Информационные сети

Лекция 3.

Сетевой уровень взаимодействия

Адресация

- Физические адреса (например, MAC-адресы в сетях Ethernet) используются на канальном уровне для взаимодействия к устройств, находящихся в том же сегменте сети.
- Для описания взаимодействия хостов между отдельными сегментами сети используется адресация на более высоком - **сетевом** - уровне.
- Поиск место размещения хостов и передача данных выполняется специальными устройствами – маршрутизаторами.

Примеры протоколов сетевого уровня

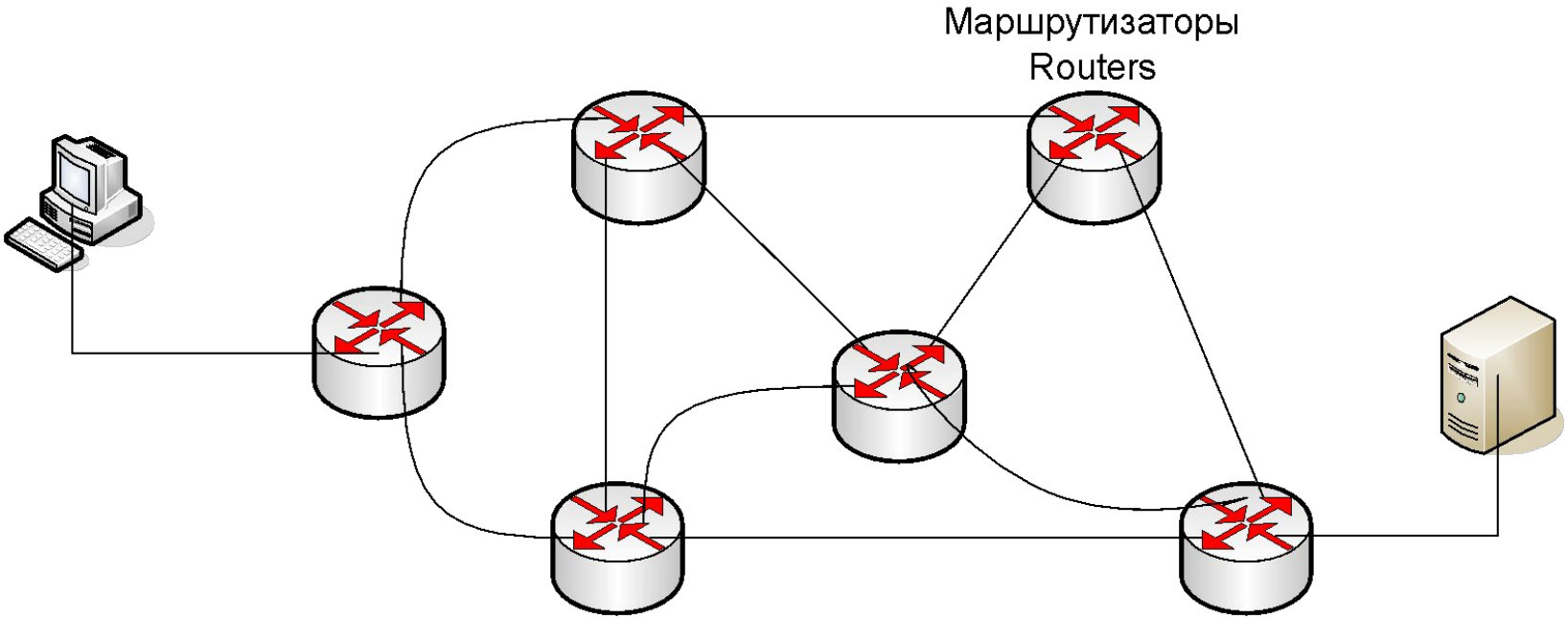
- Наиболее популярным протоколом сетевого уровня, используемым в Интернет, является протокол IP (Internet Protocol).
- Другим протоколом, используемым в локальных сетях, является протокол IPX (Internetwork Packet Exchange) фирмы Novell.
- Протокол NetBEUI является примером немаршрутизируемого протокола сетевого уровня.

Маршрутизаторы

- **Маршрутизаторы** – устройства обеспечивающие межсетевое взаимодействия и работающие на сетевом уровне модели OSI.
- Маршрутизатор обеспечивает сквозную маршрутизацию при прохождении пакетов данных перенаправления трафика на основании информации сетевого протокола.
- Маршрутизаторы позволяют решить проблему чрезмерного широковещательного трафика, поскольку они не переадресуют широковещательные кадры, если это не предписано.

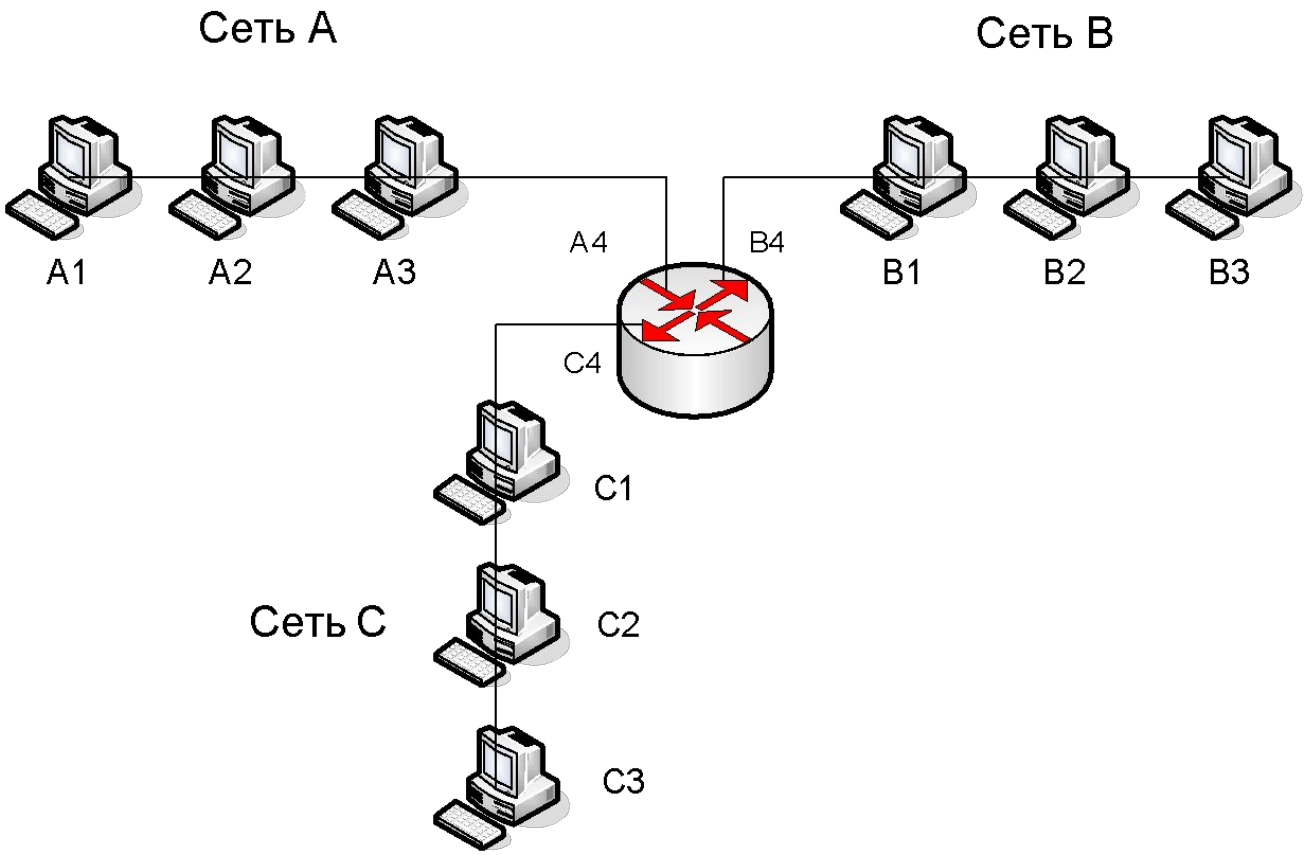
Принцип работы маршрутизатора

- Маршрутизатор использует сообщения третьего уровня для определения оптимального маршрута доставки данных в сети.



IP-адресация

- Для успешной маршрутизации пакетов данных используется иерархическая адресация - каждая сеть (подсеть) имела уникальный номер.
- Эти номера записываются в заголовках пакетов сетевого уровня и анализируются маршрутизаторами для передачи пакетов из сети в сеть.



IP-адресация

- IP-адрес устройства включает в себя *адрес сети*, к которой принадлежит устройство, и *адрес устройства* в этой сети.
- IP-адрес имеет иерархическую структуру и более удобен для организации адресов компьютеров, чем MAC-адреса.
- IP-адресация позволяет находить пункт назначения в сети Интернет. Для определения адреса используются двоичные значения.
  - Общая длина адреса составляет 32 бита (версия IPv4).
- Для записи IP-адреса как правило применяется десятичная нотация – адрес задается в виде 4 чисел разделенных точками, например, 192.168.160.224.

Классы IP-адресов

- Благодаря тому, что каждая сеть, подключенная в Интернет, имеет уникальный номер, данные могут точно переданы адресату.
  - Для обеспечения уникальности адресов, их выделение для использования выполняется специальными организациями (например, American Registry for Internet Numbers – ARIN).
- Каждый IP-адрес состоит из двух частей: номера сети и номера хоста.

Классы IP-адресов

- Каждый 32-разрядный IP-адрес разделяется на 4 октета:
  - xxx.xxx.xxx.xxx, где xxx – некоторое число из диапазона 0-255.
- Каждый IP-адрес состоит из двух частей: номера сети и номера хоста.
- Класс А составляют адреса, зарезервированные для правительственных учреждений;
- Класс В – адреса для организаций среднего размера
- Класс С – адреса для остальных организаций

Класс А

0	Номер сети (7 битов)	Номер хоста (24 бита)

Класс В

1	0	Номер сети (14 битов)	Номер хоста (16 битов)

Класс С

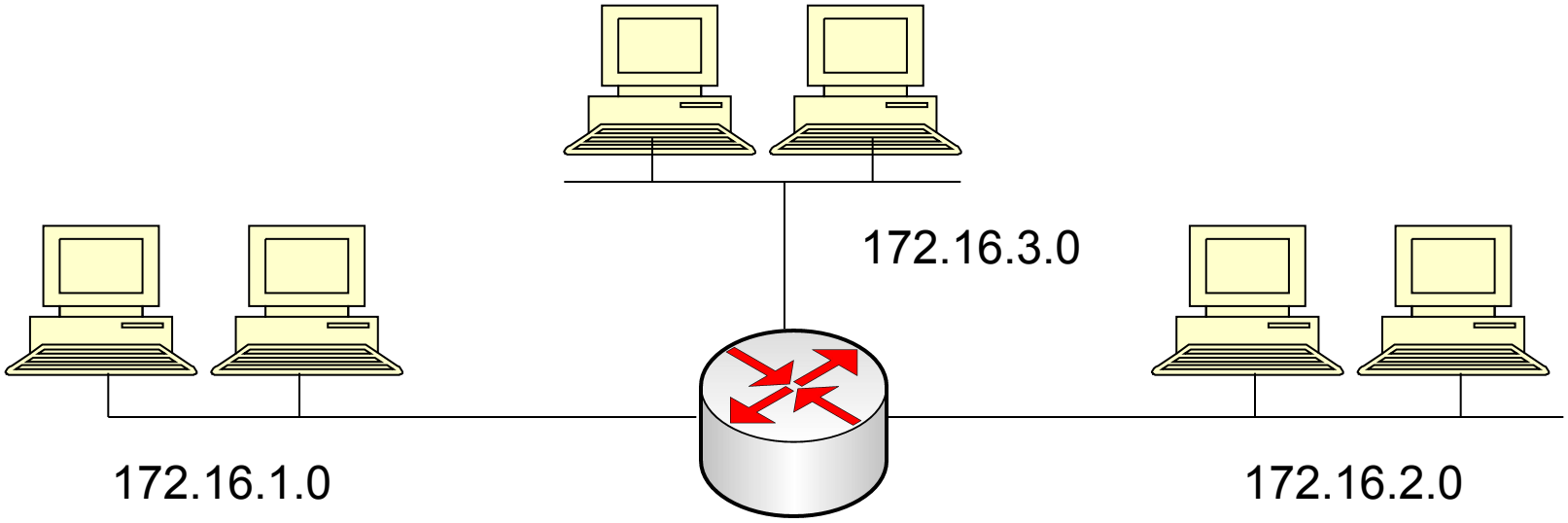
1	1	0	Номер сети (21 бит)	Номер хоста (8 битов)

Классы IP-адресов

Класс	Диапазон значений первого октета	Возможное количество сетей	Возможное количество узлов
A	1 - 126	126	16777214
B	128 - 191	16382	65534
C	192 - 223	2097150	254
D	224 - 239	-	228
E	240 - 247	-	227

Подсети

- Для нужд организации выделенная сеть может быть разбита на отдельные части – подсети.
- Использование подсети не влияет на внешних пользователей, но в пределах организации подсеть рассматривается как структурная единица.

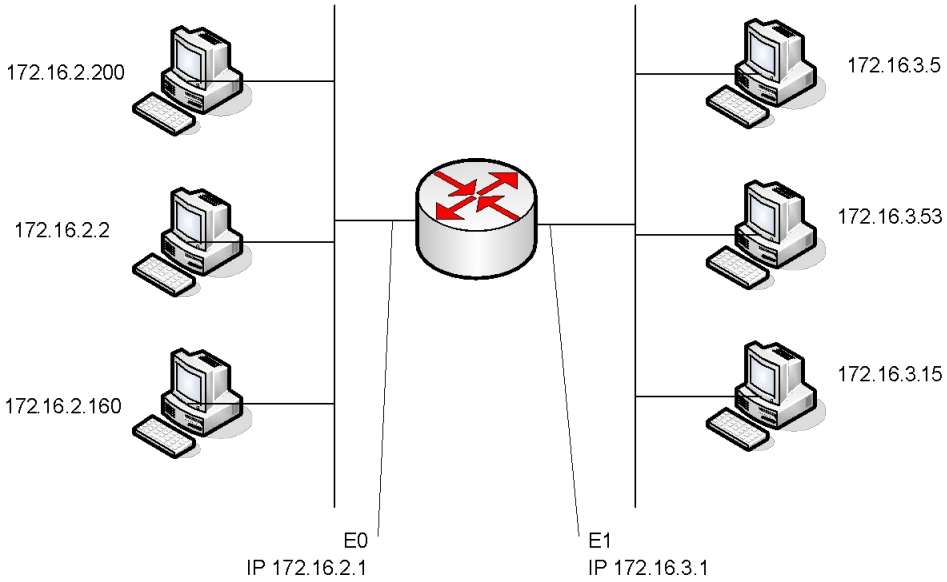


Бесклассовая адресация Маскирование подсетей

- Подсети скрыты от внешнего мира с помощью масок, называемых **масками подсети**. С их помощью устройствам сообщается какая часть является адресом подсети, а какая – адресом хоста.
- Маска подсети представляет собой 32 разрядное двоичное число разделена на 4 октета, подобно IP-адресу. Маска подсети имеет все единицы в части, отвечающей сети и подсети, и нули, в части отвечающей адресу хоста.
- Например, для сетей 172.16.1.0 – 172.16.254.0 маска будет иметь вид 255.255.255.0.
- Для указания маски также используется обозначение 172.16.1.0/24 (здесь 24 – указатель сколько единиц записывается в двоичном представлении макси – 11111111.11111111.11111111.00000000 = 255.255.255.0)

Адресация подсетей

- Адреса подсетей, подобно адресам хостов, задаются локально сетевым администратором.
- С точки зрения адресации, подсети являются расширением сетевого номера.



172.016. 002. 160
сеть подсеть хост

Широковещательные адреса

- IP-адреса, оканчивающие всеми двоичными единицами, зарезервированы для широковещания.

Подсеть	Двоичное число в поле подсети	Диапазон двоичных чисел в поле хостов	Диапазон десятичных чисел в поле хостов
1	000	00000-11111	.0-.31
2	001	00000-11111	.32-.63
3	010	00000-11111	.64-.95
4	011	00000-11111	.96-.127
5	100	00000-11111	.128-.159
6	101	00000-11111	.160-.191
7	110	00000-11111	.192-.223
8	111	00000-11111	.224-255

Операция & (AND)

- IP-адреса, оканчивающиеся всеми нулями, зарезервированы для адреса сети (или подсети, если выполнено разделение на подсети).
- При поступлении данных из внешних сетей маршрутизатор определяет назначение (подсеть) исходя из установленных масок.
- Взяв адрес хоста назначения, содержащийся в данных, и адрес маски подсети – маршрутизатор выполняет логическое умножение (операцию AND).
  - При выполнении операции AND на выходе будет 1, только если оба операнда равны 1. При выполнении данной операции отбрасывается часть адреса соответствующая номеру хоста и остается только адрес подсети.

Протокол IP

- Протокол IP используется для управления рассылкой TCP/IP пакетов по сети Internet.
- Функции, возложенные на уровень IP :
  - определение пакета, который является базовым понятием и единицей передачи данных в сети Internet. Такой IP-пакет называют **датаграммой**;
  - определение адресной схемы, которая используется в сети Internet;
  - передача данных между канальным уровнем (уровнем доступа к сети) и транспортным уровнем (другими словами мультиплексирование транспортных датаграмм во фреймы канального уровня);
  - маршрутизация пакетов по сети, т.е. передача пакетов от одного шлюза к другому с целью передачи пакета машине-получателю;
  - "нарезка" и сборка из фрагментов пакетов транспортного уровня.

Особенности IP-протокола

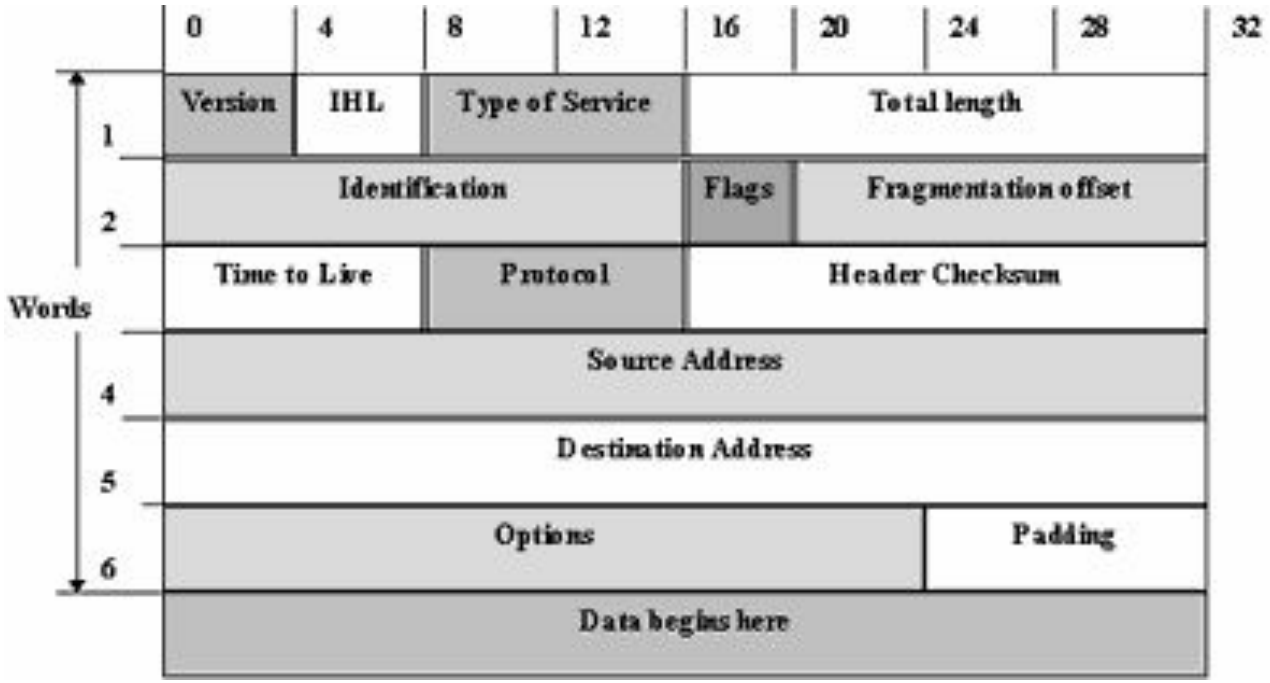
- Главными особенностями протокола IP является отсутствие ориентации на физическое или виртуальное соединение. Это значит, что прежде чем послать пакет в сеть, модуль операционной системы, реализующий IP, не проверяет возможность установки соединения, т.е. никакой управляющей информации кроме той, что содержится в самом IP-пакете, по сети не передается.
- IP не заботится о проверке целостности информации в поле данных пакета, что заставляет отнести его к протоколам ненадежной доставки. Целостность данных проверяется протоколами транспортного уровня (TCP) или протоколами приложений.
- Вся информация о пути, по которому должен пройти пакет берется из самой сети в момент прохождения пакета.
- Эта процедура и называется **маршрутизацией** в отличии от коммутации, которая используется для предварительного установления маршрута следования данных, по которому потом эти данные отправляют.

Маршрутизация и коммутация

- Принцип маршрутизации является одним из тех факторов, который обеспечил гибкость сети Internet.
- **Маршрутизация** является ресурсоемкой процедурой, так как требует анализа каждого пакета, который проходит через шлюз или маршрутизатор
- При **коммутации** анализируется только управляющая информация, устанавливается канал, физический или виртуальный, и все пакеты пересылаются по этому каналу без анализа маршрутной информации.
  - При неустойчивой работе сети пакеты могут пересылаться по различным маршрутам и затем собираться в единое сообщение.
  - При коммутации путь придется каждый раз вычислять заново для каждого пакета, а в этом случае коммутация потребует больше накладных затрат, чем маршрутизация.

Формат IP пакета

- В заголовке пакета определены:
  - адрес отправителя (4-ое слово заголовка),
  - адрес получателя (5-ое слово заголовка),
  - общая длина пакета (поле Total Lenght)
  - тип пересылаемой датаграммы (поле Protocol).
- Если IP-адрес получателя принадлежит одной из ее сетей, то на интерфейс этой сети пакет и будет отправлен, в противном случае пакет отправят на другой шлюз.



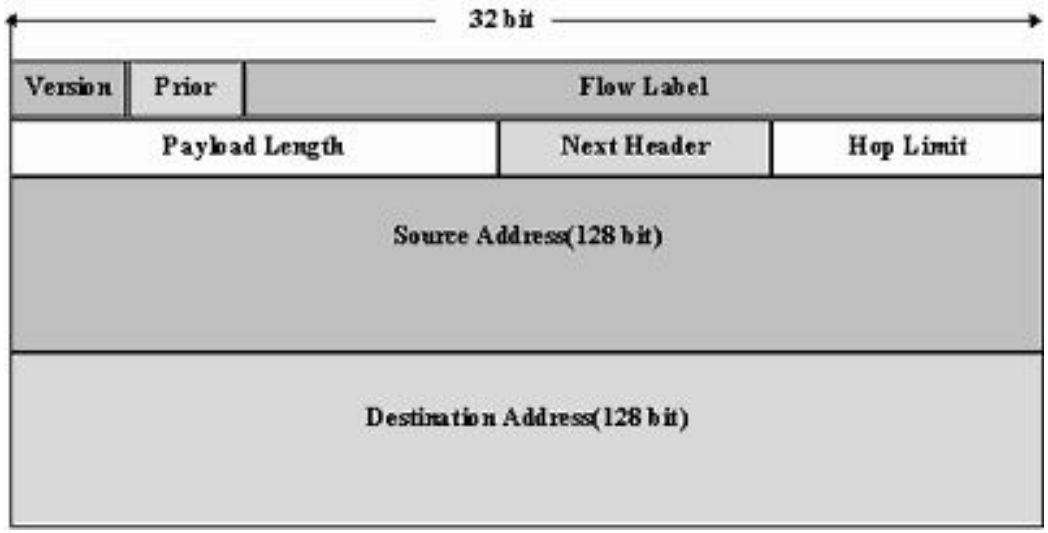
Транспортировка пакетов

- Зная протокол транспортного уровня, IP-модуль производит раскапсулирование информации из своего пакета и ее направление на модуль обслуживания соответствующего транспорта.
- При обычной процедуре инкапсулирования пакет просто помещается в поле данных фрейма, а в случае, когда это не может быть осуществлено, то разбивается на более мелкие фрагменты.
- Размер максимально возможного фрейма, который передается по сети, определяется величиной MTU (*Maximum Transsion Unit*), определенной для протокола канального уровня.
- Для того, чтобы потом восстановить пакет IP должен держать информацию о своем разбиении.
  - Для этой цели используется поля "flags" и "fragmentation offset". В этих полях определяется, какая часть пакета получена в данном фрейме, если этот пакет был фрагментирован на более мелкие части.

Стандарт IPv6

- В 1995 года IETF выпустило предложения по новому стандарту протокола IP – IPv6.
- В новом протоколе:
  - используются более длинные поля для адреса хоста,
  - введены новые типы адресов,
  - упрощена структура заголовка пакета,
  - введена идентификация типа информационных потоков для увеличения эффективности обмена данными,
  - введены поля идентификации и конфиденциальности информации.

Формат заголовка IPv6 пакета



- В заголовке поле **Version** "**версия**" - номер версии IP, равное 6.
- Поле **Prior** "**приоритет**" может принимать значения от 0 до 15. Первые 8 значений закреплены за пакетами, требующими контроля переполнения, например,
  - 0 - несимвольная информация;
  - 1 - информация заполнения (news),
  - 2 - не критичная ко времени передача данных (e-mail);
  - 4 - передача данных режима on-line (FTP, HTTP, NFS и т.п.);
  - 6 - интерактивный обмен данными (telnet, X);
  - 7 - системные данные или данные управления сетью (SNMP, RIP и т.п.).

Формат заголовка протокола

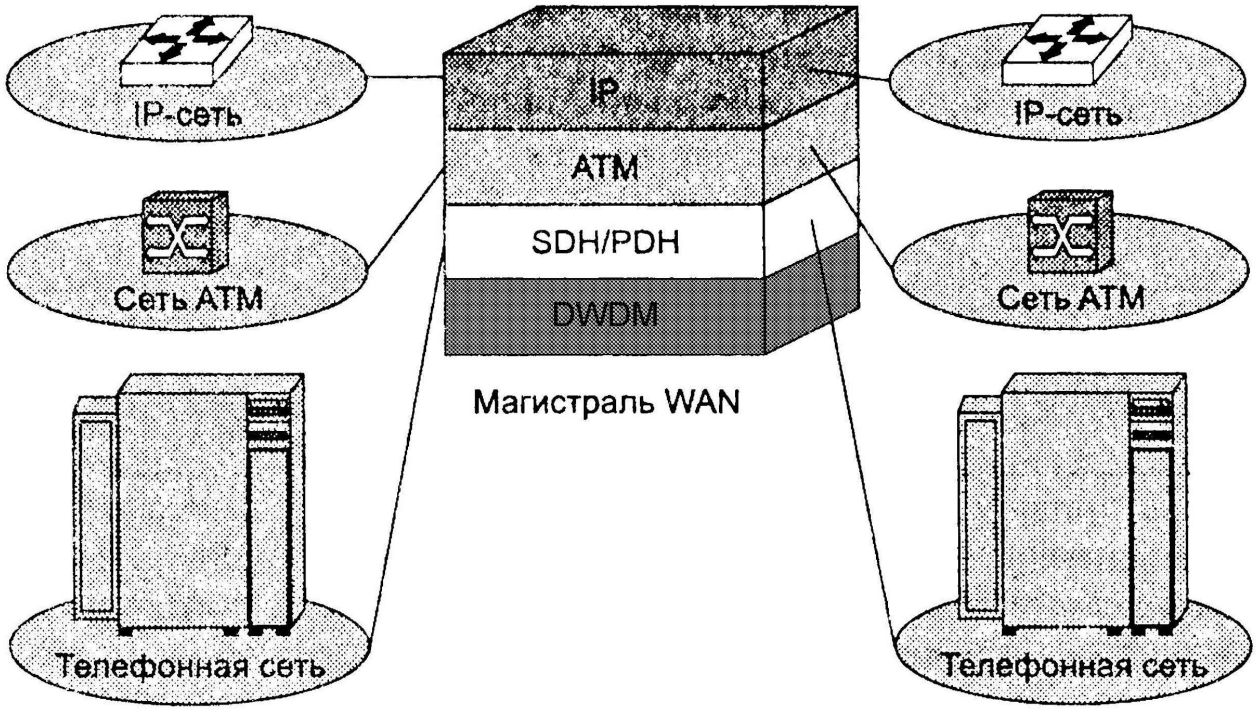
- Поле **Flow label** "**метка потока**" предполагается использовать для оптимизации маршрутизации пакетов.
  - В IPv6 вводится понятие потока, который состоит из пакетов. Пакеты потока имеют одинаковый адрес отправителя и одинаковый адрес получателя и ряд других одинаковых опций.
- Поле **Next Header** "**следующий заголовок**" определяет тип следующего за заголовком IP-заголовка.
- Поле **Hop Limit** "**ограничение переходов**" определяет число промежуточных шлюзов, которые ретранслируют пакет в сети.
  - При прохождении шлюза это число уменьшается на единицу. При достижении значения "0" пакет уничтожается.
- После первых 8 байтов в заголовке указываются адрес отправителя пакета и адрес получателя пакета. Каждый из этих адресов имеет длину 16 байт.
- Длина заголовка IPv6 составляет 48 байтов.

Адрес в протоколе IPv6

- Шестнадцать байт IP-адреса для IPv6 выглядят достаточными для удовлетворения любых потребностей Internet.
- Не все 2128 адресов можно использовать в качестве адреса сетевого интерфейса в сети.
- Предполагается выделение отдельных групп адресов, согласно специальным префиксам внутри IP-адреса, подобно тому, как это делалось при определении типов сетей в IPv4.
- Двоичный префикс "0000 010" предполагается закрепить за отображением IPX-адресов в IP-адреса.
- В новом стандарте выделяются несколько типов адресов:
  - *unicast addresses* - адреса сетевых интерфейсов,
  - *anycast addresses* - адреса не связанные с конкретным сетевым интерфейсом, но и не связанные с группой интерфейсов
  - *multicast addresses* - групповые адреса.
- Разница между последними двумя группами адресов в том, что anycast address это адрес конкретного получателя, но определяется адрес сетевого интерфейса только в локальной сети, где этот интерфейс подключен, а multicast-сообщение предназначено группе интерфейсов, которые имеют один multicast-адрес.

Маршрутизация и другие возможности

- В стандарт добавлены три новых возможности маршрутизации:
  - *маршрутизация поставщика IP-услуг,*
  - *маршрутизация мобильных узлов*
  - *автоматическая переадресация.*
- Эти функции реализуются путем прямого указания промежуточных адресов шлюзов при маршрутизации пакета. Эти списки помещаются в дополнительных заголовках, которые можно вставлять вслед за заголовком IP-пакета.
- Кроме перечисленных возможностей, новый протокол позволяет улучшить *защиту IP-трафика*. Для этой цели в протоколе предусмотрены специальные опции.
  - Первая опция предназначена для защиты от подмены IP-адресов машин. При ее использовании нужно кроме адреса подменять и содержимое поля идентификации, что усложняет задачу злоумышленника, который маскируется под другую машину.
  - Вторая опция связана с шифрацией трафика.

Интеграция протоколов в глобальной IP-сети

- Для предоставления качественных и разнообразных услуг большинство крупных глобальных сетей строится по четырехуровневой схеме