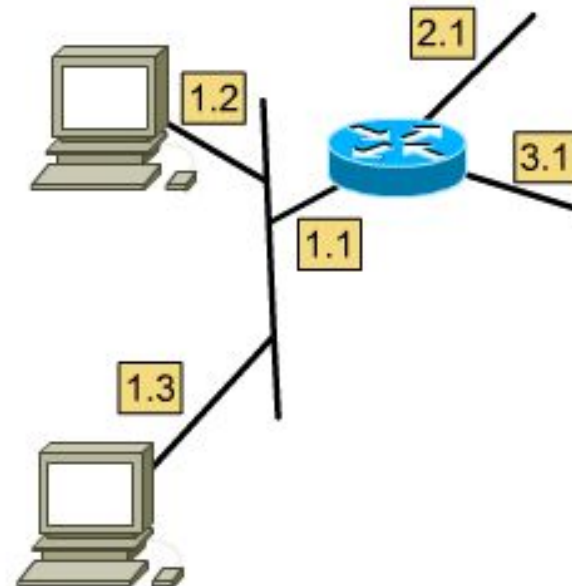


IP-адресация

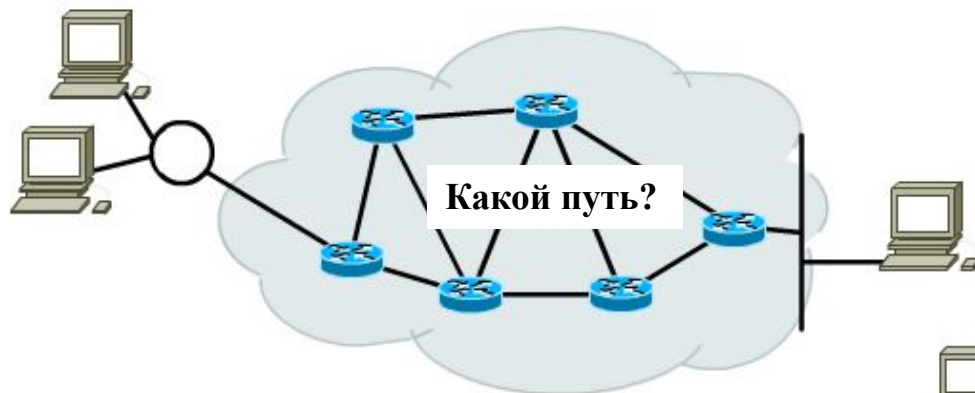
Адресация: Сеть (Network) & Узел (Host)

Network	Host
1	1
	2
	3
2	1
3	1

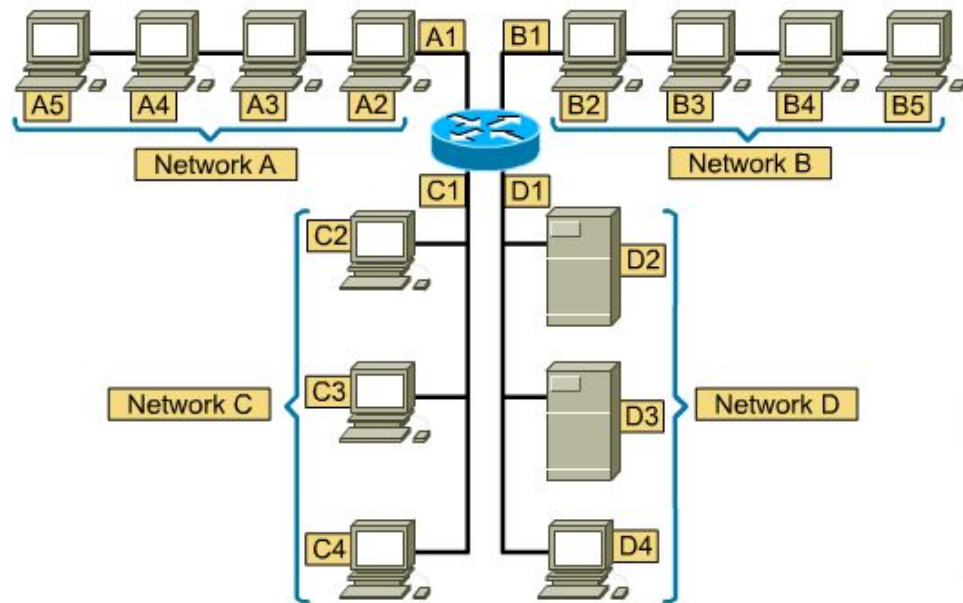


- **Адрес сети** помогает идентифицировать путь к сети-назначения
- Сетевой адрес разделен на две части:
 - **Сеть**
 - **Узел**

Определение пути (маршрута)



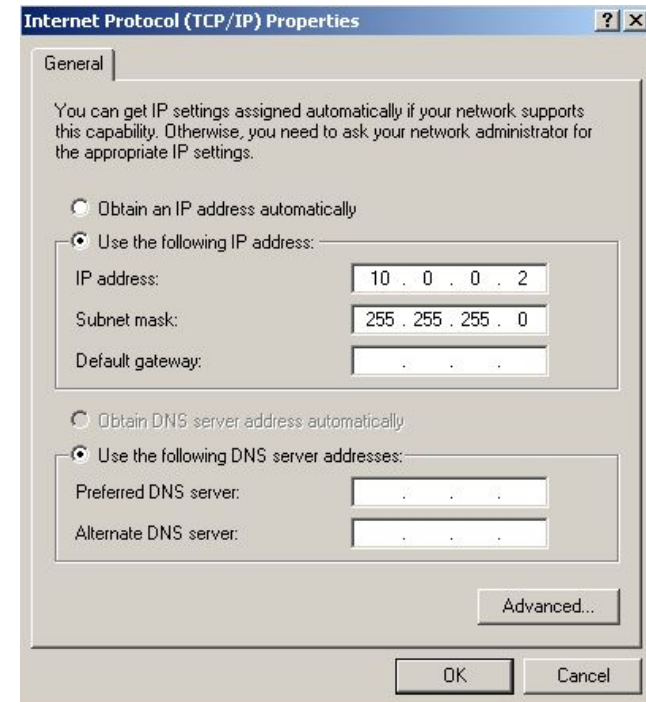
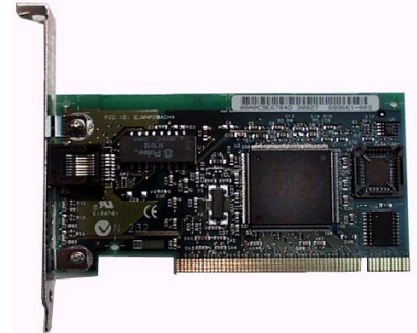
Путь определяется
протоколами маршрутизации



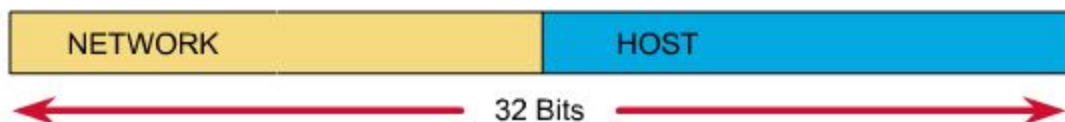
Идентификация узла (рабочей станции)

Необходимы адреса Уровня 2 (Ethernet) и Уровня 3 (IP) :

- Уровень 2 - MAC адрес:
 - Физически “зашит” в памяти сетевой карты NIC
 - Не изменится
 - Реально идентифицирует сетевое устройство
- Уровень 3 - адрес протокола (IP):
 - Устанавливается программным способом
 - Может изменяться при перемещении устройства

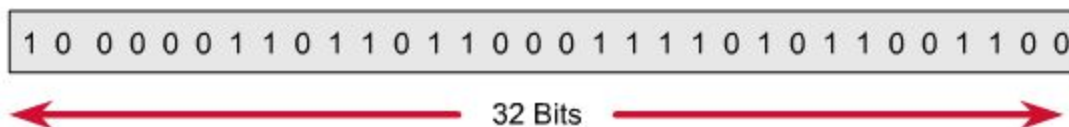


IP адресация

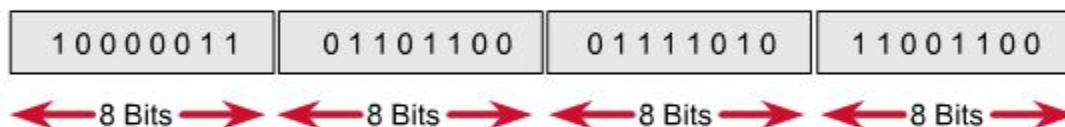


IP адрес - **32 бита**.

Граница между адресом сети и адресом узла определяется маской подсети.



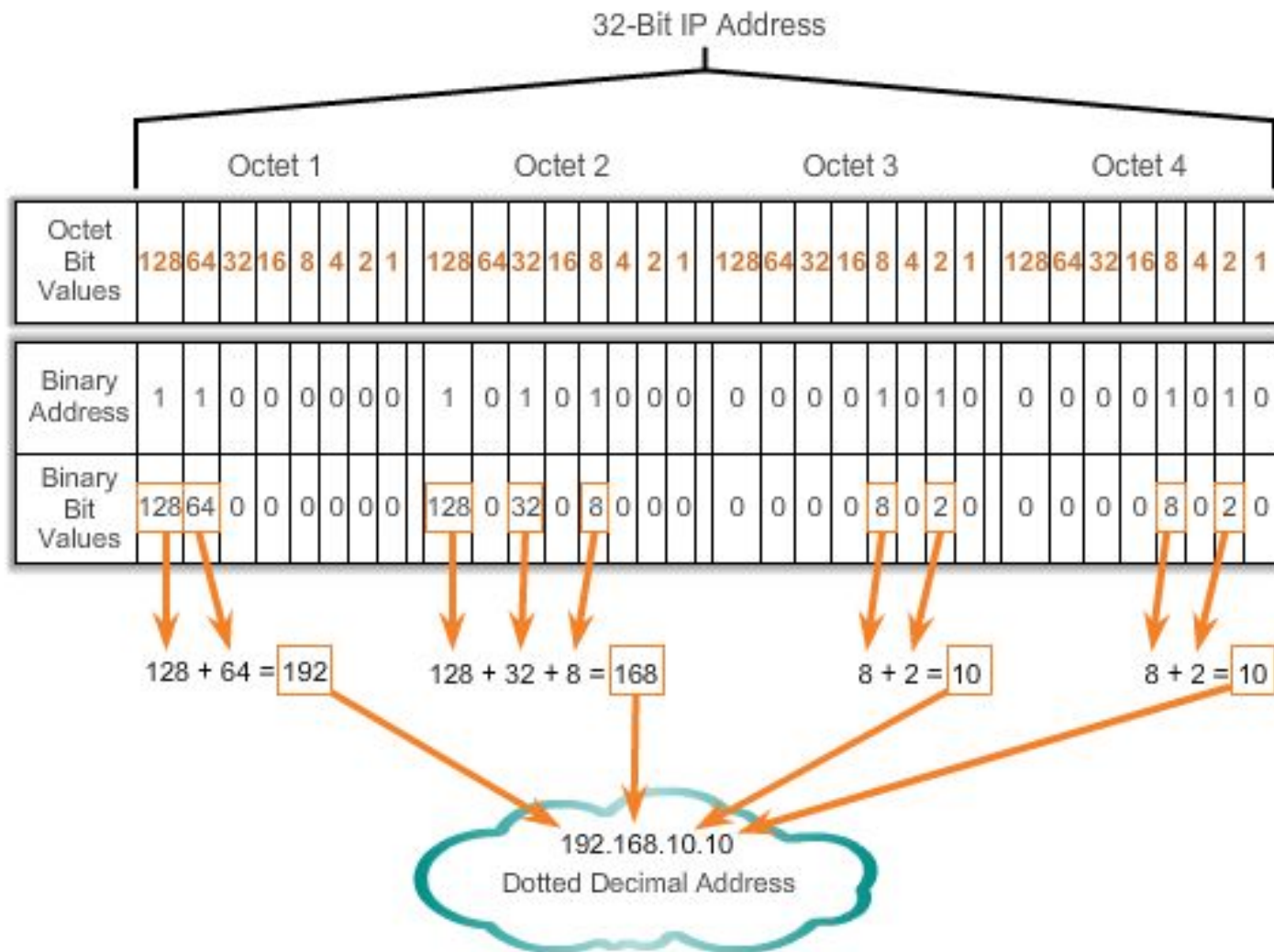
Разделяется на четыре 8-ми бит секций (октетов).



Записывается в десятичной форме.

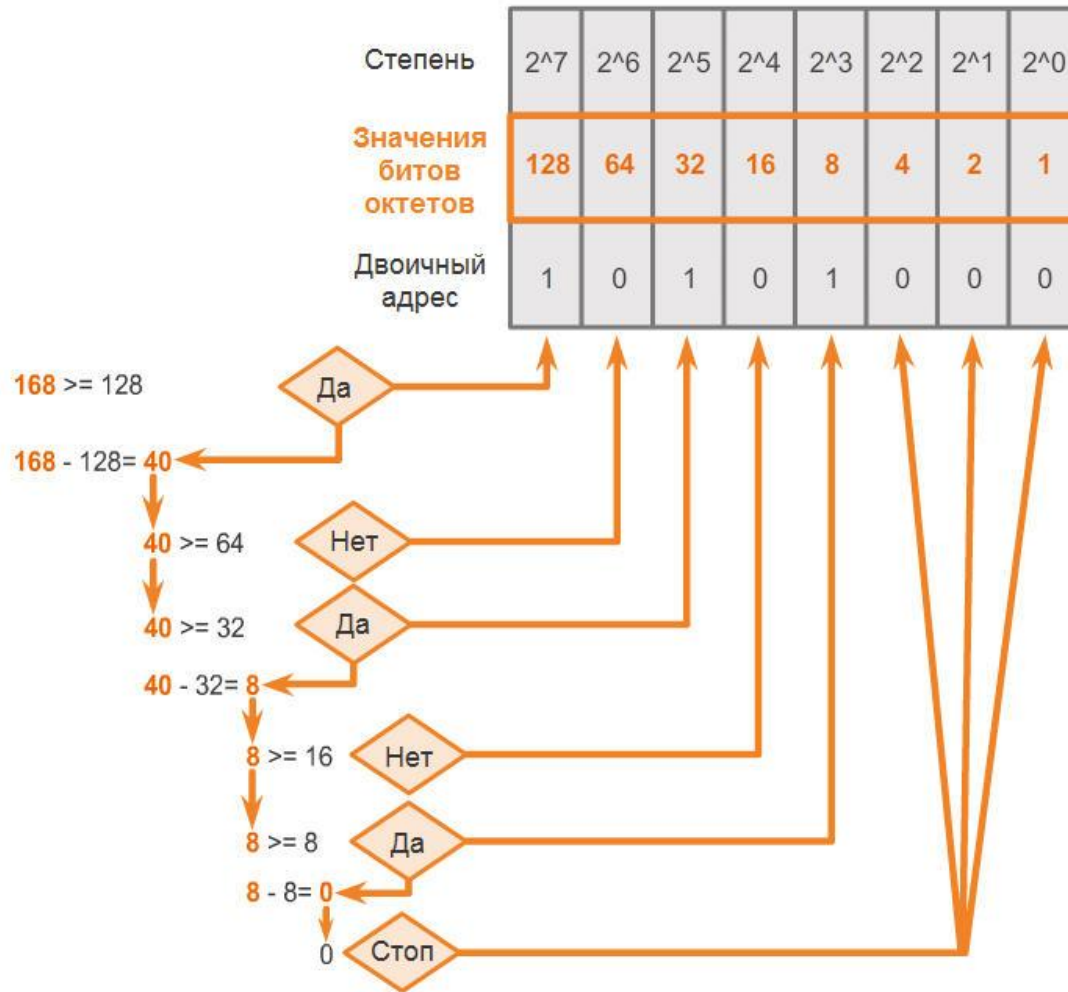


Преобразование двоичных чисел в десятичные



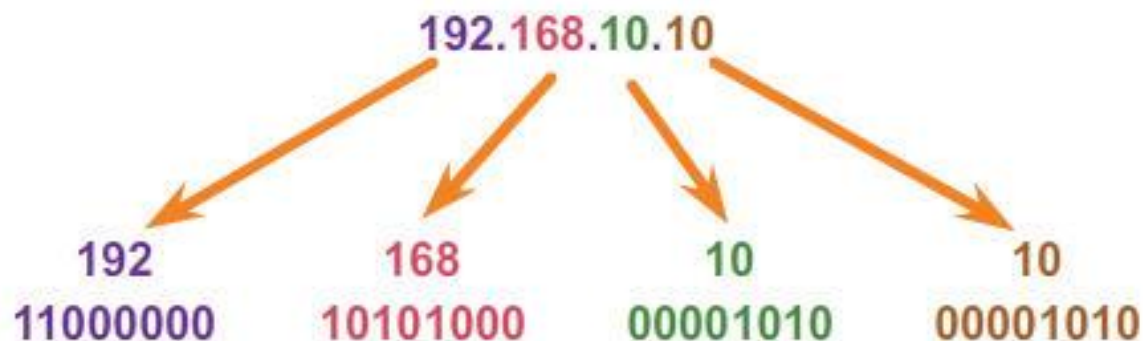
Преобразование десятичных чисел в двоичные

168 = ?



Преобразование десятичных чисел в двоичные

Преобразование десятичных чисел в двоичные



IP адрес

- 32 бита адреса группируются в 4-е байта:

1010100111000111010001011000100

10101001 11000111 01000101 10001001

- И затем преобразуется в десятичный вид.

10101001 11000111 01000101 10001001

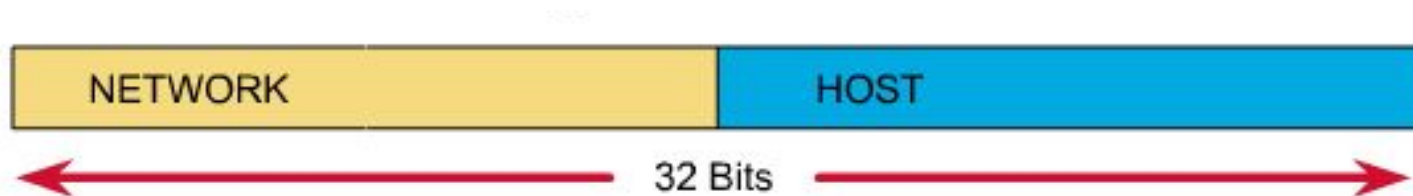
169 . 199 . 69 . 137

IP адресация

IP адрес состоит из двух :

- номер сети
- номер узла

Каким образом определяются эти части?

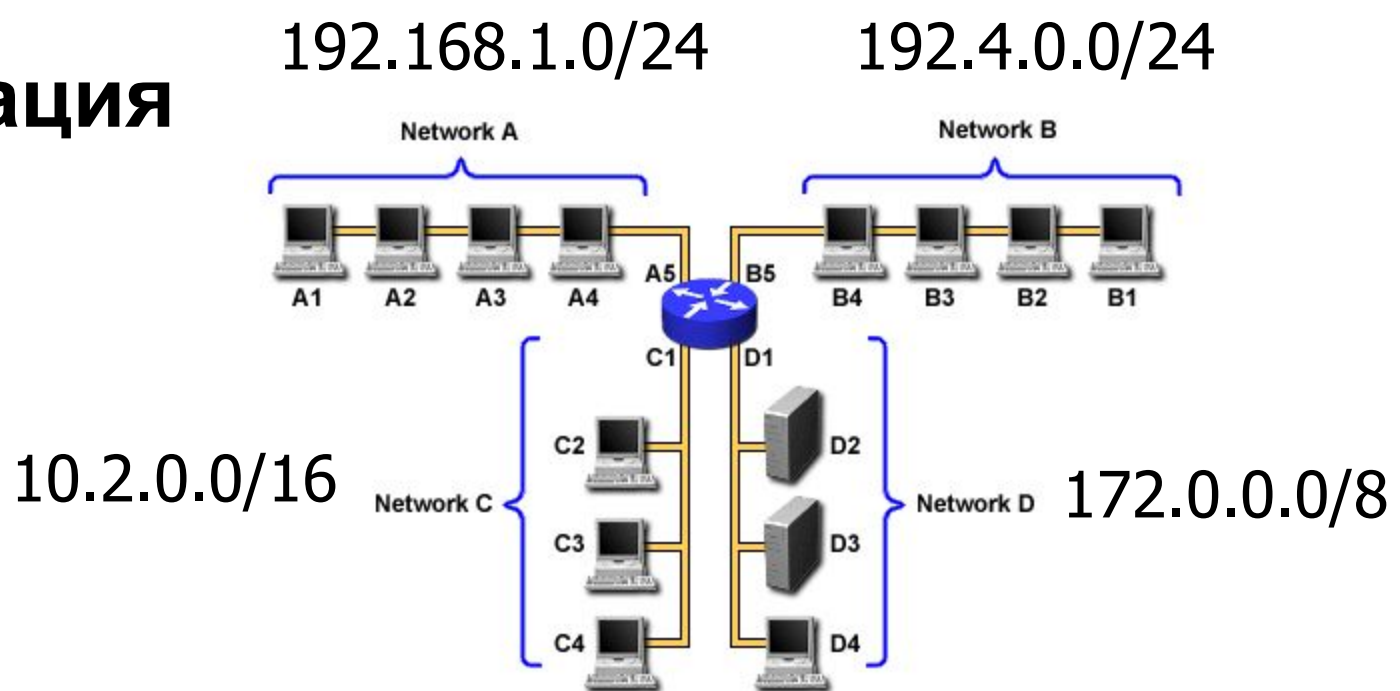


IP адресация

Ответ:

- Современные технологии - **Бесклассовая IP адресация**
 - **Маска подсети (subnet mask)** определяет границу между номером сети и номером узла.
 - Бесклассовая адресация используется в INTERNET и LAN.
- Прошлые технологии - **Классовая IP адресация**
 - **Значение первого октета** определяет границу между номером сети и номером узла.

IP адресация



- Узлы в сети могут непосредственно взаимодействовать только в том случае, если они принадлежат одной сети.

Классы адресов

Class A	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Class B	Network		Host	
Octet	1	2	3	4

Class C	Network			Host
Octet	1	2	3	4

Class D	Host			
Octet	1	2	3	4

Классы адресов

	1-й октет	2-й октет	3-й октет	4-й октет
Класс А	Сеть	Узел	Узел	Узел
Класс В	Сеть	Сеть	Узел	Узел
Класс С	Сеть	Сеть	Сеть	Узел

Класс А

Стандартная маска: 255.0.0.0 (/8)

Первый октет 0 – 127

Сеть

Узел

Узел

Узел

8 bits

8 bits

8 bits

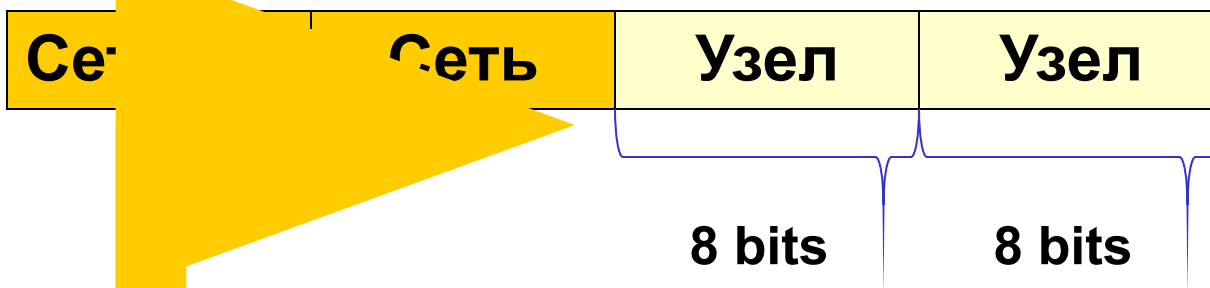
Число между 0
- 127

2^{24} - кол-во адресов для
узлов, т.е. 16,777,216 узлов!

Класс В

Стандартная маска: 255.255.0.0 (/16)

Первый октет - значение между 128 – 191



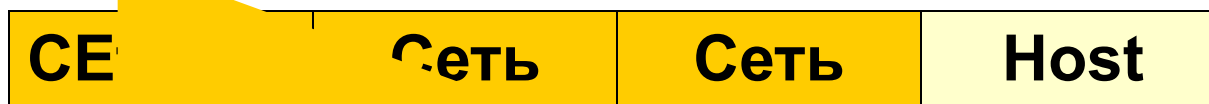
Число между
128 - 191

2^{16} - кол-во адресов для
узлов, т.е. 65 536 узлов!

Класс С

Стандартная маска: 255.255.255.0 (/24)

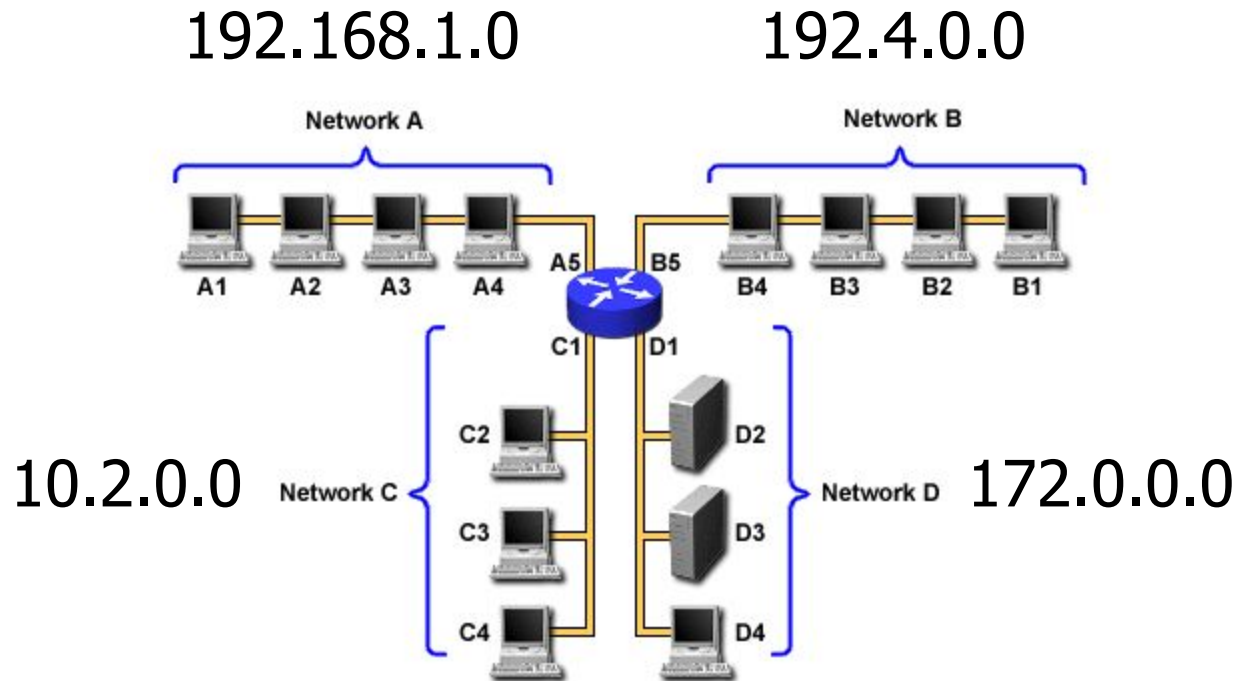
Первый октет - значения между 192 – 223



Число
между
192 - 223

2^8 - кол-во адресов для
узлов, т.е. 256 узлов!

IP адресация



- **Широковещательный адрес (Broadcast Address):**
 - Используется для передачи данных всем сетевым устройствам
 - **В номере узла содержатся ВСЕ ЕДИНИЦЫ**
 - Все устройства обрабатывают этот адрес
 - Широковещательные адреса не используются для идентификации сетевых устройств.

Маски подсети - двоичный вид

	1-й октет	2-й октет	3-й октет	4-й октет
172.0.0.0	Сеть	Узел	Узел	Узел
Маска подсети	11111111	00000000	00000000	00000000
192.4.0.0	Сеть	Сеть	Узел	Узел
Маска подсети	11111111	11111111	00000000	00000000
192.168.1.0	Сеть	Сеть	Узел	Узел
Маска подсети	11111111	11111111	11111111	00000000

■ “1” означает, что соответствующий бит IP адреса принадлежит номеру сети.

■ “0” означает, что соответствующий бит IP адреса принадлежит номеру узла.

Маска подсети - десятичный вид

1-й октет 2-й октет 3-й октет 4-й октет

172.0.0.0

Сеть	Узел	Узел	Узел
255	0	0	0

Маска подсети:
255.0.0.0 или /8

192.4.0.0

Сеть	Сеть	Узел	Узел
255	255	0	0

Маска подсети:
255.255.0.0 или /16

192.168.1.0

Сеть	Сеть	Сеть	Узел
255	255	255	0

Маска подсети:
255.255.255.0 или /24

—Номера сети в адресной части узла содержат все нули.

Маска подсети!

- Укажите номер сети:

<u>Адрес сети</u>	<u>Маска подсети</u>
172.0.0.0	255.0.0.0
172.16.0.0	255.255.0.0
192.168.1.0	255.255.255.0
192.168.0.0	255.255.0.0
192.168.0.0	255.255.255.0
10.1.1.0	/24
10.2.0.0	/16
10.0.0.0	/16

Маска подсети!

- Укажите номер сети:

<u>Адрес сети</u>	<u>Маска подсети</u>	<u>Широковещательный адрес</u>
172.0.0.0	255.0.0.0	
172.16.0.0	255.255.0.0	
192.168.1.0	255.255.255.0	
192.168.0.0	255.255.0.0	
192.168.0.0	255.255.255.0	
10.1.1.0	/24	
10.2.0.0	/16	
10.0.0.0	/16	

Маска подсети!

- Укажите номер сети:

<u>Адрес сети</u>	<u>Маска подсети</u>	<u>Широковещательный адрес</u>
172.0.0.0	255.0.0.0	172.255.255.255
172.16.0.0	255.255.0.0	172.16.255.255
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.255
192.168.0.0	255.255.0.0	192.168.255.255
192.168.0.0	255.255.255.0	192.168.0.255
10.1.1.0	/24	10.1.1.255
10.2.0.0	/16	10.2.255.255
10.0.0.0	/16	10.0.255.255

Маска подсети

- Преобразовать в двоичный вид:

172.0.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

255.0.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

172.255.255.255 _____ . _____ . _____ . _____

172.16.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

255.255.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

172.16.255.255 _____ . _____ . _____ . _____

Маска подсети

- Ответ :

```
172.0.0.0      10101100.00000000.00000000.00000000
255.0.0.0      11111111.00000000.00000000.00000000
172.255.255.255 10101100.11111111.11111111.11111111
```

```
172.16.0.0      10101100.00010000.00000000.00000000
255.255.0.0      11111111.11111111.00000000.00000000
172.16.255.255 10101100.00010000.11111111.11111111
```

Маска подсети!

- Преобразовать в двоичный вид:

192.168.1.0 _____ . _____ . _____ . _____

255.255.255.0 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.1.255 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

255.255.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.255.255 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.0.0 _____ . _____ . _____ . _____

255.255.255.0 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.0.255 _____ . _____ . _____ . _____

Маска подсети

- Ответ:

192.168.1.0	11000000.10101000.00000001.00000000
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
192.168.1.255	11000000.10101000.00000001.11111111

192.168.0.0	11000000.10101000.00000000.00000000
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000
192.168.255.255	11000000.10101000.11111111.11111111

192.168.0.0	11000000.10101000.00000000.00000000
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000
192.168.0.255	11000000.10101000.00000000.11111111

Маска подсети

- Преобразовать в двоичный вид:

10.1.1.0 _____ . _____ . _____ . _____
/24 _____ . _____ . _____ . _____
10.1.1.255 _____ . _____ . _____ . _____

10.2.0.0 _____ . _____ . _____ . _____
/16 _____ . _____ . _____ . _____
10.2.255.255 _____ . _____ . _____ . _____

10.0.0.0 _____ . _____ . _____ . _____
/16 _____ . _____ . _____ . _____
10.0.255.255 _____ . _____ . _____ . _____

Маска подсети

- Ответ

10.1.1.0 00001010.00000001.00000001.00000000

/24 11111111.11111111.11111111.00000000

10.1.1.255 00001010.00000001.00000001.11111111

10.2.0.0 00001010.00000010.00000000.00000000

/16 11111111.11111111.00000000.00000000

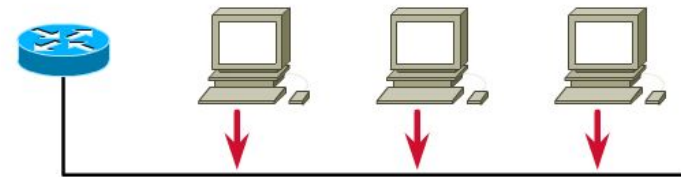
10.2.255.255 00001010.00000010.11111111.11111111

10.0.0.0 00001010.00000000.00000000.00000000

/16 11111111.11111111.00000000.00000000

10.0.255.255 00001010.00000000.11111111.11111111

Адресация узлов



Дан адрес **172.16.0.0** с маской подсети **255.255.0.0**:

Сеть	Сеть	Узел	Узел
172	16	0	0

Один адрес сети, **65,534** узлов, **один** широковещательный адрес.

172	16	0	0
-----	----	---	---

← Один сетевой
адрес

172	16	0	1
172	16	Etc.	Etc.
172	16	255	254

} **65,534**
адресов
узлов
 $2^{16} - 2$

172	16	255	255
-----	----	-----	-----

Один
широковещательный
адрес

Области адресов узлов

<u>Адрес сети</u>	<u>Маска подсети</u>	<u>Широковещательный адрес</u>
-------------------	----------------------	--------------------------------

172.0.0.0	255.0.0.0	172.255.255.255
-----------	-----------	-----------------

адреса узлов - с 172.0.0.1 по 172.255.255.254

172.16.0.0	255.255.0.0	172.16.255.255
------------	-------------	----------------

адреса узлов - с 172.16.0.1 по 172.16.255.254

192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.255
-------------	---------------	---------------

адреса узлов - с 192.168.1.1 по 192.168.1.254

192.168.0.0	255.255.0.0	192.168.255.255
-------------	-------------	-----------------

адреса узлов - с 192.168.0.1 по 192.168.255.254

192.168.0.0	255.255.255.0	192.168.0.255
-------------	---------------	---------------

адреса узлов - с 192.168.0.1 по 192.168.0.254

Область адресов узлов

- Адреса узлов в двоичном виде

```
172.0.0.0 (net) 10101100.00000000.00000000.00000000
255.0.0.0 (SM) 11111111.00000000.00000000.00000000
172.0.0.1      _____ . _____ . _____ . _____
172.255.255.254 _____ . _____ . _____ . _____
172.255.255.255 10101100.11111111.11111111.11111111
(broadcast)
```

```
172.16.0.0 (net) 10101100.00010000.00000000.00000000
255.255.0.0 (SM) 11111111.11111111.00000000.00000000
172.16.0.1      _____ . _____ . _____ . _____
172.16.255.254  _____ . _____ . _____ . _____
172.16.255.255 10101100.00010000.11111111.11111111
(broadcast)
```


Область адресов узлов

- Ответ:

```
172.0.0.0 (net) 10101100.00000000.00000000.00000000
255.0.0.0 (SM) 11111111.00000000.00000000.00000000
172.0.0.1      10101100.00000000.00000000.00000001
172.255.255.254 10101100.11111111.11111111.11111110
172.255.255.255 10101100.11111111.11111111.11111111
(broadcast)
```

```
172.16.0.0 (net) 10101100.00010000.00000000.00000000
255.255.0.0 (SM) 11111111.11111111.00000000.00000000
172.16.0.1      10101100.00010000.00000000.00000001
172.16.255.254 10101100.00010000.11111111.11111110
172.16.255.255 10101100.00010000.11111111.11111111
(broadcast)
```

Оласть адресов узлов

- Адреса узлов в двоичном виде

192.168.1.0 (net) 11000000.10101000.00000001.00000000

255.255.255.0 (SM) 11111111.11111111.11111111.00000000

192.168.1.1 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.1.254 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.1.255 11000000.10101000.00000001.11111111

(broadcast)

192.168.0.0 (net) 11000000.10101000.00000000.00000000

255.255.0.0 (SM) 11111111.11111111.00000000.00000000

192.168.0.1 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.255.254 _____ . _____ . _____ . _____

192.168.255.255 11000000.10101000.11111111.11111111

(broadcast)

Область адресов узлов

- Ответ:

```
192.168.1.0 (net) 11000000.10101000.00000001.00000000
255.255.255.0 (SM) 11111111.11111111.11111111.00000000
192.168.1.1      11000000.10101000.00000001.00000001
192.168.1.254    11000000.10101000.00000001.11111110
192.168.1.255    11000000.10101000.00000001.11111111
(broadcast)
```

```
192.168.0.0 (net) 11000000.10101000.00000000.00000000
255.255.0.0 (SM) 11111111.11111111.00000000.00000000
192.168.0.1      11000000.10101000.00000000.00000001
192.168.255.254 11000000.10101000.11111111.11111110
192.168.255.255 11000000.10101000.11111111.11111111
(broadcast)
```

Маски подсети: Нестандартные

172.1.16.0 10101100.00000001.00010000.00000000

255.255.240.0 11111111.11111111.11110000.00000000

172.1.16.1 10101100.00000001.00010000.00000001

...

172.1.31.254 10101100.00000001.00011111.11111110

172.1.31.255 10101100.00000001.00011111.11111111

(broadcast)

Кол-во узлов: $2^{12} - 2 = 4,096 - 2 = 4,094$ узлов

Маски подсети: Нестандартные

192.168.1.0 11000000.10101000.00000001.00000000
255.255.255.224 11111111.11111111.11111111.11100000

192.168.1.1 11000000.10101000.00000001.00000001

...

192.168.1.30
11000000.10101000.00000001.00011110

192.168.1.31
11000000.10101000.00000001.00011111

(broadcast)

Кол-во узлов: $2^5 - 2 = 32 - 2 = 30$ узлов

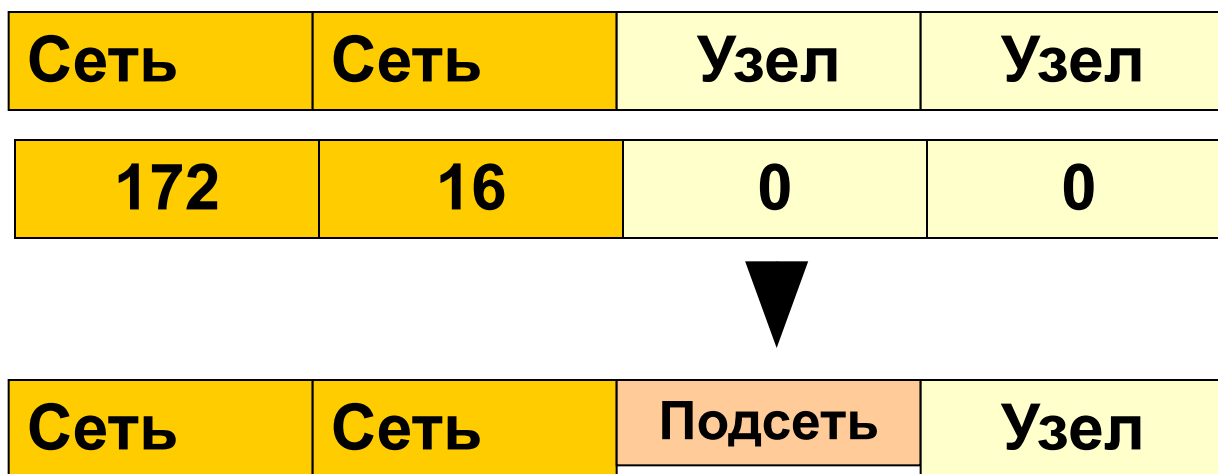
Почему подсети?

Подсети и маски подсетей



Маски подсетей разбивают сеть на меньшие части.

Что означает механизм использования подсетей?



- Чтобы создать подсеть, сетевой администратор заимствует биты из поля адресов узлов исходного адреса всей сети и назначает их в качестве адреса подсети.

Пример подсети

Адрес сети **172.16.0.0**

Стандартная маска подсети **255.255.0.0** или /16

Маска подсети:
255.255.0.0 или /16

Сеть	Сеть	Узел	Узел
11111111	11111111	00000000	00000000

Маска подсети:
255.255.255.0 или /24

Сеть	Сеть	подсеть	Узел
11111111	11111111	11111111	00000000

Пример подсети

Адрес сети **172.16.0.0/16**

Используемая маска подсети **255.255.255.0** или **/24**

Сеть	Сеть	подсеть	Узел
------	------	---------	------

172	16	0	0
172	16	1	0
172	16	2	0
172	16	3	0
172	16	И т.д.	0
172	16	254	0

**Адреса
подсетей**

**255
подсетей
 $2^8 - 1$**

172	16	255	255
-----	----	-----	-----

**Широковещательный
адрес**

Использование подсетей: маска 255.255.255.0

<u>Сеть</u>	<u>Первый узел</u>	<u>Последний узел</u>	<u>Broadcast</u>
172.16.0.0	172.16.0.1	172.16.0.254	172.16.0.255
172.16.1.0	172.16.1.1	172.16.1.254	172.16.1.255
172.16.2.0	172.16.2.1	172.16.2.254	172.16.2.255
172.16.3.0	172.16.3.1	172.16.3.254	172.16.3.255
172.16.4.0	172.16.4.1	172.16.4.254	172.16.4.255
172.16.5.0	172.16.5.1	172.16.5.254	172.16.5.255
172.16.6.0	172.16.6.1	172.16.6.254	172.16.6.255
172.16.7.0	172.16.7.1	172.16.7.254	172.16.7.255
...			
172.16.254.0	172.16.254.1	172.16.254.254	172.16.15.255
172.16.255.0	172.16.255.1	172.16.255.254	172.16.255.255

Подсети:

<u>Сеть</u>	<u>Первый узел</u>	<u>Последний узел</u>	<u>Broadcast</u>
172.16.0.0	172.16.0.1	172.16.0.254	172.16.0.255
172.16.255.0	172.16.255.1	172.16.255.254	172.16.255.255

Основной адрес сети: 172.16.0.0

Основная маска подсети: 255.255.0.0

Основной Broadcast Address: 172.16.255.255

Маска подсети: 255.255.255.0

Первая подсеть:

Адрес подсети: 172.16.0.0

Broadcast Address подсети: 172.16.0.255

Последняя подсеть (обычно не используется) :

Адрес подсети: 172.16.255.0

Broadcast Address подсети: 172.16.255.255

Бесклассовая адресация

Классовая IP-адресация

Class A	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Class B	Network		Host	
Octet	1	2	3	4

Class C	Network			Host
Octet	1	2	3	4

Class D	Host			
Octet	1	2	3	4

Классовая IP-адресация

Class A	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Class B	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Class C	Network	Host		
Octet	1	2	3	4

Class D	Host			
Octet	1	2	3	4

Address Class	First Octet Range	Number of Possible Networks	Number of Hosts per Network
Class A	0 to 127	128 (2 are reserved)	16,777,214
Class B	128 to 191	16,348	65,534
Class C	192 to 223	2,097,152	254

- При получении IP-адреса этот адрес ассоциировался с **классом А, В, или С**.
- Этот класс определялся по стандартной маске подсети..
- Этот способ адресации называется классовой IP-адресацией.
- **Первый октет** адреса определял, к какому классу адресации принадлежит сеть и какие биты указывают на номер сети и номер узла.
- До 1985 не использовались маски подсетей.
- В 1985 (RFC 950) были введены маски подсетей, чтобы разделять сети классов А, В и С на меньшие сегменты.

Классовая адресация: *Класс определяется стандартной маской подсети*

194.168.1.3 Class **C** Стандартная_маска: **255.255.255.0**

Сеть: ~~194.168.1.0~~

1.12.100.31 Class **A** Стандартная_маска: : **255.0.0.0**

Сеть: **1.0.0.0**

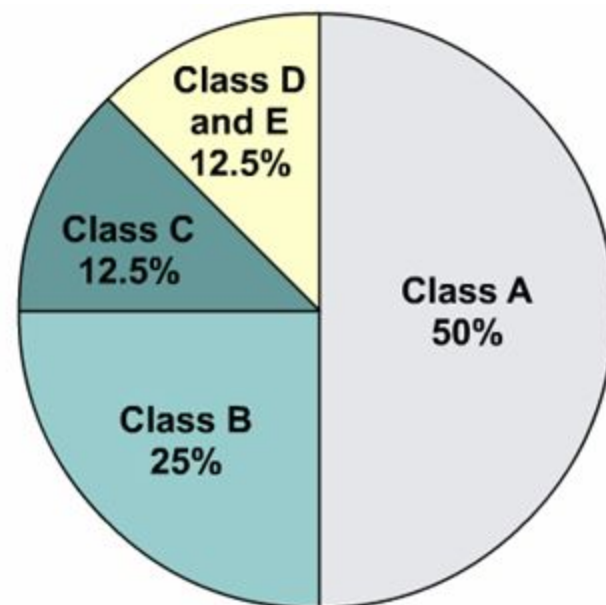
150.30.77.5 Class **B** Стандартная_маска:: **255.255.0.0**

Сеть: **150.30.0.0**



Кризис классовой адресации и бесклассовая адресация

- Кризис IP-адресации
 - Ограниченность адресного пространства
 - «Взрывное» увеличение размера таблиц маршрутизации
- В 1985 (RFC 950) маски подсети:
 - Позволили организациям создавать собственные отдельные сети, не обращаясь за новыми официальными адресами.
- В 1992 рабочая группа IETF ввела бесклассовую междоменную адресацию **CIDR (Classless Interdomain Routing)**, в которой не используется термин класса адреса.
 - Этот способ называется бесклассовой IP-адресацией (**Classless IP Addressing**).
- При бесклассовой адресации провайдер предоставляет адрес сети (**network address**) и главную маску (**major network mask**).



Бесклассовая адресация: Провайдер определяет маску

Бесклассовая адресация

- Значение первого октета не принимается во внимание.
- При бесклассовой адресации провайдер предоставляет главную маску сети.

194.168.1.3

~~Class C~~ → Главная_маска: : **255.0.0.0**

Сеть: **194.0.0.0**

1.12.100.31

~~Class A~~ → Главная_маска **255.255.0.0**

Сеть : **1.12.0.0**

172.30.77.5

Class **B** → Главная_маска : **255.255.255.0**

Сеть: ~~172.30.77.0~~ →

Подсети

Классовая адресация

194.168.1.3

Class **C**

Стандартная маска: **255.255.255.0**

Сеть: **194.168.1.0**

Бесклассовая адресация

194.168.1.3

~~Class **C**~~

Главная маска : **255.0.0.0**

Сеть: **194.0.0.0**

Перспективное решение: IPv6

- IPv6 или IPng (IP – the Next Generation) использует для указания адреса 128 бит, т.е. можно адресовать

340 282 366 920 938 463 463 374 607 431 768 211
456

ВОЗМОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ.

- IPv6 внедряется на практике очень медленно.
- IPv6 требует создания нового программного обеспечения и переобучения персонала.
- IPv6 будет параллельно существовать с IPv4 многие годы.

Расширение IP-адресации (IPv4)

- Введение частных адресов - RFC 1918
- Применение NAT/PAT (Network Address Translation / Port Address Translation) – RFC
- Применение CIDR – RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- Использование масок подсети переменной длины (VLSM - Variable Length Subnet Mask) – RFC 1009

Частные IP-адреса (RFC 1918)

Class	RFC 1918 Internal Address Range	CIDR Prefix
A	10.0.0.0 to 10.255.255.255	10.0.0.0/8
B	172.16.0.0 to 172.31.255.255	172.16.0.0/12
C	192.168.0.0 to 192.168.255.255	192.168.0.0/16

Частные адреса могут быть использованы для адресации последовательных интерфейсов «точка-точка» без потери реальных адресов

- Эти частные адреса могут быть использованы вместо открытых (официальных) адресов для:
 - Внутренних сетей (internal network)
 - Тестовых лабораторий (test lab)
 - Домашних сетей
- Это позволяет администратору использовать большее адресное пространство, не обращаясь за дополнительными адресами к провайдеру услуг.

Расширение IP-адресации (IPv4)

- Введение частных адресов - RFC 1918
- Применение CIDR – RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- Использование масок подсети переменной длины (VLSM - Variable Length Subnet Mask) – RFC 1009

Расширение IP-адресации (IPv4)

- Введение частных адресов - RFC 1918
- Применение CIDR – RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- Использование масок подсети переменной длины (VLSM – Variable Length Subnet Mask) – RFC 1009

Применение CIDR

- Позволило заменить адресацию на основе классов более гибкой и требующей меньше ресурсов бесклассовой схемой.
- Обеспечило создание так называемых суперсетей (**Supernetting**) за счет обобщения маршрутов
- Дало возможность существенно сократить размеры таблиц маршрутизации.
- Обобщенные маршруты не изменяются, когда интерфейс находится в состоянии флэппинга (Flapping), т.е. интерфейс то работает, то не работает).

Без CIDR

маршрутизатор
должен
поддерживать в
таблице записи
для каждой сети
класса В.

Network Number	First Octet	Second Octet	Third Octet	Fourth Octet
172.24.0.0/16	10101100	00011000	00000000	00000000
172.25.0.0/16	10101100	00011001	00000000	00000000
172.26.0.0/16	10101100	00011010	00000000	00000000
172.27.0.0/16	10101100	00011011	00000000	00000000
172.28.0.0/16	10101100	00011100	00000000	00000000
172.29.0.0/16	10101100	00011101	00000000	00000000
172.30.0.0/16	10101100	00011110	00000000	00000000
172.31.0.0/16	10101100	00011111	00000000	00000000

CIDR позволяет
маршрутизатору
обобщать эти
маршруты,
используя
единственный
адрес сети,
указывая 13-
битовый префикс
:

172.24.0.0
/13

Шаги:

- 1. Подсчитать кол-во совпадающих битов: **/13 (255.248.0.0)**
- 2. Добавить нули справа от совпавших битов:

172.24.0.0 = 10101100 00011000 00000000 00000000

Network Number	First Octet	Second Octet	Third Octet	Fourth Octet
172.24.0.0/16	10101100	00011000	00000000	00000000
172.25.0.0/16	10101100	00011001	00000000	00000000
172.26.0.0/16	10101100	00011010	00000000	00000000
172.27.0.0/16	10101100	00011011	00000000	00000000
172.28.0.0/16	10101100	00011100	00000000	00000000
172.29.0.0/16	10101100	00011101	00000000	00000000
172.30.0.0/16	10101100	00011110	00000000	00000000
172.31.0.0/16	10101100	00011111	00000000	00000000

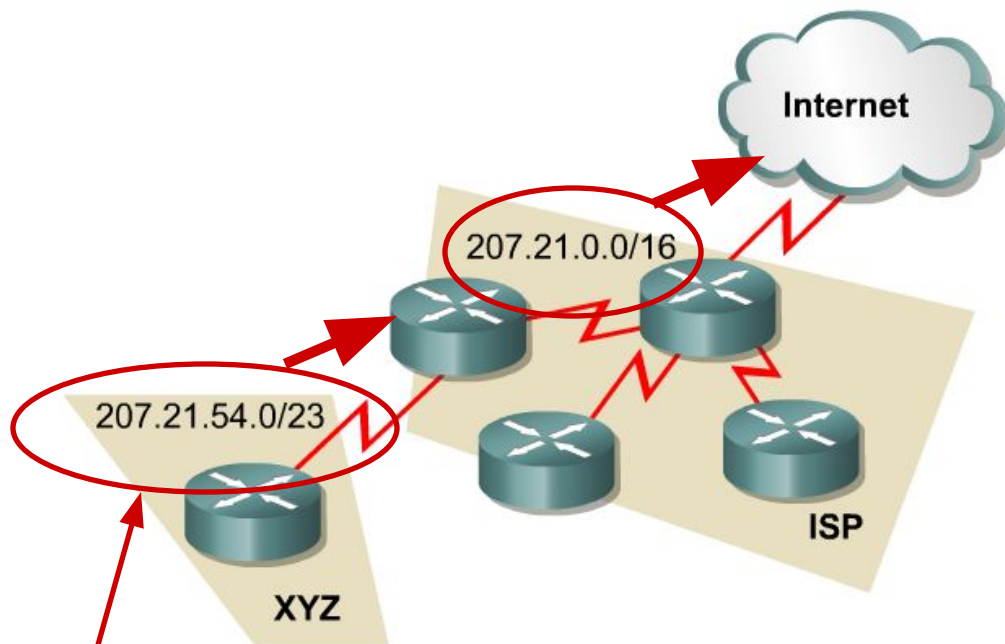
Пример создания суперсети

- Компании XYZ необходимо адресовать 400 узлов.
- Провайдер выделил ей два адреса класса C:
 - 207.21.54.0/24
 - 207.21.55.0/24
- Компания XYZ может использовать префикс (207.21.54.0 /23) для обобщения этих сетей (можно адресовать до 510 узлов).
- **207.21.54.0 /23 ----- □ СУПЕРСЕТЬ**
 - 207.21.54.0/24
 - 207.21.55.0/24

Network Number	First Octet	Second Octet	Third Octet	Fourth Octet
207.21.54.0	11001111	00010101	00110110	00000000
207.21.55.0	11001111	00010101	00110111	00000000

Общие 23 бита

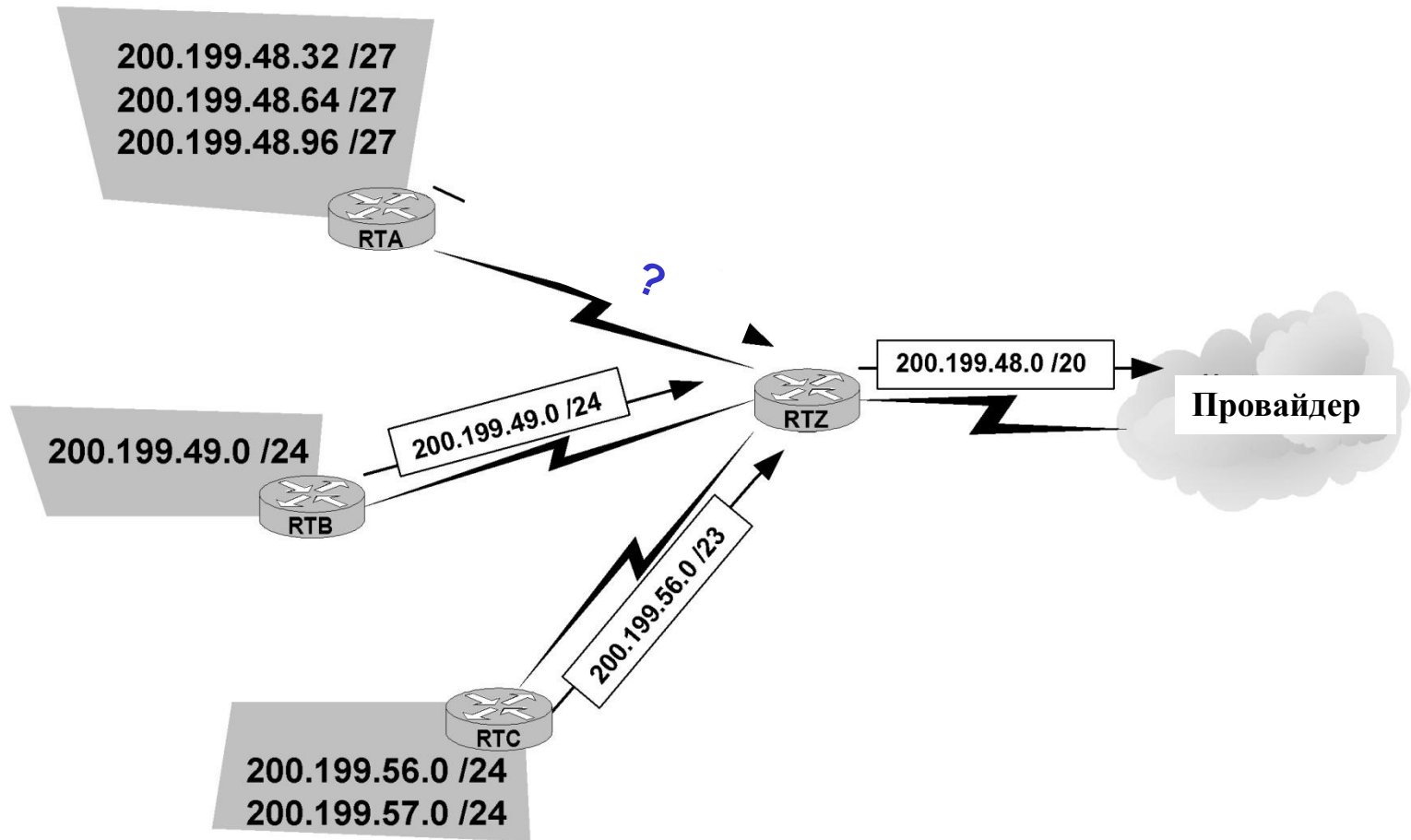
Пример создания суперсети



- В этом случае сеть компании XYZ и сети пользователей провайдера объявляются маршрутизаторами в виде одной суперсети в Интернете.

Network Number	First Octet	Second Octet	Third Octet	Fourth Octet
207.21.54.0	11001111	00010101	00110110	00000000
207.21.55.0	11001111	00010101	00110111	00000000

CIDR и провайдер



Другой пример обобщения сетей.

200.199.48.32 /27
200.199.48.64 /27
200.199.48.96 /27



**Обобщение от сетей
пользователя до сети
провайдера.**

200.199.49.0 /24



200.199.49.0 /24

200.199.56.0 /23



200.199.56.0 /24
200.199.57.0 /24



200.199.48.0 /20

Upstream
Provider

1. Подсчитать число совпавших битов
2. Добавить нули справа от совпавших битов

200.199.48.32/27	11001000	11000111	00110000	00100000
200.199.48.64/27	11001000	11000111	00110000	01000000
200.199.48.96/27	11001000	11000111	00110000	01100000

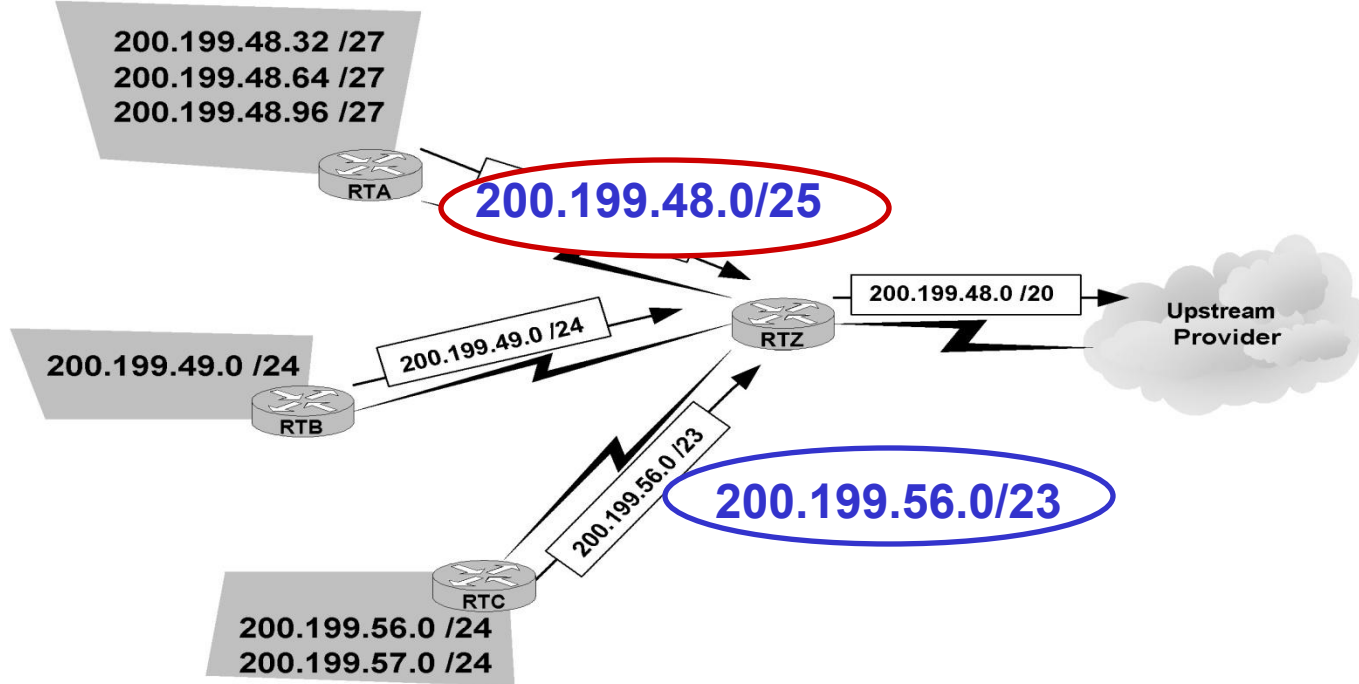
?

?

200.199.56.0/24	11001000	11000111	00111000	00000000
200.199.57.0/24	11001000	11000111	00111001	00000000

?

?



200.199.48.32/27	11001000 11000111 00110000 0 0 1000000
200.199.48.64/27	11001000 11000111 00110000 0 1 0000000
200.199.48.96/27	11001000 11000111 00110000 0 1 1000000
200.199.48.0/25	11001000 11000111 00110000 0 0 0000000

200.199.56.0/24	11001000 11000111 0011100 0 0 00000000
200.199.57.0/24	11001000 11000111 0011100 1 0 00000000
200.199.56.0/23	11001000 11000111 0011100 0 0 00000000

200.199.48.32 /27
200.199.48.64 /27
200.199.48.96 /27

200.199.48.0/25



200.199.48.0 /24

200.199.49.0 /24



200.199.49.0 /24

200.199.56.0/23



200.199.56.0 /23

200.199.56.0 /24
200.199.57.0 /24



200.199.48.0 /20

Upstream
Provider

200.199.48.0/25

11001000 11000111 0011 0000 00000000

200.199.49.0/25

11001000 11000111 0011 0001 00000000

200.199.56.0/23

11001000 11000111 0011 1000 00000000

200.199.48.0/20

11001000 11000111 0011 0000 00000000

Общие 20 битов

Ограничения CIDR

- CIDR требует бесклассовых протоколов динамической маршрутизации.
- Протоколы динамической маршрутизации должны передавать ***адрес сети и маску*** (длину префикса).

Classful Routing Protocols	Classless Routing Protocols
RIP version 1	RIP version 2
IGRP	EIGRP
EGP	OSPF
BGP3	IS-IS
	BGP4

Расширение IP-адресации (IPv4)

- Введение частных адресов - RFC 1918
- Применение NAT/PAT (Network Address Translation / Port Address Translation) – RFC
- Применение CIDR – RFCs 1517, 1518, 1519, 1520
- Использование масок подсети переменной длины (VLSM - Variable Length Subnet Mask) – RFC 1009

Маска переменной длины (VLSM)

- В 1987 в документе RFC 1009 было указано, как в подсети можно использовать несколько масок подсетей.
- **VLSM = *разделение подсети на подсети***

10.0.0.0/8

Подсети

10.0.0.0/16

10.1.0.0/16

10.2.0.0/16

10.2.0.0/24

10.2.1.0/24

10.2.2.0/24

далее

10.2.255.0/24

10.3.0.0/16

далее

10.255.0.0/16

VLSM – Простой пример

	1-й октет	2-й октет	3-й октет	4-й октет
10.0.0.0/8	10	Узел	Узел	Узел
		↓		
10.0.0.0/16	10	Подсеть	Узел	Узел
10.0.0.0/16	10	0	Узел	Узел
10.1.0.0/16	10	1	Узел	Узел
10.2.0.0/16	10	2	Узел	Узел
10.n.0.0/16	10	...	Узел	Узел
10.255.0.0/16	10	255	Узел	Узел

- Разделение подсети с префиксом /8, используя маску дает 256 подсетей с 65536 узлами в каждой.
- Разделим далее подсеть 10.2.0.0/16 на подсети ...

VLSM – Простой пример

	Сеть	Подсеть	Узел	Узел
10.2.0.0/16	10	2	Узел	Узел
			↓	
10.2.0.0/24	10	2	Подсеть	Узел
10.2.0.0/24	10	2	0	Узел
10.2.1.0/24	10	2	1	Узел
10.2.n.0/24	10	2	...	Узел
10.2.255.0/24	10	2	255	Узел

- Примечание: подсеть 10.2.0.0/16 сейчас является суперсетью, обобщающей все подсети 10.2.0.0/24.

VLSM – Простой пример

10.0.0.0/8 “разделение на подсети, используя префикс /16”

<u>Подсеть</u>	<u>1-й узел</u>	<u>Последний узел</u>	<u>Широковещательный</u>
10.0.0.0/16	10.0.0.1	10.0.255.254	10.0.255.255
10.1.0.0/16	10.1.0.1	10.1.255.254	10.1.255.255

10.2.0.0/16 “разделение подсети на подсети, используя префикс /24”

<u>Подсеть</u>	<u>1-й узел</u>	<u>Последний узел</u>	<u>Широковещательный</u>
–10.2.0.0/24	10.2.0.1	10.2.0.254	10.2.0.255
–10.2.1.0/24	10.2.1.1	10.2.1.254	10.2.1.255
–10.2.2.0/24	10.2.2.1	10.2.2.254	10.2.2.255
– <i>и так далее</i>			
–10.2.255.0/24	10.2.255.1	10.2.255.254	10.2.255.255

10.3.0.0/16 10.3.0.1 10.3.255.254 10.3.255.255

и так далее

10.255.0.0/16 10.255.0.1 10.255.255.254 10.255.255.255

VLSM – Простой пример

10.0.0.0/8

подсети

10.0.0.0/16

10.1.0.0/16

10.2.0.0/16

10.2.0.0/24

10.2.1.0/24

10.2.2.0/24

и т.д.

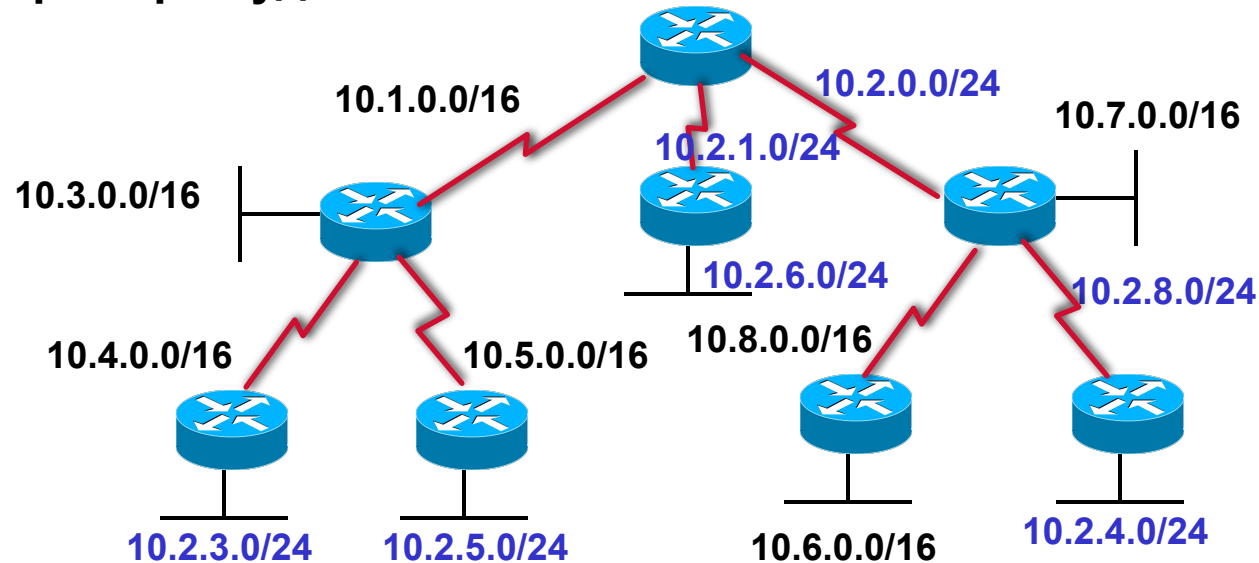
10.2.255.0/24

10.3.0.0/16

и т.д.

10.255.0.0/16

Пример неудачного использования VLSM.

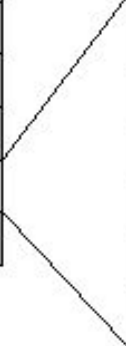


- Эта сеть может иметь 255 /16 подсетей с 65534 узлами в каждой И 256 /24 подсетей с 254 узлами в каждой.
- Все, что необходимо для работы сети, - это бесклассовый протокол маршрутизации, передающий маску подсети и адрес сети.
- Бесклассовые протоколы: RIPv2, EIGRP, OSPF, IS-IS, BGPv4

Другой пример VLSM, использующий подсети /30

Сеть 207.21.24.0/24 разделяется на восемь подсетей /27 (255.255.255.224)

Subnet 0	207.21.24.0 /27
Subnet 1	207.21.24.32 /27
Subnet 2	207.21.24.64 /27
Subnet 3	207.21.24.96 /27
Subnet 4	207.21.24.128 /27
Subnet 5	207.21.24.160 /27
Subnet 6	207.21.24.192 /27
Subnet 7	207.21.24.224 /27



Sub-subnet 0	207.21.24.192 /30
Sub-subnet 1	207.21.24.196 /30
Sub-subnet 2	207.21.24.200 /30
Sub-subnet 3	207.21.24.204 /30
Sub-subnet 4	207.21.24.208 /30
Sub-subnet 5	207.21.24.212 /30
Sub-subnet 6	207.21.24.216 /30
Sub-subnet 7	207.21.24.220 /30

Подсеть 207.21.24.192/27 разделяется на восемь подсетей /30 (255.255.255.252)

- Эта сеть имеет семь подсетей /27 с 30 узлами каждая *и* восемь подсетей /30 с 2 узлами в каждой .
- Подсети /30 – это рациональный подход к сетям с последовательными интерфейсами (2 IP-адреса).

Subnet 0	207.21.24.0 /27
Subnet 1	207.21.24.32 /27
Subnet 2	207.21.24.64 /27
Subnet 3	207.21.24.96 /27
Subnet 4	207.21.24.128 /27
Subnet 5	207.21.24.160 /27
Subnet 6	207.21.24.192 /27
Subnet 7	207.21.24.224 /27

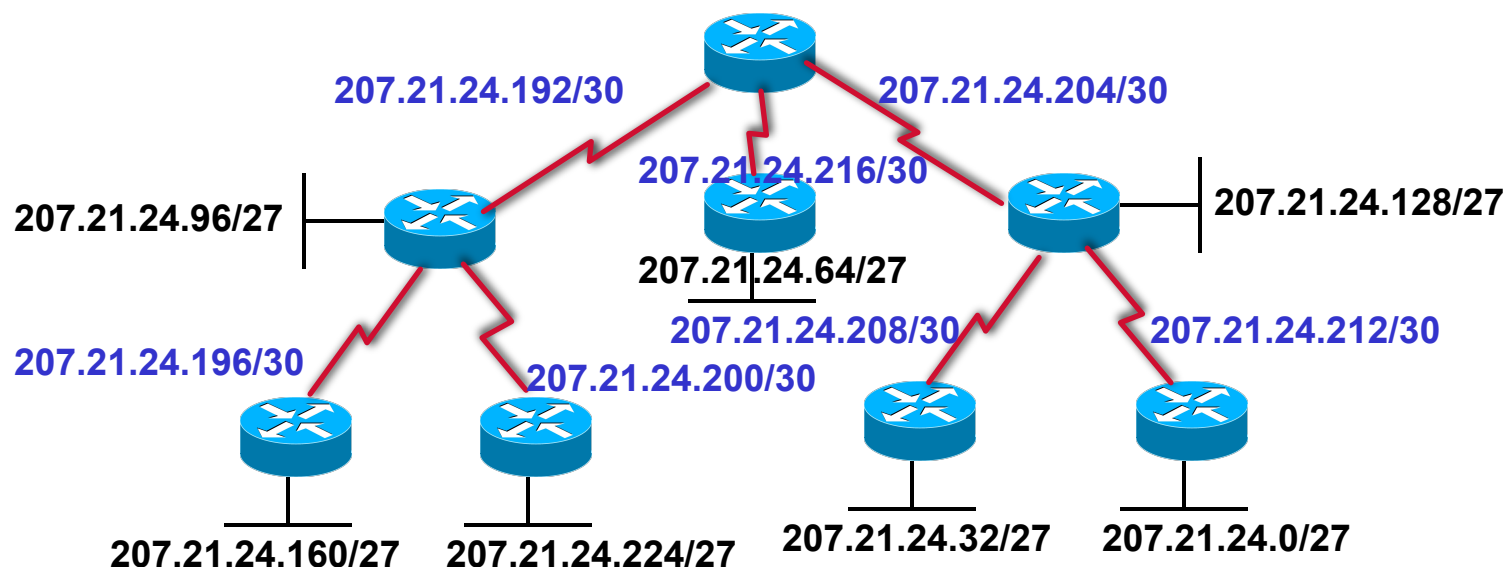
Sub-subnet 0	207.21.24.192 /30
Sub-subnet 1	207.21.24.196 /30
Sub-subnet 2	207.21.24.200 /30
Sub-subnet 3	207.21.24.204 /30
Sub-subnet 4	207.21.24.208 /30
Sub-subnet 5	207.21.24.212 /30
Sub-subnet 6	207.21.24.216 /30
Sub-subnet 7	207.21.24.220 /30

207.21.24.192/27 207.21.24. 11000000

			<u>/27</u>	<u>/30</u>	<u>Узлы</u>	<u>Bcast</u>	<u>2 узла</u>
0	207.21.24.192/30	207.21.24.	110	00000	01 10	11	.193 & .194
1	207.21.24.196/30	207.21.24.	110	00100	01 10	11	.197 & .198
2	207.21.24.200/30	207.21.24.	110	01000	01 10	11	.201 & .202
3	207.21.24.204/30	207.21.24.	110	01100	01 10	11	.205 & .206
4	207.21.24.208/30	207.21.24.	110	10000	01 10	11	.209 & .210
5	207.21.24.212/30	207.21.24.	110	10100	01 10	11	.213 & .214
6	207.21.24.216/30	207.21.24.	110	11000	01 10	11	.217 & .218
7	207.21.24.220/30	207.21.24.	110	11100	01 10	11	.221 & .222

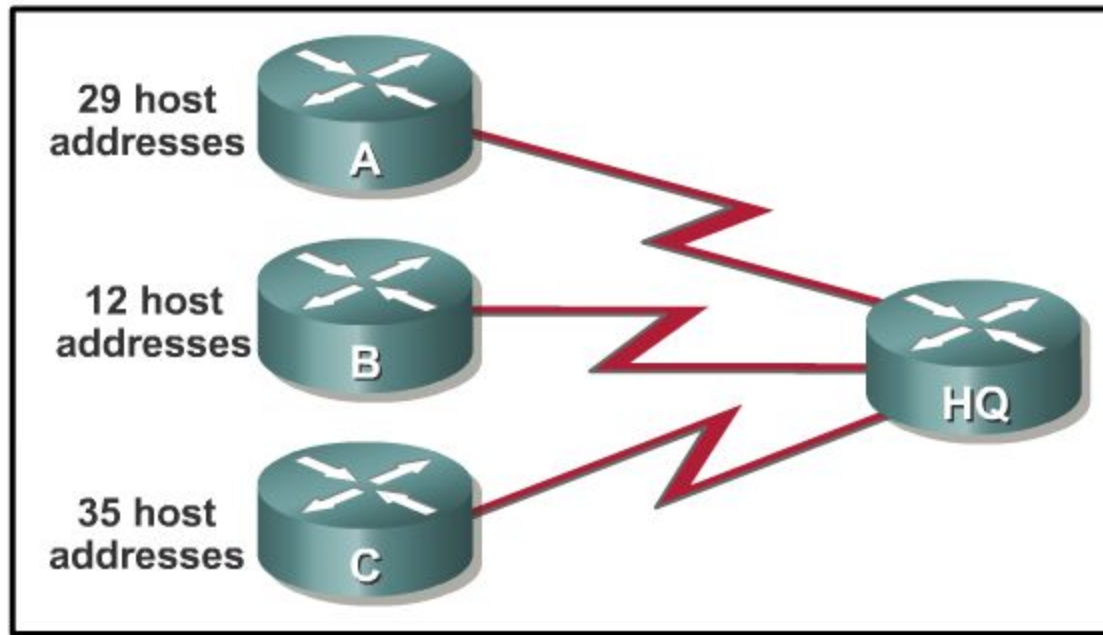
Subnet 0	207.21.24.0	/27
Subnet 1	207.21.24.32	/27
Subnet 2	207.21.24.64	/27
Subnet 3	207.21.24.96	/27
Subnet 4	207.21.24.128	/27
Subnet 5	207.21.24.160	/27
Subnet 6	207.21.24.192	/27
Subnet 7	207.21.24.224	/27

Sub-subnet 0	207.21.24.192	/30
Sub-subnet 1	207.21.24.196	/30
Sub-subnet 2	207.21.24.200	/30
Sub-subnet 3	207.21.24.204	/30
Sub-subnet 4	207.21.24.208	/30
Sub-subnet 5	207.21.24.212	/30
Sub-subnet 6	207.21.24.216	/30
Sub-subnet 7	207.21.24.220	/30



- Эта сеть имеет семь подсетей /27 с 30 узлами каждая И семь подсетей /30 с 2 узлами каждая.
- В подсетях /30 с 2 узлами в каждой рационально используются IP-адреса, присваиваемые в сетях с последовательными интерфейсами.

VLSM 1



Какую VLSM-маску следует использовать, чтобы наиболее эффективно распределить адреса под указанное количество узлов, подключенных к маршрутизатору B?

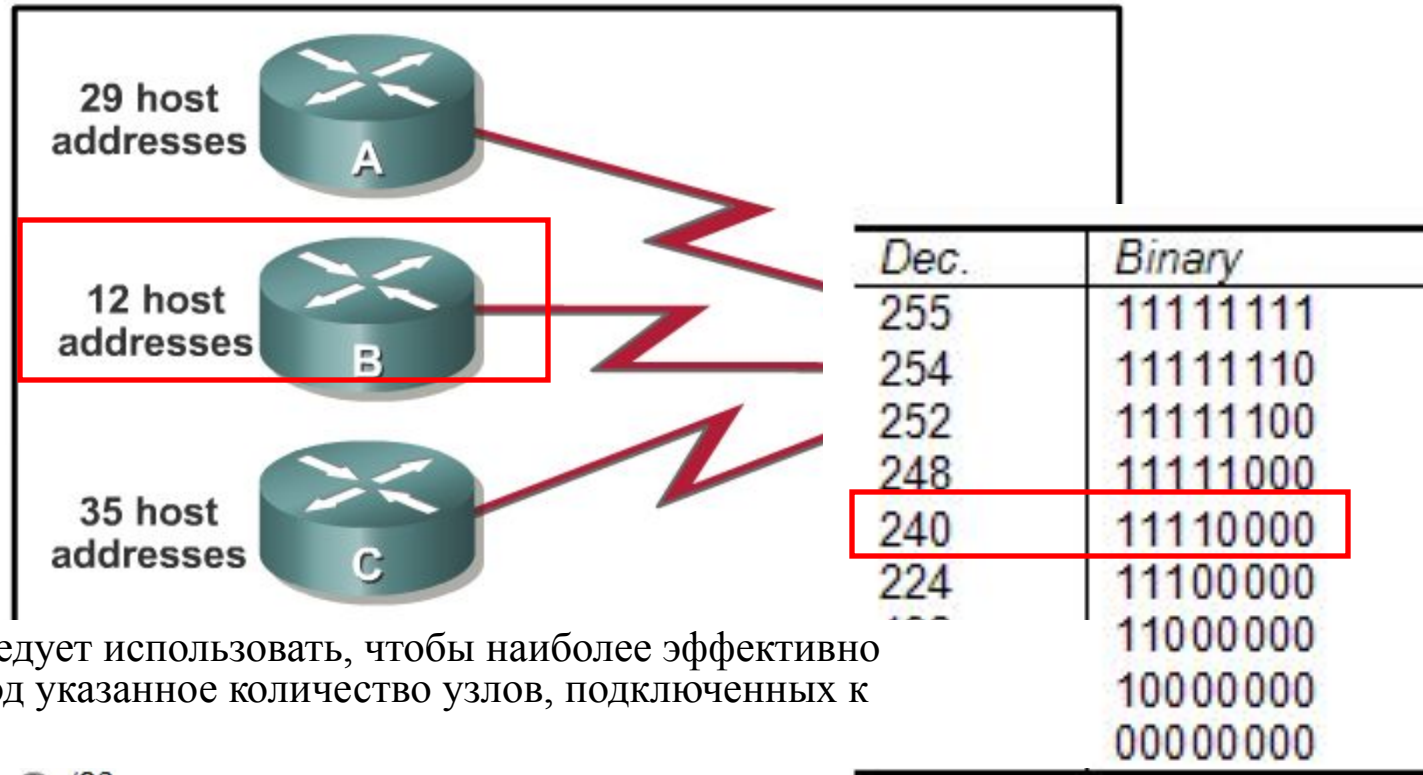
- ☐ /27
- ☐ /28
- ☐ /29
- ☐ /30

Количество маскируемых битов:

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1,024	512	256	128	64	32	16	8	4	2

Узлы или подсети

VLSM 1



Какую VLSM-маску следует использовать, чтобы наиболее эффективно распределить адреса под указанное количество узлов, подключенных к маршрутизатору В?

- ☐ /26
- ☐ /27
- ☒ /28
- ☐ /29
- ☐ /30

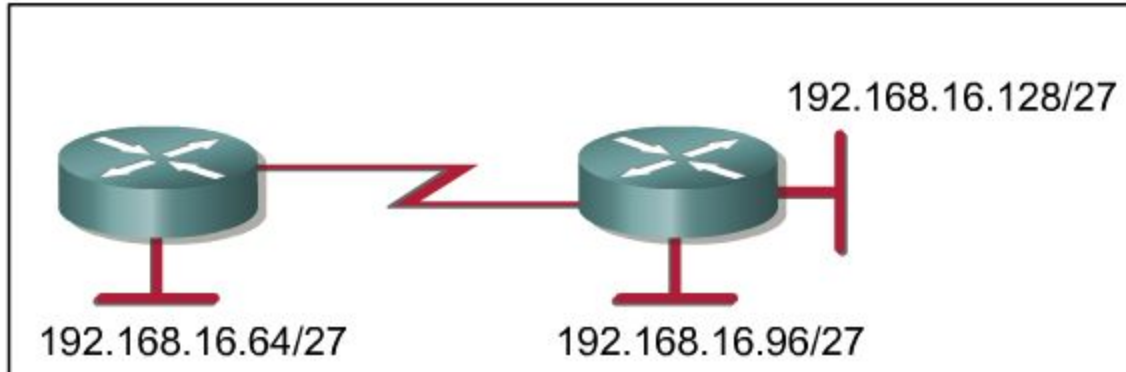
255.255.255.240 или /28

Количество маскируемых битов:

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1,024	512	256	128	64	32	16	8	4	2

Узлы или подсети

VLSM 2



Используя наиболее эффективную схему IP-адресации и VLSM, какой адрес может быть назначен на последовательном интерфейсе?

- ☐ 192.168.16.63/27
- ☐ 192.168.16.158/27
- ☐ 192.168.16.192/27
- ☒ 192.168.16.113/30
- ☐ 192.168.16.145/30
- ☐ 192.168.16.193/30

/30 – Дает 4 адреса, из которых 2 адреса можно использовать для последовательного интерфейса

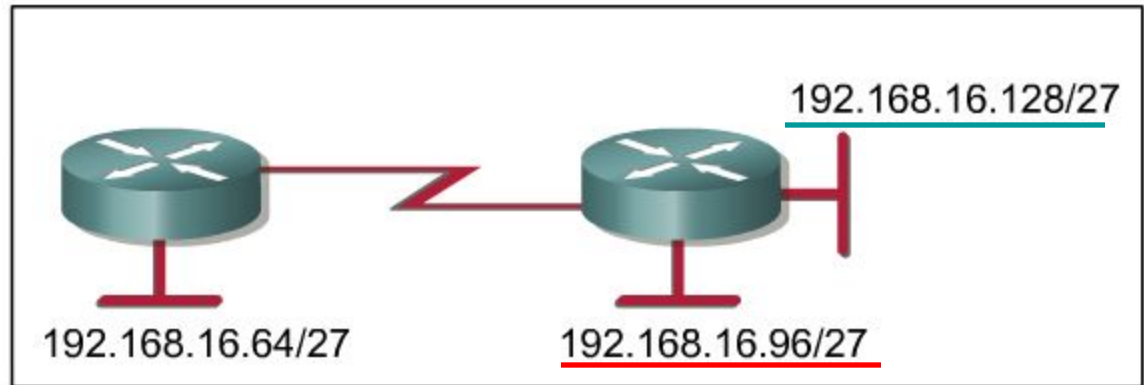
Количество маскируемых битов:

Количество маскируемых битов:									
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1,024	512	256	128	64	32	16	8	4	2

Узлы или подсети

VLSM 2 – Варианты подсетей /30

Найти адрес сети,
который не будет
конфликтовать с ...



Существующие
сети

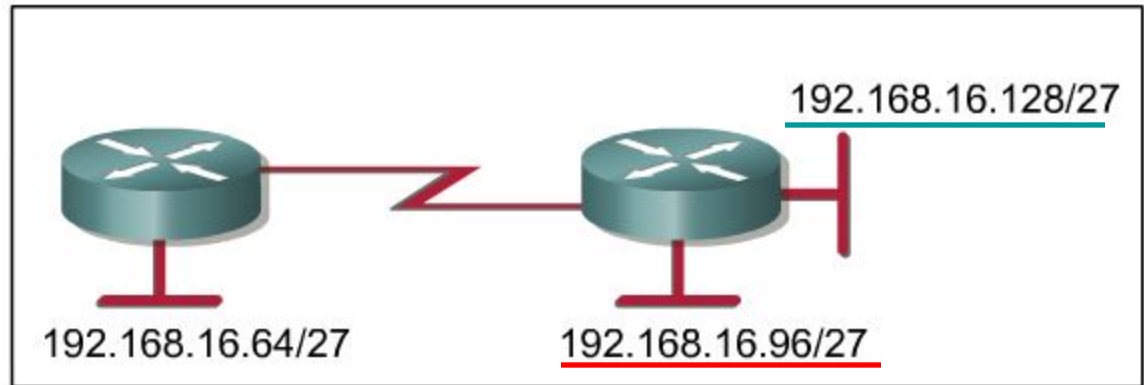
	<u>128</u>	<u>64</u>	<u>32</u>	<u>16</u>	<u>8</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	
. 64	0	1	0	0	0	0	0	0	/27
. 96	0	1	1	0	0	0	0	0	
. 128	1	0	0	0	0	0	0	0	

. 113	0	1	1	1	0	0	0	1	/30
. 145	1	0	0	1	0	0	0	1	
. 193	1	1	0	0	0	0	0	1	

Варианты

VLSM 2 – Варианты подсетей /30

Найти адрес сети,
который не будет
конфликтовать с ...



Существующие
сети

. 64	0	1	0	0	0	0	0	0	
. 96	0	1	1	0	0	0	0	0	
. 128	1	0	0	0	0	0	0	0	/27

С префиксом /27 также можно использовать сети:

. 32

. 160

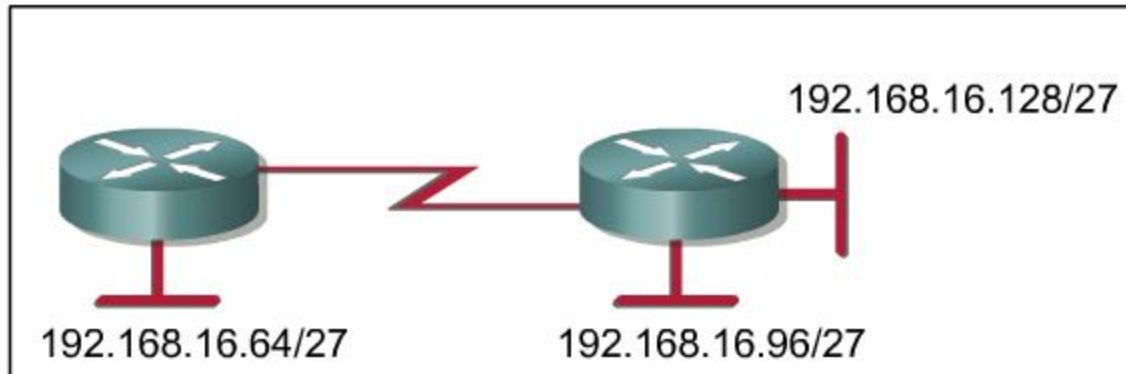
. 192 ☐ 192.168.16.193

. 224 и т.д.

/27

Варианты

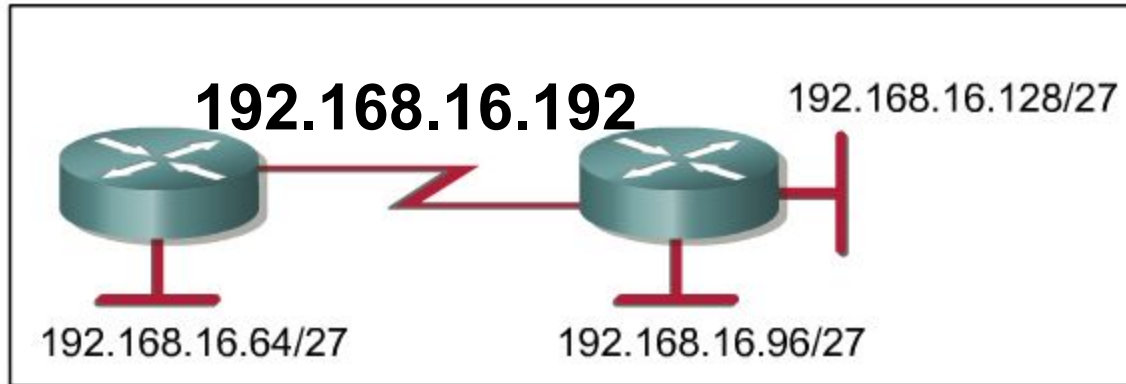
VLSM 2



Используя наиболее эффективную схему IP-адресации и VLSM, какой адрес может быть назначен на последовательном интерфейсе?

- ☐ 192.168.16.63/27
- ☐ 192.168.16.158/27
- ☐ 192.168.16.192/27
- ☐ 192.168.16.113/30
- ☐ 192.168.16.145/30
- ✓ ☒ 192.168.16.193/30

VLSM 2 – Новая сеть




Сети	<u>128</u>	<u>64</u>	<u>32</u>	<u>16</u>	<u>8</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	
. 64	0	1	0	0	0	0	0	0	/27
. 96	0	1	1	0	0	0	0	0	
. 128	1	0	0	0	0	0	0	0	
-----Новая сеть 192.168.16.192-----									
. 192	1	1	0	0	0	0	0	0	(Сеть)
. 193	1	1	0	0	0	0	0	1	(1-й узел)
. 194	1	1	0	0	0	0	1	0	(2-й узел) /30
. 195	1	1	0	0	0	0	1	1	(Широковещательный)

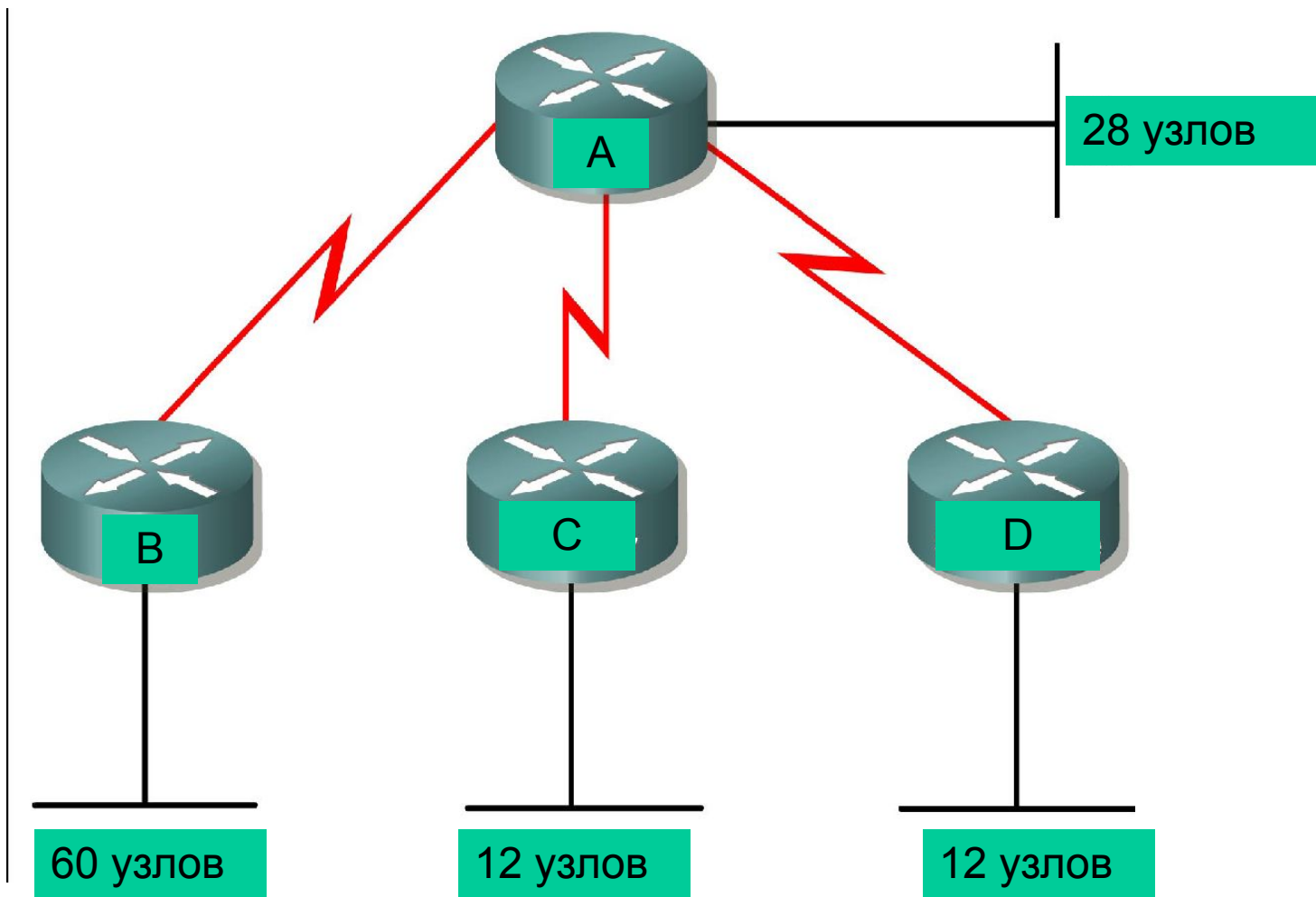
VLSM 2 – Другие подсети

Существующие
сети

	<u>128</u>	<u>64</u>	<u>32</u>	<u>16</u>	<u>8</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	
.64	0	1	0	0	0	0	0	0	/27
.96	0	1	1	0	0	0	0	0	
.128	1	0	0	0	0	0	0	0	

-- Другие подсети из 192.168.16.192/27 ---

.192	1	1	0	0	0	0	0	0	
.196	1	1	0	0	0	1	0	0	
.200	1	1	0	0	1	0	0	0	
.204	1	1	0	0	1	1	0	0	/30
.208	1	1	0	1	0	0	0	0	
.212	1	1	0	1	0	1	0	0	
.216	1	1	0	1	1	0	0	0	
.220	1	1	0	1	1	1	0	0	



Выделен адрес
192.168.10.0/24

1-й шаг. Для адресации 60 узлов в городе В необходимо использовать 6 разрядов ($2^6 - 2 = 60$), что позволяет выбрать сеть 192.168.10.0/26 (подсеть 0):

192.168.10.0/24

192.168.10.0/26

192.168.10.0/26 (Адрес сети)

(адреса узлов с 192.168.10.1/26 по 192.168.10.62/26)

192.168.10.63/26 (Широковещательный адрес)

192.168.10.64/26

192.168.10.128/26

192.168.10.192/26

2-й шаг. Следующая доступная сеть 192.168.10.64/26 (подсеть 1).
Для адресации 28 узлов в городе в IP-адресе необходимо
использовать 5 разрядов ($2^5 - 2 = 30$), что позволяет в этой сети создать
следующие подсети:

192.168.10.64/26

192.168.10.64/27

192.168.10.64/27 (Адрес сети)

(адреса узлов с 192.168.10.65/27 по 192.168.10.94/27)

192.168.10.95/27 (Широковещательный адрес)

192.168.10.96/27

3-й шаг. Следующая доступная сеть 192.168.10.96/27. Для адресации 12 узлов в городах С и D в IP-адресе необходимо использовать 4 разряда ($2^4 - 2 = 14$), что позволяет применить маску /28:

192.168.10.96/27

192.168.10.96/28

192.168.10.96/28 (Адрес сети)

(адреса узлов с 192.168.10.97/28 по

192.168.10.110/28)

192.168.10.111/28 (Широковещательный адрес)

192.168.10.112/28

Для города С – сеть **192.168.10.96/28**

Для города В – сеть **192.168.10.112/28**

4-й шаг. Каждый последовательный канал требует только 2 адреса ($2^2-2=2$), что позволяет применить маску /30 к адресу **192.168.10.128/26** :

192.168.10.128/30 192.168.10.128/30 (Адрес сети)

(адреса узлов с 192.168.10.129/30 по

192.168.10.130/30)

192.168.10.131/30 (Широковещательный адрес)

192.168.10.132/30

192.168.10.136/30