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

IP-адреса используются для идентификации устройств в сети. Для взаимодействия c 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.

Содержание:

[Знакомство с IP-адресами](https://help.keenetic.com/hc/ru/articles/213965829-%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0-%D1%85%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2-%D0%B8-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B9-%D0%BD%D0%B0-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5-IP-%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B0-%D0%B8-%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B8#ip)  
[Маски подсети](https://help.keenetic.com/hc/ru/articles/213965829-%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0-%D1%85%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2-%D0%B8-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B9-%D0%BD%D0%B0-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5-IP-%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B0-%D0%B8-%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B8#mask)  
[Формирование подсетей](https://help.keenetic.com/hc/ru/articles/213965829-%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0-%D1%85%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2-%D0%B8-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B9-%D0%BD%D0%B0-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5-IP-%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B0-%D0%B8-%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B8#subnet)  
[Пример расчета количества подсетей и хостов в подсети на основе IP-адреса и маски подсети](https://help.keenetic.com/hc/ru/articles/213965829-%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D1%80-%D1%80%D0%B0%D1%81%D1%87%D0%B5%D1%82%D0%B0-%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0-%D1%85%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BE%D0%B2-%D0%B8-%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B9-%D0%BD%D0%B0-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B5-IP-%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%B5%D1%81%D0%B0-%D0%B8-%D0%BC%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B8#example)

**Знакомство с IP-адресами**  
Одна часть IP-адреса представляет собой номер сети, другая – идентификатор хоста. Точно так же, как у разных домов на одной улице в адресе присутствует одно и то же название улицы, у хостов в сети в адресе имеется общий номер сети. И точно так же, как у различных домов имеется собственный номер дома, у каждого хоста в сети имеется собственный уникальный идентификационный номер – идентификатор хоста. Номер сети используется маршрутизаторами (роутерами, интернет-центрами) для передачи пакетов в нужные сети, тогда как идентификатор хоста определяет конкретное устройство в этой сети, которому должны быть доставлены пакеты.

**Структура**  
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.  
На следующем рисунке показан пример IP-адреса, в котором первые три октета (192.168.1) представляют собой номер сети, а четвертый октет (16) – идентификатор хоста.

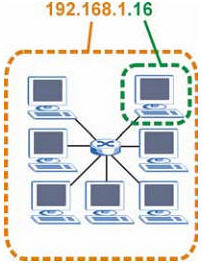


Рисунок 1. Номер сети и идентификатор хоста

Количество двоичных цифр в IP-адресе, которые приходятся на номер сети, и количество цифр в адресе, приходящееся на идентификатор хоста, могут быть различными в зависимости от маски подсети.

**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 частный подсетей иногда называют ["серыми"](https://help.keenetic.net/hc/ru/articles/213965789).  
IP-адреса можно получить через IANA, у своего провайдера услуг Интернет или самостоятельно назначить из диапазона адресов для частных сетей.

**Маски подсети**  
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

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

Маски подсети всегда состоят из серии последовательных единиц, начиная с самого левого бита маски, за которой следует серия последовательных нулей, составляющих в общей сложности 32 бита.

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.  
Маски подсети записываются в формате десятичных чисел с точками, как и IP-адреса. В следующих примерах показаны двоичная и десятичная запись 8-битной, 16-битной, 24-битной и 29-битной масок подсети.

Таблица 2. Маски подсети

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Двоичная   1-ый октет:** | **Двоичная  2-ой октет:** | **Двоичная  3-ий октет:** | **Двоичная  4-ый октет:** | **Десятичная** |
| 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 хостов в сети вычисляется следующим образом:

Таблица 3. Максимально возможное число хостов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Маска подсети** | | **Размер идентификатора хоста** |  | **Максимальное количество хостов** |
| 8 бит | 255.0.0.0 | 24 бит | 224 – 2 | 16777214 |
| 16 бит | 255.255.0.0 | 16 бит | 216 – 2 | 65534 |
| 24 бит | 255.255.255.0 | 8 бит | 28 – 2 | 254 |
| 29 бит | 255.255.255.248 | 3 бит | 23 – 2 | 6 |

**Формат записи**  
Поскольку маска всегда является последовательностью единиц слева, дополняемой серией нулей до 32 бит, можно просто указывать количество единиц, а не записывать значение каждого октета. Обычно это записывается как "/" после адреса и количество единичных бит в маске.

Например, адрес 192.1.1.0 /25 представляет собой адрес 192.1.1.0 с маской 255.255.255.128. Некоторые возможные маски подсети в обоих форматах показаны в следующей таблице.

Таблица 4. Альтернативный формат записи маски подсети

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Маска подсети** | **Альтернативный формат записи** | **Последний октет (в двоичном виде)** | **Последний октет (в десятичном виде)** |
| 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 28 – 2 = 254 хостов.  
Сеть компании до ее деления на подсети показана на следующем рисунке.

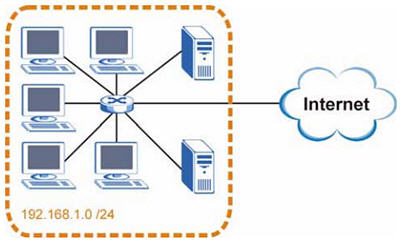


Рисунок 2. Пример формирования подсетей: до разделения на подсети

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 рисунке. Теперь она включает в себя две подсети, **A** и **B**.

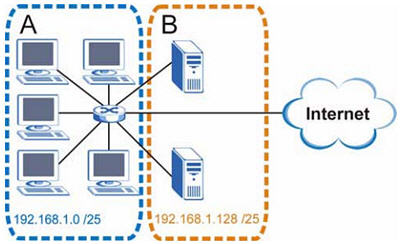
>

Рисунок 3. Пример формирования подсетей: после деления на подсети

В 25-битной подсети на идентификатор хоста выделяется 7 бит, поэтому в каждой подсети может быть максимум 27 – 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.**11**000000), то есть 255.255.255.192.

Каждая подсеть содержит 6 битов идентификатора хоста, что в сумме дает 26 – 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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **IP-адрес/маска подсети** | **Номер сети** | **Значение последнего октета** |
| IP-адрес (десятичный) | 192.168.1. | 0 |
| IP-адрес (двоичный) | 11000000.10101000.00000001. | **00**000000 |
| Маска подсети (двоичная) | 11111111.11111111.11111111. | **11**000000 |
| 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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **IP-адрес/маска подсети** | **Номер сети** | **Значение последнего октета** |
| IP-адрес | 192.168.1. | 64 |
| IP-адрес (двоичный) | 11000000.10101000.00000001. | **01**000000 |
| Маска подсети (двоичная) | 11111111.11111111.11111111. | **11**000000 |
| 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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **IP-адрес/маска подсети** | **Номер сети** | **Значение последнего октета** |
| IP-адрес | 192.168.1. | 128 |
| IP-адрес (двоичный) | 11000000.10101000.00000001. | **10**000000 |
| Маска подсети (двоичная) | 11111111.11111111.11111111. | **11**000000 |
| 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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **IP-адрес/маска подсети** | **Номер сети** | **Значение последнего октета** |
| IP-адрес | 192.168.1. | 192 |
| IP-адрес (двоичный) | 11000000.10101000.00000001. | **11**000000 |
| Маска подсети (двоичная) | 11111111.11111111.11111111. | **11**000000 |
| 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 23= 8.  
В четвертом поле (последний октет) 11100000 последие 5 бит определяют число хостов подсети, в нашем примере 25 = 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

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