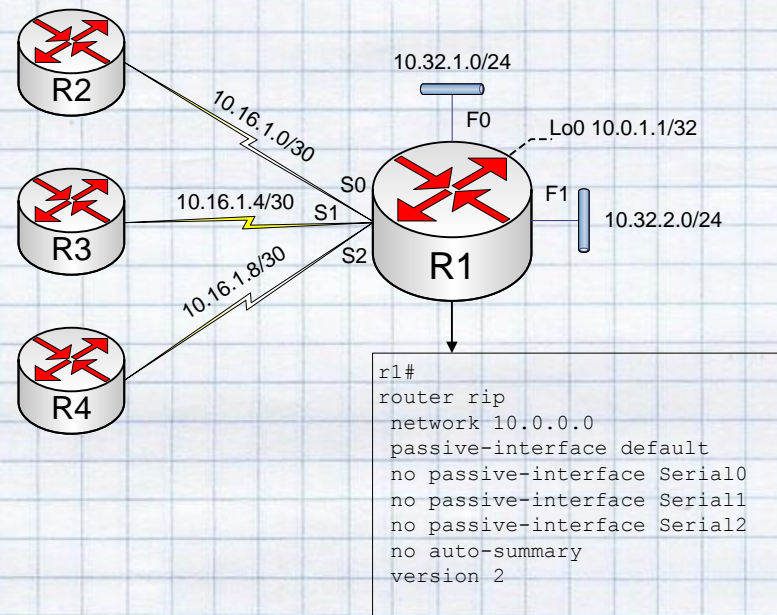
```
Routing Information Sources:
```

Gateway	Distance	Last Update
10.16.0.10	120	00:00:18
10.16.1.2	120	00:00:17
10.16.0.1	120	00:00:22
10.16.1.6	120	00:00:16

```
Distance: (default is 120)
```

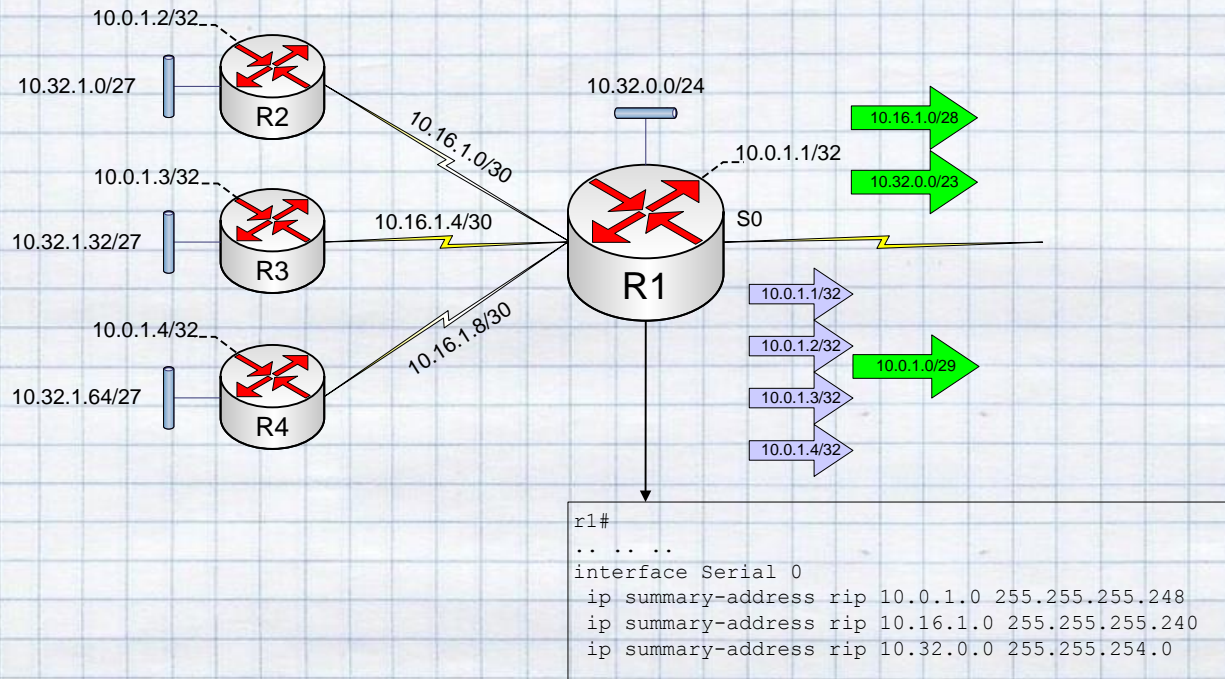

Настройка протокола RIP

Пример настройки процесса маршрутизации RIP



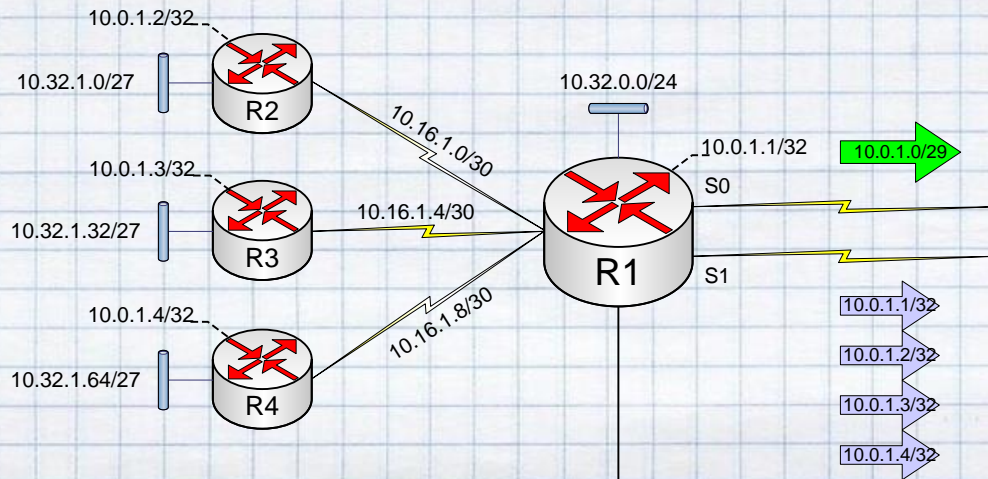
Настройка протокола RIP

Суммирование маршрутов в протоколе RIP



Настройка протокола RIP

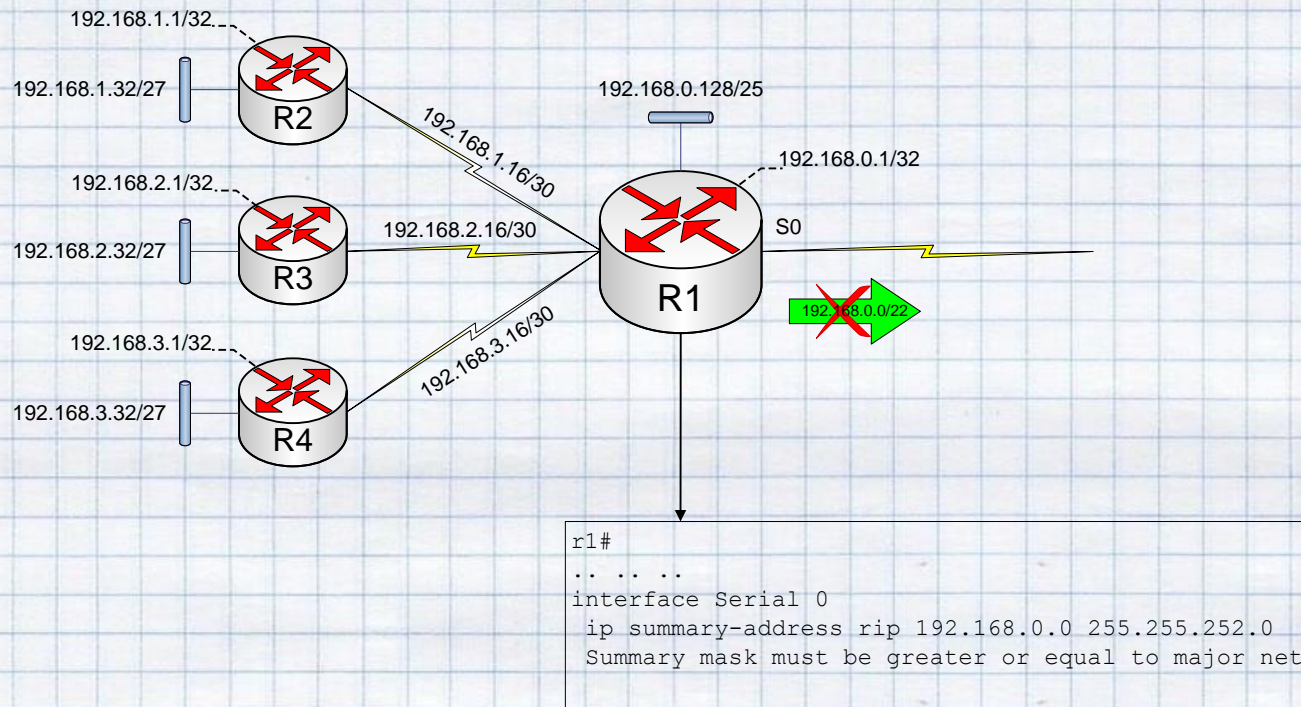
Распространение суммарного маршрута через несколько интерфейсов



```
r1#  
... ..  
interface Serial 0  
  ip summary-address rip 10.0.1.0 255.255.255.248  
... ..  
interface Serial 1  
... ..
```

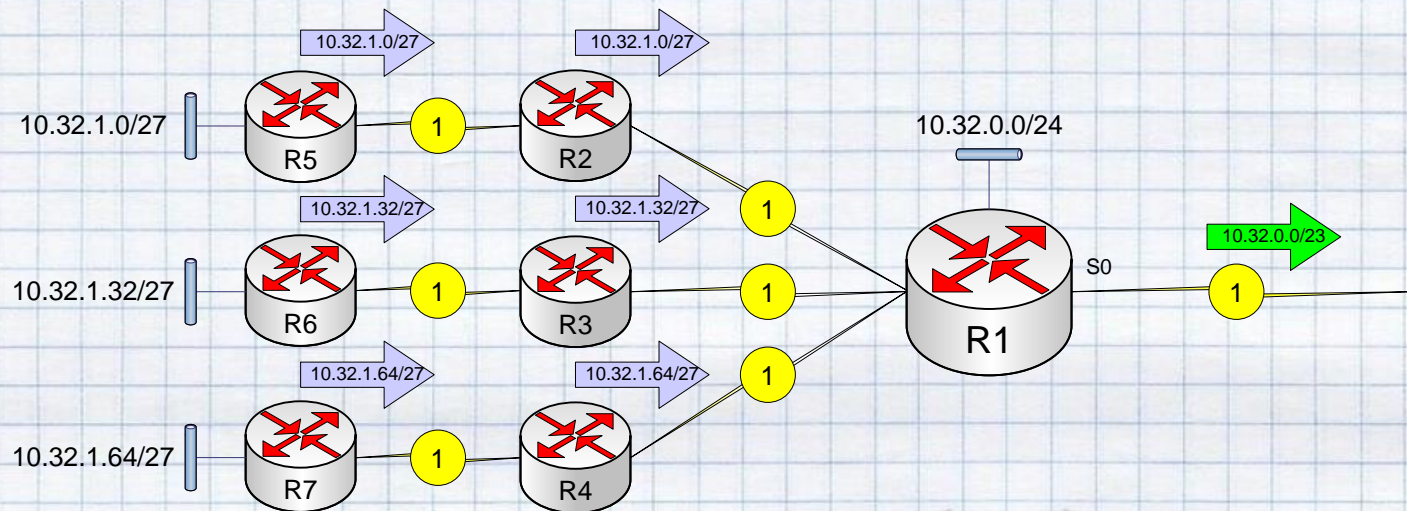
Настройка протокола RIP

Суммирование маршрутов превышающих классовой сети



Настройка протокола RIP

Метрика суммарного маршрута

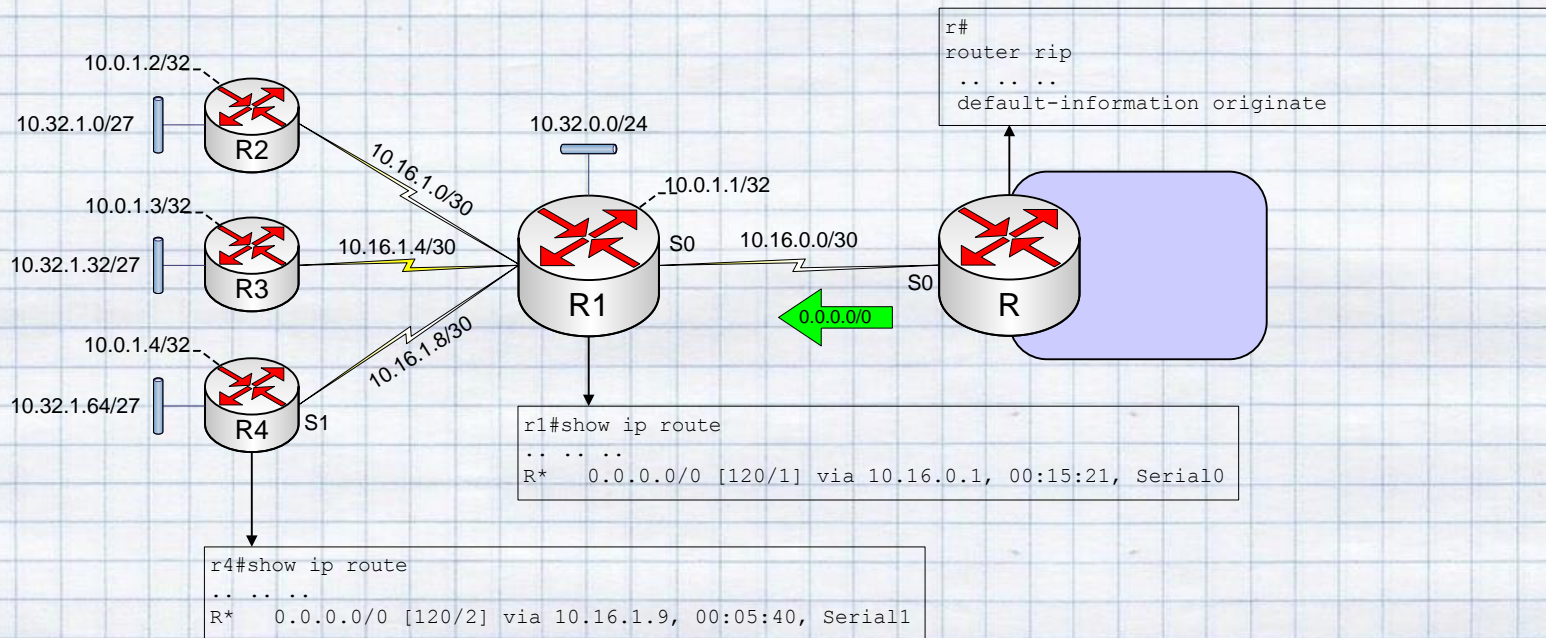


- *В качестве метрики суммарного маршрута будет использована минимальная метрика частных маршрутов*

Настройка протокола RIP

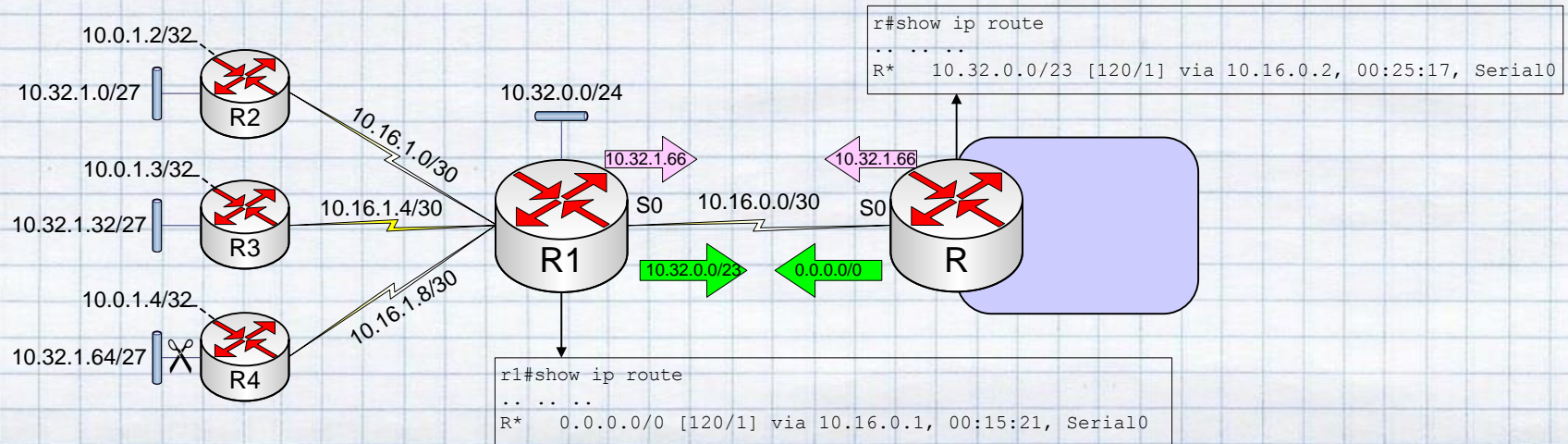
Распространение маршрута по умолчанию в протоколе RIP

```
(config-router) # default-information originate [route-map map-name]  
(config-router) # no default-information originate
```



Настройка протокола RIP

Возникновение маршрутной петли в протоколе RIP



Настройка протокола RIP

Возникновение маршрутной петли в протоколе RIP

```
r2# show ip route
```

```
Gateway of last resort is 10.16.0.1 to network 0.0.0.0
 10.0.0.0/8 is variably subnetted, 16 subnets, 5 masks
R   10.0.2.0/30 [120/1] via 10.16.0.10, 00:00:22, FastEthernet0/0.401
R   10.0.1.3/32 [120/1] via 10.16.1.6, 00:00:18, Serial0/1/0
R   10.0.1.2/32 [120/1] via 10.16.1.2, 00:00:09, Serial0/0/1
C   10.0.1.1/32 is directly connected, Loopback0
R   10.32.1.32/27 [120/1] via 10.16.1.6, 00:00:18, Serial0/1/0
R   10.0.0.1/32 [120/1] via 10.16.0.1, 00:00:20, Serial0/0/0
C   10.16.0.8/30 is directly connected, FastEthernet0/0.401
R   10.16.1.8/30 [120/1] via 10.16.1.6, 00:00:19, Serial0/1/0
      [120/1] via 10.16.1.2, 00:00:10, Serial0/0/1
R   10.16.2.0/28 [120/1] via 10.16.0.10, 00:00:23, FastEthernet0/0.401
C   10.16.0.0/30 is directly connected, Serial0/0/0
C   10.16.1.0/30 is directly connected, Serial0/0/1
R   10.16.0.4/30 [120/1] via 10.16.0.10, 00:00:24, FastEthernet0/0.401
      [120/1] via 10.16.0.1, 00:00:22, Serial0/0/0
C   10.16.1.4/30 is directly connected, Serial0/1/0
R   10.32.2.0/26 [120/1] via 10.16.0.10, 00:00:24, FastEthernet0/0.401
R   10.32.0.0/28 [120/1] via 10.16.0.1, 00:00:22, Serial0/0/0
R   10.32.1.0/27 [120/1] via 10.16.1.2, 00:00:11, Serial0/0/1
R*  0.0.0.0/0 [120/1] via 10.16.0.1, 00:00:22, Serial0/0/0
```

```
r2#show ip protocols
```

```
Address Summarization:
```

```
10.32.1.0/26 for Serial0/0/0
10.32.1.0/26 for FastEthernet0/0.401
10.16.1.0/28 for Serial0/0/0
10.16.1.0/28 for FastEthernet0/0.401
10.0.1.0/30 for Serial0/0/0
10.0.1.0/30 for FastEthernet0/0.401
```


Настройка протокола RIP

Настройка аутентификации в протоколе RIP

```
(config-if)# ip rip authentication key-chain [name-of-chain]  
(config-if)# no ip rip authentication key-chain [name-of-chain]
```

Настройка режима аутентификации

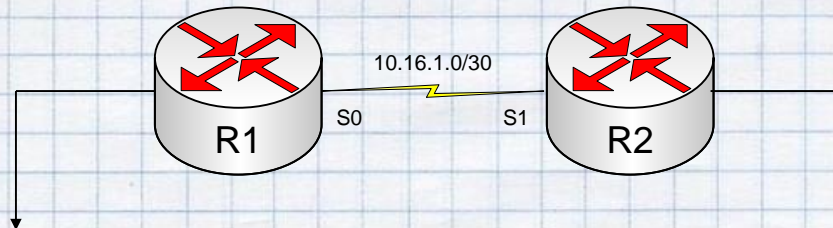
```
(config-if)# ip rip authentication mode {text | md5}  
(config-if)# no ip rip authentication mode
```

Пример используемой ключевой цепочки

```
key chain trees  
  key 1  
    key-string chestnut  
    accept-lifetime 13:30:00 Jan 25 2006 duration 7200  
    send-lifetime 14:00:00 Jan 25 2006 duration 3600  
  key 2  
    key-string birch  
    accept-lifetime 14:30:00 Jan 25 2006 duration 7200  
    send-lifetime 15:00:00 Jan 25 2006 duration 3600
```

Настройка протокола RIP

Пример настройки аутентификации в протоколе RIP



```
r1#
interface serial 0
ip address 10.16.1.1 255.255.255.252
ip rip authentication key-chain trees
ip rip authentication mode md5
!
key chain trees
key 1
key-string chestnut
accept-lifetime 13:30:00 Jan 25 2006 duration 7200
send-lifetime 14:00:00 Jan 25 2006 duration 3600
key 2
key-string birch
accept-lifetime 14:30:00 Jan 25 1996 duration 7200
send-lifetime 15:00:00 Jan 25 1996 duration 3600
```

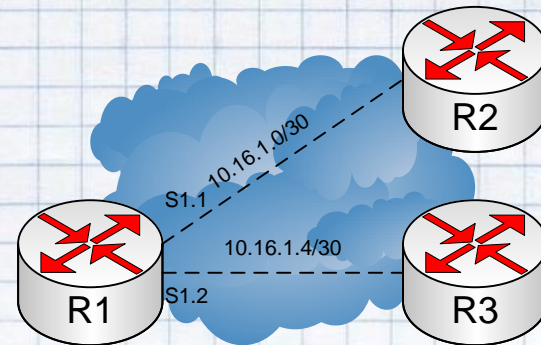
```
r2#
interface serial 1
ip address 10.16.1.2 255.255.255.252
ip rip authentication key-chain trees
ip rip authentication mode md5
!
key chain trees
key 1
key-string chestnut
accept-lifetime 13:30:00 Jan 25 2006 duration 7200
send-lifetime 14:00:00 Jan 25 2006 duration 3600
key 2
key-string birch
accept-lifetime 14:30:00 Jan 25 1996 duration 7200
send-lifetime 15:00:00 Jan 25 1996 duration 3600
```

Настройка протокола RIP

Настройка протокола RIP для работы в NBMA сетях

```
(config-router)# neighbor ip-address  
(config-router)# no neighbor ip-address
```

```
(config-if)# ip split-horizon  
(config-if)# no ip split-horizon
```



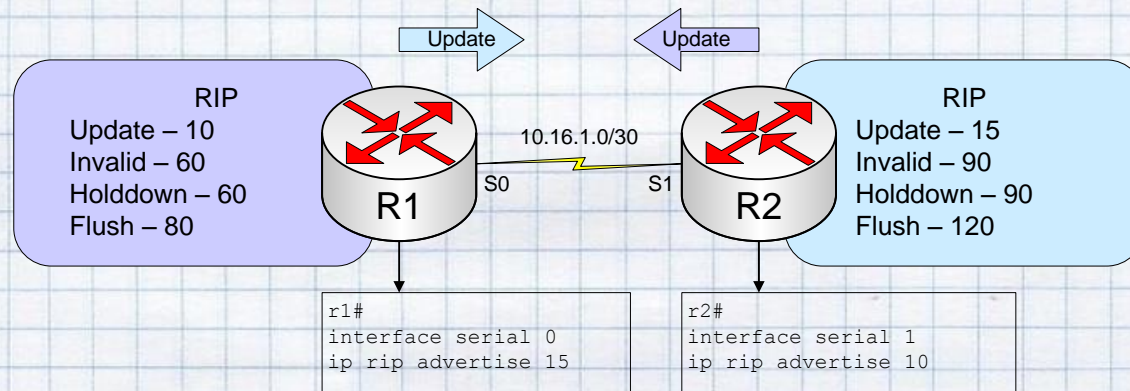
```
r1#  
interface serial 1.1 point-to-point  
  encapsulation frame-relay  
  ip address 10.10.1.1 255.255.255.252  
!  
interface serial 1.2 point-to-point  
  encapsulation frame-relay  
  ip address 10.10.1.5 255.255.255.252  
!  
router rip  
  passive-interface default  
  neighbor 10.16.1.2  
  neighbor 10.16.1.6
```

Настройка протокола RIP

Настройка таймеров в протоколе RIP

```
(config-router)# timers basic update invalid holddown flush  
(config-router)# no timers basic
```

```
(config-if)# ip rip advertise [interval]  
(config-if)# no ip rip advertise
```



Настройка протокола RIP

Тестирование и устранение ошибок в работе протокола RIP

```
show ip route rip
show ip protocols
show ip rip database
```

```
r1#show ip route rip
  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 21 subnets, 3 masks
R       10.0.2.1/32 [120/1] via 10.16.0.6, 00:00:27, Serial0/0/1
R       10.0.1.1/32 [120/1] via 10.16.0.2, 00:00:07, Serial0/0/0
R       10.16.0.8/30 [120/1] via 10.16.0.6, 00:00:27, Serial0/0/1
                [120/1] via 10.16.0.2, 00:00:07, Serial0/0/0
R       10.16.2.0/30 [120/1] via 10.16.0.6, 00:00:27, Serial0/0/1
R       10.16.1.0/30 [120/1] via 10.16.0.2, 00:00:08, Serial0/0/0
R       10.16.2.4/30 [120/1] via 10.16.0.6, 00:00:00, Serial0/0/1
R       10.16.1.4/30 [120/1] via 10.16.0.2, 00:00:08, Serial0/0/0
R       10.32.2.0/28 [120/2] via 10.16.0.6, 00:00:00, Serial0/0/1
R       10.32.1.0/28 [120/2] via 10.16.0.2, 00:00:08, Serial0/0/0
```

Настройка протокола RIP

Тестирование и устранение ошибок в работе протокола RIP

```
r4#show ip protocols
Routing Protocol is "rip"
. . . . .
Sending updates every 30 seconds, next due in 26 seconds
Invalid after 180 seconds, hold down 180, flushed after 240
Redistributing: rip
Default version control: send version 2, receive version 2
  Interface          Send  Recv  Triggered RIP  Key-chain
  Serial0/0/0        2     2
Automatic network summarization is not in effect
Address Summarization:
  10.32.2.0/26 for Serial0/0/0
Maximum path: 4
Routing for Networks:
  10.0.0.0
Passive Interface(s):
  FastEthernet0/1
Routing Information Sources:
  Gateway            Distance      Last Update
  10.16.1.1          120           00:00:02
Distance: (default is 120)
```

Настройка протокола RIP

Тестирование и устранение ошибок в работе протокола RIP

```
r2#show ip rip database
0.0.0.0/0 auto-summary
0.0.0.0/0
  [1] via 10.16.0.1, 00:00:23, Serial0/0/0
10.0.0.0/8 auto-summary
10.0.0.1/32
  [1] via 10.16.0.1, 00:00:23, Serial0/0/0
10.0.1.0/30 int-summary
10.0.1.1/32 directly connected, Loopback0
10.0.1.2/32
  [1] via 10.16.1.2, 00:00:04, Serial0/0/1
10.0.1.3/32
  [1] via 10.16.1.6, 00:00:18, Serial0/1/0
10.0.2.0/30
  [1] via 10.16.0.10, 00:00:03, FastEthernet0/0.401
10.16.0.0/30 directly connected, Serial0/0/0
10.16.0.4/30
  [1] via 10.16.0.10, 00:00:03, FastEthernet0/0.401
  [1] via 10.16.0.1, 00:00:23, Serial0/0/0
```

Настройка протокола RIP

Тестирование и устранение ошибок в работе протокола RIP

```
# debug ip rip {events | database}
```

```
r1#debug ip rip
```

```
RIP protocol debugging is on
```

```
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via Serial0/0/1 (10.16.0.5)
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: RIP: build update entries
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.0.0.1/32 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.0.1.1/32 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.0.1.2/32 via 0.0.0.0, metric 3, tag 0
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.0.1.3/32 via 0.0.0.0, metric 3, tag 0
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.16.0.0/30 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.16.1.0/30 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.16.1.4/30 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.32.0.0/28 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.32.1.0/28 via 0.0.0.0, metric 3, tag 0
*Jun 16 21:54:05.431 KRSK: 10.32.1.16/28 via 0.0.0.0, metric 3, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via Serial0/0/0 (10.16.0.1)
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: RIP: build update entries
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.0.0.1/32 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.0.2.1/32 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.0.2.2/32 via 0.0.0.0, metric 3, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.0.2.3/32 via 0.0.0.0, metric 3, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.16.0.4/30 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.16.2.0/30 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.16.2.4/30 via 0.0.0.0, metric 2, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.32.0.0/28 via 0.0.0.0, metric 1, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.32.2.0/28 via 0.0.0.0, metric 3, tag 0
*Jun 16 21:54:08.811 KRSK: 10.32.2.16/28 via 0.0.0.0, metric 3, tag 0
```


Настройка протокола RIP

Тестирование и устранение ошибок в работе протокола RIP

```
r1#debug ip rip events
RIP protocol events debugging is on
*Jun 16 21:59:22.779 KRSK: RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via Serial0/0/0 (10.16.0.1)
*Jun 16 21:59:22.779 KRSK: RIP: Update contains 10 routes
*Jun 16 21:59:22.779 KRSK: RIP: Update queued
*Jun 16 21:59:22.779 KRSK: RIP: Update sent via Serial0/0/0
*Jun 16 21:59:25.119 KRSK: RIP: received v2 update from 10.16.0.6 on Serial0/0/1
*Jun 16 21:59:25.119 KRSK: RIP: Update contains 16 routes
*Jun 16 21:59:38.039 KRSK: RIP: sending v2 update to 224.0.0.9 via Serial0/0/1 (10.16.0.5)
*Jun 16 21:59:38.039 KRSK: RIP: Update contains 10 routes
*Jun 16 21:59:38.039 KRSK: RIP: Update queued
*Jun 16 21:59:38.039 KRSK: RIP: Update sent via Serial0/0/1
*Jun 16 21:59:44.167 KRSK: RIP: received v2 update from 10.16.0.2 on Serial0/0/0
*Jun 16 21:59:44.167 KRSK: RIP: Update contains 16 routes
*Jun 16 22:00:22.579 KRSK: RIP: received v2 update from 10.16.0.6 on Serial0/0/1
*Jun 16 22:00:22.579 KRSK: RIP: Update contains 4 routes
```

```
r2#debug ip rip
RIP protocol debugging is on
*Jun 24 14:26:37.599 KRSK: RIP: received packet with MD5 authentication
*Jun 24 14:26:37.599 KRSK: RIP: received v2 update from 10.16.0.1 on Serial0/0/0
*Jun 24 14:26:37.599 KRSK: 0.0.0.0/0 via 0.0.0.0 in 1 hops
... ..
```

Настройка протокола RIP

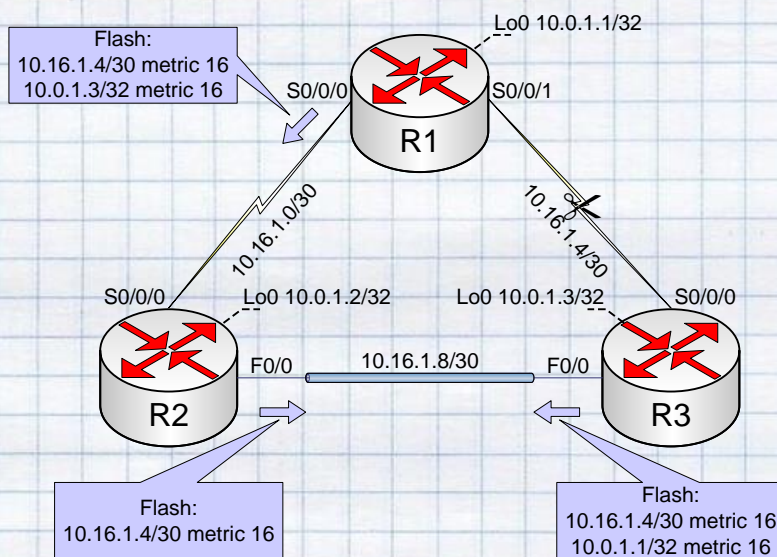
Тестирование и устранение ошибок в работе протокола RIP

```
r1#debug ip rip database
RIP database events debugging is on
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.0.2.1/32 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.0.2.1/32 (metric 1) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.0.2.2/32 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.0.2.2/32 (metric 2) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.0.2.3/32 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.0.2.3/32 (metric 2) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.16.0.8/30 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.16.0.8/30 (metric 1) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.16.2.0/30 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.16.2.0/30 (metric 1) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.16.2.4/30 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.16.2.4/30 (metric 1) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.16.2.8/30 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.16.2.8/30 (metric 2) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.32.2.0/28 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.32.2.0/28 (metric 2) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.32.2.16/28 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.32.2.16/28 (metric 2) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.32.2.32/28 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.32.2.32/28 (metric 2) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: network_update with 10.32.2.48/28 succeeds
*Jun 16 22:01:34.923 KRSK: RIP-DB: adding 10.32.2.48/28 (metric 2) via 10.16.0.6 on Serial0/0/1 to RIP database
```

Оптимизация временных характеристик протокола RIP

Технология Flash обновлений

Flash обновления - псевдомгновенные обновления маршрутной информации, которые позволяют информировать смежные маршрутизаторы об изменениях состояний определенных сетей получателей, не дожидаясь истечения текущего интервала Update.



- При наличии альтернативных маршрутов нет необходимости ждать включения отсчета таймера Invalid

Оптимизация временных характеристик протокола RIP

Требуемые вычислительные ресурсы при уменьшении Dead интервала

- RIP Update 30 с.
- 4 смежных маршрутизатора
- 25 сетей получателей

```
r2#show processes 83
Process ID 83 [RIP Router], TTY 0
CPU usage
PC: 41FCD308, Invoked: 580, Giveups: 1, uSec: 937
5Sec: 0.00%, 1Min: 0.00%, 5Min: 0.00%, Average: 0.00%
Age: 814728 msec, Runtime: 544 msec
State: Waiting for Event, Priority: Normal
```

```
r2#show processes 121
Process ID 121 [RIP Send], TTY 0
CPU usage
PC: 41FC9958, Invoked: 552, Giveups: 0, uSec: 7
5Sec: 0.00%, 1Min: 0.00%, 5Min: 0.00%, Average: 0.00%
Age: 825876 msec, Runtime: 4 msec
State: Waiting for Event, Priority: High
```

```
r2#show processes 135
Process ID 135 [RIP Timers], TTY 0
CPU usage
PC: 41FCB6E8, Invoked: 753, Giveups: 1, uSec: 0
5Sec: 0.00%, 1Min: 0.01%, 5Min: 0.00%, Average: 0.00%
Age: 830580 msec, Runtime: 0 msec
State: Waiting for Event, Priority: Normal
```

Оптимизация временных характеристик протокола RIP

Требуемые вычислительные ресурсы при уменьшении Dead интервала

- RIP Update 1 с.
- 4 смежных маршрутизатора
- 25 сетей получателей

```
r2#show processes 83
Process ID 83 [RIP Router], TTY 0
CPU usage
PC: 41FCD308, Invoked: 1849, Giveups: 1, uSec: 581
5Sec: 0.24%, 1Min: 0.24%, 5Min: 0.26%, Average: 0.26%
Age: 1175112 msec, Runtime: 1076 msec
State: Waiting for Event, Priority: Normal
```

```
r2#show processes 121
Process ID 121 [RIP Send], TTY 0
CPU usage
PC: 41FC9958, Invoked: 1834, Giveups: 0, uSec: 2
5Sec: 0.08%, 1Min: 0.10%, 5Min: 0.08%, Average: 0.08%
Age: 1181780 msec, Runtime: 4 msec
State: Waiting for Event, Priority: High
```

```
r2#show processes 135
Process ID 135 [RIP Timers], TTY 0
CPU usage
PC: 41FCB6E8, Invoked: 2407, Giveups: 1, uSec: 0
5Sec: 0.32%, 1Min: 0.24%, 5Min: 0.32%, Average: 0.35%
Age: 1187504 msec, Runtime: 0 msec
State: Waiting for Event, Priority: Normal
```

Оптимизация временных характеристик протокола RIP

Требуемые вычислительные ресурсы при уменьшении Dead интервала

- RIP Update 1 с.
- 4 смежных маршрутизатора
- 35 сетей получателей

```
r2#show processes 83
Process ID 83 [RIP Router], TTY 0
CPU usage
  PC: 41FCD308, Invoked: 1849, Giveups: 1, uSec: 581
5Sec: 0.24%, 1Min: 0.24%, 5Min: 0.26%, Average: 0.26%
Age: 1175112 msec, Runtime: 1076 msec
State: Waiting for Event, Priority: Normal
```

```
r2#show processes 121
Process ID 121 [RIP Send], TTY 0
CPU usage
  PC: 41FC9958, Invoked: 1834, Giveups: 0, uSec: 2
5Sec: 0.16%, 1Min: 0.13%, 5Min: 0.16%, Average: 0.16%
Age: 1181780 msec, Runtime: 4 msec
State: Waiting for Event, Priority: High
```

```
r2#show processes 135
Process ID 135 [RIP Timers], TTY 0
CPU usage
  PC: 41FCB6E8, Invoked: 2407, Giveups: 1, uSec: 0
5Sec: 0.32%, 1Min: 0.24%, 5Min: 0.32%, Average: 0.35%
Age: 1187504 msec, Runtime: 0 msec
State: Waiting for Event, Priority: Normal
```

Итоги

- Протокол RIP не утратил актуальности

+ Простота настройки и эксплуатации

- Не поддерживается CIDR

+ Низкая стоимость оборудования

- Плохие динамические характеристики