



ИРКУТСКИЙ ПОЛИТЕХ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Лекция по дисциплине
«Сети и телекоммуникации»

Internet Protocol (IP)

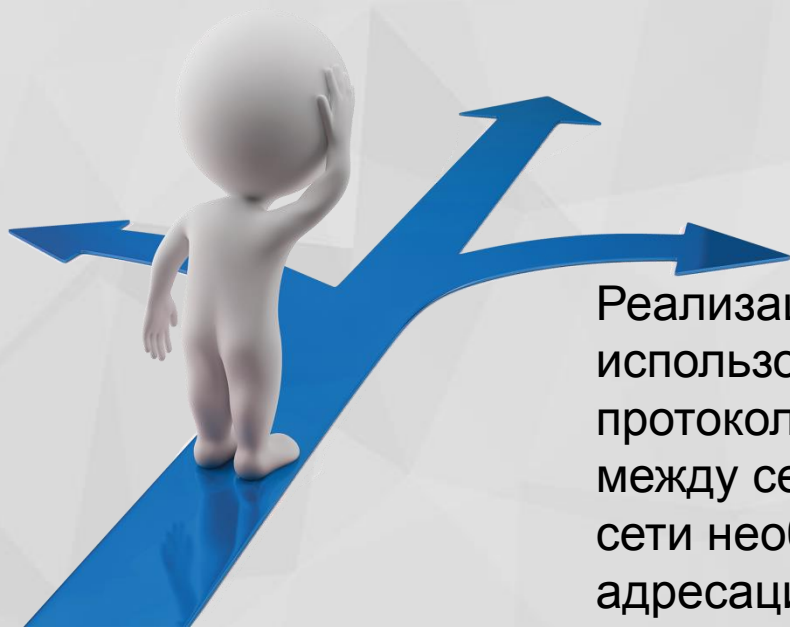
3 уровень OSI

Руководитель лаборатории сетевых технологий
института ИТиАД ИРНИТУ:
Аношко Алексей Федорович
Telegram: @a_anoshko



Необходимость межсетевого обмена

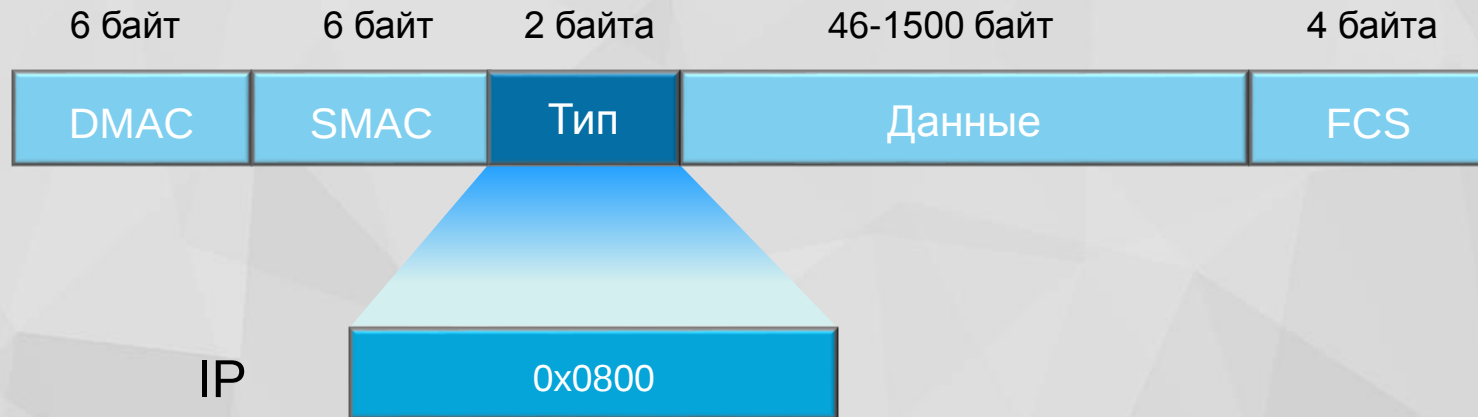
Протоколы второго уровня, такие, как Ethernet - не имеют возможности передавать кадры с данными за границы «домена коллизий».



Реализация логической (IP) адресации позволяет использовать Интернет-протокол другими протоколами для передачи данных в виде пакетов между сетями. Для эффективного проектирования сети необходимы глубокие знания в области IP-адресации, а также полное понимание принципов работы протокола для получения четкого представления о том, как IP-протокол реализуется в качестве протокола маршрутизации.



Структура кадра IP



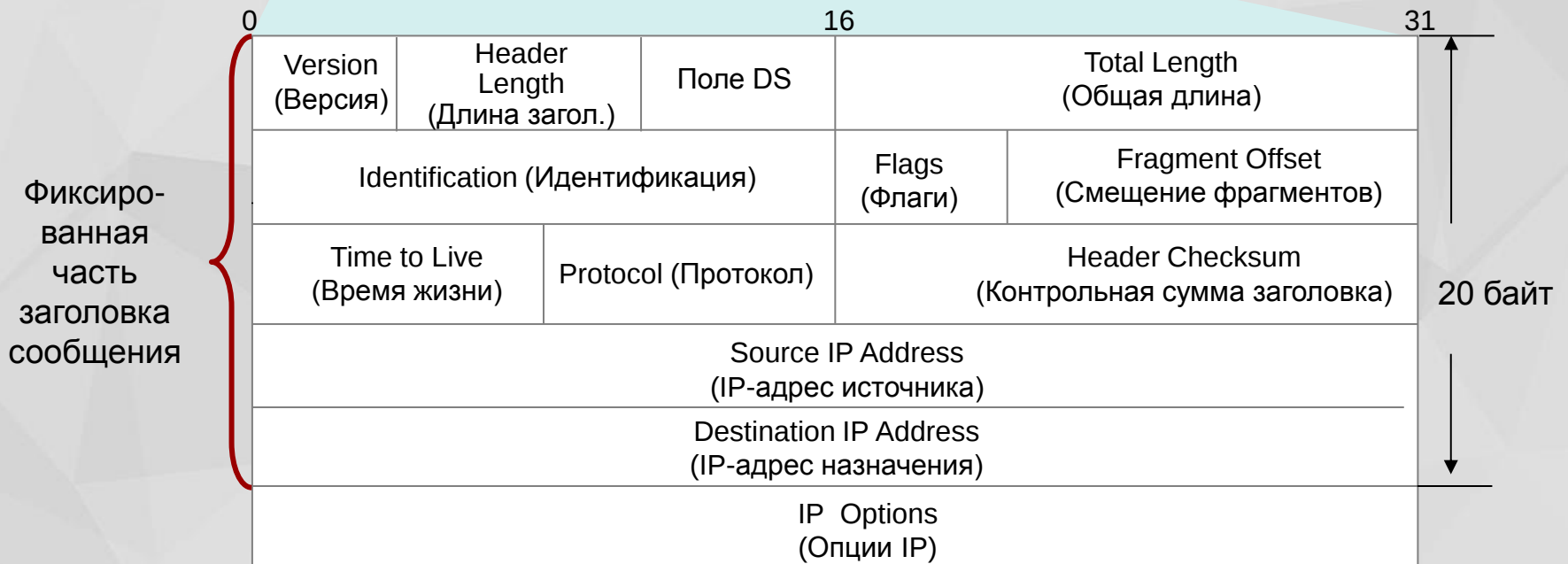
Последующий набор команд на выполнение содержится в поле «тип» заголовка кадра.

Ключевой функцией кадра является определение того, был ли достигнут запланированный физический пункт назначения, а также сохранена ли целостность кадра.



Заголовок пакета IP-протокола

20-60 байт





IP-адресация

Сеть	Хост
192.168.1	.1
11000000.10101000.00000001	.00000001

- IP-адрес идентифицирует сети и сетевые хосты.
- Для IP-адресации используется базовая двоичная система счисления.



IP-адресация

Сетевой адрес

192.168.1	.0
11000000.10101000.00000001	.00000000

Широковещательный адрес

192.168.1	.255
11000000.10101000.00000001	11111111

- Верхние и нижние значения адресов хоста - **зарезервированы.**



Десятичная, двоичная и шестнадцатеричная системы счисления

Формат	Диапазон значений	Основание
Двоичный	0 — 1	2
Десятичный	0 — 9	10
Шестнадцатеричный	0 — F	16

- Наибольшее распространение в IP-сетях получили двоичная и шестнадцатеричная системы счисления.



Преобразование из десятичной в двоичную систему счисления

Двоичный символ	1	1	1	1	1	1	1	1
Степень	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Число	128	64	32	16	8	4	2	1

Десятичная система	Двоичная система	Шестнадцатеричная система
0	00000000	00
1	00000001	01
2	00000010	02
3	00000011	03
4	00000100	04
5	00000101	05
6	00000110	06
7	00000111	07
8	00001000	08

Десятичная система	Двоичная система	Шестнадцатеричная система
9	00001001	09
10	00001010	0A
11	00001011	0B
12	00001100	0C
13	00001101	0D
14	00001110	0E
15	00001111	0F
...	...	...
255	11111111	FF



Преобразование из двоичной в десятичную систему счисления

	Сеть		Хост
Двоичная система	11000000	10101000	00000001
	2^7+2^6	$2^7+2^5+2^3$	2^0
Десятичная система	192	168	1

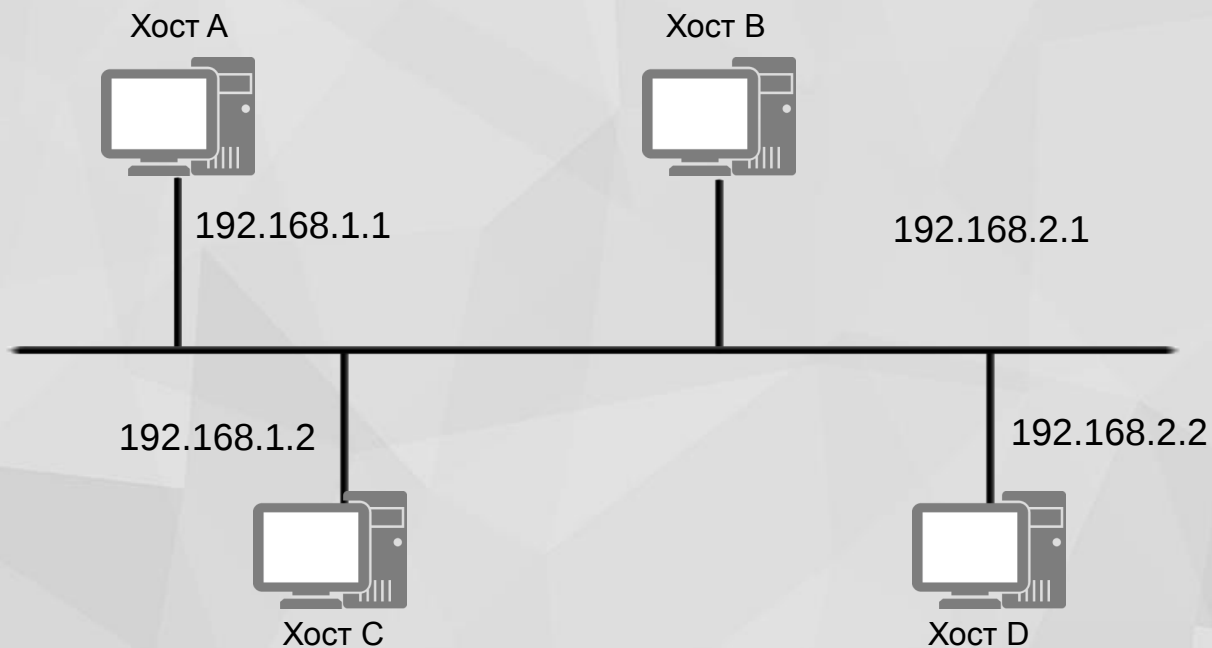


Классы IP-адресов

	1.0.0.0 ~ 126.255.255.255	
Класс A	0 Сеть (8 битов)	Хост (24 бита)
	128.1.0.0 ~ 191.254.255.255	
Класс B	10 Сеть (16 битов)	Хост (16 битов)
	192.0.1.0 ~ 223.255.254.255	
Класс C	110 Сеть (24 бита)	Хост (8 битов)
	224.0.0.0 ~ 239.255.255.255	
Класс D	1110 Многоадресная передача	
	240.0.0.0 ~ 255.255.255.254	
Класс E	1111 Диапазон для экспериментальных сетей	



Связь по IP



Сеть			Хост
192	168	1	0
192	168	2	0



Маска подсети

Сеть	Хост
192.168.1	0
11000000.10101000.000000001	00000000
Подсеть	
255.255.255	0
11111111.11111111.11111111	00000000

- В маске подсети часть двоичных значений представляет адрес определенной (под)сети, а другая часть — адрес определенного хоста.



Маска подсети по умолчанию

Класс А	255	0	0	0
Класс В	255	255	0	0
Класс С	255	255	255	0

- Некоторые маски подсети применяются в адресных диапазонах по умолчанию и обозначают фиксированный диапазон, который используется в каждом классе сети.



Планирование адресов

IP-адрес	192	168	1	7
Маска подсети	255	255	255	0
Сетевой адрес (двоичный)	11000000 10101000 00000001 00000111			
	11111111 11111111 11111111 00000000			
	11000000 10101000 00000001 00000000			
Сетевой адрес	192	168	1	0
Адреса хостов: 2^n	256			
Действительные хосты: $2^n - 2$	254			



Например

IP-адрес

172	16	1	7
-----	----	---	---

Маска подсети

255	255	0	0
-----	-----	---	---

Сетевой адрес

?	?	?	?
---	---	---	---

Адреса хостов: 2^n

?

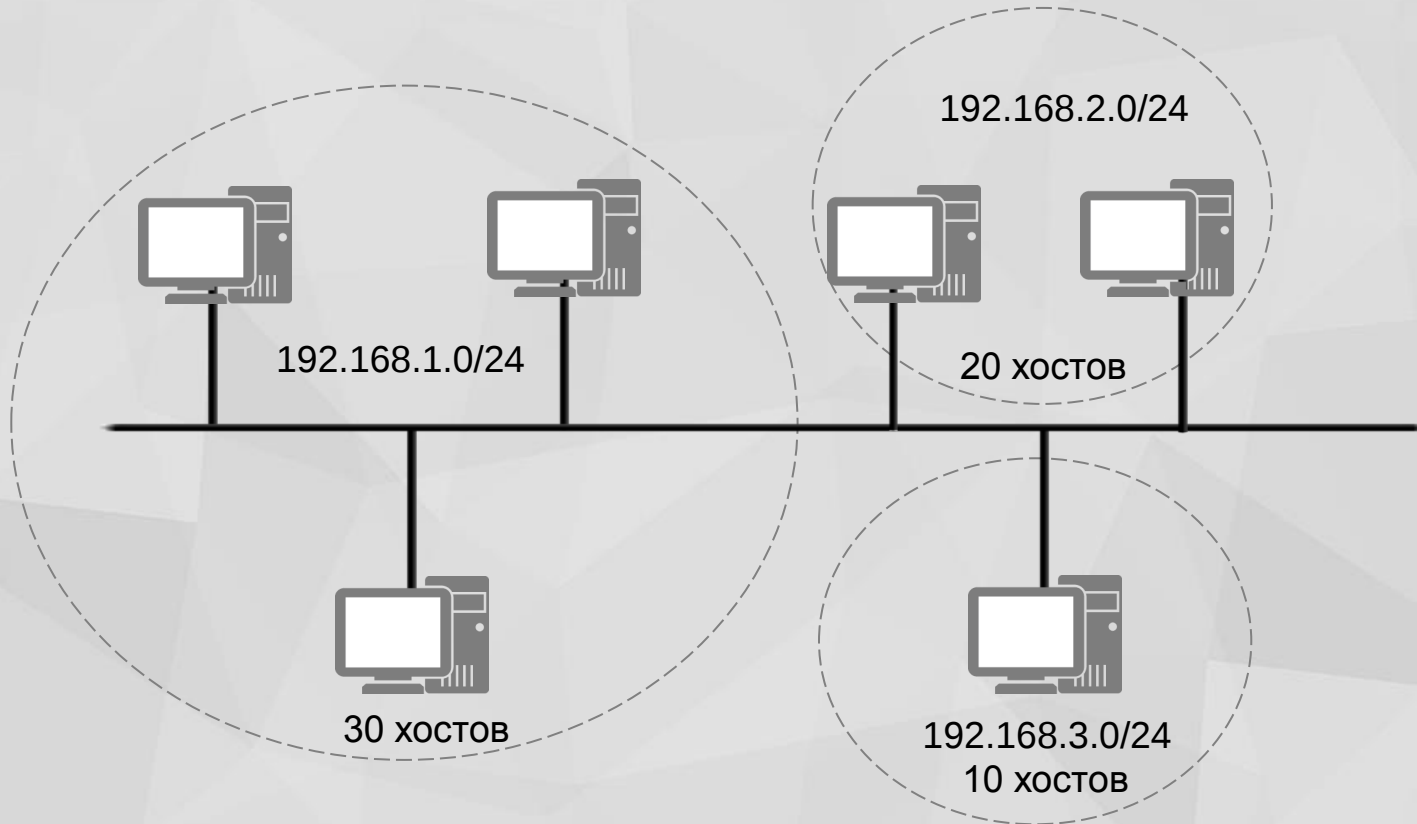
Действительные
хосты: $2^n - 2$

?

- Определите сеть представленного IP-адреса и количество фактических и действительных адресов хостов в сети.



Ограничения адресов



- Проектирование сети с использованием маски подсети по умолчанию приводит к нерациональному использованию адресов.



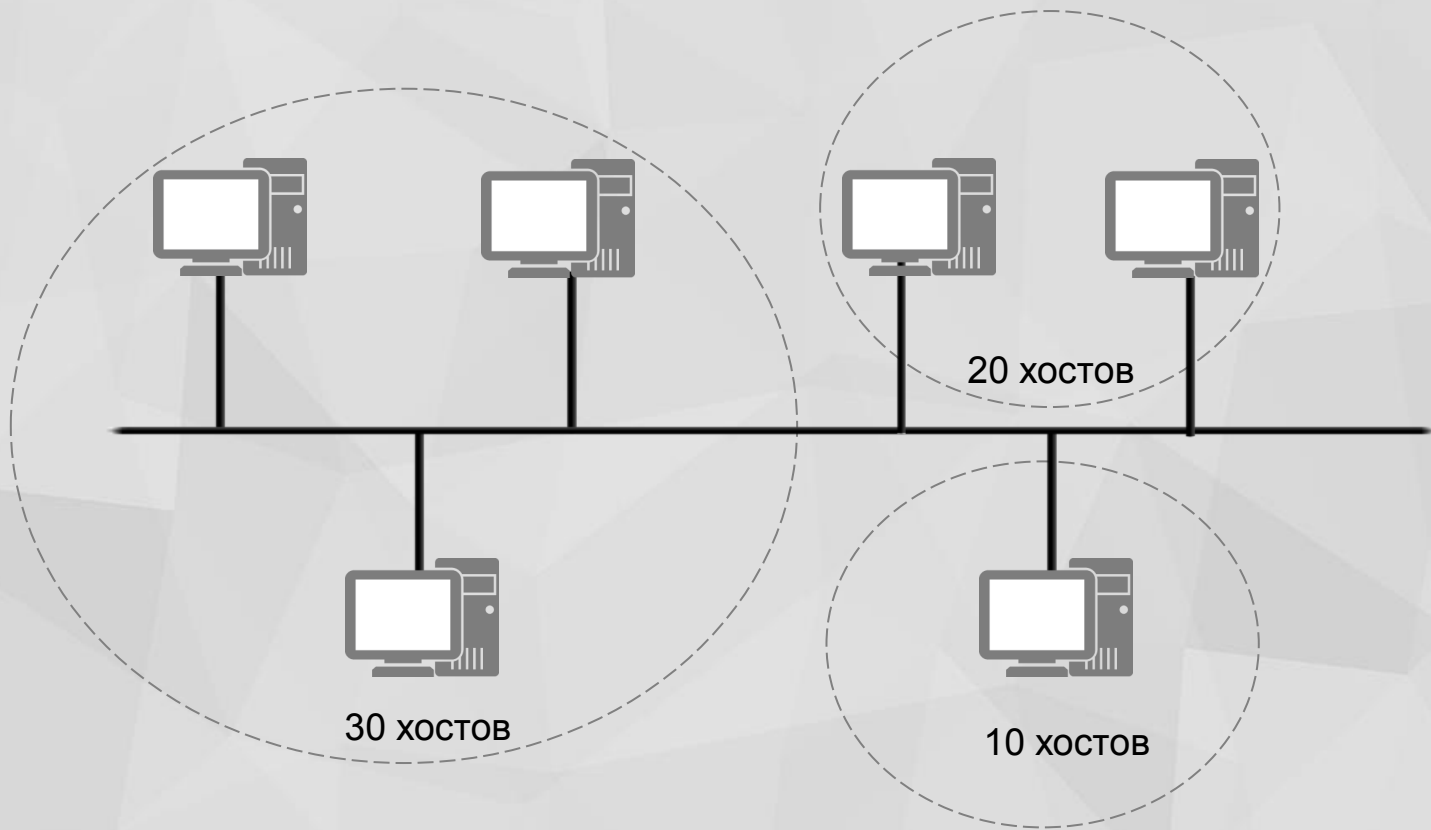
Реализация с использованием VLSM

IP-адрес	192	168	1	7
Маска подсети	255	255	255	128
	11000000 10101000 00000001 00000111			
	11111111 11111111 11111111 10000000			
	11000000 10101000 00000001 00000000			
Сетевой адрес	192	168	1	0
Адреса хостов: 2^n	128			
Действительные хосты: $2^n - 2$	126			

VLSM- variable length subnet mask



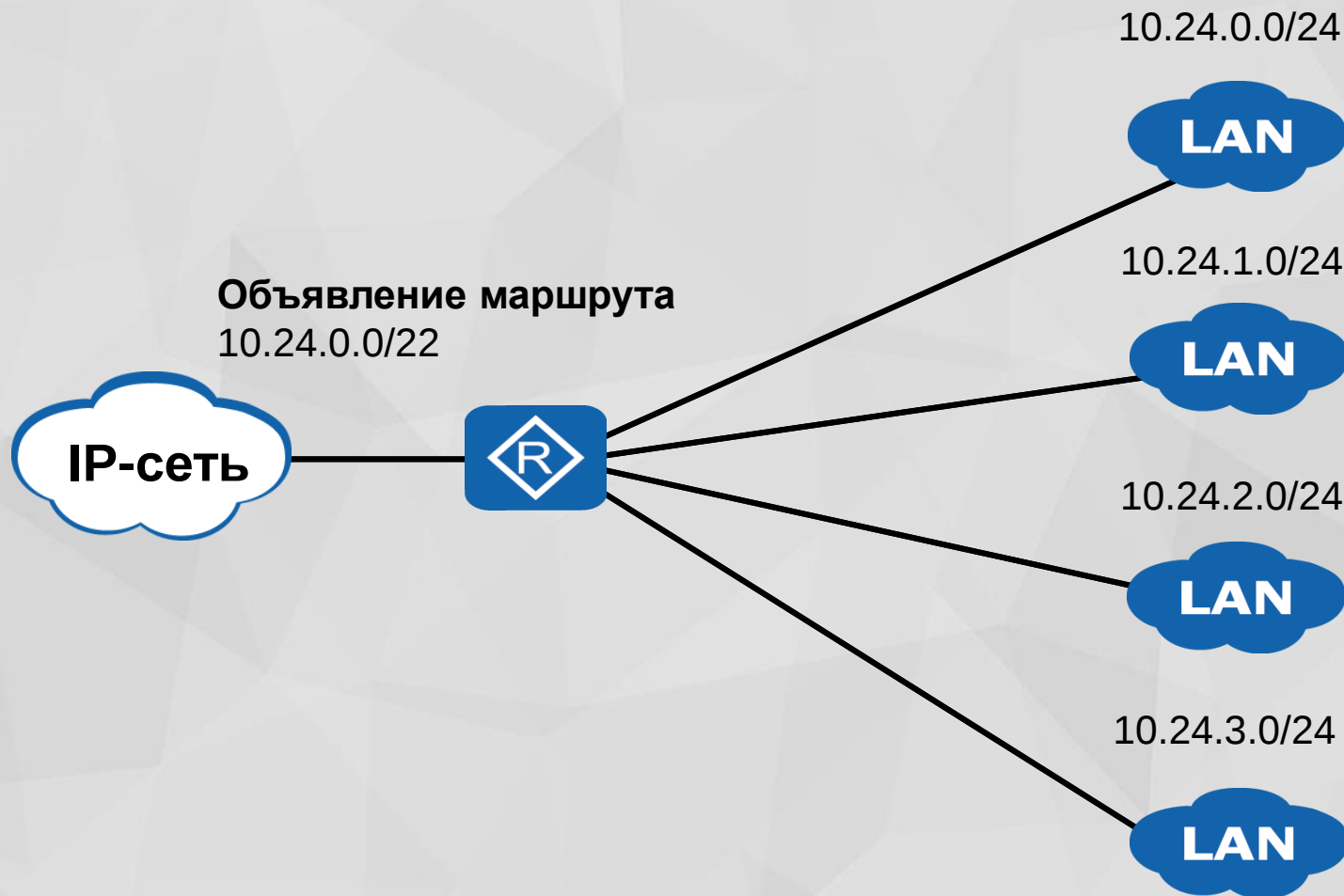
Пример использования VLSM



- Используя только сеть 192.168.1.0/24, рассчитайте VLSM для указанного количества хостов в каждом сегменте сети.

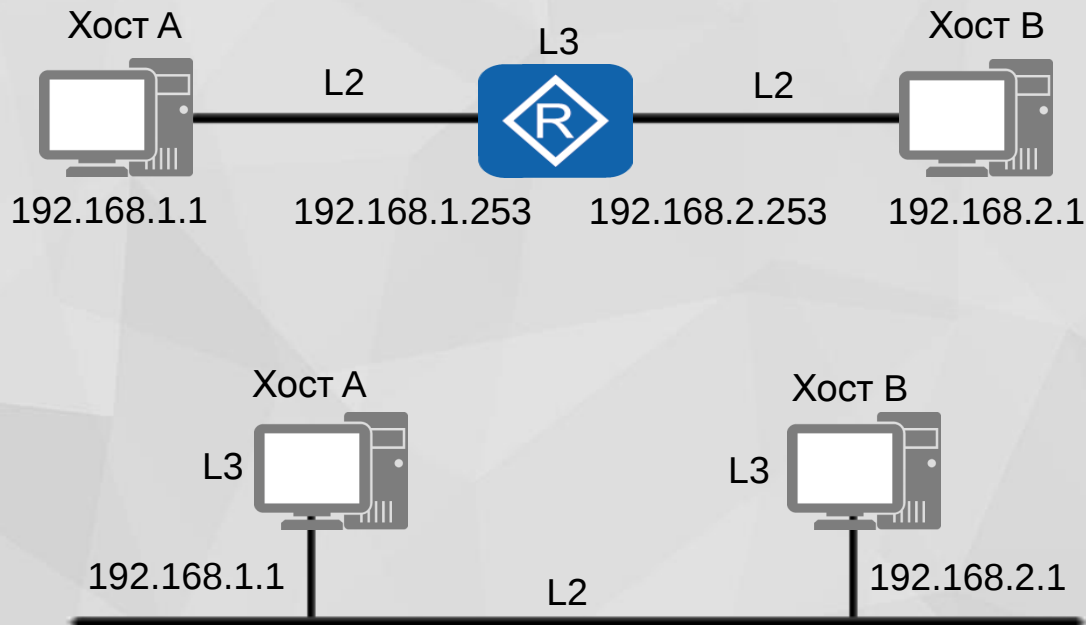


Бесклассовая междоменная маршрутизация





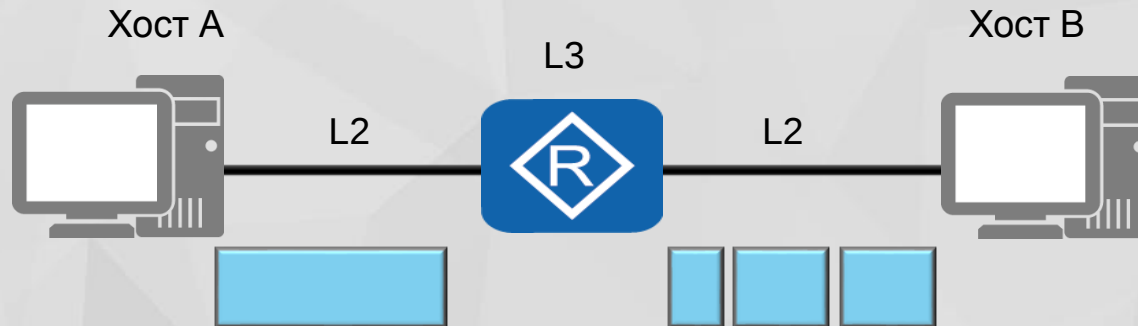
Шлюзы IP



- Шлюзы используют IP-протокол для передачи пакетов между сетями.
- В локальной вычислительной сети роль шлюзов могут выполнять хосты.



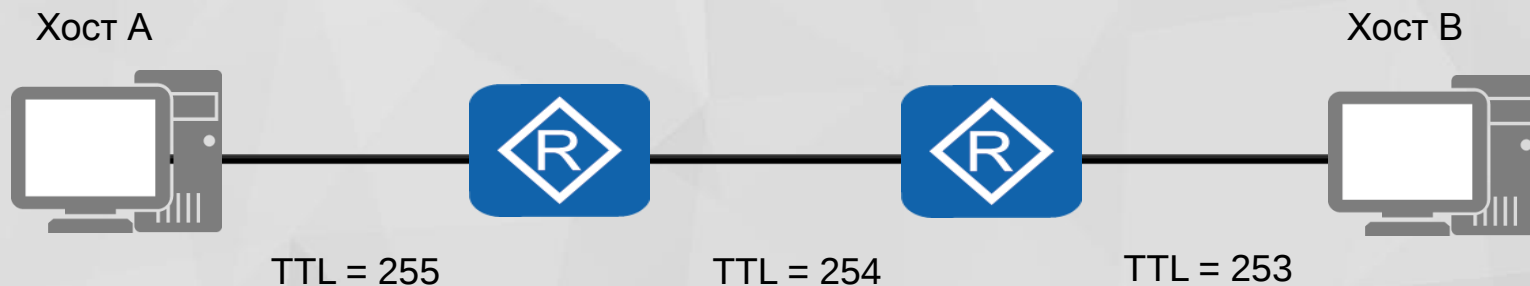
Фрагментация IP



Версия	Длина заголовка	Поле DS	Общая длина	
Идентификация			Флаги	Смещение фрагментов
Время жизни	Протокол		Контрольная сумма заголовка	
IP-адрес источника				
IP-адрес назначения				
Опции IP				



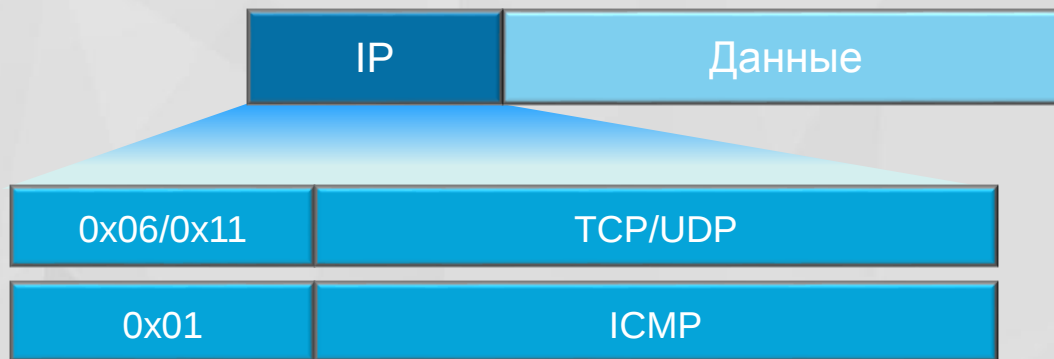
Время жизни (Time To Live)



Версия	Длина заголовка	Поле DS	Общая длина	
Идентификация			Флаги	Смещение фрагментов
Время жизни		Протокол	Контрольная сумма заголовка	
IP-адрес источника				
IP-адрес назначения				
Опции IP				



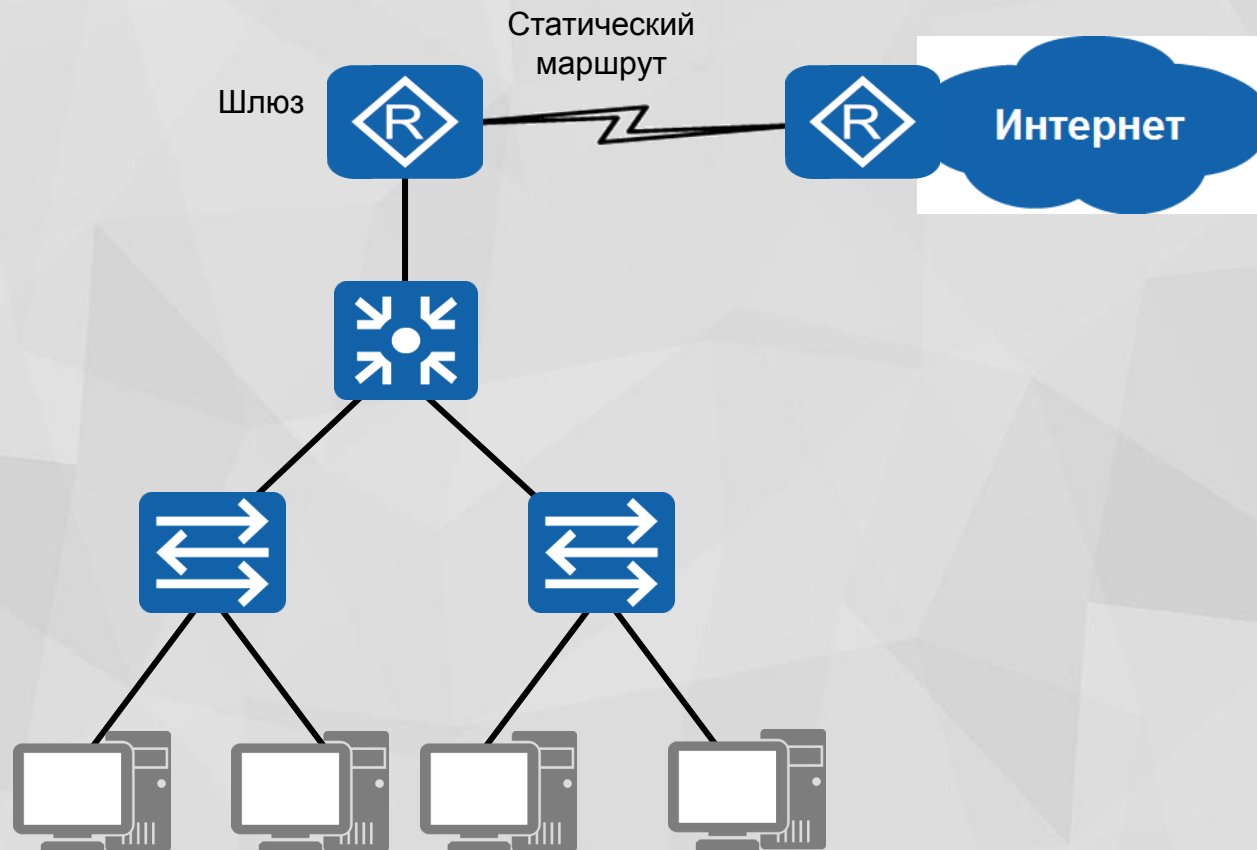
Поле «Протокол»



Версия	Длина заголовка	Поле DS	Общая длина	
Идентификация			Флаги	Смещение фрагментов
Время жизни	Протокол		Контрольная сумма заголовка	
IP-адрес источника				
IP-адрес назначения				
Опции IP				



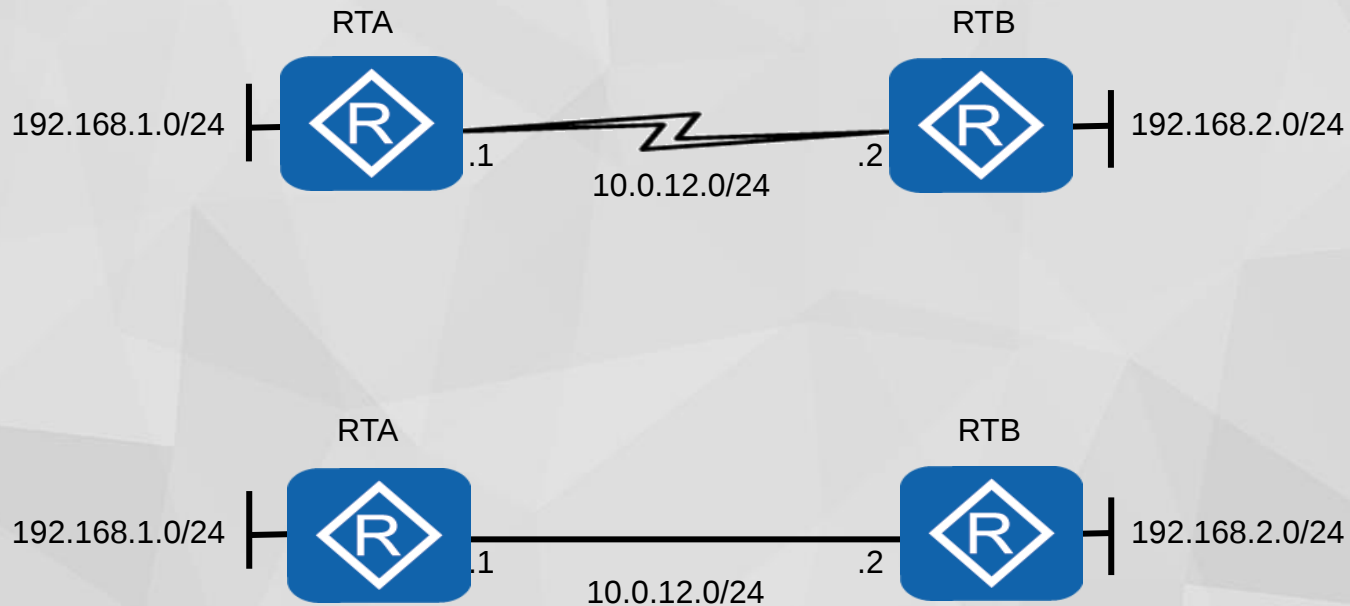
Маршрутизация IP



- Статический маршрут — это инструмент выбора пути к другим сетям.



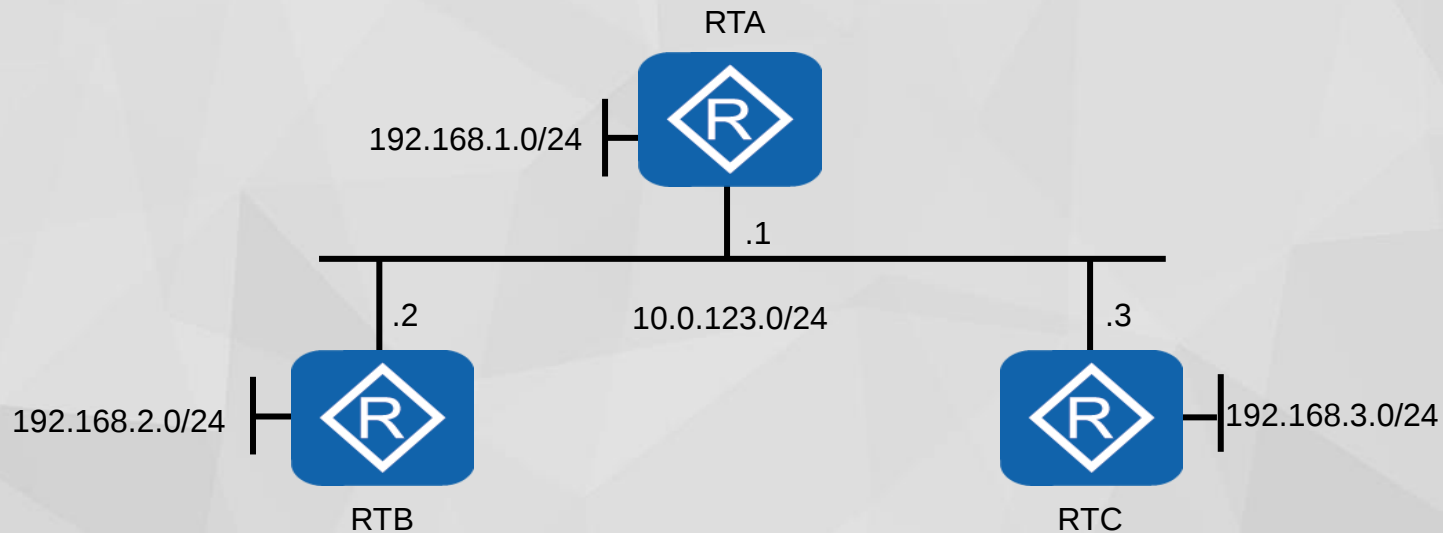
Поведение статического маршрута



- Передача пакетов через последовательный интерфейс требует определения исходящего интерфейса.



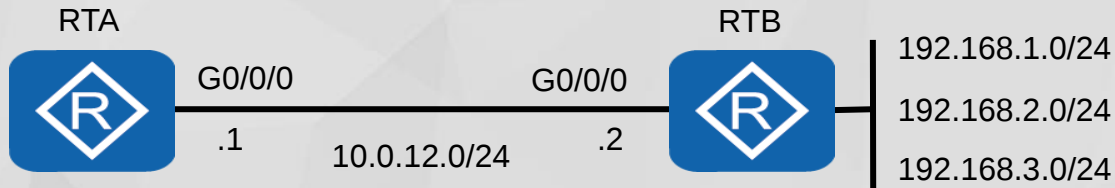
Поведение статического маршрута



Для передачи пакетов через широковещательные сети, например Ethernet, необходимо определить адрес следующего узла.



Статические маршруты по умолчанию



```
[RTA]ip route-static 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.12.2
```

- Маршрут по умолчанию является последним доступным ресурсом в том случае, если в таблице маршрутизации не будет найдено других маршрутов с префиксом наибольшей длины.



Проверка статического маршрута по умолчанию

```
[RTA]display ip routing-table
```

```
Route Flags: R - relay, D - download to fib
```

```
-----
```

```
Routing Tables: Public  Destinations : 13          Routes : 14
```

```
Destination/Mask Proto Pre Cost Flags NextHop Interface
```

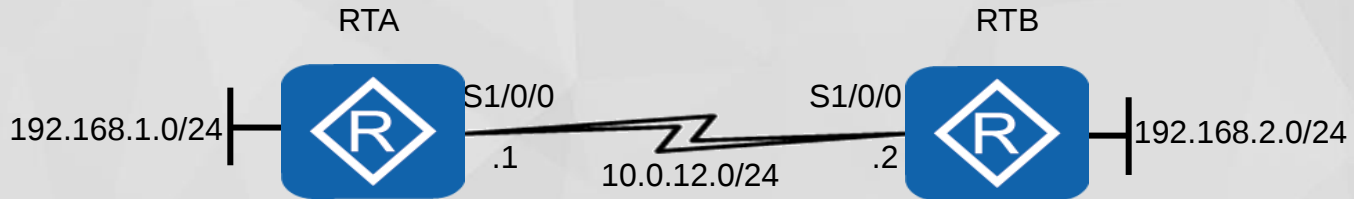
```
.....
```

```
0.0.0.0/0          Static 60   0   RD   10.0.12.2 GigabitEthernet0/0/0
```





Конфигурирование статического маршрута



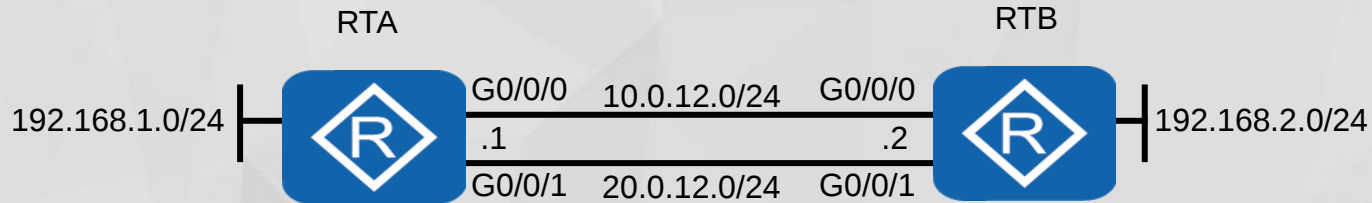
```
[RTB]ip route-static 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.12.1  
[RTB]ip route-static 192.168.1.0 255.255.255.0 Serial 1/0/0  
[RTB]ip route-static 192.168.1.0 24 Serial 1/0/0
```

Статический маршрут может быть сконфигурирован

одним из следующих способов.



Балансировка нагрузки статического маршрута



```
[RTB]ip route-static 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.12.1
```

```
[RTB]ip route-static 192.168.1.0 255.255.255.0 20.0.12.1
```

- Статические маршруты поддерживают распределение нагрузки трафика для одного пункта назначения и с одинаковой стоимостью маршрутов.

```
[RTB]display ip routing-table
```

```
Route Flags: R - relay, D - download to fib
```

```
-----  
-----
```

```
Routing Tables: Public  Destinations : 13          Routes :  
14
```

```
Destination/Mask  Proto Pre Cost Flags NextHop Interface
```

```
.....
```

```
192.168.1.0/24      Static 60   0   RD 10.0.12.1
```

```
GigabitEthernet 0/0/0                      Static 60   0   RD
```

```
20.0.12.1 GigabitEthernet 0/0/1
```



Плавающие статические маршруты



```
[RTB]ip route-static 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.12.1  
[RTB]ip route-static 192.168.1.0 255.255.255.0 20.0.12.1  
preference 100
```

- Плавающие статические маршруты обеспечивают альтернативный маршрут в случае отказа основного статического маршрута.



Проверка плавающего статического маршрута

```
[RTB]display ip routing-table
```

```
Route Flags: R - relay, D - download to fib
```

```
-----  
Routing Tables: Public  Destinations : 13          Routes : 14
```

```
Destination/Mask Proto Pre Cost Flags NextHop      Interface
```

```
.....
```

```
192.168.1.0/24  Static  60    0  RD  10.0.12.1 GigabitEthernet0/0/0
```

- До отказа основного маршрута в таблице маршрутизации будет указан только основной статический маршрут.





Проверка плавающего статического маршрута

```
[RTB]interface GigabitEthernet 0/0/0
[RTB-GigabitEthernet 0/0/0]shutdown
[RTB]display ip routing-table
Route Flags: R - relay, D - download to fib
-----
Routing Tables: Public  Destinations : 13          Routes : 14
Destination/Mask Proto Pre Cost Flags NextHop Interface
.....
192.168.1.0/24 Static 100 0 RD 20.0.12.1 GigabitEthernet 0/0/1
```

- При отключении основного маршрута в таблицу маршрутизации добавляется плавающий статический маршрут.

