IP

Internet Protocol

Межсетевой протокол IP

Межсетевой протокол (Internet protocol, IP) предназначен для связи сетей передачи данных, использующих коммутацию пакетов.

Данный протокол предоставляет услуги без установления связи между источником и получателем. (протокол не отвечает за установление соединений в сети)

Межсетевой протокол IP

- Определяет форму передачи информации по IP сети;
- Устанавливает принципы адресации в глобальной сети;
- Определяет принципы маршрутизации IP пакетов.

IP среда – переносит IP пакеты к узлу, IP адрес которого указан в графе получателя.

Формат пакета IP v.4

VERS (4 бита)	HLEN (4 бита)	Тип службы (8 бит)	Общая длина (16 бит)
Поле идентификации (16 бит)	Флаги (3 бита)	Смещение фрагментов (13 бит)	
Время жизни (8 бит)	Протокол (8 бит)	Контрольная сумма заголовка (16 бит)	
IP-адрес источника (32 бита)			
IP-адрес приемника (32 бита)			
Параметры IP (может быть пустым)	Заполнение		
Данные датаграммы IP (до 65535 байт)			

Формат пакета IP (продолжение)

- **VERS - содержит номер версии протокола IP.**
- **HLEN - длина заголовка пакета. Обычно имеет значение 20.**
- **Тип службы. Используется для установления приоритета при доставке данного пакета.**
- **Общая длина - длина датаграммы в байтах, один пакет может содержать до 65535 байт данных.**
- **Поле идентификации используется при фрагментации пакета. Все образовавшиеся при фрагментации пакеты должны иметь в этом поле одно и тоже значение.**
- **Флаги - поле содержит три бита, из которых используются только 2. Один из этих битов является признаком того, что данный пакет можно фрагментировать. Другой указывает на то, что этот пакет является составляющей частью фрагментированного пакета.**
- **Смещение пакета используется, если данный пакет является фрагментом другого пакета. Оно показывает, где следует размещать данные при сборке исходного пакета.**
- **Время жизни - может иметь значение от 1 до 255. Данный параметр указывает на то, сколько маршрутизаторов может пройти данный пакет на пути к узлу-получателю.**
- **Протокол - содержит информацию о том, данные какого протокола транспортного уровня несет в себе данный пакет.**
- **Контрольная сумма заголовка используется для проверки целостности заголовка при передаче. При прохождении каждого маршрутизатора пересчитывается заново, т. к. маршрутизаторы изменяют значение поля "Время жизни".**

IP-адрес

- Уникально идентифицирует рабочую станцию (сетевой интерфейс) в глобальном масштабе
- Длина адреса 32 бита (всего 4.394.967.296 адресов)
- Имеет иерархическую структуру

Структура IP-адресов

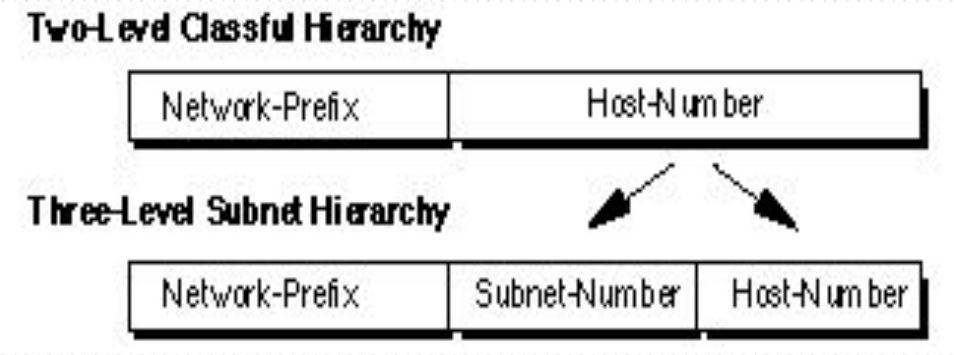
Характеристики классов адресов

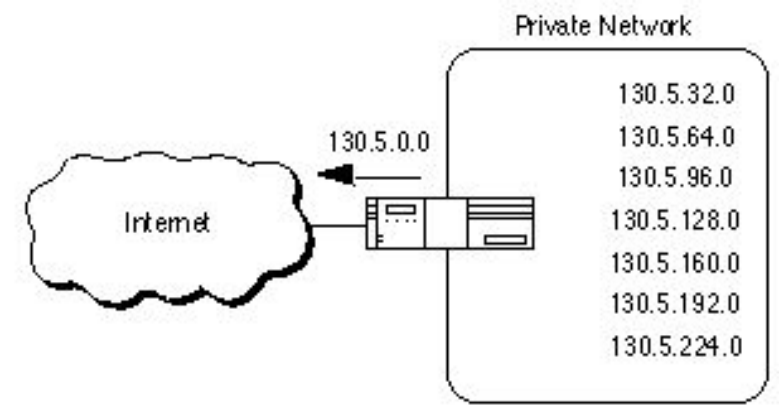
Класс	Диапазон значений первого октета	Возможное кол-во сетей	Возможное кол-во узлов
A	1 - 126	126	16777214
B	128-191	16382	65534
C	192-223	2097150	254
D	224-239	-	2^{28}
E	240-247	-	2^{27}

Специальные IP-адреса

все нули				-станция пославшая пакет не имеет адреса. -в ТМ – маршрут по умолчанию
все единицы				- широковещательный адрес по своей сети
адрес сети		единицы		- направленный широковещательный адрес
адрес сети		нули		- адрес сети
нули		адрес хоста		- адрес хоста в текущей сети
127	любое значение			- петля
10	адрес хоста			- приватные диапазоны адресов
192	168	адрес хоста		
172.16.0.0 – 172.31.255.255				
169	254	адрес хоста		- адреса Zeroconf (автомат. настройка сети без DHCP)
192	0	2	хост	- Test-Net – для использования в документации и примерах
192.88.99.0/24				- Пересылка IPv6 в IPv4 сети
198.18.0.0/15				- Проведение тестов производительности

Подсети





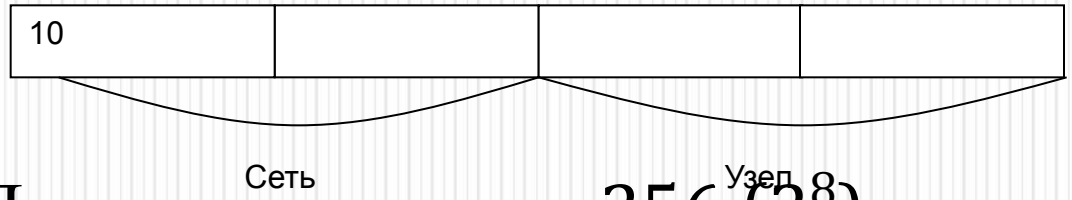
Адресная иерархия при организации подсетей

- Не нужно запрашивать ещё один сетевой номер, прежде чем установить новую сеть в организации.

Маска подсети на примере класса B

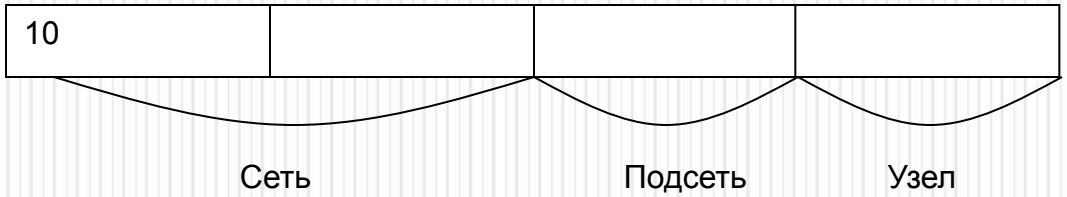
До организации подсетей

Маска 255.255.0.0



После организации 256 (2^8) подсетей

Маска 255.255.255.0

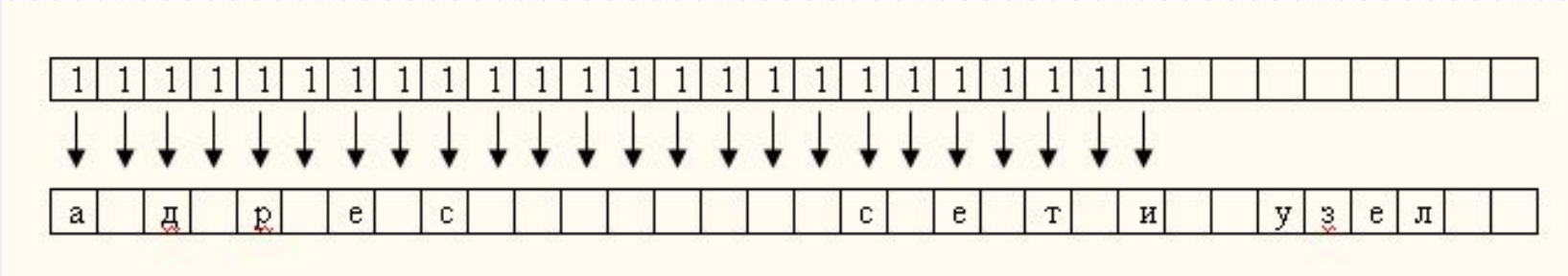


Узел читает адрес при помощи маски:

биты адреса, определяющие номер IP-подсети в маске равны 1, а определяющие номер узла равны нулю.

Наложение маски на IP-адрес

Маска 255.255.255.0



IP-адрес

Имена

Людям удобнее называть машины по именам, а не числами. Например, у машины по имени alpha может быть IP-адрес 223.1.2.1. Информация о соответствии имен IP-адресам хранится в файлах "hosts" на каждом узле или на DNS сервере и доступна по сети.

223.1.2.1	alpha
223.1.2.2	beta
223.1.2.3	gamma
223.1.2.4	delta
223.1.3.2	epsilon
223.1.4.2	iota

IP-сети также могут иметь имена (файл "networks"):

223.1.2	development
223.1.3	accounting
223.1.4	factory

IP-таблица маршрутов

Таблица маршрутов содержит по одной строке для каждого маршрута. Основными столбцами таблицы маршрутов являются номер сети, флаг прямой или косвенной маршрутизации, IP-адрес и номер сетевого интерфейса. Эта таблица используется модулем IP при обработке каждого отправляемого IP-пакета

IP-маршрутизация

Таблица маршрутизации B

Адрес	Маска	Следующая пересылка	Выходной интерфейс
192.13.13.0	0.0.0.0.	192.13.13.1	1
192.15.14.0	0.0.0.0.	192.15.14.2	2
192.11.143.0	0.0.0.0.	192.15.14.2	2
192.128.13.0	0.0.0.0.	192.129.13.2	3

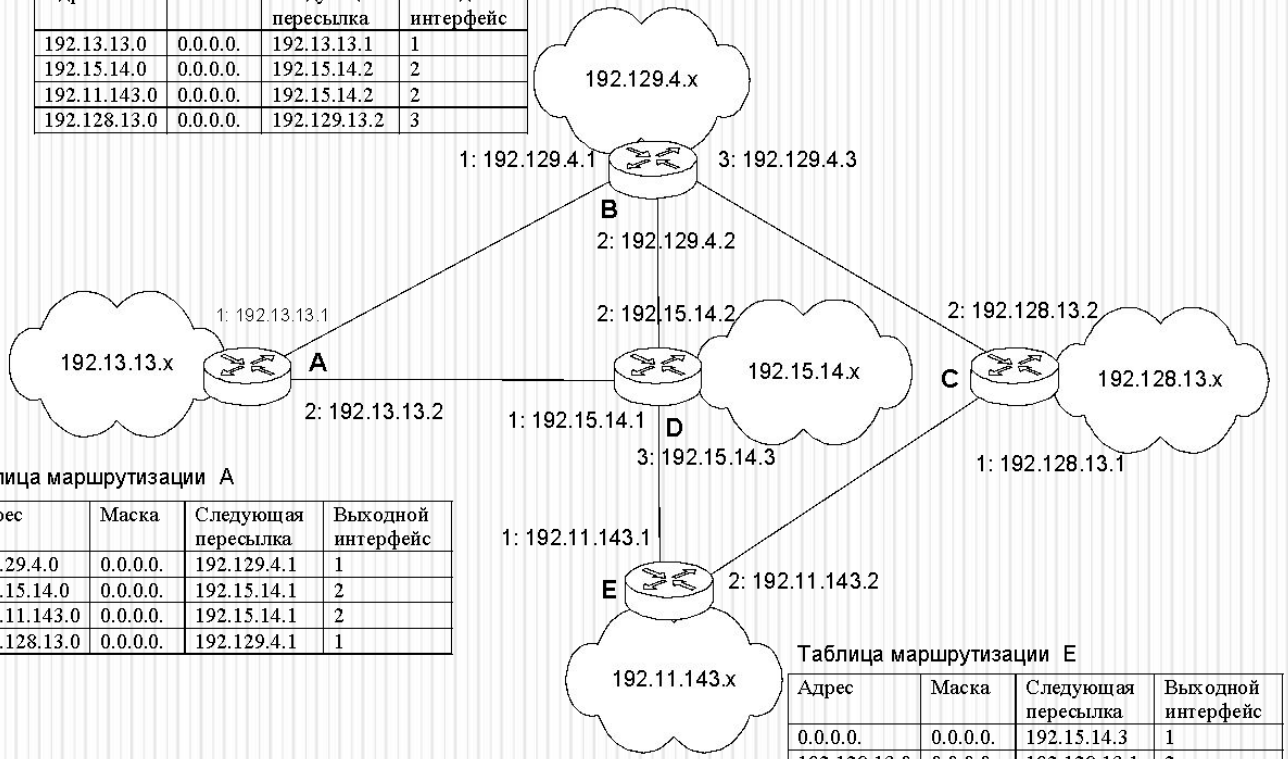


Таблица маршрутизации A

Адрес	Маска	Следующая пересылка	Выходной интерфейс
192.29.4.0	0.0.0.0.	192.129.4.1	1
192.15.14.0	0.0.0.0.	192.15.14.1	2
192.11.143.0	0.0.0.0.	192.15.14.1	2
192.128.13.0	0.0.0.0.	192.129.4.1	1

Таблица маршрутизации E

Адрес	Маска	Следующая пересылка	Выходной интерфейс
0.0.0.0.	0.0.0.0.	192.15.14.3	1
192.128.13.0	0.0.0.0.	192.128.13.1	2

Протоколы маршрутизации

- Распространяют топологическую информацию по сети
- Строят топологическую карту сети
- Рассчитывают наилучший (относительно некоторой метрики) маршрут
- Формируют таблицу маршрутизации IP
- Динамически изменяют маршрут при изменениях на сети

Протоколы маршрутизации

- IGP – протоколы маршрутизации внутреннего шлюза
  - RIP (Routing Information Protocol)
  - OSPF (Open Shortest Path First)
  - IS-IS (Intermediate System-Intermediate System)
- EGP – протоколы маршрутизации внешнего шлюза
  - BGP (Boarder Gateway Protocol)

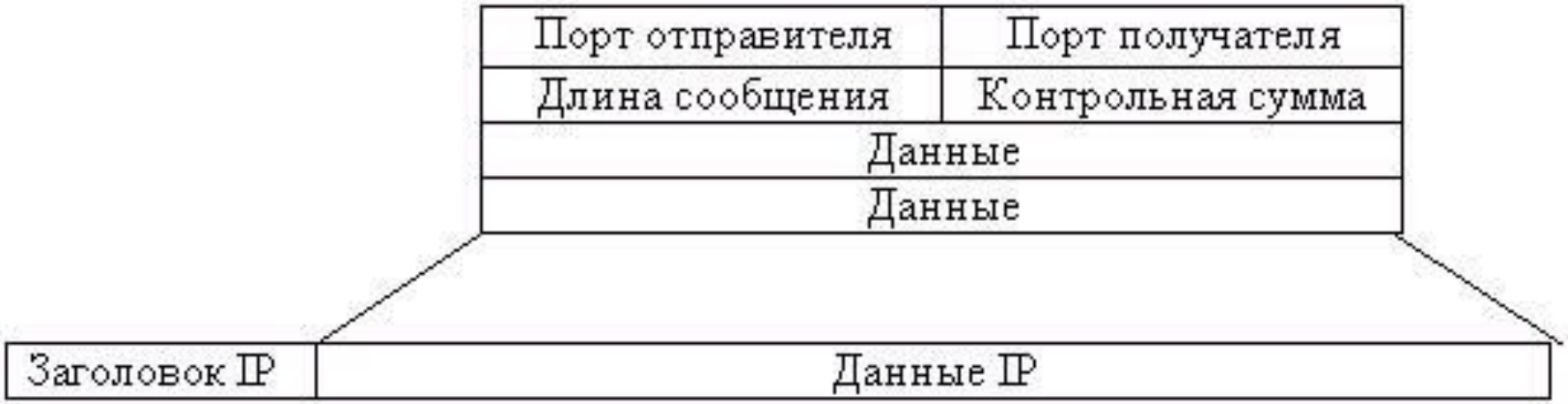
Транспортные протоколы

TCP, UDP

Протокол UDP

Протокол UDP - User Datagram Protocol
Предоставляет прикладным процессам транспортные услуги. Обеспечивает ненадежную доставку датаграмм и не поддерживает соединений из конца в конец. К данным добавляются поля, одно из которых, поле "порт", обеспечивает мультиплексирование информации между разными прикладными процессами, а другое - "контрольная сумма" - позволяет определять целостность данных.

Формат протокола UDP



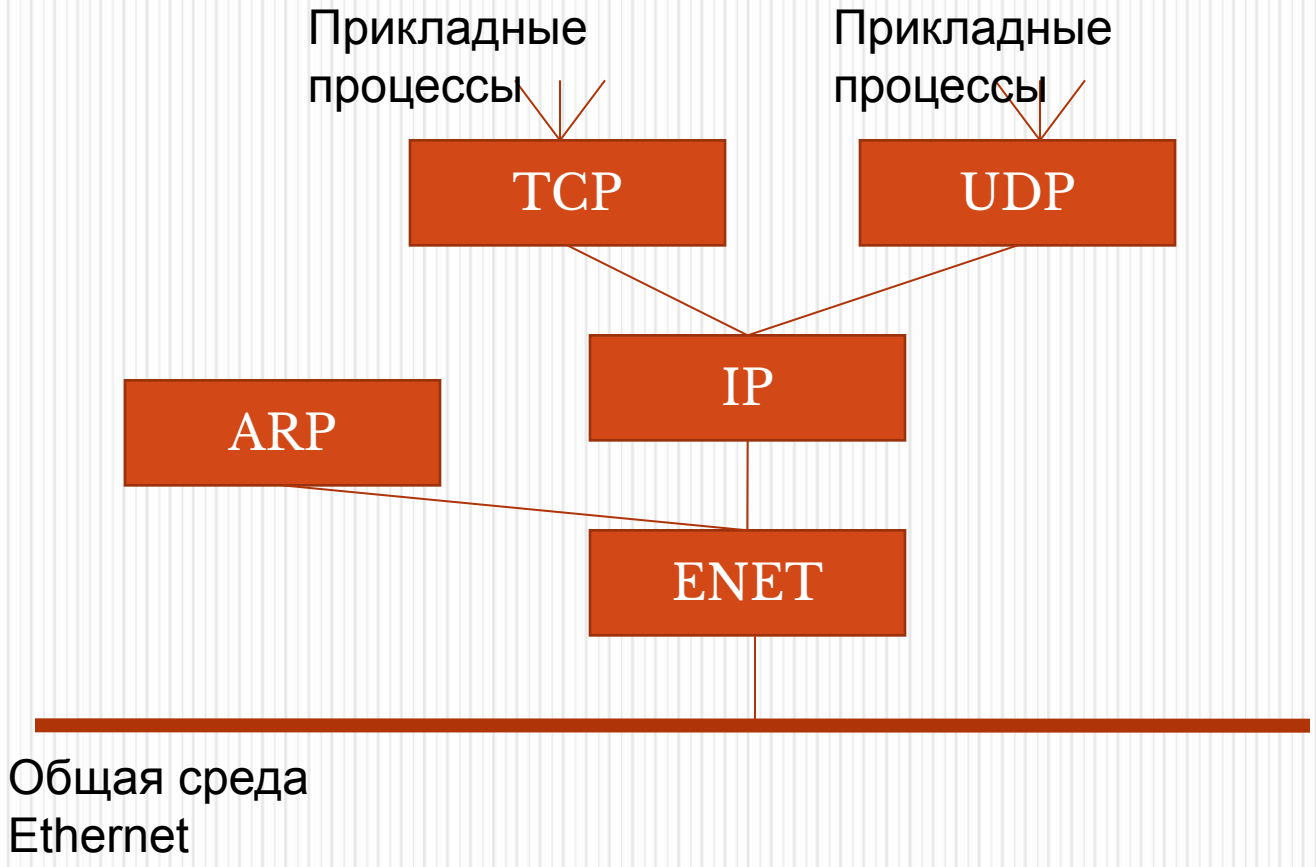
Длина сообщения - это длина UDP-пакета (данные). Минимальная длина - 8 байт. Сам заголовок имеет длину 8 байт.

Порты транспортного протокола

Порты отправителя и получателя - двухбайтовые поля. Имеют значения от 0 до 65536. Идентифицируют приложения, данные которых переносит данный пакет протокола транспортного уровня. Механизм введен для того, чтобы разные приложения, работающие на одном узле сети, могли независимо друг от друга передавать свои данные.

Например, TELNET - 23, FTP - 21, SMTP - 25 (работают по TCP) и DNS - 53 (работает по UDP).

Структура связей протокольных модулей



Контрольное суммирование

Контрольная сумма содержит код, полученный в результате контрольного суммирования UDP-заголовка и поля данных (для IP – только заголовок).

Если контрольная сумма правильная (или равна нулю), то проверяется порт назначения. Если к этому порту подключен прикладной процесс, то сообщение, содержащееся в датаграмме, становится в очередь для прочтения. В остальных случаях датаграмма отбрасывается. Если датаграммы поступают быстрее, чем их успевает обрабатывать прикладной процесс, то при переполнении очереди они отбрасываются модулем UDP.

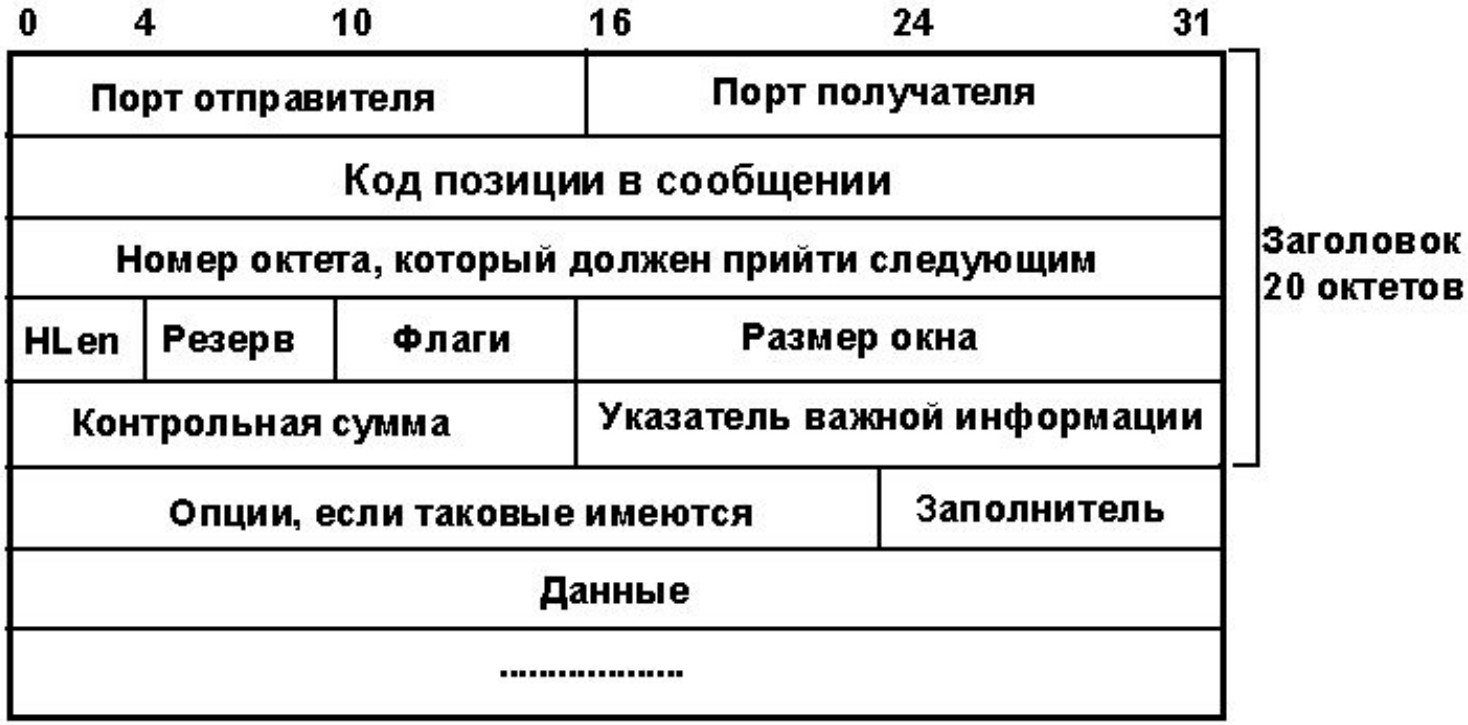
Протокол TCP

Протокол TCP обеспечивает гарантированную доставку с установлением соединений в виде байтовых потоков.

Используется в тех случаях, когда требуется надежная доставка сообщений, освобождает прикладные процессы от необходимости использовать таймауты и повторные передачи для обеспечения надежности. Прикладными процессами, использующими TCP, являются FTP, TELNET и многие другие.

Реализация TCP требует большой производительности процессора и большой пропускной способности сети. Внутренняя структура модуля TCP гораздо сложнее структуры модуля UDP.

Протокол TCP (продолжение)



Уровень канального доступа

Ethernet и т.п.

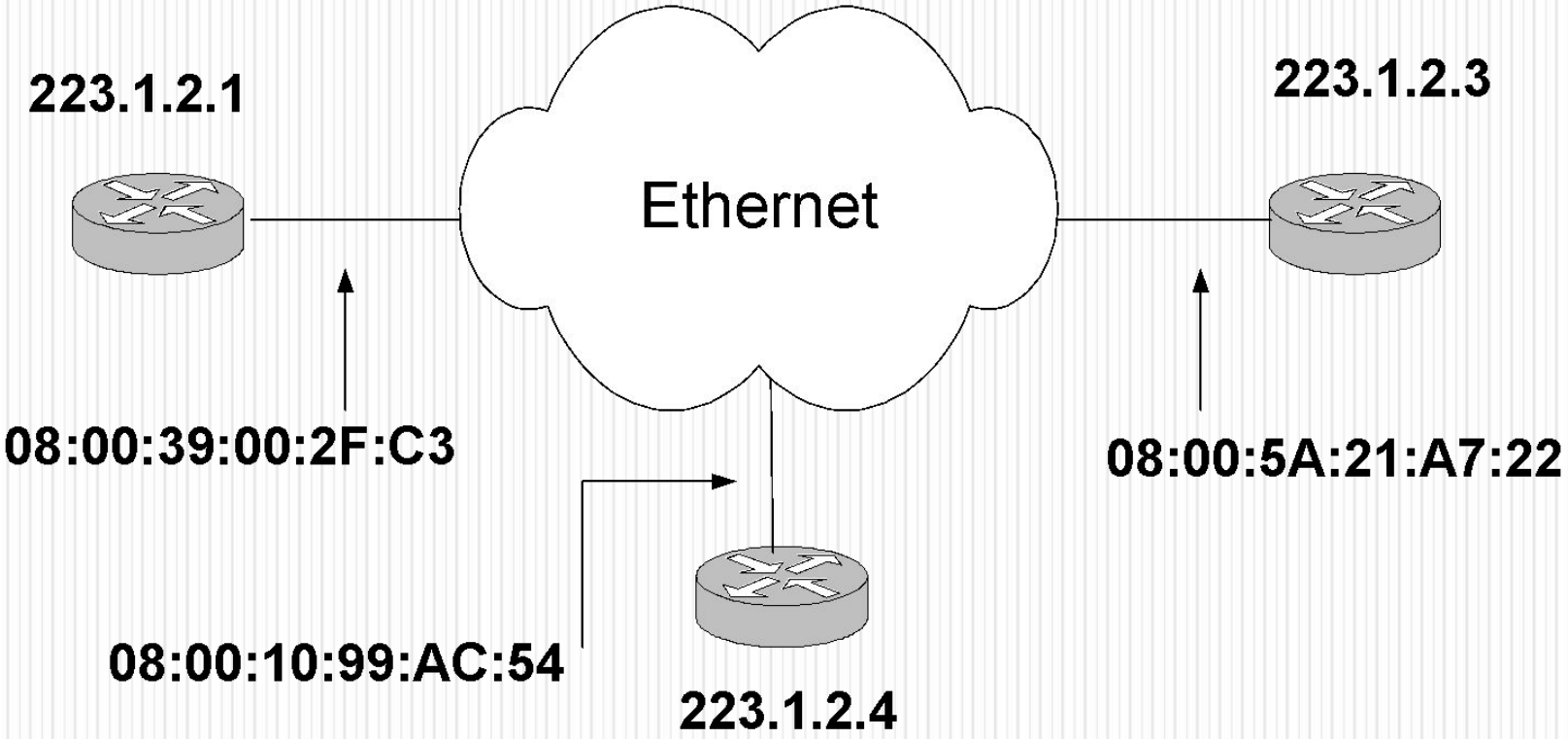
Ethernet

- Канальный уровень;
- Реализует метод множественного доступа с контролем несущей и обнаружением столкновений;
- Уникальные адреса адаптеров;
- Размер адреса в Ethernet - 6 байт позволяет осуществлять доставку пакета в подсети.

Протокол ARP

Для отображения IP-адресов, обеспечивающих адресацию в глобальной сети, в Ethernet адреса используется протокол ARP (Address Resolution Protocol). Отображение выполняется только для отправляемых IP-пакетов, так как только в момент отправки создаются заголовки IP и Ethernet.

Интерфейсы Ethernet



ARP-таблица для преобразования адресов

IP-адрес	Ethernet-адрес
223.1.2.1 223.1.2.3 223.1.2.4	08:00:39:00:2F:C3 08:00:5A:21:A7:22 08:00:10:99:AC:54

Порядок преобразования адресов

В ходе обычной работы сетевая программа, такая как TELNET, отправляет прикладное сообщение, пользуясь транспортными услугами TCP. Модуль TCP посылает соответствующее транспортное сообщение через модуль IP. В результате составляется IP-пакет, который должен быть передан драйверу Ethernet. IP-адрес места назначения известен прикладной программе, модулю TCP и модулю IP. Необходимо на его основе найти Ethernet-адрес места назначения. Для определения искомого Ethernet-адреса используется ARP-таблица.

Порядок преобразования адресов (продолжение)

ARP-таблица заполняется автоматически модулем ARP, по мере необходимости. Когда с помощью существующей ARP-таблицы не удается преобразовать IP-адрес, то происходит следующее:

1. По сети передается широковещательный ARP-запрос.
2. Исходящий IP-пакет ставится в очередь.
3. Возвращается ARP-ответ, содержащий информацию о соответствии IP- и Ethernet-адресов. Эта информация заносится в ARP-таблицу.
4. Для присвоения соответствующего Ethernet-адреса IP-пакету, поставленному в очередь, используется ARP-таблица.
5. Ethernet-кадр передается по сети Ethernet.