

# Сетевой уровень взаимодействия

Адресация и маршрутизация

# Три адреса

- Локальный
- IP-адрес
- Символьный идентификатор-имя

# Локальный адрес

- Определяется технологией при помощи которой построена сеть. В случае MAC назначается производителем первые 3 байта – ID фирмы, а последние – ID порта.
- В случае X.25 или Frame Relay назначается администратором
- Пример MAC 11-A0-17-3D-BC-01

# IP - адрес

- 4 байта, используется для адресации на сетевом уровне, назначается в некоторых случаях администратором
- Пример - 109.26.17.100

# Символьный идентификатор

- Назначается в некоторых случаях администратором. В основном – покупается. Более подробно на лекции о DNS.
- Пример: [www.nic.ru](http://www.nic.ru)

# Три основных класса сетей

- IP адрес обычно записывается четырьмя числами
- 128.10.2.30
- Но так же может быть представлен и в бинарном виде
- 10000000 00001010 00000010 00011110

# Структура адреса

Класс

A



Класс

B



Класс

C



Класс

D



Класс

E



# Классы сетей

- A. Сети имеют номера от 1 до 126. (Номер 0 не используется, а номер 127 зарезервирован)  
Количество узлов должно быть больше  $2^{16}$ , но не превышать  $2^{24}$ .
- B. Число узлов  $2^8 - 2^{16}$ . Адрес сети и адрес узла по 16 бит.
- C. Узлов не больше  $2^8$ . Адрес сети 24 бита, а адрес узла - 8 бит.
- D. Особый, групповой адрес - multicast. Если в пакете в качестве адреса назначения указан адрес класса D, то такой пакет должны получить все узлы, которым присвоен данный адрес.
- E. Зарезервирован для будущих применений.



# Специальные адреса

- В протоколе IP существует несколько соглашений об особой интерпретации IP-адресов:
- если IP-адрес состоит только из двоичных нулей то он обозначает адрес того узла, который сгенерировал этот пакет;
- если в поле номера сети стоят 0, то по умолчанию считается, что этот узел принадлежит той же самой сети, что и узел, который отправил пакет;

# Специальные адреса

- если все двоичные разряды IP-адреса равны 1, то пакет с таким адресом назначения должен рассылаться всем узлам, находящимся в той же сети, что и источник этого пакета. Такая рассылка называется ограниченным широковещательным сообщением (limited broadcast);

# Специальные адреса

- если в поле адреса назначения стоят сплошные 1, то пакет, имеющий такой адрес рассылается всем узлам сети с заданным номером. Такая рассылка называется широковещательным сообщением (broadcast);
- адрес 127.0.0.1 зарезервирован для организации обратной связи при тестировании работы программного обеспечения узла без реальной отправки пакета по сети. Этот адрес имеет название loopback.

# Групповой адрес multicast

- Пакет доставляется узлам, которые образуют группу с номером.
- Но адрес не делится на поле номера узла и сети
- Узлы сами определяют свою принадлежность к группам
- Такие пакеты обрабатываются маршрутизаторами особым образом

# Особенности широковещательных пакетов

- В IP нет такого типа пакетов, который должен быть доставлен абсолютно всем
- Распространение пакета ограничено либо сетью, которая указана, либо сетью в которой находится узел
- Разделение сетей при помощи маршрутизаторов помогает предотвратить широковещательные штормы.

# Структуризация сетей при помощи масок

- Маска - это число, двоичная запись которого содержит единицы в тех разрядах, которые должны интерпретироваться как номер сети.
- 255.0.0.0 - маска для сети класса А,
- 255.255.0.0 - маска для сети класса В,
- 255.255.255.0 - маска для сети класса С.

# Маскирование

- Например, IP-адрес 129.44.141.15  
(10000001 00101100 10001101 00001111),  
который по стандартам IP задает номер  
сети 129.44.0.0 и номер узла 0.0.141.15,  
теперь, при использовании маски, будет  
интерпретироваться как пара: 129.44.128.0 -  
номер сети, 0.0. 13.15 - номер узла.

# Проблемы

- Класс А обычно слишком велик
- Класс С зачастую слишком мал
- Недостаток числа классов В
- Неэффективное использование адресного пространства
- Разрастание таблиц маршрутизации



# CIDR, Classless InterDomain Routing

- Объединение сетей класса C в блоки переменного размера
- Изменение регламента предоставления сетей класса C

# CIDR

- Адреса от 194.0.0.0 до 195.255.255.255 – для Европы;
- Адреса от 198.0.0.0 до 199.255.255.255 – для Северной Америки;
- Адреса от 200.0.0.0 до 201.255.255.255 – для Центральной и Южной Америки;
- Адреса от 202.0.0.0 до 203.255.255.255 – для Азии и Тихоокеанского региона.
- Еще 320 млн. адресов класса C от 204.0.0.0 до 223.255.255.255 было зарезервировано на будущее

# CIDR

- Это позволяет 32 млн. адресов уплотнить в одну строку таблицы роутера
- Нет номеров подсетей, а только префиксы адресного пространства, нет масок подсетей, а только длина префикса. Например, сеть 10.181.215.32 с маской 255.255.255.224 (бинарное представление маски 11111111.11111111.11111111.11000000) представляется как 10.181.215.32/27

# Вопросы

- Сколько адресов имеет подключенный в интернет компьютер и какие это адреса?
- В чём неудобство записи адреса с маской?
- Каких сетей больше: А или С ?
- Зачем были введены правила по географическому разделению адресов?

# IP

- Является наиболее распространённым протоколом сетевого уровня
- IP-пакет (RFC-791) вкладывается в кадр Ethernet и именно в него вкладываются пакеты UDP, TCP.
- IP-протокол предлагает ненадежную транспортную среду.
- При ошибке дейтограмма выбрасывается, а отправителю посылается соответствующее ICMP-сообщение (или не посылается ничего).
- Обеспечение же надежности возлагается на более высокий уровень (UDP или TCP).

# IP опции

- В заголовке IP пакета имеется возможность задать опции
- Наибольший интерес представляют собой опции временные метки и маршрутизация.
- Опция *записать маршрут* (RR) создает дейтограмму, где зарезервировано место, куда каждый маршрутизатор по дороге должен записать свой IP-адрес (например, утилита traceroute).
- Формат опции *записать маршрут* в дейтограмме предусмотрено место для записи 9 IP-адресов
- реализация RR не является обязательной

# IP маршрутизация

- IP-слой имеет маршрутные таблицы, которые просматриваются каждый раз, когда IP получает дейтограмму для отправки.
- Когда дейтограмма получается от сетевого интерфейса, IP первым делом проверяет, принадлежит ли IP-адрес места назначения к списку локальных адресов, или является широковещательным адресом.
- Если имеет место один из этих вариантов, дейтограмма передается программному модулю в соответствии с кодом в поле протокола.

# IP маршрутизация

- IP-процессор может быть сконфигурирован как маршрутизатор, в этом случае дейтограмма может быть переадресована в другой узел сети.
- Маршрутизация на IP-уровне носит пошаговый характер.
- IP не знает всего пути, он владеет лишь информацией - какому маршрутизатору послать дейтограмму с конкретным адресом места назначения.



# IPv6

- Расширение адресации (В IPv6 длина адреса расширена до 128 бит против 32 в IPv4)
- Улучшенная поддержка расширений и опций (Изменение кодирования опций IP-заголовков ослабляет ограничения на длину опций, и делает более доступным введение дополнительных опций в будущем)
- Возможность пометки потоков данных (TOS)
- Идентификация и защита частных обменов (для защиты информации)

# IPv6

- Существует три типа адресов:
- **unicast**: Идентификатор одиночного интерфейса
- **anycast**: Идентификатор набора интерфейсов (доставка ближайшему)
- **multicast**: Идентификатор набора интерфейсов (доставка всем)

# IPv6

- IPv6 адреса всех типов ассоциируются с интерфейсами, а не узлами. Так как каждый интерфейс принадлежит только одному узлу, уникальный адрес интерфейса может идентифицировать узел.

# IPv6

- Основная форма имеет вид x:x:x:x:x:x:x:x, где 'x' шестнадцатеричные 16-битовые числа.
- Примеры:
- fedc:ba98:7654:3210:FEDC:BA98:7654:3210  
1080:0:0:0:8:800:200C:417A

# IPv6

- Комбинация "::" может появляться только при записи адреса. Последовательность "::" может также использоваться для удаления из записи начальных или завершающих нулей в адресе. Например:

1080:0:0:0:8:800:200c:417

- ff01:0:0:0:0:0:0:43
- 0:0:0:0:0:0:0:1
- 0:0:0:0:0:0:0:0
  
- 1080::8:800:200c:417a
- ff01::43
- ::1
- ::

# IPv6

- Альтернативной формой записи, которая более удобна при работе с IPv4 и IPv6, является  $x:x:x:x:x:x:d.d.d.d$ , где 'x' шестнадцатеричные 16-битовые коды адреса, а 'd' десятичные 8-битовые, составляющие младшую часть адреса (стандартное IPv4 представление).
- Например:
- $0:0:0:0:0:0:13.1.68.3$   
 $0:0:0:0:0:FFFF:129.144.52.38$
- или в сжатом виде:
- $::13.1.68.3$   
 $::FFFF:129.144.52.38$

# Протоколы маршрутизации

- Это протоколы построения маршрутных таблиц
- Различаются по области применения и сложности
- RIP, OSPF, BGP
- Можно обходиться без использования таких протоколов, но для больших сетей ручная маршрутизация нецелесообразна

# Вопросы

- Какой протокол осуществляет маршрутизацию?
- С какими целями был предложен стандарт IPv6 ?
- Чем отличаются адреса IPv4 и IPv6 ?
- В кадры какого протокола обычно вкладывается IP ?