

# Архитектуры компьютерных сетей



# Эталонная модель ISO/OSI

№	Название	Функции	Элемент инф-ции
7	Прикладной Application		
6	Представления Presentation		
5	Сеансовый Session		
4	Транспортный Transport		
3	Сетевой Network		
2	Канальный Data link		
1	Физический Physical		

# Эталонная модель ISO/OSI

№	Название	Функции	Элемент инф-ции
<b>7</b>	Прикладной Application		Сообщение
<b>6</b>	Представления Presentation		
<b>5</b>	Сеансовый Session		
<b>4</b>	Транспортный Transport		Пакет (сегмент, дейтаграмма)
<b>3</b>	Сетевой Network		Дейтаграмма (пакет)
<b>2</b>	Канальный Data link		Кадр (фрейм)
<b>1</b>	Физический Physical		Бит

# Эталонная модель ISO/OSI

№	Название	Функции	Элемент инф-ции
<b>7</b>	Прикладной Application		Сообщение
<b>6</b>	Представления Presentation		
<b>5</b>	Сеансовый Session		
<b>4</b>	Транспортный Transport		Пакет (сегмент, дейтаграмма)
<b>3</b>	Сетевой Network		Дейтаграмма (пакет)
<b>2</b>	Канальный Data link		Кадр (фрейм)
<b>1</b>	Физический Physical		Бит

# Архитектуры КС

- o DNA (DECNet)
- o SNA
- o DARPA (TCP/IP, Internet)
- o Novell Netware
- o SMB
- o AppleTalk
- o XNS
- o IPv6
- o ...

# Характеристики АКС

1. Иерархия протоколов
2. Соответствие модели ISO
3. Адресация
  - Узлов
    - Индивидуальная
    - Групповая
    - Широковещательная
  - Приложений
4. Связь с канальным уровнем
  - Разрешение адресов
  - Фрагментация
    - Поузловая
    - На источнике
5. Сетевые протоколы

# Характеристики АКС

## 6. Маршрутизация

- По типу маршрута
  - Индивидуальная
  - Групповая
- По адаптивности к изменениям в сети
  - Статическая
  - Динамическая
  - Предопределенная («от источника»)
- По месту проведения маршрутных вычислений
  - Централизованная
  - Децентрализованная
  - Гибридная
- По числу возможных маршрутов
  - Однопутевые
  - Многопутевые
- По характеру используемой информации
  - Глобальные
  - Локальные
  - Смешанные

# Характеристики АКС

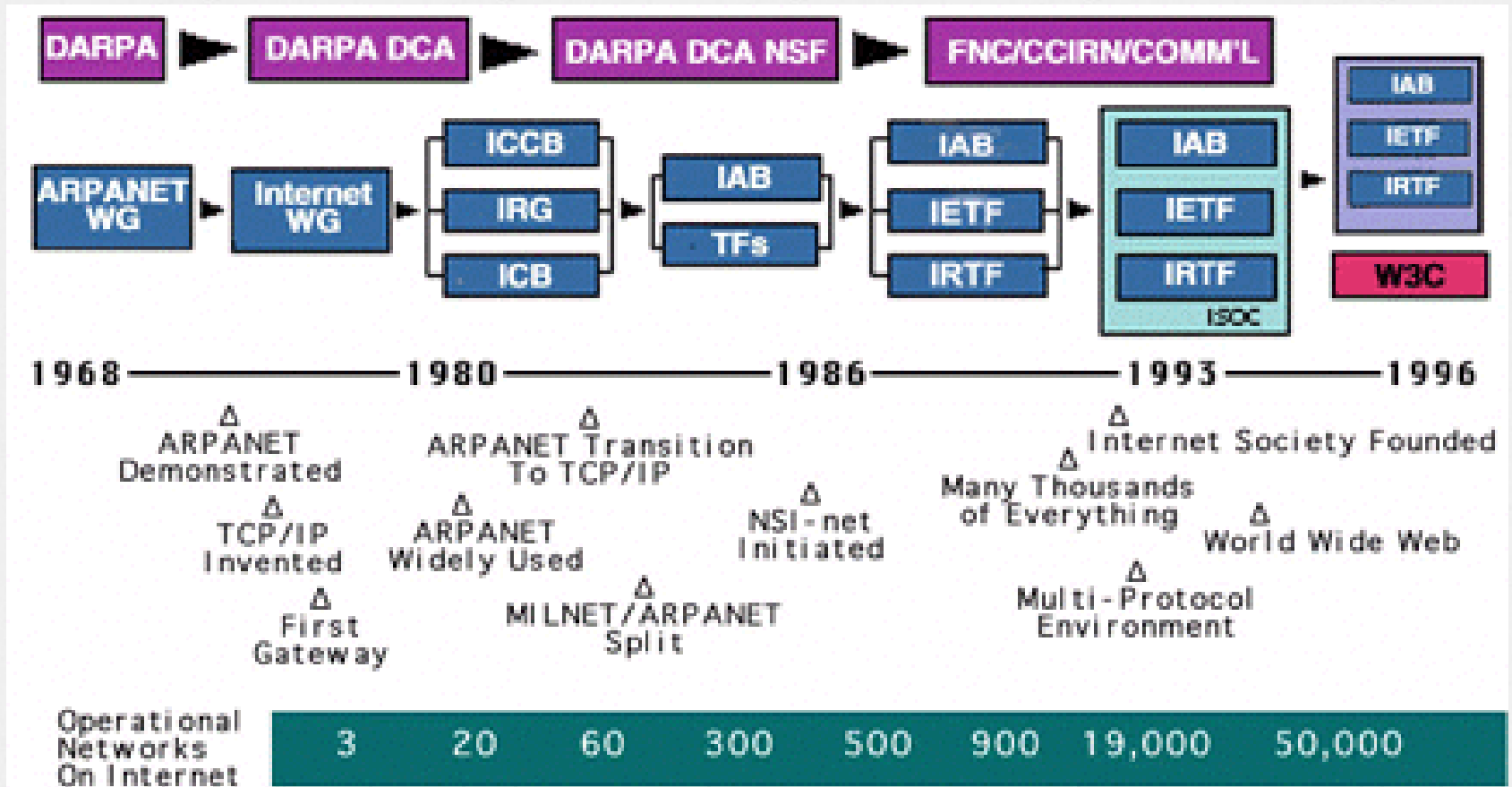
7. Транспортные механизмы
  - Дейтаграммные транспортные протоколы
  - Поточковые транспортные протоколы
  - Многопоточные транспортные протоколы
8. Именованние ресурсов
  - Одноуровневое
  - Двухуровневое
  - Иерархическое
9. Прикладные протоколы
  - Протоколы удаленного терминала
  - Протоколы передачи файлов
  - Протоколы электронной почты
  - ...
10. Управление
11. Защита информации



# Архитектура DARPA (TCP/IP)

- o 1957 г. – создание DARPA
- o 1968 г. – сеть ARPANET
- o 1974 г. – разработка семейства протоколов TCP/IP
- o 1983 г. – переход ARPANET на TCP/IP
- o 1983 г. - создание системы DNS
- o 1989 г. – создание WWW
- o 1990 г. – переход на единый термин – Internet

# История Internet



# Стандартизирующие организации Internet

- o Internet Society (ISOC) – сообщество, занимающееся развитием Internet
- o Internet Architecture Board (IAB) – координирует развитие TCP/IP
  - o Internet Engineering Steering Group (IESG) – рассмотрение стандартов и технические работы для IETF
  - o Internet Engineering Task Force (IETF) - отвечает за разработку стандартов на протоколы и архитектуру Internet
  - o Internet Research Task Force (IRTF) – занимается развитием технологий, которые могут понадобиться в будущем
  - o Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN) – занимается централизованным назначением адресов и номеров (ранее IANA)

# Координирующие организации Internet

- o Network Information Center (NIC) – организации, ответственные за распределение адресов
  - o InterNIC – на территории США
  - o Reseaux IP Europeens (RIPE) – в Европе
  - o African Network Information Centre (AfriNIC) – в Африке
  - o Asia Pacific Network Information Centre (APNIC) – в Азии и Океании
  - o Regional Latin-American and Caribbean IP Address Registry (LACNIC) – в Латинской Америке
  - o Russian Institute for Public Networks (RIPN) – в России

# Стандарты TCP/IP

- o Документы RFC (Request For Comments)
  - o <http://www.ietf.org/rfc.html>
  - o <ftp://ftp.relcom.ru/pub/internet/rfc>
- o Документы FYI (For You Information)
  - o Имеется соответствующий RFC
- o Стандарты STD (Standard)
  - o Имеется соответствующий RFC

# Иерархия протоколов TCP/IP

7	SMTP, POP-3, HTTP, FTP, DNS	DNS, TFTP, SNMP	
6			
5			
4	<b>TCP</b>		<b>UDP</b>
3	ICMP, IGMP	<b>IP</b>	
2	Ethernet, Token Ring, FDDI, ...		
1			

# Адресация в IP

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

<b>195</b>	<b>19</b>	<b>212</b>	<b>13</b>
<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

# Адресация в IP

- o Адресное пространство поделено на классы:
  - o Класс А – для сетей большого размера
  - o Класс В – для сетей среднего размера
  - o Класс С – для небольших сетей
  - o Класс D – для групповых адресов
  - o Класс Е – для экспериментов (зарезервировано)



# Адресация в IP. Адреса класса A

- o Формат адреса:
  - o 0nnnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh.hhhhhhhh
    - o n – разряды номера сети
    - o h – разряды номера узла
- o Параметры:
  - o 126 сетей (2 - зарезервированы)
  - o  $2^{24}-2$  узлов в сети ( $\sim 16$  млн.)
- o Диапазон адресов:
  - o 1.0.0.0 – 126.255.255.255

# Адресация в IP. Адреса класса В

- o Формат адреса:

- o 10nnnnnnn.nnnnnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh

- o n – разряды номера сети

- o h – разряды номера узла

- o Параметры:

- o  $2^{14}-2= 16382$  сети

- o  $2^{16}-2 = 65534$  узлов в сети

- o Диапазон адресов:

- o 128.0.0.0 – 191.255.255.255

# Адресация в IP. Адреса класса C

- o Формат адреса:

- o 110nnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.hhhhhhhh

- o n – разряды номера сети

- o h – разряды номера узла

- o Параметры:

- o  $2^{21}-2$  сетей (~2 млн.)

- o  $2^8-2 = 254$  узла в сети

- o Диапазон адресов:

- o 192.0.0.0 – 223.255.255.255

# Адресация в IP. Адреса класса D

- o Групповые адреса Internet
- o Формат адреса:
  - o 1110xxxx.xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
  - o x – разряды адреса
- o Параметры:
  - o  $2^{28}$  адресов (~256 млн.)
- o Диапазон адресов:
  - o 224.0.0.0 – 239.255.255.255

# Адресация в IP. Адреса класса E

- o Зарезервированы для экспериментов
- o Формат адреса:
  - o 1111xxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx.xxxxxxxx
  - o x – разряды адреса
- o Параметры:
  - o  $\sim 2^{28}$  адресов ( $\sim 256$  млн.)
- o Диапазон адресов:
  - o 240.0.0.0 – 254.255.255.255
- o Валидные пакеты в Internet не должны иметь адреса класса E

# Зарезервированные IP-адреса

## o Адрес 0.0.0.0

- o В таблицах маршрутизации – маршрут по умолчанию
- o При адресации – данная сеть

## o Узел данной IP-сети

### o Формат адреса:

- o A: 00000000.hhhhhhhh.hhhhhhhh.hhhhhhhh
- o B: 10000000.00000000.hhhhhhhh.hhhhhhhh
- o C: 11000000.00000000.00000000.hhhhhhhh
- o Примеры: 0.9.3.12, 0.0.1.2, 0.0.0.25

# Зарезервированные IP-адреса

## o Конкретная IP-сеть (\*)

### o Формат адреса:

o A: 0nnnnnnnn.00000000.00000000.00000000

o B: 10nnnnnnnn.nnnnnnnnn.00000000.00000000

o C: 110nnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.00000000

o Примеры: 12.0.0.0, 133.1.0.0, 195.19.212.0

o Используется в таблицах маршрутизации

## o Все узлы данной IP-сети (\*)

### o Формат адреса:

o A: 0nnnnnnnn.11111111.11111111.11111111

o B: 10nnnnnnnn.nnnnnnnnn.11111111.11111111

o C: 110nnnnnn.nnnnnnnnn.nnnnnnnnn.11111111

o Примеры: 12.255.255.255, 195.19.212.255

# Зарезервированные IP-адреса

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



# Зарезервированные IP-адреса

- o IANA зарезервировала для внутреннего использования диапазоны адресов
- o Перечислены в RFC1918:
  - o 10.0.0.0 – 10.255.255.255
  - o 172.16.0.0 – 172.31.255.255
  - o 192.168.0.0 – 192.168.255.255

# Зарезервированные IP-адреса

- o 224.0.0.1 – все узлы данной подсети
- o 224.0.0.2 – все маршрутизаторы данной подсети
- o 224.0.0.5 – все OSPF маршрутизаторы
- o 224.0.0.6 – все назначенные OSPF маршрутизаторы
- o 224.0.0.9 – все RIP-2 маршрутизаторы
- o 224.0.0.10 – все IGRP маршрутизаторы

# Структуризация сетей IP

- o Было:  $N + H$
- o Предлагается:  $N + S + H$
- o Маска подсети:
  - o 32-х разрядный вектор флагов
  - o «1» в  $i$ -ом разряде маски -  $i$ -ый разряд адреса содержит часть номера сети или подсети
  - o «0» в  $i$ -ом разряде маски -  $i$ -ый разряд адреса содержит часть номера узла

# Структуризация сетей IP

- o Сеть класса С:
  - o 2 подсети по 128 адресов
    - o Маска 255.255.255.128
  - o 4 подсети по 64 адреса
    - o Маска 255.255.255.192
  - o 8 подсетей по 32 адреса
    - o Маска 255.255.255.224
  - o 16 подсетей по 16 адресов
    - o Маска 255.255.255.240
  - o 32 подсети по 8 адресов
    - o Маска 255.255.255.248
  - o 64 подсети по 4 адреса
    - o Маска 255.255.255.252

# Структуризация сетей IP

- o Два адреса в подсети (первый и последний) зарезервированы:
  - o Адрес подсети: 195.19.212.96
  - o Широковещательный адрес подсети: 195.19.212.127
- o Допускается в одной сети иметь подсети разного размера (VLSM)
- o Проблема с первой и последней подсетями
- o Принято, что сначала в маске идут разряды сети, потом - узла

# Префикс сети

- o Префикс сети - число единиц в маске:
  - o Маска: 255.255.255.240
  - o Префикс: 28
  - o Записывается: 195.19.212.96/27
- o Префиксы для стандартных сетей:
  - o А – 8
  - o В – 16
  - o С – 24

# Структуризация сетей IP: надсети

- Надсети – для объединения нескольких сетей
- Пример 1:
  - Сети 195.19.212.0 и 195.19.213.0
  - Общая надсеть на 512 адресов:  
195.19.212.0/255.255.254.0
- Пример 2:
  - Сети 192.168.1.0 и 192.168.2.0
  - Общая надсеть на 1024!! адреса:  
192.168.0.0/255.255.252.0

# Структуризация сетей IP

- o A – IP-адрес узла
- o M – маска подсети
- o Адрес подсети, широковещательный адрес подсети, размер подсети?
- o Адрес подсети:
  - o  $Net = A \& M$
  - o Широковещательный адрес:
    - o  $Broad = A \vee (!M)$
  - o Максимальное число узлов в сети:
    - o  $K = !M - 1$



# Адресация сервисов (приложений)

- o Порт – уникальный номер приложения на узле, использующего конкретный транспортный протокол
- o В TCP/IP порт – 16 разрядов (0..65535)
- o Приложение идентифицируется сокетом:
  - o IP-адресом узла
  - o Типом транспортного протокола
  - o Номером порта
- o Примеры:
  - o TCP-сокет: 195.19.212.13:80
  - o UDP-сокет: 195.19.212.10:53

# Сетевой уровень TCP/IP

- o Представлен протоколами:
  - o IP – основной сетевой протокол архитектуры TCP/IP
  - o ICMP – протокол управления и контроля
  - o IGMP – протокол работы с группами
  - o ARP – протокол разрешения адресов
  - o Протоколы маршрутизации

# Протокол IP

- o IP – Internet Protocol
- o Стандарт - RFC 791, 1981 год
- o Текущая действующая версия – 4 (IPv4)
- o Состоит из заголовка и тела
- o Суммарная длина не более 65536 байт

# Формат пакета IP

V	HL	TOS	Length	
4	4	8	16	
ID		F	Offset	
16		3	13	
TTL	Protocol		HCRC	
8	8		16	
Source Address				
32				
Destination Address				
32				
Options			Pad	
Data				

# Поля заголовка пакета IP

- o V – версия протокола (4)
- o HL – длина заголовка в словах (5-15)
- o Length – длина пакета
- o TTL – время жизни
- o HCRC – контрольная сумма заголовка
- o Source Address – адрес отправителя
- o Destination Address – адрес получателя
- o Data – данные (тело пакета)

# Поля заголовка пакета IP

- o Protocol – идентификатор вложенного протокола
  - o Список идентификаторов протоколов - RFC 1700
  - o В операционных системах:
    - o В UNIX, Linux:
      - o /etc/protocols
    - o В Windows NT/XP/2000/7... :
      - o %systemroot%\system32\drivers\etc\protocol
    - o В Windows 9x/Me:
      - o %systemroot%\protocol
- o Основные протоколы:
  - o 1- ICMP
  - o 2- IGMP
  - o 4 - IP
  - o 6 – TCP
  - o 17 – UDP
  - o 89 – OSPF

# Поля заголовка пакета IP

- o TOS – тип сервиса. Пожелания относительно способа доставки

Priority			D	T	R	C	-
0	1	2	3	4	5	6	7

- o Приоритет:
  - o 0 – нормальный
  - o 1 – приоритетный
  - o 2 – немедленный
  - o 3 – мгновенный
  - o 4 – срочный
  - o 5 – критический
  - o 6 – межсетевое управление
  - o 7 – сетевое управление

# Поля заголовка пакета IP

- o Пожелания относительно способа доставки
  - o D (delay) – требуется минимальная задержка
  - o T (throughput) – требуется максимальная пропускная способность
  - o R (reliability) – требуется максимальная надежность
  - o C (cost) – требуется минимальная стоимость
- o Может быть установлено 0 или 1 бит



# Поля заголовка пакета IP

Протокол	D	T	R	C
FTP управление	1	0	0	0
FTP данные	0	1	0	0
TFTP	1	0	0	0
DNS UDP	1	0	0	0
DNS TCP	0	0	0	0
TELNET	1	0	0	0
SMTP команды	1	0	0	0
SMTP данные	0	1	0	0
SNMP	0	0	1	0
NNTP	0	0	0	1

# Поля пакета IP

- o Фрагментация пакетов
  - o Id – идентификатор – одинаковый у всех фрагментов
  - o Offset – смещение фрагмента данного фрагмента относительно начала пакета в 8-ми байтовых словах
  - o F – флаги
    - o 0 – зарезервировано
    - o 1 – флаг разрешения фрагментации
    - o 2 – признак последнего фрагмента
      - o 0 – последний фрагмент
      - o 1 - не последний фрагмент

# Опции протокола IP

- o Поле Options – необязательные опции
- o Поле не имеет фиксированной длины, поэтому используется заполнитель:
- o Поле Pad – заполнитель до границы 32-х разрядного слова

# Формат опций IP

Копировать	Класс		Номер опции					Параметры
0	1	2	3	4	5	6	7	...

- o Флаг копирования
  - o 1 – копировать опции во все фрагменты пакета
  - o 0 – копировать только в первый фрагмент
- o Класс опции:
  - o 0 – управление дейтаграммами или сетью
  - o 1 – зарезервировано
  - o 2 – отладка сети
  - o 3 – зарезервировано
- o Номер опции – задаёт номер опции внутри класса

# Формат опций IP

Класс	Номер	Длина	Описание
0	0	0	End of Options List
0	1	0	No Operation
0	2	11	Security
0	3	перем.	Loose Source Routing
0	7	перем.	Record Route
0	8	4	Stream ID
0	9	перем.	Strict Source Routing
2	4	перем.	Internet Timestamp

# Опции IP

- o End of Option List – конец списка опций
  - o Последняя опция в пакете
  - o Используется, когда граница опций не совпадает с границей заголовка IP
  - o Занимает 1 байт
- o No Operation - нет операции
  - o Используется между другими опциями для выравнивания границы опций
  - o Занимает 1 байт
- o Stream ID – идентификатор потока
  - o Используется для отнесения пакета к какому-либо потоку
  - o Должна копироваться при фрагментации
  - o Занимает 4 байта:
    - o Заголовок – 1 байт
    - o Длина – 1 байт
    - o Идентификатор – 2 байта

# Опции IP

- o Strict Source Route – строгая маршрутизация от источника
  - o Содержит адреса маршрутизаторов, через которые должен пройти пакет
  - o Маршрутизаторы должны пересылать пакет **непосредственно** к следующему адресу из списка
  - o Состоит из 4-х полей:
    - o Заголовок
    - o Максимальная длина в байтах
    - o Указатель – смещение (в байтах от начала опции)
    - o Список адресов

# Опции IP

- o Loose Source Route – нестрогая маршрутизация от источника
  - o Содержит адреса маршрутизаторов, через которые должен пройти пакет
  - o Маршрутизаторы должны пересылать пакет к следующему адресу из списка
  - o Состоит из 4-х полей:
    - o Заголовок
    - o Максимальная длина в байтах
    - o Указатель – смещение (в байтах от начала опции)
    - o Список адресов



# Опции IP

- o Record Route – запись маршрута
  - o Используется для анализа маршрута пакета
  - o Каждый маршрутизатор заполняет соответствующее поле своим адресом
  - o Состоит из 4-х полей:
    - o Заголовок
    - o Максимальная длина
    - o Указатель – смещение (вычисляется в байтах от начала опции)
    - o Список адресов маршрутизаторов
  - o Если все поля заняты, то маршрутизатор не производит запись своего адреса

# Связь с канальным уровнем

- o ARP-таблица
  - o IP-адрес
  - o MAC-адрес
  - o Тип записи
- o Типы записей:
  - o Динамические записи
  - o Статические записи
- o Политики очистки ARP-таблицы
  - o 10-минутное время жизни
  - o Двухминутные обновления в случае активности

# Связь с канальным уровнем

- o Утилита arp:
  - o Отображение таблицы:
    - o Windows: arp -a
    - o Linux: arp
  - o Добавление статической записи:
    - o arp -s <IP> <MAC>
  - o Удаление записи:
    - o arp -d <IP>

# Протокол ARP

- o Стандарты:
  - o Для Ethernet – RFC826, 1982 г.
  - o Для ARCNET – RFC1051, 1988 г.
  - o Для FDDI – RFC1390, 1993 г.
  - o Для ATM – RFC2225, 1998 г.
  - o Для Fibre Channel – RFC2625, 1999 г.
- o Цель – заполнение ARP-таблицы
- o Запрос – широковещательный
- o Ответ – индивидуальный
- o Заполнение ARP-таблицы:
  - o На приемной стороне при получении ARP-запроса
  - o На запрашивающей стороне при получении ответа

# Формат пакета ARP

Network Type		Protocol
HAL	PAL	Operation
Source Hardware Address		
Source Hardware Address		Source IP
Source IP		Dest. Hardware Address
Dest. Hardware Address		
Dest. IP		

# Формат пакета ARP

- o Network Type – тип канального протокола
  - o Для Ethernet – 1
- o Protocol - протокол сетевого уровня
  - o IP – 2048
- o HAL - длина канального адреса
- o PAL - длина сетевого адреса
- o Operation - тип операции
  - o 1 – запрос
  - o 2 – ответ

# Групповая доставка

- Необходимо знать о наличии групповых адресов в сегменте
- Маршрутизатор должен периодически получать информацию о членстве в группах

# Групповая доставка

- Необходим способ доставки групповых пакетов узлам
- Используется групповая адресация канального уровня:
  - Адреса 01:xx:xx:xx:xx:xx – групповые в Ethernet
  - Диапазон 01.00.5e:00:00:00 – 01.00.5e.7f:ff:ff – для групп IP
- Младшие 23 разряда группового адреса IP копируются в разряды адреса MAC
- Старшие 5 разрядов группового адреса IP – игнорируются



# Протокол IGMP v1

- o Предназначен для информирования маршрутизатора о членстве в группах
- o Стандарт: версия 1 – RFC 1112
- o Маршрутизатор посылает запрос
- o Отчет посылается с задержкой
- o Хост должен посылать отчет о каждой группе
- o Если на запрос не присылаются отчеты => членов групп больше нет
- o Формат пакета IGMP v1:

Версия	Тип	Не исп.	Контрольная сумма
Адрес группы			

# Протокол IGMP v1

- o Версия – задает версия протокола IGMP
- o Тип – определяет тип команды:
  - o 1 – запрос
  - o 2 – ответ
- o Адрес группы:
  - o В запросе – 0
  - o В ответе – существующий номер группы
- o Инкапсулируется в IP
- o В IP-пакете используется
  - o Адрес 224.0.0.1
  - o TTL = 1

# Протокол IGMP v2

- o Стандарт – RFC2236
- o Обрато совместим с IGMP v1
- o Формат пакета:

Тип	Макс. время ответа	Контрольная сумма
Адрес группы		

- o Тип:
  - o 0x11 – запрос о членстве в группах или конкретной группе
  - o 0x16 – отчет о членстве v2
  - o 0x17 – нотификация о покидании группы
  - o 0x12 – отчет о членстве v1 (для совместимости)
- o Макс. время – максимальное время ответа в 0.1 с

# Протокол IGMP v3

- o Стандарт – RFC3376
- o Обрато совместим с IGMP v1, v2
- o Позволяет:
  - o В одном пакете запросить несколько групп
  - o В одном пакете отчитаться о нескольких группах

# Протокол ICMP

- o Протокол сетевого уровня
- o Предназначен для решения задач:
  - o Управления
  - o Нотификации об ошибках и проблемах
  - o Тестирования и мониторинга
- o Описан в стандарте RFC792
- o Инкапсулируется в IP

# Протокол ISMP

- o Общая часть пакета:

Тип	Код	Контр. сумма
-----	-----	--------------

- o Тип – тип пакета
- o Код – расшифровка назначения пакета внутри типа
- o Контрольная сумма вычисляется для всего пакета

# Протокол ICMP.

## Нотификационные сообщения

### o Получатель недоступим (3)

3	0-12	Контр. сумма
0		
Заголовок IP и первые 64 бита пакета		

- o Тип – 3
- o Код 0-12 – причина недоступности
- o Последнее поле содержит первую часть пакета, который невозможно доставить

# Протокол ICMP.

## Нотификационные сообщения

- o Причины недоступности:
  - o 0 - сеть недостижима
  - o 1 - узел недостижим
  - o 2 - протокол недостижим
  - o 3 - порт недостижим
  - o 4 - требуется фрагментация
  - o 5 - ошибка маршрутизации от источника
  - o 6 - сеть назначения неизвестна
  - o 7 - узел назначения неизвестен
  - o 8 - отправитель изолирован
  - o 9 - взаимодействие с сетью назначения административно запрещено
  - o 10 - взаимодействие с узлом назначения административно запрещено
  - o 11 - Сеть недостижима из-за класса обслуживания
  - o 12 - Узел недостижим из-за класса обслуживания



# Протокол ICMP.

## Нотификационные сообщения

### o Превышено время (11)

11	0-1	Контр. сумма
0		
Заголовок IP и первые 64 бита пакета		

- o Тип – 11
- o Код 0-1 – причина превышения времени
- o Последнее поле содержит первую часть пакета, фрагмент которого не дошел

# Протокол ISMR.

## Нотификационные сообщения

- o Код 0-1 – причина превышения
  - o 0 – превышено значение счетчика времени жизни
  - o 1 – Превышено время ожидания фрагмента при сборке

# Протокол ICMP.

## Нотификационные сообщения

### о Ошибка параметра (12)

12	0	Контр. сумма
Указатель		
Заголовок IP и первые 64 бита пакета		

- о Тип – 12
- о Указатель – номер байта в IP-пакете, в котором обнаружена ошибка
- о Последнее поле содержит первую часть пакета, в котором обнаружена ошибка

# Протокол ICMP. Управляющие сообщения

## o Подавление источника (4)

4	0	Контр. сумма
0		
Заголовок IP и первые 64 бита пакета		

o Тип – 4

o Последнее поле содержит первую часть пакета, поток которого необходимо замедлить

# Протокол ICMP. Управляющие сообщения

## o Изменение маршрута (5)

5	0-3	Контр. сумма
IP-адрес маршрутизатора		
Заголовок IP и первые 64 бита пакета		

- o Последнее поле содержит первую часть пакета, маршрутизируемого нерационально
- o Код (0-3) – тип переназначения маршрута
  - o 0 – переназначения маршрута для сети
  - o 1 – переназначения маршрута для узла
  - o 2 – переназначения маршрута для типа сервиса и сети
  - o 3 – переназначения маршрута для типа сервиса и узла

# Протокол ICMP. Тестовые и контрольные сообщения

## o Запрос эха (8) и ответ на запрос эха (0)

8 или 0	0	Контр. сумма
Идентификатор		Послед. номер
Необязательные данные		

- o Идентификатор – номер потока сообщений
- o Последовательный номер – номер пакета в потоке

# Протокол ISMP. Тестовые и контрольные сообщения

- Запрос временной метки (13) и ответ на запрос временной метки (14)

13 или 14	0	Контр. сумма
Идентификатор		Послед. номер
Временная метка отправителя		
Временная метка приема		
Временная метка передачи		

# Протокол ICMP. Тестовые и контрольные сообщения

- o Идентификатор – номер потока сообщений
- o Последовательный номер – номер пакета в потоке
- o Временная метка отправителя заполняется источником
- o Временная метка приема фиксируется при получении запроса приемником
- o Временная метка передачи заполняется приемником



# Протокол ISMP. Тестовые и контрольные сообщения

- Запрос маски адреса (17) и ответ на запрос маски адреса (18)

17 или 18	0	Контр. сумма
Идентификатор		Послед. номер
Маска адреса		

- Идентификатор – номер потока сообщений
- Последовательный номер – номер пакета в потоке
- Маска – записанная маска адреса приемника