

IP-адресация и создание подсетей для новых пользователей

Содержание

[Введение](#)

[Предварительные условия](#)

[Требования](#)

[Используемые компоненты](#)

[Дополнительные сведения](#)

[Изучение IP-адресов](#)

[Маски сети](#)

[Изучение организации подсетей](#)

[Примеры](#)

[Упражнение 1](#)

[Пример упражнения 2](#)

[Пример VLSM](#)

[Пример VLSM](#)

[Маршрутизация CIDR](#)

[Приложение](#)

[Образец конфигурации](#)

[Маршрутизатор A](#)

[Маршрутизатор B](#)

[Таблица количество узлов/подсетей](#)

[Дополнительные сведения](#)

Введение

В этом документе приведена основная информация, необходимая для настройки маршрутизатора для IP-маршрутизации, в том числе сведения о повреждении адресов и работе подсетей. Здесь содержатся инструкции по настройке для каждого интерфейса маршрутизатора IP-адреса и уникальной подсети. Приведенные примеры помогут объединить все сведения.

Предварительные условия

Требования

Рекомендуется иметь хотя бы базовое представление о двоичной и десятичной системах счисления.

Используемые компоненты

Настоящий документ не имеет жесткой привязки к каким-либо конкретным версиям

программного обеспечения и оборудования.

Сведения, представленные в этом документе, были получены от устройств, работающих в специальной лабораторной среде. Все устройства, описанные в этом документе, были запущены с чистой (стандартной) конфигурацией. В рабочей сети необходимо изучить потенциальное воздействие всех команд до их использования.

Дополнительные сведения

Если определения помогают вам, воспользуйтесь следующими терминами словаря, чтобы начать работу:

- **Адрес** - Уникальный ID-номер, назначенный одному узлу или интерфейсу в сети.
- **Подсеть** — это часть сети, в которой совместно используется определенный адрес подсети.
- **Маска подсети** - 32-битная комбинация, используемая для того, чтобы описать, какая часть адреса относится к подсети, а какая к узлу.
- **Интерфейс** — сетевое подключение.

Если уже имеются адреса в Интернете, официально полученные из центра сетевой информации InterNIC, то можно приступить к работе. [Если подключение к Интернету не планируется, настоятельно рекомендуется использовать зарезервированные адреса, как описано в документе RFC 1918.](#)

Изучение IP-адресов

IP-адрес — это адрес, который используется для уникальной идентификации устройства в IP-сети. Адрес состоит из 32 двоичных разрядов и с помощью маски подсети может делиться на часть сети и часть главного узла. 32 двоичных разряда разделены на четыре октета (1 октет = 8 битов). Каждый октет преобразуется в десятичное представление и отделяется от других октетов точкой. Поэтому принято говорить, что IP-адрес представлен в десятичном виде с точкой (например, 172.16.81.100). Значение в каждом октете может быть от 0 до 255 в десятичном представлении или от 00000000 до 11111111 в двоичном представлении.

Ниже приведен способ преобразования двоичных октетов в десятичное представление: Самый правый бит (самый младший разряд) октета имеет значение 20. Расположенный слева от него бит имеет значение 21. И так далее — до самого левого бита (самого старшего разряда), который имеет значение 27.

Таким образом, если все двоичные биты являются единицами, эквивалентом в десятичном представлении будет число 255, как показано ниже:

```
1 1 1 1 1 1 1 1
128 64 32 16 8 4 2 1 (128+64+32+16+8+4+2+1=255)
```

Ниже приведен пример преобразования октета, в котором не все биты равны 1.

```
0 1 0 0 0 0 0 1
0 64 0 0 0 0 0 1 (0+64+0+0+0+0+0+1=65)
```

В этом примере показан IP-адрес, представленный в двоичном и десятичном форматах.

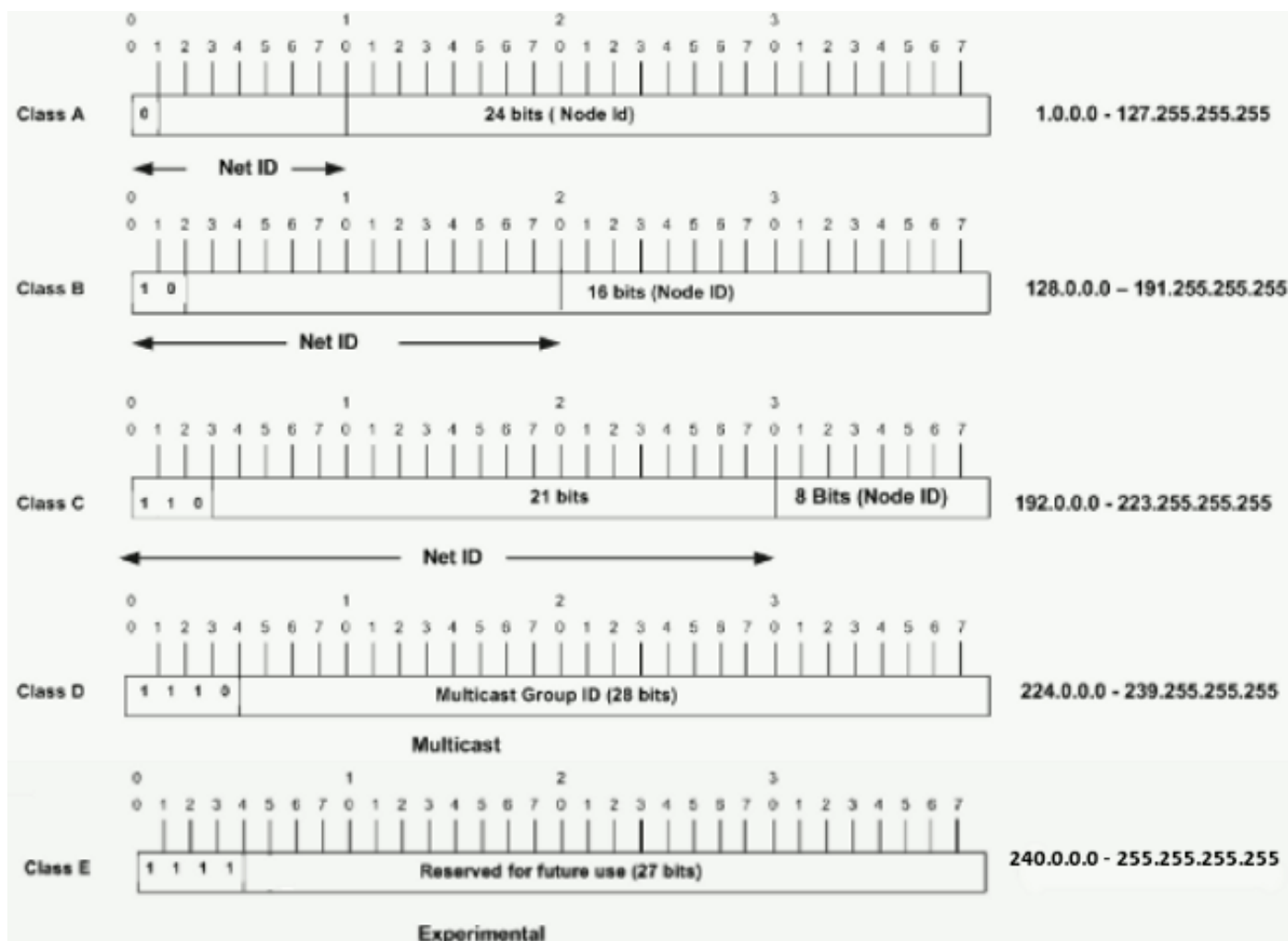
10. 1. 23. 19 (decimal)
00001010.00000001.00010111.00010011 (binary)

Эти октеты разделены таким образом, чтобы обеспечить схему адресации, которая может использоваться как для больших, так и для малых сетей. Существует пять различных классов сетей: от А до Е (используются буквы латинского алфавита). Этот документ посвящен классам от А до С, поскольку классы D и E зарезервированы и их обсуждение выходит за рамки данного документа.

Примечание: Также следует отметить, что термины "«класс А», «класс В» и так далее используются в данном документе для облегчения понимания IP-адресации и организации подсетей. [Эти термины фактически уже не используются в промышленности из-за введения бесклассовой междоменной маршрутизации \(CIDR\).](#)

Класс IP-адреса может быть определен из трех старших разрядов (три самых левых бита первого октета). [На рис. 1 приведены значения трех битов старшего разряда и диапазон адресов, которые попадают в каждый класс.](#) Для справки показаны адреса классов D и E.

Рисунок 1



[В адресе класса А первый октет представляет собой сетевую часть, поэтому пример класса А на рис. 1 имеет основной сетевой адрес 1.0.0.0 – 127.255.255.255.](#) Октеты 2,3 и 4 (следующие 24 бита) предоставлены сетевому администратору, который может разделить их на подсети и узлы. Адреса класса А используются в сетях с количеством узлов, превышающим 65 536 (фактически до 16777214 узлов!)).

В адресе класса В два первых октета представляют собой сетевую часть, поэтому пример класса В на рис. 1 имеет основной сетевой адрес 128.0.0.0 – 191.255.255.255. Октеты 3 и 4 (16 битов) предназначены для локальных подсетей и узлов. Адреса класса В используются в сетях с количеством узлов от 256 до 65534.

В адресе класса С первые три октета представляют собой сетевую часть. Пример класса С на рис. 1 имеет основной сетевой адрес 192.0.0.0 – 223.255.255.255. Октет 4 (8 битов) предназначен для локальных подсетей и узлов. Этот класс идеально подходит для сетей, в которых количество узлов не превышает 254.

Маски сети

Маска сети позволяет определить, какая часть адреса является сетью, а какая часть адреса указывает на узел. Сети класса А, В и С имеют маски по умолчанию, также известные как естественные маски:

```
Class A: 255.0.0.0
Class B: 255.255.0.0
Class C: 255.255.255.0
```

IP-адрес в сети класса А, которая не была разделена на подсети, будет иметь пару "адрес/маска", аналогичную: 8.20.15.1 255.0.0.0. Чтобы понять, как маска помогает идентифицировать сетевую и узловую части адреса, преобразуйте адрес и маску в двоичный формат.

```
8.20.15.1 = 00001000.00010100.00001111.00000001
255.0.0.0 = 11111111.00000000.00000000.00000000
```

Когда адрес и маска представлены в двоичном формате, идентификацию сети и хоста выполнить гораздо проще. Все биты адреса, для которых соответствующие биты маски равны 1, представляют идентификатор сети. Все биты адреса, для которых соответствующие биты маски равны 0, представляют идентификатор узла.

```
8.20.15.1 = 00001000.00010100.00001111.00000001
255.0.0.0 = 11111111.00000000.00000000.00000000
```

```
-----
      net id |      host id
```

```
netid = 00001000 = 8
hostid = 00010100.00001111.00000001 = 20.15.1
```

Изучение организации подсетей

Подсети позволяют создавать несколько логических сетей в пределах одной сети класса А, В или С. Если не использовать подсети, то можно будет использовать только одну сеть из сети класса А, В или С, что представляется нереалистичным.

Каждый канал передачи данных в сети должен иметь уникальный идентификатор сети, при этом каждый узел в канале должен быть членом одной и той же сети. Если разбить основную сеть (класс А, В или С) на небольшие подсети, это позволит создать сеть взаимосвязанных подсетей. Каждый канал передачи данных в этой сети будет иметь уникальный идентификатор сети или подсети. *Какое-либо устройство или шлюз, соединяющее n сетей/подсетей, имеет n различных IP-адресов — по одному для каждой*

соединяемой сети/подсети.

Чтобы организовать подсеть в сети, расширьте обычную маску несколькими битами из части адреса, являющейся идентификатором хоста, для создания идентификатора подсети. Это позволит создать идентификатор подсети. Пусть, например, используется сеть класса С 204.17.5.0, естественная сетевая маска которой равна 255.255.255.0. Подсети можно создать следующим образом:

```
204.17.5.0 - 11001100.00010001.00000101.00000000
255.255.255.224 - 11111111.11111111.11111111.11100000
-----|sub|-----
```

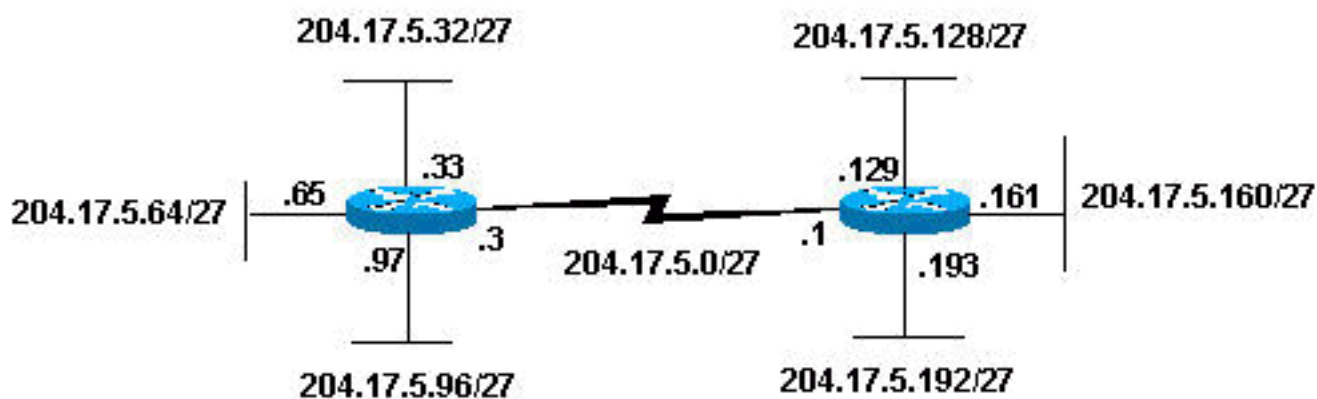
Расширение маски до значения 255.255.255.224 произошло за счет трех битов (обозначенных "sub") исходной части узла в адресе, которые были использованы для создания подсетей. С помощью этих трех битов можно создать восемь подсетей. Оставшиеся пять битов идентификаторов хоста позволяют каждой подсети содержать до 32 адресов хостов, 30 из которых фактически можно присвоить устройствам, поскольку идентификаторы хостов, состоящие из одних нулей или одних единиц, не разрешены (это очень важно, запомните это). С учетом всех изложенных факторов были созданы следующие подсети.

204.17.5.0	255.255.255.224	host address range 1 to 30
204.17.5.32	255.255.255.224	host address range 33 to 62
204.17.5.64	255.255.255.224	host address range 65 to 94
204.17.5.96	255.255.255.224	host address range 97 to 126
204.17.5.128	255.255.255.224	host address range 129 to 158
204.17.5.160	255.255.255.224	host address range 161 to 190
204.17.5.192	255.255.255.224	host address range 193 to 222
204.17.5.224	255.255.255.224	host address range 225 to 254

Примечание: Существует два способа обозначения этих масок. Первый: поскольку используется на три бита больше, чем в обычной маске класса С, можно обозначить эти адреса как имеющие 3-битовую маску подсети. Вторым методом обозначения маски 255.255.255.224 является /27, поскольку в маске задано 27 битов. [Второй способ используется с методом адресации CIDR.](#) При использовании данного способа одна из этих сетей может быть описана с помощью обозначения префикса или длины. Например, 204.17.5.32/27 обозначает сеть 204.17.5.32 255.255.255.224. Если применяется, записи префикса/длины используются для обозначения маски на протяжении этого документа.

Схема разделения на подсети в этом разделе позволяет создать восемь подсетей, и сеть может выглядеть следующим образом:

Рис. 2



Обратите внимание, что каждый из маршрутизаторов на рис. 2 подключен к четырем подсетям, причем одна подсеть является общей для обоих маршрутизаторов. Кроме того, каждый маршрутизатор имеет IP-адрес в каждой подсети, к которой он подключен. Каждая подсеть может поддерживать до 30 адресов узлов.

Из этого можно сделать важный вывод. Чем больше битов используется для маски подсети, тем больше доступно подсетей. Однако чем больше доступно подсетей, тем меньше адресов узлов доступно в каждой подсети. Например, в сети класса C 204.17.5.0 при сетевой маске 255.255.255.224 (/27) можно использовать восемь подсетей, в каждой из которых будет содержаться 32 адреса узлов (30 из которых могут быть назначены устройствам). Если использовать маску 255.255.255.240 (/28), разделение будет следующим:

```
204.17.5.0 - 11001100.00010001.00000101.00000000
255.255.255.240 - 11111111.11111111.11111111.11110000
-----|sub|---
```

Поскольку теперь имеются четыре бита для создания подсетей, остаются только четыре бита для адресов узлов. В этом случае можно использовать до 16 подсетей, в каждой из которых может использоваться до 16 адресов узлов (14 из которых могут быть назначены устройствам).

Посмотрите, как можно разделить на подсети сеть класса B. Если используется сеть 172.16.0.0, то естественная маска равна 255.255.0.0 или 172.16.0.0/16. Расширение маски до значения выше 255.255.0.0 означает разделение на подсети. Можно быстро понять, что можно создать гораздо больше подсетей по сравнению с сетью класса C. Если использовать маску 255.255.248.0 (/21), то сколько можно создать подсетей и узлов в каждой подсети?

```
172.16.0.0 - 10101100.00010000.00000000.00000000
255.255.248.0 - 11111111.11111111.11111000.00000000
-----|sub|-----
```

Вы можете использовать для подсетей пять битов из битов оригинального хоста. Это позволяет получить 32 подсети (2⁵). После использования пяти битов для подсети остаются 11 битов, которые используются для адресов узлов. Это обеспечивает в каждой подсети 2048 адресов хостов (2¹¹), 2046 из которых могут быть назначены устройствам.

Примечание: Ранее существовали ограничения на использование подсети 0 (все биты

подсети имеют значение 0) и подсети со всеми единицами (все биты подсети имеют значение 1). Некоторые устройства не разрешают использовать эти подсети. Устройства Cisco Systems позволяют использовать эти подсети при настройке команды ip subnet zero.

Примеры

Упражнение 1

После ознакомления с концепцией подсетей, примените новые знания на практике. В этом примере предоставлены две комбинации "адрес/маска", представленные с помощью обозначения "префикс/длина", которые были назначены для двух устройств. Ваша задача — определить, находятся эти устройства в одной подсети или в разных. С помощью адреса и маски каждого устройства можно определить, к какой подсети принадлежит каждый адрес.

DeviceA: 172.16.17.30/20

DeviceB: 172.16.28.15/20

Определим подсеть для устройства DeviceA:

```
172.16.17.30 - 10101100.00010000.00010001.00011110
255.255.240.0 - 11111111.11111111.11110000.00000000
                -----| sub|-----
subnet =      10101100.00010000.00010000.00000000 = 172.16.16.0
```

Рассмотрение битов адресов, соответствующие биты маски для которых равны единице, и задание всех остальных битов адресов, равными нулю (аналогично выполнению логической операции И между маской и адресом), покажет, к какой подсети принадлежит этот адрес. В рассматриваемом случае устройство DeviceA принадлежит подсети 172.16.16.0.

Определим подсеть для устройства DeviceB:

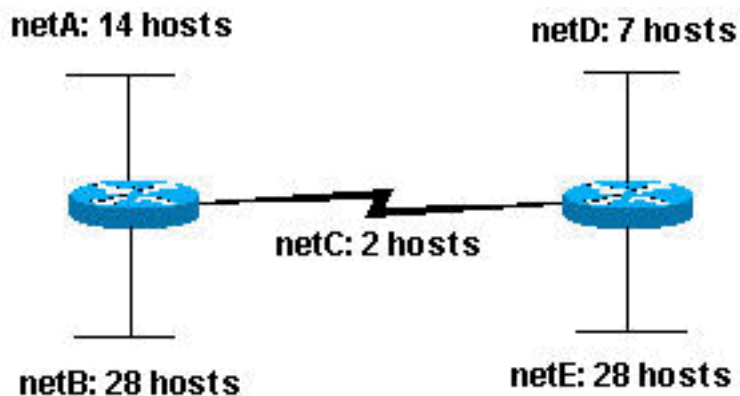
```
172.16.28.15 - 10101100.00010000.00011100.00001111
255.255.240.0 - 11111111.11111111.11110000.00000000
                -----| sub|-----
subnet =      10101100.00010000.00010000.00000000 = 172.16.16.0
```

Следовательно, устройства DeviceA и DeviceB имеют адреса, входящие в одну подсеть.

Пример упражнения 2

[Если имеется сеть класса C 204.15.5.0/24, создайте подсеть для получения сети, показанной на рис. 3,с указанными требованиями к хостам.](#)

Рис. 3



[Анализируя показанную на рис. 3 сеть, можно увидеть, что требуется создать пять подсетей.](#) Самая большая подсеть должна содержать 28 адресов узлов. Возможно ли это при использовании сети класса C? И если да, то каким образом следует выполнить разделение на подсети?

Можно начать с оценки требования к подсетям. Чтобы создать пять подсетей, необходимо использовать три бита из битов узла класса C. Два бита позволяют создать только четыре подсети (2²).

Так как понадобится три бита подсети, для части адреса, отвечающей за узел, останется только пять битов. Сколько хостов поддерживается в такой топологии? $2^5 = 32$ (30 доступных). Это отвечает требованиям.

Следовательно, можно создать эту сеть, используя сеть класса C. Пример назначения подсетей:

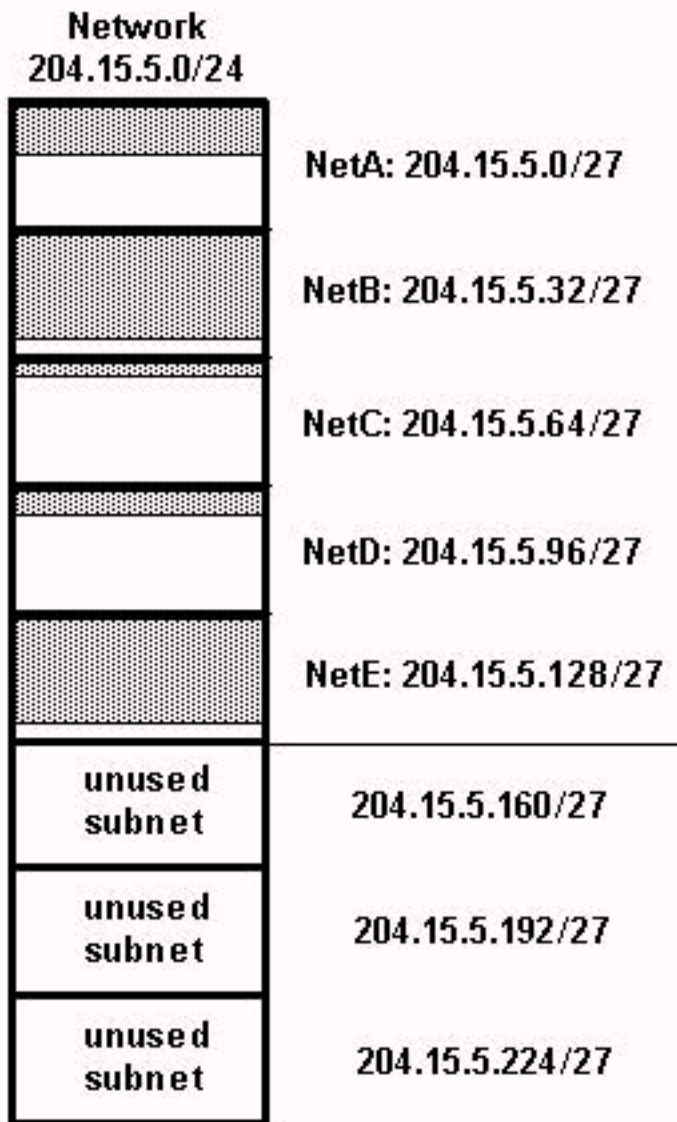
netA: 204.15.5.0/27	host address range 1 to 30
netB: 204.15.5.32/27	host address range 33 to 62
netC: 204.15.5.64/27	host address range 65 to 94
netD: 204.15.5.96/27	host address range 97 to 126
netE: 204.15.5.128/27	host address range 129 to 158


Пример VLSM

Следует обратить внимание на то, что в предыдущих примерах деления на подсети во всех подсетях использовалась одна и та же маска подсети. Это означает, что каждая подсеть содержала одинаковое количество доступных адресов узлов. Иногда это может понадобиться, однако в большинстве случаев использование одинаковой маски подсети для всех подсетей приводит к неэкономному распределению адресного пространства.

[Например, в разделе «Пример упражнения 2» сеть класса C была разделена на восемь одинаковых по размеру подсетей;](#) при этом каждая подсеть не использует все доступные адреса хостов, что приводит к бесполезному расходу адресного пространства. [На рис. 4 иллюстрируется бесполезный расход адресного пространства.](#)

Рис. 4



 host addresses allocated

 host addresses unused

[На рис. 4 показано, что подсети NetA, NetC и NetD имеют большое количество неиспользованного адресного пространства.](#) Это могло быть сделано преднамеренно при проектировании сети, чтобы обеспечить возможности для будущего роста, но во многих случаях это просто бесполезный расход адресного пространства из-за того, что для всех подсетей используется одна и та же маска подсети.

Маски подсетей переменной длины (VLSM) позволяют использовать различные маски для каждой подсети, что дает возможность более рационально распределять адресное пространство.

Пример VLSM

[Если имеется точно такая сеть и требования, как в разделе «Пример упражнения 2», подготовьте схему организации подсетей с использованием адресации VLSM, учитывая следующее:](#)

netA: must support 14 hosts

netB: must support 28 hosts
netC: must support 2 hosts
netD: must support 7 hosts
netE: must support 28 host

Определите, какую маску подсети следует использовать, чтобы получить требуемое количество узлов.

netA: requires a /28 (255.255.255.240) mask to support 14 hosts
netB: requires a /27 (255.255.255.224) mask to support 28 hosts
netC: requires a /30 (255.255.255.252) mask to support 2 hosts
netD*: requires a /28 (255.255.255.240) mask to support 7 hosts
netE: requires a /27 (255.255.255.224) mask to support 28 hosts

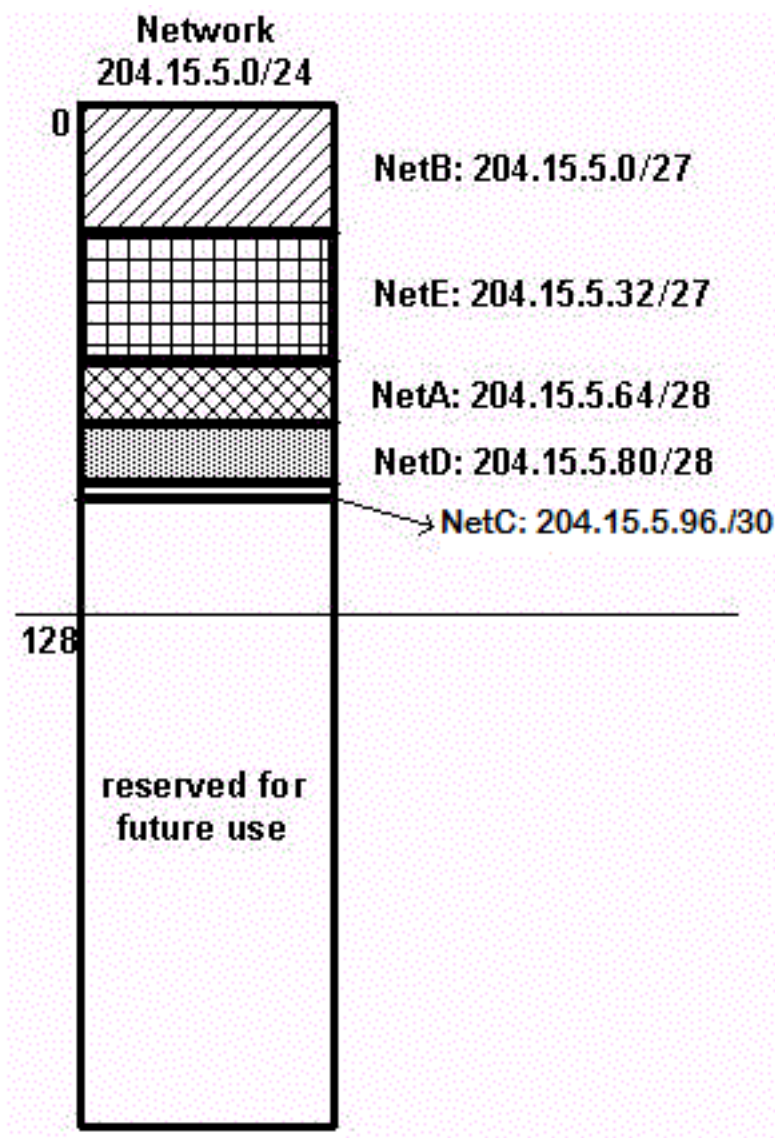
* a /29 (255.255.255.248) would only allow 6 usable host addresses
therefore netD requires a /28 mask.

Самым простым способом разделения на подсети является назначение сначала самой большой подсети. Например, подсети можно задать следующим образом:

netB: 204.15.5.0/27 host address range 1 to 30
netE: 204.15.5.32/27 host address range 33 to 62
netA: 204.15.5.64/28 host address range 65 to 78
netD: 204.15.5.80/28 host address range 81 to 94
netC: 204.15.5.96/30 host address range 97 to 98

Графическое представление приведено на рис. 5:

Рис. 5



[На рис. 5 показано, как использование адресации VLSM помогает сохранить более половины адресного пространства.](#)

Маршрутизация CIDR

Бесклассовая междоменная маршрутизация (CIDR) была предложена в целях улучшения использования адресного пространства и масштабируемости маршрутизации в Интернете. Необходимость в ней появилась вследствие быстрого роста Интернета и увеличения размера таблиц маршрутизации в маршрутизаторах сети Интернет.

В маршрутизации CIDR не используются традиционные IP-классы (класс А, класс В, класс С и т. д.). IP-сеть представлена префиксом, который является IP-адресом, и каким-либо обозначением длины маски. Длиной называется количество расположенных слева битов маски, которые представлены идущими подряд единицами. Так сеть 172.16.0.0 255.255.0.0 может быть представлена как 172.16.0.0/16. Кроме того, CIDR служит для описания иерархической структуры сети Интернет, где каждый домен получает свои IP-адреса от более верхнего уровня. Это позволяет выполнять сведение доменов на верхних уровнях. Если, к примеру, поставщик услуг Интернета владеет сетью 172.16.0.0/16, то он может предлагать своим клиентам сети 172.16.1.0/24, 172.16.2.0/24 и т. д. Однако при объявлении своего диапазона другим провайдерам ему достаточно будет объявить сеть 172.16.0.0/16.

Приложение

Образец конфигурации

Маршрутизаторы А и В соединены через последовательный интерфейс.

Маршрутизатор А

```
hostname routera
!
ip routing
!
int e 0
ip address 172.16.50.1 255.255.255.0
!(subnet 50)
int e 1 ip address 172.16.55.1 255.255.255.0
!(subnet 55)
int s 0 ip address 172.16.60.1 255.255.255.0
!(subnet 60) int s 0
ip address 172.16.65.1 255.255.255.0 (subnet 65)
!S 0 connects to router B
router rip
network 172.16.0.0
```

Маршрутизатор В

```
hostname routerb
!
ip routing
!
int e 0
ip address 192.1.10.200 255.255.255.240
!(subnet 192)
int e 1
ip address 192.1.10.66 255.255.255.240
!(subnet 64)
int s 0
ip address 172.16.65.2 (same subnet as router A's s 0)
!Int s 0 connects to router A
router rip
network 192.1.10.0
network 172.16.0.0
```

Таблица количество узлов/подсетей

Class B # bits	Mask	Effective Subnets	Effective Hosts
1	255.255.128.0	2	32766
2	255.255.192.0	4	16382
3	255.255.224.0	8	8190
4	255.255.240.0	16	4094
5	255.255.248.0	32	2046
6	255.255.252.0	64	1022

7	255.255.254.0	128	510
8	255.255.255.0	256	254
9	255.255.255.128	512	126
10	255.255.255.192	1024	62
11	255.255.255.224	2048	30
12	255.255.255.240	4096	14
13	255.255.255.248	8192	6
14	255.255.255.252	16384	2

Class C		Effective	Effective
# bits	Mask	Subnets	Hosts
-----	-----	-----	-----
1	255.255.255.128	2	126
2	255.255.255.192	4	62
3	255.255.255.224	8	30
4	255.255.255.240	16	14
5	255.255.255.248	32	6
6	255.255.255.252	64	2

*Subnet all zeroes and all ones included. These might not be supported on some legacy systems.

*Host all zeroes and all ones excluded.

Дополнительные сведения

- [Калькулятор IP-подсети \(зарегистрированные только клиенты\)](#)
- [Поддержка технологии протоколов IP-маршрутизации](#)
- [Нулевая подсеть и подсеть с одними единицами](#)
- [Количество узлов и подсетей](#)
- [Cisco Systems – техническая поддержка и документация](#)