

IP-адресация

IP-адрес – это уникальный числовой адрес, однозначно идентифицирующий узел, группу узлов или сеть. IP-адрес имеет длину 4 байта и обычно записывается в виде четырех чисел (так называемых «октетов»), разделенных точками – W.X.Y.Z, каждое из которых может принимать значения в диапазоне от 0 до 255, например, 213.128.193.154.

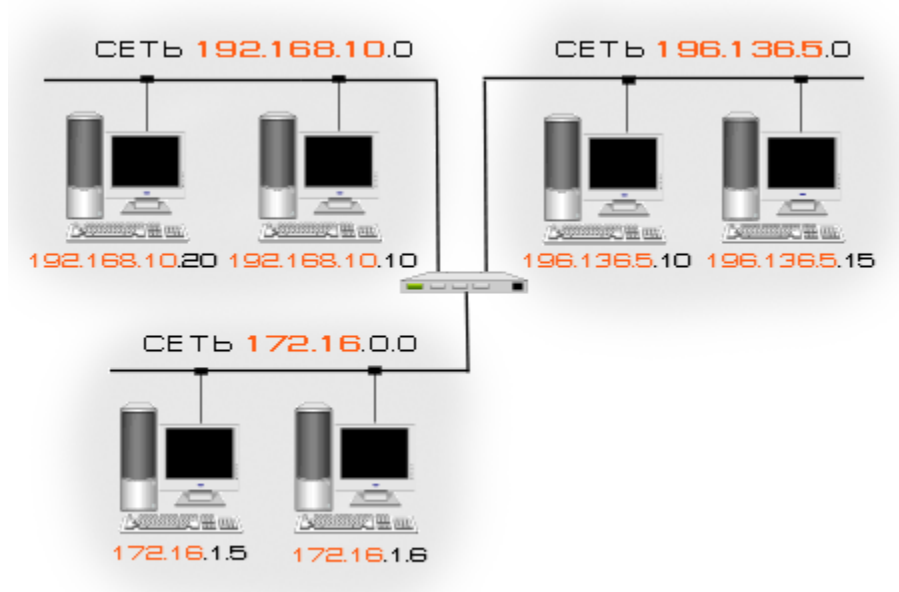
Классы IP-адресов

Существует 5 классов IP-адресов – А, В, С, D, Е. Принадлежность IP-адреса к тому или иному классу определяется значением первого октета (W). Ниже показано соответствие значений первого октета и классов адресов.

Класс IP-адреса	A	B	C	D	E
Диапазон первого октета	1-126	128-191	192-223	224-239	240-247

IP-адреса первых трех классов предназначены для адресации отдельных узлов и отдельных сетей. Такие адреса состоят из двух частей – номера сети и номера узла. Такая схема аналогична схеме почтовых индексов – первые три цифры кодируют регион, а остальные – почтовое отделение внутри региона.

Преимущества двухуровневой схемы очевидны: она позволяет, во-первых, адресовать целиком отдельные сети внутри составной сети, что необходимо для обеспечения маршрутизации, а во-вторых – присваивать узлам номера внутри одной сети независимо от других сетей. Естественно, что компьютеры, входящие в одну и ту же сеть должны иметь IP-адреса с одинаковым номером сети.



IP-адреса разных классов отличаются разрядностью номеров сети и узла, что определяет их возможный диапазон значений. Следующая таблица отображает основные характеристики IP-адресов классов А,В и С.

Характеристика	Класс		
	A	B	C
Номер сети	W	W.X	W.X.Y
Номер узла	X.Y.Z	Y.Z	Z
Возможное количество сетей	126	16 384	2 097 151
Возможное количество узлов	16 777 214	65 534	254
	Особые адреса		
Запись адреса сети в целом	W.0.0.0	W.X.0.0	W.X.Y.0
Широковещательный адрес в сети	W.255.255.255	W.X.255.255	W.X.Y.255

Например, IP-адрес 213.128.193.154 является адресом класса C, и принадлежит узлу с номером 154, расположенному в сети 213.128.193.0.

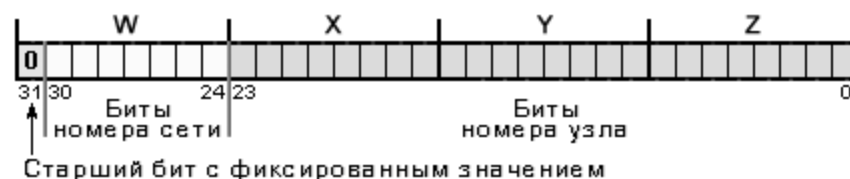
Схема адресации, определяемая классами A, B, и C, позволяет пересылать данные либо отдельному узлу, либо всем компьютерам отдельной сети (широковещательная рассылка). Однако существует сетевое программное обеспечение, которому требуется рассылать данные определенной группе узлов, необязательно входящих в одну сеть. Для того чтобы программы такого рода могли успешно функционировать, система адресации должна предусматривать так называемые групповые адреса. Для этих целей используются IP-адреса класса D.

Диапазон адресов класса E зарезервирован и в настоящее время не используется.

Двоичная форма записи IP-адресов

Наряду с традиционной десятичной формой записи IP-адресов, может использоваться и двоичная форма, отражающая непосредственно способ представления адреса в памяти компьютера. Поскольку IP-адрес имеет длину 4 байта, то в двоичной форме он представляется как 32-разрядное двоичное число (т.е. последовательность из 32 нулей и единиц). Например, адрес 213.128.193.154 в двоичной форме имеет вид 11010101 1000000 11000001 10011010. Используя двоичную форму записи IP-адреса, легко определить схемы классов IP адресов:

Класс А



Класс В



Класс С



Класс D



Класс E



Двоичные схемы IP-адресов классов А, В, С, D и E

Особые IP-адреса

Протокол IP предполагает наличие адресов, которые трактуются особым образом. К ним относятся следующие:

1. Адреса, значение первого октета которых равно 127. Пакеты, направленные по такому адресу, реально не передаются в сеть, а обрабатываются программным обеспечением узла-отправителя. Таким образом, узел может направить данные самому себе. Этот подход очень удобен для тестирования сетевого

программного обеспечения в условиях, когда нет возможности подключиться к сети.

2. Адрес 255.255.255.255. Пакет, в назначении которого стоит адрес 255.255.255.255, должен рассылаться всем узлам сети, в которой находится источник. Такой вид рассылки называется ограниченным широковещанием. В двоичной форме этот адрес имеет вид 11111111 11111111 11111111 11111111.

3. Адрес 0.0.0.0. Он используется в служебных целях и трактуется как адрес того узла, который сгенерировал пакет. Двоичное представление этого адреса 00000000 00000000 00000000 00000000

Дополнительно особым образом интерпретируются адреса:

- содержащие 0 во всех двоичных разрядах поля номера узла; такие IP-адреса используются для записи адресов сетей в целом;
- содержащие 1 во всех двоичных разрядах поля номера узла; такие IP-адреса являются широковещательными адресами для сетей, номера которых определяются этими адресами.

Использование масок для IP-адресации

Схема разделения IP-адреса на номер сети и номер узла, основанная на понятии класса адреса, является достаточно грубой, поскольку предполагает всего 3 варианта (классы А, В и С) распределения разрядов адреса под соответствующие номера. Рассмотрим для примера следующую ситуацию. Допустим, что некоторая компания, подключающаяся к Интернет, располагает всего 10-ю компьютерами. Поскольку минимальными по возможному числу узлов являются сети класса С, то эта компания должна была бы получить от организации, занимающейся распределением IP-адресов, диапазон в 254 адреса (одну сеть класса С). Неудобство такого подхода очевидно: 244 адреса останутся неиспользованными, поскольку не могут быть распределены компьютерам других организаций, расположенных в других физических сетях. В случае же, если рассматриваемая организация имела бы 20 компьютеров, распределенных по двум физическим сетям, то ей должен был бы выделяться диапазон двух сетей класса С (по одному для каждой физической сети). При этом число "мертвых" адресов удвоится.

Для более гибкого определения границ между разрядами номеров сети и узла внутри IP-адреса используются так называемые маски подсети. **Маска подсети** – это 4-байтовое число специального вида, которое используется совместно с IP-адресом. "Специальный вид" маски подсети заключается в следующем: двоичные разряды маски, соответствующие разрядам IP-адреса, отведенным под номер сети, содержат единицы, а в разрядах, соответствующих разрядам номера узла – нули.

Использование в паре с IP-адресом маски подсети позволяет отказаться от применения классов адресов и сделать более гибкой всю систему IP-адресации. Так, например, маска 255.255.255.240 (11111111 11111111 11111111 11110000) позволяет разбить диапазон в 254 IP-адреса, относящихся к одной сети класса С, на 14 диапазонов, которые могут выделяться разным сетям.

Для стандартного деления IP-адресов на номер сети и номер узла, определенного классами А, В и С маски подсети имеют вид:

Класс	Двоичная форма	Десятичная форма
А	11111111 00000000 00000000 00000000	255.0.0.0
В	11111111 11111111 00000000 00000000	255.255.0.0
С	11111111 11111111 11111111 00000000	255.255.255.0

Маска подсети

В терминологии сетей TCP/IP **маской подсети** или **маской сети** называется битовая маска, определяющая, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая — к адресу самого узла в этой сети. Например, узел с IP-адресом 12.34.56.78 и маской подсети 255.255.255.0 находится в сети 12.34.56.0/24 с длиной префикса 24 бита. В случае адресации IPv6 адрес 2001:0DB8:1:0:6C1F:A78A:3CB5:1ADD с длиной префикса 32 бита (/32) находится в сети 2001:0DB8::/32.

Другой вариант определения — это определение подсети IP-адресов. Например, с помощью маски подсети можно сказать, что один диапазон IP-адресов будет в одной подсети, а другой диапазон соответственно в другой подсети.

Чтобы получить адрес сети, зная IP-адрес и маску подсети, необходимо применить к ним операцию поразрядной конъюнкции (логическое И). Например, в случае более сложной маски (битовые операции в IPv6 выглядят идентично):

```
IP-адрес:      11000000 10101000 00000001 00000010 (192.168.1.2)
Маска подсети: 11111111 11111111 11111111 00000000 (255.255.255.0)
Адрес сети:    11000000 10101000 00000001 00000000 (192.168.1.0)
```

Разбиение одной большой сети на несколько маленьких подсетей позволяет упростить маршрутизацию. Например, пусть таблица маршрутизации некоторого маршрутизатора содержит следующую запись:

Сеть назначения	Маска	Адрес шлюза
192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.1.1

Пусть теперь маршрутизатор получает пакет данных с адресом назначения 192.168.1.2. Обработывая построчно таблицу маршрутизации, он обнаруживает, что при наложении маски 255.255.255.0 на адрес 192.168.1.2 получается адрес сети 192.168.1.0. В таблице маршрутизации этой сети соответствует шлюз 192.168.1.1, которому и отправляется пакет.

Маски при бесклассовой маршрутизации (CIDR)

Маски подсети являются основой метода бесклассовой маршрутизации (CIDR). При этом подходе маску подсети записывают вместе с IP-адресом в формате «*IP-адрес/количество единичных бит в маске*». Число после слэша означает количество единичных разрядов в маске подсети.

Рассмотрим пример записи диапазона IP-адресов в виде 10.96.0.0/11. В этом случае маска подсети будет иметь двоичный вид 11111111 11100000 00000000 00000000, или то же самое в десятичном виде: 255.224.0.0. 11 разрядов IP-адреса отводятся под *номер сети*, а остальные 32 — 11 = 21 разряд полного адреса — под локальный адрес в этой сети. Итого, 10.96.0.0/11 означает диапазон адресов от 10.96.0.1 до 10.127.255.254

Назначение маски подсети

Маска назначается по следующей схеме $2^8 - n$ (для сетей класса C), где n — количество компьютеров в подсети + 2, округленное до ближайшей большей степени двойки.

2 добавляется, чтобы учесть IP-адрес сети (первый в диапазоне) и широковещательный (последний в диапазоне, задаваемом маской)

Пример: В некой сети класса C есть 30 компьютеров, маска для такой сети вычисляется следующим образом:

$$2^8 - 32 = 224 \text{ (0E0h)} < = > 255.255.255.224 \text{ (0xFFFFFFFFE0)}$$