

# IP

## адресация

IP-адреса используются для идентификации устройств в сети.

Для взаимодействия с другими устройствами по сети IP-адрес должен быть назначен каждому сетевому устройству (в том числе компьютерам, серверам, маршрутизаторам, принтерам и т.д.). Такие устройства в сети называют **хостами**.

С помощью маски подсети определяется максимально возможное число хостов в конкретной сети. Помимо этого, маски подсети позволяют разделить одну сеть на несколько подсетей.

IP-адрес состоит из четырех частей, записанных в виде десятичных чисел с точками (например, 192.168.1.1). Каждую из этих четырех частей называют октетом. Октет представляет собой восемь двоичных цифр (например, 11000000, или 192 в десятичном виде).

Таким образом, каждый октет может принимать в двоичном виде значения от 00000000 до 11111111, или от 0 до 255 в десятичном виде.

### **Частные IP-адреса**

У каждого хоста в сети Интернет должен быть уникальный адрес. Если ваши сети изолированы от Интернета (например, связывают два филиала), для хостов без проблем можно использовать любые IP-адреса. Однако, уполномоченной организацией по распределению нумерации в сети Интернет (IANA) специально для частных сетей зарезервированы следующие три блока IP-адресов:

**10.0.0.0 — 10.255.255.255**

**172.16.0.0 — 172.31.255.255**

**192.168.0.0 — 192.168.255.255**

IP-адреса указанных частных подсетей иногда называют "серыми".

**Маска подсети** используется для определения того, какие биты являются частью номера сети, а какие – частью идентификатора хоста (для этого применяется логическая операция конъюнкции – "И").

Маска подсети включает в себя 32 бита. Если бит в маске подсети равен "1", то соответствующий бит IP-адреса является частью номера сети. Если бит в маске подсети равен "0", то соответствующий бит IP-адреса является частью идентификатора хоста.

Таблица 1. Пример выделения номера сети и идентификатора хоста в IP-адресе

	<b>1-ый октет: (192)</b>	<b>2-ой октет: (168)</b>	<b>3-ий октет: (1)</b>	<b>4-ый октет: (2)</b>
IP-адрес (двоичный)	11000000	10101000	00000001	00000010
Маска подсети (двоичная)	<b>11111111</b>	<b>11111111</b>	<b>11111111</b>	00000000
Номер сети	<b>11000000</b>	<b>10101000</b>	<b>00000001</b>	
Идентификатор хоста				00000010

Маску подсети можно определить как количество бит в адресе, представляющих номер сети (количество бит со значением "1"). Например, "8-битной маской" называют маску, в которой 8 бит – единичные, а остальные 24 бита – нулевые.

Таблица 2. Маски подсети

	<b>Двоичная 1-ый октет:</b>	<b>Двоичная 2-ой октет:</b>	<b>Двоичная 3-ий октет:</b>	<b>Двоичная 4-ый октет:</b>	<b>Десятичная</b>
8-битная маска	11111111	00000000	00000000	00000000	255.0.0.0
16-битная маска	11111111	11111111	00000000	00000000	255.255.0.0
24-битная маска	11111111	11111111	11111111	00000000	255.255.255.0
29-битная маска	11111111	11111111	11111111	11111000	255.255.255.248

## Размер сети

Количество разрядов в номере сети определяет максимальное количество хостов, которые могут находиться в такой сети. Чем больше бит в номере сети, тем меньше бит остается на идентификатор хоста в адресе.

IP-адрес с идентификатором хоста из всех нулей представляет собой IP-адрес сети (192.168.1.0 с 24-битной маской подсети, например). IP-адрес с идентификатором хоста из всех единиц представляет собой широковещательный адрес данной сети (192.168.1.255 с 24-битной маской подсети, например).

Так как такие два IP-адреса не могут использоваться в качестве идентификаторов отдельных хостов, максимально возможное количество

ХОСТО

Таблица 3. Максимально возможное число хостов

Маска подсети		Размер идентификатора хоста		Максимальное количество хостов
8 бит	255.0.0.0	24 бит	$2^{24} - 2$	16777214
16 бит	255.255.0.0	16 бит	$2^{16} - 2$	65534
24 бит	255.255.255.0	8 бит	$2^8 - 2$	254
29 бит	255.255.255.248	3 бит	$2^3 - 2$	6

Таблица 4. Альтернативный формат записи маски подсети

<b>Маска подсети</b>	<b>Альтернативный формат записи</b>	<b>Последний октет (в двоичном виде)</b>	<b>Последний октет (в десятичном виде)</b>
255.255.255.0	/24	0000 0000	0
255.255.255.128	/25	1000 0000	128
255.255.255.192	/26	1100 0000	192
255.255.255.224	/27	1110 0000	224
255.255.255.240	/28	1111 0000	240
255.255.255.248	/29	1111 1000	248
255.255.255.252	/30	1111 1100	252

## Формирование подсетей

С помощью подсетей одну сеть можно разделить на несколько. В приведенном ниже примере администратор сети создает две подсети, чтобы изолировать группу серверов от остальных устройств в целях безопасности.

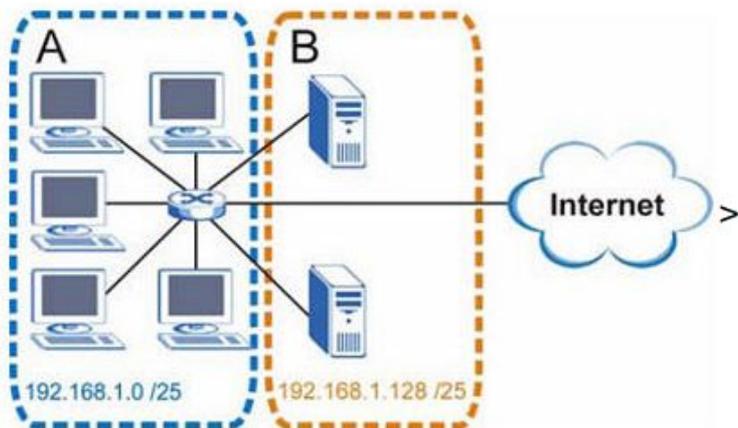
В этом примере сеть компании имеет адрес 192.168.1.0. Первые три октета адреса (192.168.1) представляют собой номер сети, а оставшийся октет – идентификатор хоста, что позволяет использовать в сети максимум  $2^8 - 2 = 254$  хостов.

Чтобы разделить сеть 192.168.1.0 на две отдельные подсети, можно "позаимствовать" один бит из идентификатора хоста. В этом случае маска подсети станет 25-битной (255.255.255.128 или /25).

"Одолженный" бит идентификатора хоста может быть либо нулем, либо единицей, что дает нам две подсети: 192.168.1.0 /25 и 192.168.1.128 /25.

Сеть компании после ее деления на подсети показана на следующем

эбэ две подсети, А и В.



В 25-битной подсети на идентификатор хоста выделяется 7 бит, поэтому в каждой подсети может быть максимум  $2^7 - 2 = 126$  хостов (идентификатор хоста из всех нулей – это сама подсеть, а из всех единиц – широковещательный адрес для подсети). Адрес 192.168.1.0 с маской 255.255.255.128 является адресом подсети А, а 192.168.1.127 с маской 255.255.255.128 является ее широковещательным адресом. Таким образом, наименьший IP-адрес, который может быть закреплен за действительным хостом в подсети А – это 192.168.1.1, а наибольший – 192.168.1.126. Аналогичным образом диапазон идентификаторов хоста для подсети В составляет от 192.168.1.129 до 192.168.1.254.

Пример:

## **четыре подсети**

В предыдущем примере было показано использование 25-битной маски подсети для разделения 24-битного адреса на две подсети. Аналогичным образом для разделения 24-битного адреса на четыре подсети потребуется "одолжить" два бита идентификатора хоста, чтобы получить четыре возможные комбинации (00, 01, 10 и 11).

Маска подсети состоит из 26 бит (11111111.11111111.11111111.11000000), то есть 255.255.255.192.

Каждая подсеть содержит 6 битов идентификатора хоста, что в сумме дает  $2^6 - 2 = 62$  хоста для каждой подсети (идентификатор хоста из всех нулей – это сама подсеть, а из всех единиц – широковещательный адрес для подсети).

Таблица 5. Подсеть 1

<b>IP-адрес/маска подсети</b>	<b>Номер сети</b>	<b>Значение последнего октета</b>
IP-адрес (десятичный)	192.168.1.	0
IP-адрес (двоичный)	11000000.10101000.00000001.	<b>00000000</b>
Маска подсети (двоичная)	11111111.11111111.11111111.	<b>11000000</b>
Адрес подсети 192.168.1.0	Наименьший идентификатор хоста: 192.168.1.1	
Широковещательный адрес 192.168.1.63	Наибольший идентификатор хоста: 192.168.1.62	

Таблица 6. Подсеть 2

<b>IP-адрес/маска подсети</b>	<b>Номер сети</b>	<b>Значение последнего октета</b>
IP-адрес	192.168.1.	64
IP-адрес (двоичный)	11000000.10101000.00000001.	<b>01000000</b>
Маска подсети (двоичная)	11111111.11111111.11111111.	<b>11000000</b>
Адрес подсети 192.168.1.64	Наименьший идентификатор хоста: 192.168.1.65	
Широковещательный адрес 192.168.1.127	Наибольший идентификатор хоста: 192.168.1.126	

Таблица 7. Подсеть 3

<b>IP-адрес/маска подсети</b>	<b>Номер сети</b>	<b>Значение последнего октета</b>
IP-адрес	192.168.1.	128
IP-адрес (двоичный)	11000000.10101000.00000001.	<b>10000000</b>
Маска подсети (двоичная)	11111111.11111111.11111111.	<b>11000000</b>
Адрес подсети 192.168.1.128	Наименьший идентификатор хоста: 192.168.1.129	
Широковещательный адрес 192.168.1.191	Наибольший идентификатор хоста: 192.168.1.190	

Таблица 8. Подсеть 4

<b>IP-адрес/маска подсети</b>	<b>Номер сети</b>	<b>Значение последнего октета</b>
IP-адрес	192.168.1.	192
IP-адрес (двоичный)	11000000.10101000.00000001.	<b>11000000</b>
Маска подсети (двоичная)	11111111.11111111.11111111.	<b>11000000</b>
Адрес подсети 192.168.1.192	Наименьший идентификатор хоста: 192.168.1.193	
Широковещательный адрес 192.168.1.255	Наибольший идентификатор хоста: 192.168.1.254	

Пример: восемь подсетей

Аналогичным образом для создания восьми подсетей используется 27-битная маска (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110 и 111).

Значения последнего октета IP-адреса для каждой подсети показаны в следующей таблице.

Таблица 9. Восемь подсетей

Подсеть	Адрес подсети	Первый адрес	Последний адрес	Широковещательный адрес
1	0	1	30	31
2	32	33	62	63
3	64	65	94	95
4	96	97	126	127
5	128	129	158	159
6	160	161	190	191
7	192	193	222	223
8	224	225	254	255

## Планирование подсетей

Сводная информация по планированию подсетей для сети с 24-битным номером сети приводится в следующей таблице.

**Таблица 10. Планирование подсетей для сети с 24-битным номером**

Количество "одолженных" битов идентификатора хоста	Маска подсети	Количество подсетей	Количество хостов в подсети
1	255.255.255.128 (/25)	2	126
2	255.255.255.192 (/26)	4	62
3	255.255.255.224 (/27)	8	30
4	255.255.255.240 (/28)	16	14
5	255.255.255.248 (/29)	32	6
6	255.255.255.252 (/30)	64	2
7	255.255.255.254 (/31)	128	1

## **Пример расчета количества подсетей и хостов в подсети на основе IP-адреса и маски подсети**

Приведем пример расчета количества подсетей и хостов для сети **59.124.163.151/27**.

/27 - префикс сети или сетевая маска

В формате двоичных чисел 11111111 11111111 11111111 11100000

В формате десятичных чисел 255.255.255.224

В четвертом поле (последний октет) 11100000 первые 3 бита определяют число подсетей, в нашем примере  $2^3 = 8$ .

В четвертом поле (последний октет) 11100000 последние 5 бит определяют число хостов подсети, в нашем примере  $2^5 = 32$ .

**Диапазон IP первой подсети** 0~31 (32 хоста), но 0 - это подсеть, а 31 - это Broadcast. Таким образом, максимальное число хостов данной подсети - 30.

Первая подсеть: 59.124.163.0

Broadcast первой подсети: 59.124.163.31

## Пример расчета количества подсетей и хостов в подсети на основе IP-адреса и маски подсети

Приведем пример расчета количества подсетей и хостов для сети 59.124.163.151/27.

**Диапазон IP второй подсети** с 59.124.163.32 по 59.124.163.63

Вторая подсеть: 59.124.163.32

Broadcast второй подсети: 59.124.163.63

Мы можем высчитать

**диапазон IP восьмой подсети** с 59.124.163.224 по 59.124.163.255

Восьмая подсеть: 59.124.163.224

Broadcast восьмой подсети: 59.124.163.255

В нашем примере IP-адрес **59.124.163.151** находится в пятой подсети.

Пятая подсеть: 59.124.163.128/27

Диапазон IP пятой подсети с 59.124.163.128 по 59.124.163.159

Broadcast пятой подсети: 59.124.163.159

## Справочная информация для IPv4:

Адреса зарезервированные для особых целей:

Подсеть	Назначение
0.0.0.0/8	Адреса источников пакетов "этой" ("своей") сети, предназначены для локального использования на хосте при создании сокетов IP. Адрес 0.0.0.0/32 используется для указания адреса источника самого хоста.
10.0.0.0/8	Для использования в частных сетях.
127.0.0.0/8	Подсеть для коммуникаций внутри хоста.
169.254.0.0/16	Канальные адреса; подсеть используется для автоматического конфигурирования адресов IP в случае отсутствия сервера DHCP.
172.16.0.0/12	Для использования в частных сетях.
100.64.0.0/10	Для использования в сетях сервис-провайдера.
192.0.0.0/24	Регистрация адресов специального назначения.
192.0.2.0/24	Для примеров в документации.
192.168.0.0/16	Для использования в частных сетях.
198.51.100.0/24	Для примеров в документации.
198.18.0.0/15	Для стендов тестирования производительности.
203.0.113.0/24	Для примеров в документации.
240.0.0.0/4	Зарезервировано для использования в будущем.
255.255.255.255	Ограниченный широковещательный адрес.

Зарезервированные адреса, которые маршрутизируются глобально.

Подсеть	Назначение
192.88.99.0/24	Используются для рассылки ближайшему узлу. Адрес 192.88.99.0/32 применяется в качестве ретранслятора при инкапсуляции IPv6 в IPv4 (6to4)
224.0.0.0/4	Используются для многоадресной рассылки.

## Сети класса А и В

Маска подсети	Префикс, бит	Количество подсетей	Количество хостов	Количество адресов	Класс подсети
128.0.0.0	/1		2147483646	2147483648	A
192.0.0.0	/2		1073741822	1073741824	A
224.0.0.0	/3		536870910	536870912	A
240.0.0.0	/4		268435454	268435456	A
248.0.0.0	/5		134217726	134217728	A
252.0.0.0	/6		67108862	67108864	A
254.0.0.0	/7		33554430	33554432	A
255.0.0.0	/8		16777214	16777216	A
255.128.0.0	/9		8388606	8388608	B
255.192.0.0	/10		4194302	4194304	B
255.224.0.0	/11		2097150	2097152	B
255.240.0.0	/12		1048574	1048576	B
255.248.0.0	/13		524286	524288	B
255.252.0.0	/14		262142	262144	B
255.254.0.0	/15		131070	131072	B
255.255.0.0	/16		65534	65536	B

## Сети класса С

Маска подсети	Префикс, бит	Количество подсетей	Количество хостов	Количество адресов	Класс подсети
255.255.128.0	/17	2	32766	32768	С
255.255.192.0	/18	4	16382	16384	С
255.255.224.0	/19	8	8190	8192	С
255.255.240.0	/20	16	4094	4096	С
255.255.248.0	/21	32	2046	2048	С
255.255.252.0	/22	64	1022	1024	С
255.255.254.0	/23	128	510	512	С
255.255.255.0	/24	256	254	256	С
255.255.255.128	/25	2	126	128	С
255.255.255.192	/26	4	62	64	С
255.255.255.224	/27	8	30	32	С
255.255.255.240	/28	16	14	16	С
255.255.255.248	/29	32	6	8	С
255.255.255.252	/30	64	2	4	С
255.255.255.254	/31		2*	2	С
255.255.255.255	/32		1*	1	С