IPv4

Internet Protocol (IP)

Характеристики IP:

- Работает на третьем уровне модели OSI (второй уровень модели TCP/IP);
- Имеет адресацию в двух вариантах: IPv4 и IPv6;
- Адресация иерархическая;
- Независим от физической среды передачи данных;
- Единица передачи данных – пакет;
- Отсутствуют возможности по восстановлению данных;
- Не умеет управлять приоритетом трафика.

Перевод числа в двоичную систему

- См. 0.Двоичная система счисления.ppt (2-5 сл.)

IPv4

IP-адрес v4 - 32-разрядное двоичное число, разделенное на группы по 8 бит, называемых октетами:

17.239.47.94

=

00010001 11101111 00101111 01011110

Максимальное значение октета

$$\mathbf{11111111_2 = 255_{10}}$$

IP-адресация

IP-адрес состоит из двух логических частей

- номера подсети (ID подсети)
  - Идентифицирует сеть, в которой находится узел;
  - Используется маршрутизаторами для определения маршрута к сети.
- номера узла (ID хоста) в этой подсети
  - Идентифицирует узел;
  - Назначается администратором сетевому устройству.

При передаче пакета из одной подсети в другую используется ID подсети. Когда пакет попал в подсеть назначения, ID хоста указывает на конкретный узел в рамках этой подсети.

Например, для адреса 192.168.5.164/24

ID подсети – 192.168.5.0

ID хоста – 0.0.0.164

192.168.5.164

Заголовок пакета IP

- Поле *Номер версии (Version),* занимающее 4 бит, указывает версию протокола IP. Сейчас повсеместно используется версия 4 (IPv4), и готовится переход на версию 6 (IPv6).
- Поле *Длина заголовка (IHL)* IP-пакета занимает 4 бит и указывает значение длины заголовка, измеренное в 32-битовых словах. Обычно заголовок имеет длину в 20 байт (пять 32-битовых слов), но при увеличении объема служебной информации эта длина может быть увеличена за счет использования дополнительных байт в поле *Опции (IP Options).* Наибольший заголовок занимает 60 октетов.
- Поле *Тип сервиса (Type of Service)* занимает один байт и задает приоритетность пакета и вид критерия выбора маршрута.
- Поле *Общая длина (Total Length)* занимает 2 байта и означает общую длину пакета с учетом заголовка и поля данных.
- Поле *Идентификатор пакета (Identification)* занимает 2 байта и используется для распознавания пакетов, образовавшихся путем фрагментации исходного пакета. Все фрагменты должны иметь одинаковое значение этого поля.
- Поле *Флаги (Flags)* занимает 3 бита и содержит признаки, связанные с фрагментацией.
- Поле *Смещение фрагмента (Fragment Offset)* занимает 13 бит и задает смещение в байтах поля данных этого пакета от начала общего поля данных исходного пакета, подвергнутого фрагментации.
- Поле *Время жизни (Time to Live)* занимает один байт и означает предельный срок, в течение которого пакет может перемещаться по сети.
- Идентификатор *Протокол верхнего уровня (Protocol)* занимает один байт и указывает, какому протоколу верхнего уровня принадлежит информация, размещенная в поле данных пакета (например, это могут быть сегменты протокола TCP, дейтаграммы UDP, пакеты ICMP или OSPF). Значения идентификаторов для различных протоколов приводятся в документе RFC «Assigned Numbers».
- *Контрольная сумма (Header Checksum)* занимает 2 байта и рассчитывается только по заголовку.
- Поля *IP-адрес источника (Source IP Address)* и *IP-адрес назначения (Destination IP Address)* имеют одинаковую длину - 32 бита - и одинаковую структуру.
- Поле *Опции (IP Options)* является необязательным и используется обычно только при отладке сети.
- Поле *Выравнивание (Padding)* используется для того, чтобы убедиться в том, что IP-заголовок заканчивается на 32-битной границе. Выравнивание осуществляется нулями.

Классы IP-адресов

Класс	Первые биты	Наименьший номер сети	Наибольший номер сети	Количество сетей	Максимальное число узлов в сети
A	0	1.0.0.0	126.0.0.0	126	$2^{24} - 2 = 16777214$
B	10	128.0.0.0	191.255.0.0	16384	$2^{16} - 2 = 65534$
C	110	192.0.0.0	223.255.255.0	2097152	$2^{8} - 2 = 254$
D	1110	224.0.0.0	239.255.255.255	Групповой адрес	
E	11110	240.0.0.0	247.255.255.255	Зарезервирован	

Классы IP-адресов

Класс А

- Первый бит адреса начинается с 0;
- номер сети занимает один байт, остальные 3 байта интерпретируются как номер узла в сети;
- сети класса А имеют номера в диапазоне от 1 до 126;
- количество узлов может достигать 16 777 214.

00010001 11101111 00101111 01011110

=

17.239.47.94

Классы IP-адресов

Класс B

- первые два бита адреса равны 10;
- номер сети занимает два байта, остальные 2 байта интерпретируются как номер узла в сети;
- количество узлов может достигать 65 534

10000000 01010000 00011111 11010010

=

128.80.31.210

Классы IP-адресов

Класс С

- первые три бита адреса равны 110;
- номер сети занимает три байта, 1 байт интерпретируются как номер узла в сети;
- количество узлов может достигать 254

11000000 10101000 00001010 00001010

=

192.168.10.10

Классы IP-адресов

Класс D

- первые четыре бита адреса равны 1110;
- обозначает особый, *групповой адрес* (*multicast),* т.е. пакет с таким адресом направляется всем узлам, которым присвоен данный адрес

Класс E

- Адреса класса E в настоящее время не используются (был зарезервирован на будущее применение, однако не был использован из-за введения IPv6).

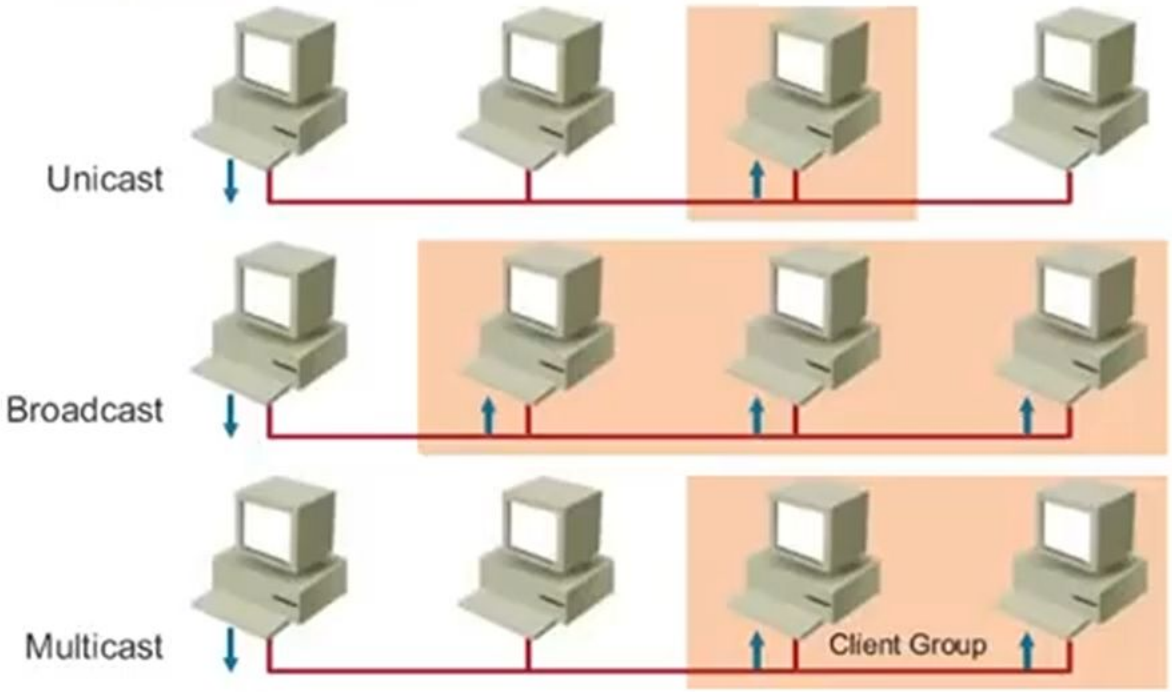
Количество адресов в сети

Вычисление количества узлов в сети: $2^N - 2$, где
N – число разрядов для представления номера узла

IP-адрес, со всеми обнуленными битами на позициях, соответствующих нулям в маске (например 192.168.1.0), называется **адресом подсети**. Если эти биты установить в единицы (например 192.168.1.255), этот адрес будет называьбся **направленным бродкастом (широковещательным)** для данной сети.

Итого, два адреса в каждой подсети не используются. Все остальные адреса в диапазоне **от адреса подсети до широковещательного адреса** являются полноправными адресами хостов внутри подсети, их можно использовать для назначения на компьютерах.

Типы IP-адресов



Маска подсети

Маска подсети (subnet mask) – это число, которое используется в паре с IP-адресом и определяет выделенный блок адресов;

Двоичная запись маски содержит единицы в тех разрядах, которые должны в IP-адресе интерпретироваться как номер сети.

Для стандартных классов сетей маски имеют следующие значения:

- класс A – 11111111. 00000000. 00000000. 00000000 (255.0.0.0);
- класс B – 11111111. 11111111. 00000000. 00000000 (255.255.0.0);
- класс C – 11111111. 11111111. 11111111. 00000000 (255.255.255.0).

Маска подсети

Способы записи маски подсети:

- аналогично записи IP-адреса, например 255.255.255.0 (netmask);
- совместно с IP-адресом с помощью указания числа единичных разрядов в записи маски, например 192.168.1.1/24 (bitmask).

Бесклассовая адресация

- Взамен классовой адресации пришли две технологии - Variable-Length Subnet Mask (VLSM) и Classless Inter-Domain Routing (CIDR).
- VLSM позволяет разделять сети на меньшие по размеру подсети, что позволяет экономить адреса.
- CIDR — метод IP-адресации, позволяющий объединять несколько масок VLSM в одну запись.
- Использование этих методов позволяет экономно использовать ограниченный ресурс IP-адресов, поскольку возможно применение различных масок подсетей к различным подсетям.

Маска подсети

Маска в двоичном виде	Маска в десятичном виде	Максимальное число узлов сети
…	…	…
11111111.11111111.11111111.00000000	255.255.255.0	254
11111111.11111111.11111111.10000000	255.255.255.128	126
11111111.11111111.11111111.11000000	255.255.255.192	62
11111111.11111111.11111111.11100000	255.255.255.224	30
11111111.11111111.11111111.11110000	255.255.255.240	14
11111111.11111111.11111111.11111000	255.255.255.248	6
11111111.11111111.11111111.11111100	255.255.255.252	2

Примеры

- См. 0.Двоичная система счисления.ppt (8-11 сл.)

Особые IP-адреса

- Если первый октет ID сети начинается со 127, такой адрес считается адресом машины-источника пакета. Используются для проверки функционирования стека TCP/IP. 127.0.0.1/8
- Если все биты IP-адреса равны нулю, адрес обозначает узел-отправитель и используется в некоторых сообщениях ICMP.
- Если все биты ID хоста равны 1, адрес называется *широковещательным (broadcast), пакеты, имеющие широковещательный* адрес, доставляются всем узлам подсети назначения
- Если все биты ID хоста равны 0, адрес считается идентификатором подсети (subnet ID).

Адреса частных диапазонов

Частные адреса (Private addresses), описанные в RFC 1918, специально выделены для применения во внутренних сетях и не могут быть присвоены хостам в Интернете. Существует три диапазона частных адресов:

- ID подсети – 10.0.0.0, маска подсети: 255.0.0.0;
- ID подсети – 172.16.0.0, маска подсети: 255.240.0.0;
- ID подсети – 192.168.0.0, маска подсети: 255.255.0.0.

Адреса для динамической конфигурации

Автоматические частные адреса APIPA (Automatic Private IP Address):

- ID подсети – 169.254.0.0,
- маска подсети: 255.255.0.0.

Адрес из этого диапазона выбирается хостом TCP/IP случайно, если отсутствует статический IP-адрес, DHCP-сервер не отвечает, и не указан альтернативный статический адрес.