

# IP

Протокол IP находится на межсетевом уровне стека протоколов TCP/IP. Функции протокола IP определены в стандарте RFC-791 следующим образом: “Протокол IP обеспечивает передачу блоков данных, называемых дейтаграммами, от отправителя к получателям, где отправители и получатели являются компьютерами, идентифицируемыми адресами фиксированной длины (*IP-адресами*).

Протокол IP является **ненадежным протоколом без установления соединения**. Это означает, что протокол IP не подтверждает доставку данных, не контролирует целостность полученных данных и не производит операцию квитирования

Протокол IP обрабатывает каждую дейтаграмму как независимую единицу, не имеющую связи ни с какими другими дейтаграммами в Интернет. После того, как дейтаграмма отправляется в сеть, ее дальнейшая судьба никак не контролируется отправителем (на уровне протокола IP). Если дейтаграмма не может быть доставлена, она уничтожается.

- Гарантию правильной передачи данных предоставляют протоколы вышестоящего уровня (например, протокол [TCP](#)), которые имеют для этого необходимые механизмы.
- Одна из основных задач, решаемых протоколом IP, - маршрутизация дейтаграмм, т.е. определение пути следования дейтаграммы от одного узла сети к другому на основании адреса получателя.

- **Узлом сети** называется компьютер, подключенный к сети и поддерживающий протокол IP. Узел сети может иметь один и более *IP-интерфейсов*, подключенных к одной или разным сетям, каждый такой интерфейс идентифицируется уникальным *IP-адресом*.
- **IP-сетью** называется множество компьютеров (IP-интерфейсов), часто, но не всегда подсоединенных к одному физическому каналу связи, способных пересылать IP-дейтаграммы друг другу непосредственно (то есть без ретрансляции через промежуточные компьютеры), при этом IP-адреса интерфейсов одной IP-сети имеют общую часть, которая называется адресом, или номером, IP-сети, и специфическую для каждого интерфейса часть, называемую адресом, или номером, данного интерфейса в данной IP-сети.  
**Маршрутизатором**, или **шлюзом**, называется узел сети с несколькими IP-интерфейсами, подключенными к разным IP-сетям, осуществляющий на основе решения задачи маршрутизации перенаправление дейтаграмм из одной сети в другую для доставки от отправителя к получателю.
- **Хостами** называются узлы IP-сети, не являющиеся маршрутизаторами. Обычно хост имеет один IP-интерфейс (например, связанный с сетевой картой Ethernet или с модемом), хотя может иметь и несколько.

# IP адресация

- IP-адрес является уникальным 32-битным идентификатором IP-интерфейса в Интернет.
- IP-адрес хоста состоит из номера IP-сети, который занимает старшую область адреса, и номера хоста в этой сети, который занимает младшую часть. Положение границы сетевой и хостовой частей (обычно оно характеризуется количеством бит, отведенных на номер сети) может быть различным, определяя различные типы IP-адресов, которые рассматриваются ниже.

# IP адресация

- IP-адрес: 32 разряда
- Записывается в виде десятичных октетов: A.B.C.D
- Позволяет адресовать  $2^{32}=4294967296$  узлов (~4 млрд.)
- Поддерживается:
  - Индивидуальная адресация
  - Широковещательная адресация
  - Групповая адресация
- Адресуется конкретный сетевой интерфейс, а не узел
- Одному интерфейсу может придаваться несколько IP-адресов
- В некоторых случаях один адрес может разделяться сетевыми интерфейсами

# IP адресация

□ Адресное пространство поделено на классы:

□ Класс А – для сетей большого размера

□ Класс В – для сетей среднего размера

□ Класс С – для небольших сетей

□ Класс D – для групповых адресов

□ Класс E – для экспериментов

(зарезервировано)

- При адресации по классам адрес IP в классах А, В и С разделен на сетевой (Netid) и локальный (Hostid) адреса. Длина адреса зависит от класса объекта. Обращаем внимание на то, что классы D и E не разделены на эти части.
- В классе А 1 байт определяет сетевой адрес и 3 байта определяют локальный адрес. В классе В 2 байта определяют сетевой адрес и 2 байта — локальный. В классе С 3 байта определяют сетевой адрес и 1 байт — локальный.

# Классы IP сетей

**Формат IP адреса – 32 бита, 4 октета**

**Пример 128.10.2.30    10000000 00001010 00000010 00011110**

Класс А покрывает половину адресного пространства

- 16 777 216 хостов

Класс В охватывает 1/4 всего адресного пространства

- 16 368 сетей
- 65 536 хостов в одной сети

Класс С охватывает 1/8 адресного пространства

- 2 096 902 сетей
- 254 хоста в сети

- классы D и E покрывают 1/16 адресного пространства каждый.

# **Диапазоны номеров сетей различных классов**

# Зарезервированные IP-адреса

IP-адрес		Может указывать		Описание
N сети	N узла	Источник	Приемник	
0	0	Да	Нет	Адрес узла, сгенерировавшего пакет
0	N	Да	Нет	Адрес узла той же сети
127	любой	Да	Да	Loopback
1..1	1..1	Нет	Да	Ограниченный широковещательный адрес
N	-1	Нет	Да	Широковещательный адрес в сети N (broadcast)

IP-интерфейс с адресом в сети 127 используется для адресации узлом себя самого (*loopback, интерфейс обратной связи*). Обращение по адресу loopback-интерфейса означает связь с самим собой (без выхода пакетов данных на уровень доступа к среде передачи); для протоколов на уровнях транспортном и выше такое соединение неотличимо от соединения с удаленным узлом, что удобно использовать, например, для тестирования сетевого программного обеспечения.

# Зарезервированные IP адреса

- **Адрес 0.0.0.0**
- В таблицах маршрутизации – маршрут по умолчанию
- При адресации – данная сеть
- **Узел данной IP-сети**
- **Формат адреса:**
- A: 00000000.hhhhhhhh.hhhhhhhh.hhhhhhhh
- B: 10000000.00000000.hhhhhhhh.hhhhhhhh
- C: 11000000.00000000.00000000.hhhhhhhh
- Примеры: 0.9.3.12, 0.0.1.2, 0.0.0.25

# Зарезервированные IP адреса

- **Конкретная IP-сеть (\*)**
- Формат адреса:
  - A: 0nnnnnnnn.00000000.00000000.00000000
  - B: 10nnnnnnn.nnnnnnnnn.00000000.00000000
  - C: 110nnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.00000000
- Примеры: 12.0.0.0, 133.1.0.0, 195.19.212.0
- Используется в таблицах маршрутизации
- **Все узлы данной IP-сети (\*)**
- Формат адреса:
  - A: 0nnnnnnnn.11111111.11111111.11111111
  - B: 10nnnnnnn.nnnnnnnnn.11111111.11111111
  - C: 110nnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.11111111
- Примеры: 12.255.255.255, 195.19.212.255

# Зарезервированные IP адреса

- **Все узлы данной локальной сети**
- Формат адреса: 255.255.255.255
- **Петля обратной связи**
- Формат адреса:
- 01111111.xxxxxxxxxx.xxxxxxxxxx.xxxxxxxxxx
- Примеры: 127.0.0.20, 127.0.0.1
- Обычно используется 127.0.0.1

# Адреса для частных сетей

Reserved for Private-Use Networks [RFC1918]

**В каждом классе имеется диапазон адресов для локального использования, которые сетевые маршрутизаторы не обрабатывают *ни при каких условиях*, — они применяются для маршрутизации в локальных сетях.**

- **Класс А (1) 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (10/8 prefix)**
- **Класс В (16) 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (172.16/12 prefix)**
- **Класс С (255) 192.168.0.0 - 192.168.255.255 (192.168/16 prefix)**
- **Прямой доступ во внешние сети для хостов с адресами из частного блока невозможен. Для организации доступа таких хостов во внешние шлюзы придется использовать специальные шлюзы (например, шлюзы прикладного уровня).**
- **Публичные хосты не могут иметь прямого доступа к хостам других сетей, использующим частные адреса.**

## RFC 3927 — Dynamic Configuration of IPv4 Link-Local Addresses

Адреса IPv4 в диапазоне от 169.254.1.0 до 169.254.254.255 назначаются ОС хоста автоматически в случае недоступности других источников информации, например сервера DHCP.

# Структуризация сетей IP с помощью масок

- Часто администраторы сетей испытывают неудобства, из-за того, что количество централизованно выделенных им номеров сетей недостаточно для того, чтобы структурировать сеть надлежащим образом, например, разместить все слабо взаимодействующие компьютеры по разным сетям.

# Адресация подсетей

В настоящее время существует требование, чтобы все хосты поддерживали адресацию подсетей (RFC 950). Теперь IP адрес не делится просто на идентификатор сети и идентификатор хоста: идентификатор хоста делится на идентификатор подсети и идентификатор хоста.

Разделение на подсети скрывает детали внутренней организации сети от внешних маршрутизаторов.

**Пример разделение на подсети адреса класса B.**

**Подобное разделение позволяет создать 256 подсетей по 254 хоста в каждой**

# Маска подсети

Маска - это 32-битное число, которое используется в паре с IP-адресом; двоичная запись маски содержит единицы в тех разрядах, которые должны в IP-адресе интерпретироваться как номер сети. Единицы в маске должны представлять непрерывную последовательность.



**Маски двух различных подсетей класса В.**

# Использование масок для структуризации сети

Адрес класса С

**195.19.212.0**

**Маска**

**255.255.255.0 11111111.11111111.11111111.00000000**

Подсети

**195.19.212.0 /255.255.255.128**

**195.19.212.128 /255.255.255.128**

**255.255.255.128 11111111.11111111.11111111.10000000**

---

**255.255.255.192 11111111.11111111.11111111.11000000**

**255.255.255.224 11111111.11111111.11111111.11100000**

**255.255.255.240 11111111.11111111.11111111.11110000**

**255.255.255.248 11111111.11111111.11111111.11111000**

**255.255.255.252 11111111.11111111.11111111.11111100**

# CIDR - Classless Internet Direct Routing

- В случае адресации вне классов, с произвольным положением границы сеть-хост внутри IP-адреса, к IP-адресу прилагается 32-битовая маска, которую называют *маской сети* (netmask) или *маской подсети* (subnet mask). Сетевая маска конструируется по следующему правилу:
  - на позициях, соответствующих номеру сети, биты установлены;
  - на позициях, соответствующих номеру хоста, биты сброшены.
- Для удобства записи IP-адрес в модели CIDR часто представляется в виде  $a.b.c.d / n$ , где  $a.b.c.d$  — IP адрес,  $n$  — количество бит в сетевой части