МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«Гжельский государственный университет»** (ГГУ)

Колледж ГГУ

Специальность 09.02.07 Информационные системы и программирование

**Реферат**

**По предмету «Компьютерные сети»**

**На тему «Технологии глобальных сетей. Преобразование форматов IP-адресов. Расчет IP-адреса и маски подсети»**

ВЫПОЛНИЛ:

Студент группы ИСП-0-17

Шашков И.С.

ПРОВЕРИЛА:

Прокуронова А.Ю.

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

п. Электроизолятор

2019 г.

**Технологии глобальных сетей**

Глобальные вычислительные сети Wide Area Networks (WAN), которые относятся к территориальным компьютерными сетями, предназначены, как и ЛВС для предоставления услуг, но значительно большему количеству пользователей, находящихся на большой территории. Глобальные вычислительные сети - это компьютерные сети, объединяющие локальные сети и отдельные компьютеры, удаленные друг от друга на большие расстояния. Самая известная и популярная глобальная сеть - это Интернет. Кроме того, к глобальным вычислительным сетям относятся: всемирная некоммерческая сеть FidoNet, CREN, EARNet, EUNet и другие глобальные сети, в том числе и корпоративные.

Из-за большой протяженности каналов связи построение требует очень больших затрат, поэтому глобальные сети чаще всего создаются крупными телекоммуникационными компаниями для оказания платных услуг абонентам. Такие сети называют общественными или публичными. Но в некоторых случаях WAN создаются как частные сети крупных корпораций.

Абонентами WAN могут быть ЛВС предприятий, географически удаленные друг от друга, которым нужно обмениваться информацией между собой. Кроме того, отдельные компьютеры могут пользоваться услугами WAN для доступа, как к корпоративным данным, так и к публичным данным Internet.

Компании, осуществляющие поддержку функционирования сети, называются операторами сети, а компании, предоставляющие платные услуги абонентам сети, называются провайдерами или поставщиками услуг.

В глобальных сетях для передачи информации применяются следующие виды коммутации:

1. коммутация каналов (используется при передаче аудиоинформации по обычным телефонным линиям связи);

2. коммутация сообщений (применяется в основном для передачи электронной почты, в телеконференциях, электронных новостях);

3. коммутация пакетов (для передачи данных, в последнее время используется также для передачи аудио - и видеоинформации).

Большой интерес представляет глобальная информационная сеть Интернет. Интернет объединяет множество различных компьютерных сетей (локальных, корпоративных, глобальных) и отдельных компьютеров, которые обмениваются между собой информацией по каналам общественных телекоммуникаций.

Практически все услуги Internet построены на принципе клиент-сервер. Вся информация в Интернет хранится на серверах. Обмен информацией между серверами сети осуществляется по высокоскоростным каналам связи или магистралям.

К таким магистралям относятся: выделенные телефонные аналоговые и цифровые линии, оптические каналы связи и радиоканалы, в том числе спутниковые линии связи. Серверы, объединенные высокоскоростными магистралями, составляют базовую часть Интернет.

Отдельные пользователи подключаются к сети через компьютеры местных поставщиков услуг Интернета, Internet - провайдеров (Internet Service Provider - ISP), которые имеют постоянное подключение к Интернет. Региональный провайдер, подключается к более крупному провайдеру национального масштаба, имеющего узлы в различных городах страны.

Сети национальных провайдеров объединяются в сети транснациональных провайдеров или провайдеров первого уровня. Объединенные сети провайдеров первого уровня составляют глобальную сеть Internet

Услуги, которые могут быть предоставлены пользователям в Интернет:

1. электронная почта E-mail;

2. компьютерная телефония;

3. передача файлов FTP;

4. терминальный доступ для интерактивной работы на удаленном компьютере TELNET;

5. глобальная система телеконференций USENET;

6. справочные службы;

7. доступ к информационным ресурсам и средства поиска информации в Интернете.

Кроме того, Интернет - это мощное средство ведения электронного бизнеса и дистанционного (интерактивного или он-лайн) обучения.

Аналоговые телефонные сети относятся к глобальным сетям с коммутацией каналов, которые создавались для предоставления общедоступных телефонных услуг населению. Аналоговые телефонные сети ориентированы на соединение, которое устанавливается до начала ведения разговоров (передачи голоса) между абонентами. Телефонная сеть образуется (коммутируется) с помощью коммутаторов автоматических телефонных станций.

Телефонные сети состоят из:

1. автоматических телефонных станций (АТС);

2. телефонных аппаратов;

3. магистральных линий связи (линий связи между АТС);

4. абонентских линий (линий, соединяющих телефонные аппараты с АТС);

Абонент имеет выделенную линию, которая соединяет его телефонный аппарат с АТС. Магистральные линии связи используются абонентами по очереди.

**Преобразование форматов IP-адресов**

Преобразование адресов выполняется путем поиска в таблице. Эта таблица, называемая ARP-таблицей, хранится в памяти и содержит строки для каждого узла сети. В двух столбцах содержатся IP- и Ethernet-адреса. Если требуется преобразовать IP-адрес в Ethernet-адрес, то ищется запись с соответствующим IP-адресом. Ниже приведен пример упрощенной ARP-таблицы.

Табл.6. Пример ARP-таблицы.

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

Принято все байты 4-байтного IP-адреса записывать десятичными числами, разделенными точками. При записи 6-байтного Ethernet-адреса каждый байт указывается в 16-ричной системе и отделяется двоеточием.

ARP-таблица необходима потому, что IP-адреса и Ethernet-адреса выбираются независимо, и нет какого-либо алгоритма для преобразования одного в другой. IP-адрес выбирает менеджер сети с учетом положения машины в сети internet. Если машину перемещают в другую часть сети internet, то ее IP-адрес должен быть изменен. Ethernet-адрес выбирает производитель сетевого интерфейсного оборудования из выделенного для него по лицензии адресного пространства. Когда у машины заменяется плата сетевого адаптера, то меняется и ее Ethernet-адрес.

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.

В локальных сетях 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 для поиска в сети узла с заданным IP-адресом.
2. Исходящий IP-пакет ставится в очередь.

Узел, которому нужно выполнить отображение IP-адреса на локальный адрес, формирует ARP-запрос, вкладывает его в кадр протокола канального уровня, указывая в нем известный IP-адрес, и рассылает запрос широковещательно. Все узлы локальной сети получают ARP-запрос и сравнивают указанный там IP-адрес с собственным. В случае их совпадения узел формирует ARP-ответ, в котором указывает свой IP-адрес и свой локальный адрес и отправляет его уже направленно, так как в ARP-запросе отправитель указывает свой локальный адрес. ARP-запросы и ответы используют один и тот же формат пакета. Так как локальные адреса могут в различных типах сетей иметь различную длину, то формат пакета протокола ARP зависит от типа сети. В таблице 7 представлен формат пакета протокола ARP для передачи по сети Ethernet.

Табл.7. Формат пакета протокола ARP.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0 8 16 31 | Тип сети | Тип протокола |
| Длина локального адреса | Длина сетевого адреса | Операция |
| Локальный адрес отправителя (байты 0 - 3) | | |
| Локальный адрес отправителя (байты 4 - 5) | | IP-адрес отправителя (байты 0-1) |
| IP-адрес отправителя (байты 2-3) | | Искомый локальный адрес (байты 0 - 1) |
| Искомый локальный адрес (байты 2-5) | | |
| Искомый IP-адрес (байты 0 - 3) | | |

В поле типа сети для сетей Ethernet указывается значение 1. Поле типа протокола позволяет использовать пакеты ARP не только для протокола IP, но и для других сетевых протоколов. Для IP значение этого поля равно 080016.

Длина локального адреса для протокола Ethernet равна 6 байтам, а длина IP-адреса - 4 байтам. В поле операции для ARP-запросов указывается значение 1 для протокола ARP и 2 для протокола RARP.

Узел, отправляющий ARP-запрос, заполняет в пакете все поля, кроме поля искомого локального адреса (для RARP-запроса не указывается искомый IP-адрес). Значение этого поля заполняется узлом, опознавшим свой IP-адрес.

Итак, машина, сделавшая ARP-запрос, получает ARP-ответ. Драйвер этой машины проверяет поле типа в Ethernet-кадре и передает ARP-пакет модулю ARP. Модуль ARP анализирует ARP-пакет и добавляет запись в свою ARP-таблицу. Новая запись в ARP-таблице появляется автоматически, спустя несколько миллисекунд после того, как она потребовалась. Как вы помните, ранее на шаге 2 исходящий IP-пакет был поставлен в очередь. Теперь с использованием обновленной ARP-таблицы выполняется преобразование IP-адреса в Ethernet-адрес, после чего Ethernet-кадр передается по сети. Полностью порядок преобразования адресов выглядит так:

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 преобразования IP-адреса в Ethernet-адрес у IP-пакета, поставленного в очередь, используется ARP-таблица.
5. Ethernet-кадр передается по сети Ethernet.

Короче говоря, если с помощью ARP-таблицы не удается сразу осуществить преобразование адресов, то IP-пакет ставится в очередь, а необходимая для преобразования информация получается с помощью запросов и ответов протокола ARP, после чего IP-пакет передается по назначению.

Если в сети нет машины с искомым IP-адресом, то ARP-ответа не будет и не будет записи в ARP-таблице. Протокол IP будет уничтожать IP-пакеты, направляемые по этому адресу.

В глобальных сетях администратору сети чаще всего приходится вручную формировать ARP-таблицы, в которых он задает, например, соответствие IP-адреса адресу узла сети X.25, который имеет смысл локального адреса. В последнее время наметилась тенденция автоматизации работы протокола ARP и в глобальных сетях. Для этой цели среди всех маршрутизаторов, подключенных к какой-либо глобальной сети, выделяется специальный маршрутизатор, который ведет ARP-таблицу для всех остальных узлов и маршрутизаторов этой сети. При таком централизованном подходе для всех узлов и маршрутизаторов вручную нужно задать только IP-адрес и локальный адрес выделенного маршрутизатора. Затем каждый узел и маршрутизатор регистрирует свои адреса в выделенном маршрутизаторе, а при необходимости установления соответствия между IP-адресом и локальным адресом узел обращается к выделенному маршрутизатору с запросом и автоматически получает ответ без участия администратора.

Расчет IP-адреса и маски подсети

Ip:

### Типы адресов: физический (MAC-адрес), сетевой (IP-адрес) и символьный (DNS-имя)

Каждый компьютер в сети TCP/IP имеет адреса трех уровней:

* Локальный адрес узла, определяемый технологией, с помощью которой построена отдельная сеть, в которую входит данный узел. Для узлов, входящих в локальные сети - это МАС-адрес сетевого адаптера или порта маршрутизатора, например, 11-А0-17-3D-BC-01. Эти адреса назначаются производителями оборудования и являются уникальными адресами, так как управляются централизовано. Для всех существующих технологий локальных сетей МАС-адрес имеет формат 6 байтов: старшие 3 байта - идентификатор фирмы производителя, а младшие 3 байта назначаются уникальным образом самим производителем. Для узлов, входящих в глобальные сети, такие как Х.25 или frame relay, локальный адрес назначается администратором глобальной сети.
* IP-адрес, состоящий из 4 байт, например, 109.26.17.100. Этот адрес используется на сетевом уровне. Он назначается администратором во время конфигурирования компьютеров и маршрутизаторов. IP-адрес состоит из двух частей: номера сети и номера узла. Номер сети может быть выбран администратором произвольно, либо назначен по рекомендации специального подразделения Internet (Network Information Center, NIC), если сеть должна работать как составная часть Internet. Обычно провайдеры услуг Internet получают диапазоны адресов у подразделений NIC, а затем распределяют их между своими абонентами.

Номер узла в протоколе IP назначается независимо от локального адреса узла. Деление IP-адреса на поле номера сети и номера узла - гибкое, и граница между этими полями может устанавливаться весьма произвольно. Узел может входить в несколько IP-сетей. В этом случае узел должен иметь несколько IP-адресов, по числу сетевых связей. Таким образом IP-адрес характеризует не отдельный компьютер или маршрутизатор, а одно сетевое соединение.

* Символьный идентификатор-имя, например, SERV1.IBM.COM. Этот адрес назначается администратором и состоит из нескольких частей, например, имени машины, имени организации, имени домена. Такой адрес, называемый также DNS-именем, используется на прикладном уровне, например, в протоколах FTP или telnet.

### Три основных класса IP-адресов

IP-адрес имеет длину 4 байта и обычно записывается в виде четырех чисел, представляющих значения каждого байта в десятичной форме, и разделенных точками, например:

128.10.2.30 - традиционная десятичная форма представления адреса,

10000000 00001010 00000010 00011110 - двоичная форма представления этого же адреса.

На рисунке 3.1 показана структура IP-адреса.

Класс А

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 0 | N сети | N узла |

Класс В

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | N сети | N узла |

Класс С

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | N сети | N узла |

Класс D

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 0 | адрес группы multicast |

Класс Е

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | зарезервирован |

Рис. 3.1. Структура IР-адреса

Адрес состоит из двух логических частей - номера сети и номера узла в сети. Какая часть адреса относится к номеру сети, а какая к номеру узла, определяется значениями первых битов адреса:

* Если адрес начинается с 0, то сеть относят к классу А, и номер сети занимает один байт, остальные 3 байта интерпретируются как номер узла в сети. Сети класса А имеют номера в диапазоне от 1 до 126. (Номер 0 не используется, а номер 127 зарезервирован для специальных целей, о чем будет сказано ниже.) В сетях класса А количество узлов должно быть больше 216 , но не превышать 224.
* Если первые два бита адреса равны 10, то сеть относится к классу В и является сетью средних размеров с числом узлов 28 - 216. В сетях класса В под адрес сети и под адрес узла отводится по 16 битов, то есть по 2 байта.
* Если адрес начинается с последовательности 110, то это сеть класса С с числом узлов не больше 28. Под адрес сети отводится 24 бита, а под адрес узла - 8 битов.
* Если адрес начинается с последовательности 1110, то он является адресом класса D и обозначает 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.
* Если адрес начинается с последовательности 11110, то это адрес класса Е, он зарезервирован для будущих применений.

В таблице приведены диапазоны номеров сетей, соответствующих каждому классу сетей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Класс** | **Наименьший адрес** | **Наибольший адрес** |
| **A** | 01.0.0 | 126.0.0.0 |
| **B** | 128.0.0.0 | 191.255.0.0 |
| **C** | 192.0.1.0. | 223.255.255.0 |
| **D** | 224.0.0.0 | 239.255.255.255 |
| **E** | 240.0.0.0 | 247.255.255.255 |

### Соглашения о специальных адресах: broadcast, multicast, loopback

В протоколе IP существует несколько соглашений об особой интерпретации IP-адресов:

* если IР-адрес состоит только из двоичных нулей,

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 0 0 0 ................................... 0 0 0 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

то он обозначает адрес того узла, который сгенерировал этот пакет;

* если в поле номера сети стоят 0,

|  |  |
| --- | --- |
| 0 0 0 0 .......0 | Номер узла |

то по умолчанию считается, что этот узел принадлежит той же самой сети, что и узел, который отправил пакет;

* если все двоичные разряды IP-адреса равны 1,

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 1 1 1 .........................................1 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);

* если в поле адреса назначения стоят сплошные 1,

|  |  |
| --- | --- |
| Номер сети | 1111................11 |

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.

Уже упоминавшаяся форма группового IP-адреса - multicast - означает, что данный пакет должен быть доставлен сразу нескольким узлам, которые образуют группу с номером, указанным в поле адреса. Узлы сами идентифицируют себя, то есть определяют, к какой из групп они относятся. Один и тот же узел может входить в несколько групп. Такие сообщения в отличие от широковещательных называются мультивещательными. Групповой адрес не делится на поля номера сети и узла и обрабатывается маршрутизатором особым образом.

В протоколе IP нет понятия широковещательности в том смысле, в котором оно используется в протоколах канального уровня локальных сетей, когда данные должны быть доставлены абсолютно всем узлам. Как ограниченный широковещательный IP-адрес, так и широковещательный IP-адрес имеют пределы распространения в интерсети - они ограничены либо сетью, к которой принадлежит узел - источник пакета, либо сетью, номер которой указан в адресе назначения. Поэтому деление сети с помощью маршрутизаторов на части локализует широковещательный шторм пределами одной из составляющих общую сеть частей просто потому, что нет способа адресовать пакет одновременно всем узлам всех сетей составной сети.

### Отображение физических адресов на IP-адреса: протоколы ARP и RARP

В протоколе IP-адрес узла, то есть адрес компьютера или порта маршрутизатора, назначается произвольно администратором сети и прямо не связан с его локальным адресом, как это сделано, например, в протоколе IPX. Подход, используемый в IP, удобно использовать в крупных сетях и по причине его независимости от формата локального адреса, и по причине стабильности, так как в противном случае, при смене на компьютере сетевого адаптера это изменение должны бы были учитывать все адресаты всемирной сети Internet (в том случае, конечно, если сеть подключена к Internet'у).

Локальный адрес используется в протоколе IP только в пределах локальной сети при обмене данными между маршрутизатором и узлом этой сети. Маршрутизатор, получив пакет для узла одной из сетей, непосредственно подключенных к его портам, должен для передачи пакета сформировать кадр в соответствии с требованиями принятой в этой сети технологии и указать в нем локальный адрес узла, например его МАС-адрес. В пришедшем пакете этот адрес не указан, поэтому перед маршрутизатором встает задача поиска его по известному IP-адресу, который указан в пакете в качестве адреса назначения. С аналогичной задачей сталкивается и конечный узел, когда он хочет отправить пакет в удаленную сеть через маршрутизатор, подключенный к той же локальной сети, что и данный узел.

Для определения локального адреса по IP-адресу используется протокол разрешения адреса *Address Resolution Protocol, ARP*. Протокол ARP работает различным образом в зависимости от того, какой протокол канального уровня работает в данной сети - протокол локальной сети (Ethernet, Token Ring, FDDI) с возможностью широковещательного доступа одновременно ко всем узлам сети, или же протокол глобальной сети (X.25, frame relay), как правило не поддерживающий широковещательный доступ. Существует также протокол, решающий обратную задачу - нахождение IP-адреса по известному локальному адресу. Он называется реверсивный ARP - *RARP (Reverse Address Resolution Protocol)* и используется при старте бездисковых станций, не знающих в начальный момент своего IP-адреса, но знающих адрес своего сетевого адаптера.

В локальных сетях протокол ARP использует широковещательные кадры протокола канального уровня для поиска в сети узла с заданным IP-адресом.

Узел, которому нужно выполнить отображение IP-адреса на локальный адрес, формирует ARP запрос, вкладывает его в кадр протокола канального уровня, указывая в нем известный IP-адрес, и рассылает запрос широковещательно. Все узлы локальной сети получают ARP запрос и сравнивают указанный там IP-адрес с собственным. В случае их совпадения узел формирует ARP-ответ, в котором указывает свой IP-адрес и свой локальный адрес и отправляет его уже направленно, так как в ARP запросе отправитель указывает свой локальный адрес. ARP-запросы и ответы используют один и тот же формат пакета. Так как локальные адреса могут в различных типах сетей иметь различную длину, то формат пакета протокола ARP зависит от типа сети. На рисунке 3.2 показан формат пакета протокола ARP для передачи по сети Ethernet.

**0 8 16 31**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Тип сети** | | **Тип протокола** |
| Длина локального адреса | Длина сетевого адреса | Операция |
| Локальный адрес отправителя (байты 0 - 3) | |  |
| Локальный адрес отправителя (байты 4 - 5) | | IP-адрес отправителя (байты 0-1) |
| IP-адрес отправителя (байты 2-3) | | Искомый локальный адрес (байты 0 - 1) |
| Искомый локальный адрес (байты 2-5) | |  |
| Искомый IP-адрес (байты 0 - 3) | |  |

Рис. 3.2. Формат пакета протокола ARP

В поле типа сети для сетей Ethernet указывается значение 1. Поле типа протокола позволяет использовать пакеты ARP не только для протокола IP, но и для других сетевых протоколов. Для IP значение этого поля равно 080016.

Длина локального адреса для протокола Ethernet равна 6 байтам, а длина IP-адреса - 4 байтам. В поле операции для ARP запросов указывается значение 1 для протокола ARP и 2 для протокола RARP.

Узел, отправляющий ARP-запрос, заполняет в пакете все поля, кроме поля искомого локального адреса (для RARP-запроса не указывается искомый IP-адрес). Значение этого поля заполняется узлом, опознавшим свой IP-адрес.

В глобальных сетях администратору сети чаще всего приходится вручную формировать ARP-таблицы, в которых он задает, например, соответствие IP-адреса адресу узла сети X.25, который имеет смысл локального адреса. В последнее время наметилась тенденция автоматизации работы протокола ARP и в глобальных сетях. Для этой цели среди всех маршрутизаторов, подключенных к какой-либо глобальной сети, выделяется специальный маршрутизатор, который ведет ARP-таблицу для всех остальных узлов и маршрутизаторов этой сети. При таком централизованном подходе для всех узлов и маршрутизаторов вручную нужно задать только IP-адрес и локальный адрес выделенного маршрутизатора. Затем каждый узел и маршрутизатор регистрирует свои адреса в выделенном маршрутизаторе, а при необходимости установления соответствия между IP-адресом и локальным адресом узел обращается к выделенному маршрутизатору с запросом и автоматически получает ответ без участия администратора.

### Отображение символьных адресов на IP-адреса: служба DNS

*DNS (Domain Name System)* - это распределенная база данных, поддерживающая иерархическую систему имен для идентификации узлов в сети Internet. Служба DNS предназначена для автоматического поиска IP-адреса по известному символьному имени узла. Спецификация DNS определяется стандартами RFC 1034 и 1035. DNS требует статической конфигурации своих таблиц, отображающих имена компьютеров в IP-адрес.

Протокол DNS является служебным протоколом прикладного уровня. Этот протокол несимметричен - в нем определены DNS-серверы и DNS-клиенты. DNS-серверы хранят часть распределенной базы данных о соответствии символьных имен и IP-адресов. Эта база данных распределена по административным доменам сети Internet. Клиенты сервера DNS знают IP-адрес сервера DNS своего административного домена и по протоколу IP передают запрос, в котором сообщают известное символьное имя и просят вернуть соответствующий ему IP-адрес.

Если данные о запрошенном соответствии хранятся в базе данного DNS-сервера, то он сразу посылает ответ клиенту, если же нет - то он посылает запрос DNS-серверу другого домена, который может сам обработать запрос, либо передать его другому DNS-серверу. Все DNS-серверы соединены иерархически, в соответствии с иерархией доменов сети Internet. Клиент опрашивает эти серверы имен, пока не найдет нужные отображения. Этот процесс ускоряется из-за того, что серверы имен постоянно кэшируют информацию, предоставляемую по запросам. Клиентские компьютеры могут использовать в своей работе IP-адреса нескольких DNS-серверов, для повышения надежности своей работы.

База данных DNS имеет структуру дерева, называемого доменным пространством имен, в котором каждый домен (узел дерева) имеет имя и может содержать поддомены. Имя домена идентифицирует его положение в этой базе данных по отношению к родительскому домену, причем точки в имени отделяют части, соответствующие узлам домена.

Корень базы данных DNS управляется центром Internet Network Information Center. Домены верхнего уровня назначаются для каждой страны, а также на организационной основе. Имена этих доменов должны следовать международному стандарту ISO 3166. Для обозначения стран используются трехбуквенные и двухбуквенные аббревиатуры, а для различных типов организаций используются следующие аббревиатуры:

* com - коммерческие организации (например, microsoft.com);
* edu - образовательные (например, mit.edu);
* gov - правительственные организации (например, nsf.gov);
* org - некоммерческие организации (например, fidonet.org);
* net - организации, поддерживающие сети (например, nsf.net).

Каждый домен DNS администрируется отдельной организацией, которая обычно разбивает свой домен на поддомены и передает функции администрирования этих поддоменов другим организациям. Каждый домен имеет уникальное имя, а каждый из поддоменов имеет уникальное имя внутри своего домена. Имя домена может содержать до 63 символов. Каждый хост в сети Internet однозначно определяется своим *полным доменным именем (fully qualified domain name, FQDN)*, которое включает имена всех доменов по направлению от хоста к корню. Пример полного DNS-имени :

citint.dol.ru.

### Автоматизация процесса назначения IP-адресов узлам сети - протокол DHCP

Как уже было сказано, IP-адреса могут назначаться администратором сети вручную. Это представляет для администратора утомительную процедуру. Ситуация усложняется еще тем, что многие пользователи не обладают достаточными знаниями для того, чтобы конфигурировать свои компьютеры для работы в интерсети и должны поэтому полагаться на администраторов.

Протокол *Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)* был разработан для того, чтобы освободить администратора от этих проблем. Основным назначением DHCP является динамическое назначение IP-адресов. Однако, кроме динамического, DHCP может поддерживать и более простые способы ручного и автоматического статического назначения адресов.

В ручной процедуре назначения адресов активное участие принимает администратор, который предоставляет DHCP-серверу информацию о соответствии IP-адресов физическим адресам или другим идентификаторам клиентов. Эти адреса сообщаются клиентам в ответ на их запросы к DHCP-серверу.

При автоматическом статическом способе DHCP-сервер присваивает IP-адрес (и, возможно, другие параметры конфигурации клиента) из пула наличных IP-адресов без вмешательства оператора. Границы пула назначаемых адресов задает администратор при конфигурировании DHCP-сервера. Между идентификатором клиента и его IP-адресом по-прежнему, как и при ручном назначении, существует постоянное соответствие. Оно устанавливается в момент первичного назначения сервером DHCP IP-адреса клиенту. При всех последующих запросах сервер возвращает тот же самый IP-адрес.

При динамическом распределении адресов DHCP-сервер выдает адрес клиенту на ограниченное время, что дает возможность впоследствии повторно использовать IP-адреса другими компьютерами. Динамическое разделение адресов позволяет строить IP-сеть, количество узлов в которой намного превышает количество имеющихся в распоряжении администратора IP-адресов.

DHCP обеспечивает надежный и простой способ конфигурации сети TCP/IP, гарантируя отсутствие конфликтов адресов за счет централизованного управления их распределением. Администратор управляет процессом назначения адресов с помощью параметра "продолжительности аренды" (lease duration), которая определяет, как долго компьютер может использовать назначенный IP-адрес, перед тем как снова запросить его от сервера DHCP в аренду.

Примером работы протокола DHCP может служить ситуация, когда компьютер, являющийся клиентом DHCP, удаляется из подсети. При этом назначенный ему IP-адрес автоматически освобождается. Когда компьютер подключается к другой подсети, то ему автоматически назначается новый адрес. Ни пользователь, ни сетевой администратор не вмешиваются в этот процесс. Это свойство очень важно для мобильных пользователей.

Протокол DHCP использует модель клиент-сервер. Во время старта системы компьютер-клиент DHCP, находящийся в состоянии "инициализация", посылает сообщение discover (исследовать), которое широковещательно распространяется по локальной сети и передается всем DHCP-серверам частной интерсети. Каждый DHCP-сервер, получивший это сообщение, отвечает на него сообщением offer (предложение), которое содержит IP-адрес и конфигурационную информацию.

Компьютер-клиент DHCP переходит в состояние "выбор" и собирает конфигурационные предложения от DHCP-серверов. Затем он выбирает одно из этих предложений, переходит в состояние "запрос" и отправляет сообщение request (запрос) тому DHCP-серверу, чье предложение было выбрано.

Выбранный DHCP-сервер посылает сообщение DHCP-acknowledgment (подтверждение), содержащее тот же IP-адрес, который уже был послан ранее на стадии исследования, а также параметр аренды для этого адреса. Кроме того, DHCP-сервер посылает параметры сетевой конфигурации. После того, как клиент получит это подтверждение, он переходит в состояние "связь", находясь в котором он может принимать участие в работе сети TCP/IP. Компьютеры-клиенты, которые имеют локальные диски, сохраняют полученный адрес для использования при последующих стартах системы. При приближении момента истечения срока аренды адреса компьютер пытается обновить параметры аренды у DHCP-сервера, а если этот IP-адрес не может быть выделен снова, то ему возвращается другой IP-адрес.

В протоколе DHCP описывается несколько типов сообщений, которые используются для обнаружения и выбора DHCP-серверов, для запросов информации о конфигурации, для продления и досрочного прекращения лицензии на IP-адрес. Все эти операции направлены на то, чтобы освободить администратора сети от утомительных рутинных операций по конфигурированию сети.

Однако использование DHCP несет в себе и некоторые проблемы. Во-первых, это проблема согласования информационной адресной базы в службах DHCP и DNS. Как известно, DNS служит для преобразования символьных имен в IP-адреса. Если IP-адреса будут динамически изменятся сервером DHCP, то эти изменения необходимо также динамически вносить в базу данных сервера DNS. Хотя протокол динамического взаимодействия между службами DNS и DHCP уже реализован некоторыми фирмами (так называемая служба Dynamic DNS), стандарт на него пока не принят.

Во-вторых, нестабильность IP-адресов усложняет процесс управления сетью. Системы управления, основанные на протоколе SNMP, разработаны с расчетом на статичность IP-адресов. Аналогичные проблемы возникают и при конфигурировании фильтров маршрутизаторов, которые оперируют с IP-адресами.

Наконец, централизация процедуры назначения адресов снижает надежность системы: при отказе DHCP-сервера все его клиенты оказываются не в состоянии получить IP-адрес и другую информацию о конфигурации. Последствия такого отказа могут быть уменьшены путем использовании в сети нескольких серверов DHCP, каждый из которых имеет свой пул IP-адресов.

Маска подсети:

В терминологии сетей TCP/IP **маской подсети** или **маской сети** называется битовая маска, определяющая, какая часть IP-адреса узла сети относится к адресу сети, а какая — к адресу самого узла в этой сети. Например, узел с IP-адресом 12.34.56.78 и маской подсети 255.255.255.0 находится в сети 12.34.56.0/24 с длиной префикса 24 бита. В случае адресации IPv6 адрес 2001:0DB8:1:0:6C1F:A78A:3CB5:1ADD с длиной префикса 32 бита (/32) находится в сети 2001:0DB8::/32.

Другой вариант определения — это определение подсети IP-адресов. Например, с помощью маски подсети можно сказать, что один диапазон IP-адресов будет в одной подсети, а другой диапазон соответственно в другой подсети.

Чтобы получить адрес сети, зная IP-адрес и маску подсети, необходимо применить к ним операцию поразрядной конъюнкции (логическое И). Например, в случае более сложной маски (битовые операции в IPv6 выглядят идентично):

IP-адрес: 11000000 10101000 00000001 00000010 (192.168.1.2)

Маска подсети: 11111111 11111111 11111111 00000000 (255.255.255.0)

Адрес сети: 11000000 10101000 00000001 00000000 (192.168.1.0)

Разбиение одной большой сети на несколько маленьких подсетей позволяет упростить маршрутизацию. Например, пусть таблица маршрутизации некоторого маршрутизатора содержит следующую запись:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Сеть назначения** | **Маска** | **Адрес шлюза** |
| 192.168.1.0 | 255.255.255.0 | 192.168.1.1 |

Пусть теперь маршрутизатор получает пакет данных с адресом назначения 192.168.1.2. Обрабатывая построчно таблицу маршрутизации, он обнаруживает, что при наложении маски 255.255.255.0 на адрес 192.168.1.2 получается адрес сети 192.168.1.0. В таблице маршрутизации этой сети соответствует шлюз 192.168.1.1, которому и отправляется пакет.

## 1. Маски при бесклассовой маршрутизации (CIDR)

Маски подсети являются основой метода бесклассовой маршрутизации (CIDR). При этом подходе маску подсети записывают вместе с IP-адресом в формате «*IP-адрес/количество единичных бит в маске*». Число после слэша означает количество единичных разрядов в маске подсети.

Рассмотрим пример записи диапазона IP-адресов в виде 10.96.0.0/11. В этом случае маска подсети будет иметь двоичный вид 11111111 11100000 00000000 00000000, или то же самое в десятичном виде: 255.224.0.0. 11 разрядов IP-адреса отводятся под *адрес сети*, а остальные 32 — 11 = 21 разряд полного адреса (~~11111111 111~~00000 00000000 00000000) — под локальный адрес в этой сети. Итого, 10.96.0.0/11 означает диапазон адресов от 10.96.0.1 до 10.127.255.254.

2. Назначение маски подсети

Маска назначается по следующей схеме 28 − *n* (для сетей класса C), где *n* — количество компьютеров в подсети + 2,[1] округленное до ближайшей большей степени двойки (эта формула справедлива для *n* ≤ 254, для *n* > 254 будет другая формула).

Пример: В некой сети класса C есть 30 компьютеров, маска для такой сети вычисляется следующим образом:

28 - 32 = 224 (0E0h) < = > 255.255.255.224 (0xFFFFFFE0)