

Протоколы ARP, RARP

1. Протокол преобразования адресов ARP
 - 1.1. Назначение протокола ARP
 - 1.2. Схема работы протокола ARP
 - 1.3. Формат пакета ARP
 - 1.4. Протокол Proху- ARP
2. RARP.
 - 2.1. Назначение протокола RARP
 - 2.2. Формат RARP-сообщения

1. Протокол преобразования адресов ARP

1.1. Назначение протокола ARP.

Любое устройство, подключенное к локальной сети (Ethernet, FDDI и т.д.), имеет уникальный физический сетевой адрес, заданный аппаратным образом. 6-байтовый Ethernet-адрес выбирает изготовитель сетевого интерфейсного оборудования из выделенного для него по лицензии адресного пространства. Если у машины меняется сетевой адаптер, то меняется и ее Ethernet-адрес.

4-байтовый IP-адрес задает менеджер сети с учетом положения машины в сети Интернет. Если машина перемещается в другую часть сети Интернет, то ее IP-адрес должен быть изменен. Преобразование IP-адресов в сетевые выполняется с помощью arp-таблицы. Каждая машина сети имеет отдельную ARP-таблицу для каждого своего сетевого адаптера. Не трудно видеть, что существует проблема отображения физического адреса (6 байт для Ethernet) в

пространство сетевых IP-адресов (4 байта) и наоборот.

Протокол ARP (address resolution protocol, RFC-826) решает именно эту проблему - преобразует ARP- в Ethernet-адреса.

В стеке протоколов IPv6 ARP не существует, его функции возложены на ICMPv6.

ARP-таблица для преобразования 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.

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

Табл.1. Пример ARP-таблицы

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.

ARP Кэш

Эффективность функционирования ARP во многом зависит от ARP кэша (ARP cache), который присутствует на каждом хосте. В кэше содержатся Internet адреса и соответствующие им аппаратные адреса. Стандартное время жизни каждой записи в кэше составляет 20 минут с момента создания записи.

1.2. Схема работы протокола ARP

ARP предоставляет динамическое сопоставление IP адресов и соответствующих аппаратных адресов. Мы используем термин динамическое, так как это происходит автоматически и обычно не зависит от используемых прикладных программ или воли системного администратора. 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.

Запросы и ответы протокола ARP

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

- 1 По сети передается широковещательный ARP-запрос.
- 2 Исходящий IP-пакет ставится в очередь.

Каждый сетевой адаптер принимает широковещательные передачи. Все драйверы Ethernet проверяют поле типа в принятом Ethernet-кадре и передают ARP-пакеты модулю ARP. ARP-

запрос можно интерпретировать так: "Если ваш IP-адрес совпадает с указанным, то сообщите мне ваш Ethernet-адрес". Пакет ARP-запроса выглядит примерно так:

IP-адрес отправителя	Ethernet-адрес отправителя	223.1.2.1	08:00:39:00:2F:C3
Искомый IP-адрес	Искомый Ethernet-адрес	223.1.2.2	<пусто>

Табл.2. Пример ARP-запроса

Каждый модуль ARP проверяет поле искомого IP-адреса в полученном ARP-пакете и, если адрес совпадает с его собственным IP-адресом, то посылает ответ прямо по Ethernet-адресу отправителя запроса. ARP-ответ можно интерпретировать так: "Да, это мой IP-адрес, ему соответствует такой-то Ethernet-адрес". Пакет с ARP-ответом выглядит примерно так:

IP-адрес отправителя	Ethernet-адрес отправителя	223.1.2.2	08:00:28:00:38:A9
Искомый IP-адрес	Искомый Ethernet-адрес	223.1.2.1	08:00:39:00:2F:C3

Табл.3. Пример ARP-ответа

Этот ответ получает машина, сделавшая ARP-запрос. 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.

Обновленная таблица выглядит следующим образом:

IP-адрес	Ethernet-адрес
223.1.2.1	08:00:39:00:2F:C3
223.1.2.2	08:00:28:00:38:A9
223.1.2.3	08:00:5A:21:A7:22
223.1.2.4	08:00:10:99:AC:54

Табл.4. ARP-таблица после обработки ответа

Продолжение преобразования адресов

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 удастся 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. Протоколы верхнего уровня не могут отличить случай повреждения сети Ethernet от случая отсутствия машины с искомым IP-адресом.

Уполномоченный агент ARP

Уполномоченный агент ARP позволяет маршрутизатору отвечать на ARP запросы в одну сеть, в то время как запрашиваемый хост находится в другой сети. С помощью этого средства происходит обман отправителя, который отправил ARP запрос, после чего он думает, что маршрутизатор является хостом назначения, тогда как в действительности хост назначения находится "на другой стороне" маршрутизатора. Маршрутизатор выступает в роли уполномоченного агента хоста назначения, перекладывая пакеты от другого хоста.

Для того чтобы лучше описать работу уполномоченных агентов ARP, мы рассмотрим пример. Из рисунка 3.10 видно, что система sun подключена к двум сетям Ethernet. Однако в действительности это не так, в чем можно убедиться, если сравнить этот рисунок с рисунком, который приведен на внутренней стороне обложки. Между sun и подсетью 140.252.1 находится маршрутизатор, который выступает в роли уполномоченного агента ARP, при этом все выглядело так, как будто sun находится в подсети 140.252.1. На рисунке 4.6 показано, что

Telebit NetBlazer, названный netb, находится между подсетью и хостом sun.

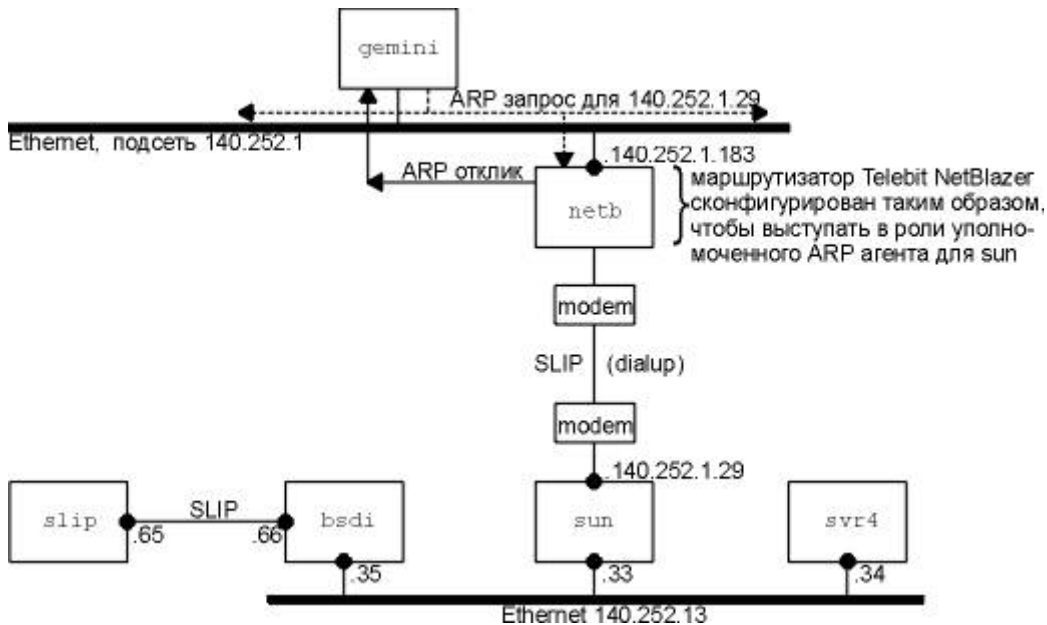


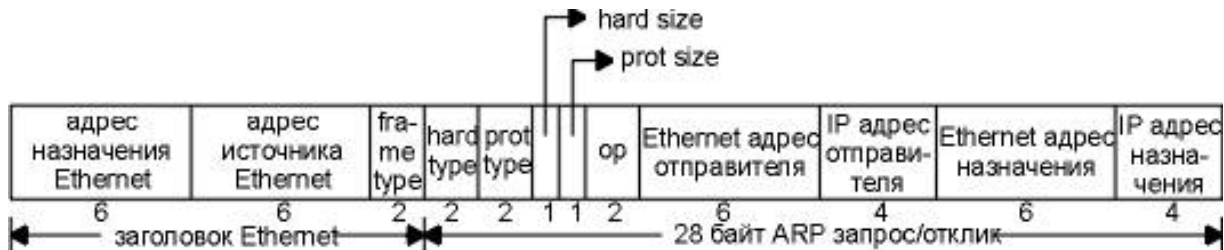
Рисунок 4.6 Пример уполномоченного ARP.

Когда какой-либо другой хост в подсети 140.252.1 (скажем, `gemini`) хочет послать IP датаграмму хосту `sun` на адрес 140.252.1.29, `gemini` сравнивает идентификатор сети (140.252) и идентификатор подсети (1), и если они идентичны, отправляет ARP запрос в верхний

Ethernet (на рисунке 4.6) на IP адрес 140.252.1.29. Маршрутизатор netb распознает этот IP адрес как принадлежащий одному из dialup хостов и отвечает, отправив аппаратный адрес этого Ethernet интерфейса в кабель 140.252.1. Хост gemini посылает IP датаграмму в netb по Ethernet, а netb направляет датаграмму в sun по SLIP каналам с дозвоном (dialup). Это делает его прозрачным для всех хостов подсети 140.252.1, так как хост sun действительно находится "позади" маршрутизатора netb.

1.3. Формат пакета ARP

На рисунке показан формат ARP запроса и формат ARP отклика, в случае использования Ethernet и IP адресов. (ARP можно использовать в других сетях, при этом он способен устанавливать соответствие не только для IP адресов. Первые четыре поля, следующие за полем типа фрейма, указывают на типы и размеры заключительных четырех полей.)



где,

hard size - размер аппаратного адреса

prot size - размер адреса протокола

frame type - тип фрейма

hard type - тип аппаратного адреса

prot type - тип адреса протокола

op - код операции

Рисунок . Формат ARP запроса или отклика при работе с Ethernet.

Два первых поля в Ethernet заголовке - поля источника и назначения Ethernet. Специальный адрес назначения Ethernet, состоящий из всех единиц, означает широковещательный адрес. Фреймы с таким адресом будут получены всеми Ethernet интерфейсами на кабеле.

Двухбайтовый тип фрейма (frame type) Ethernet указывает, данные какого типа, пойдут следом. Для ARP запроса или ARP отклика это поле содержит 0x0806.

Выражения аппаратный (hardware) и протокол (protocol) используются для описания полей в пакетах ARP. Например, ARP запрос запрашивает аппаратный адрес (в данном случае Ethernet адрес) соответствующий адресу протокола (в данном случае IP адрес).

Поле hard type указывает на тип аппаратного адреса. Для Ethernet это значение равно единице. Prot type указывает тип адреса протокола, к которому будет приведено соответствие. Для IP адресов используется значение 0x0800. По своему целевому назначению это значение соответствует полю типа во фрейме Ethernet, который содержит IP датаграмму. (См. рисунок 2.1.)

Два следующих однобайтных поля, hard size и prot size, указывают на размеры в байтах аппаратного адреса и адреса протокола. В ARP запросах и откликах они составляют 6 для Ethernet и 4 для IP адреса.

Поле op указывает на тип операции: ARP запрос (значение устанавливается в 1), ARP отклик (2), RARP запрос (3) и RARP отклик (4). Это поле необходимо, так как поля типа фрейма (frame type) одинаковы для ARP запроса и ARP отклика.

Следующие четыре поля: аппаратный адрес отправителя (Ethernet адрес в данном примере), адрес протокола (IP адрес), аппаратный адрес назначения и адрес протокола назначения. Обратите внимание, что в данном случае происходит некоторое дублирование информации: аппаратный адрес отправителя может быть получен как из Ethernet заголовка, так и из ARP запроса.

Для ARP запроса все поля заполнены, за исключением аппаратного адреса назначения. Когда система получает ARP запрос, который предназначенся ей, она вставляет свой аппаратный адрес, меняет местами адреса источника и назначения, устанавливает поле op в значение 2 и отправляет отклик.

1.4. Протокол Proxy- ARP

Еще одна разновидность протокола ARP служит для того, чтобы один и тот же сетевой префикс адреса можно было использовать для двух сетей. Этот протокол называется смешанным протоколом ARP (proxy).

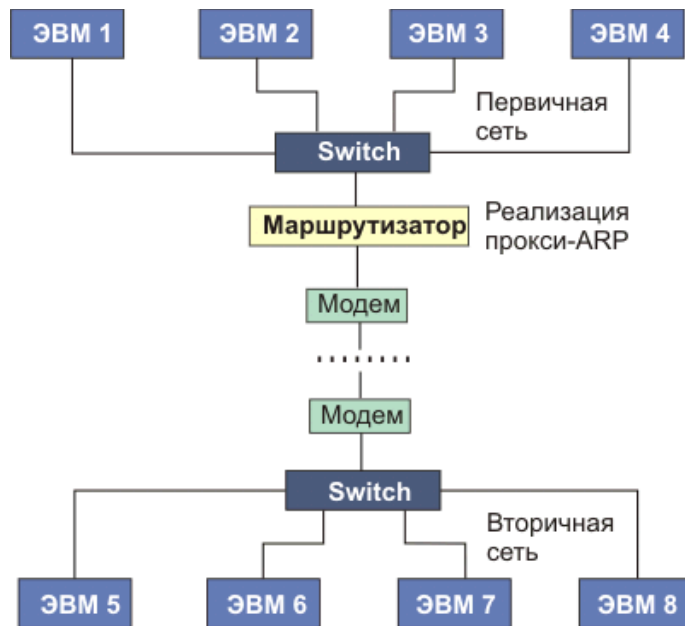


Рис. 4.4.7.1. Использование протокола proxy ARP

Предположим, мы имеем сеть из четырех ЭВМ (1-4; рис. 4.4.7.1), которую бы мы хотели соединить с другой сетью из четырех ЭВМ (5-8), причем так, чтобы машины взаимодействовали друг с другом так, будто они принадлежат одной сети. Решить эту проблему можно, соединив эти сети через маршрутизатор M, работающий в соответствии со смешанным протоколом ARP (функционально это IP-мост). Маршрутизатор знает, какая из машин принадлежит какой физической сети. Он перехватывает широковещательные ARP-запросы из сети 1, относящиеся к сети 2, и наоборот. Во всех случаях в качестве физического адреса маршрутизатор возвращает свой адрес. В дальнейшем, получая дейтограммы, он маршрутизирует их на физические адреса по их IP-адресам.

Не трудно видеть, что в смешанном протоколе ARP нескольким IP-адресам ставится в соответствие один и тот же физический адрес. Поэтому системы, где предусмотрен контроль за соответствием физических и IP-адресов, не могут работать со смешанным протоколом ARP. Главным преимуществом этого протокола является то, что он позволяет путем добавления одного маршрутизатора (Gateway) подключить к Интернет еще одну сеть, не изменяя таблиц маршрутизации в других узлах. Этот протокол удобен для сети, где есть ЭВМ, не способная работать с субсетями. Протокол используется при построении сетей Интранет.

2. RARP.

2.1. Назначение протокола RARP

Когда загружается система с локальным диском, она обычно получает свой IP адрес из конфигурационного файла, который считывается с диска. Однако для систем, не имеющих диска, таких как X терминалы или бездисктовые рабочие станции, требуется другой способ определения собственного IP адреса.

Каждая система в сети имеет уникальный аппаратный адрес, который назначается производителем сетевого интерфейса (сетевой платы). Принцип работы RARP заключается в том, что бездисктовая система может считать свой уникальный аппаратный адрес с интерфейсной платы и послать RARP запрос (широковещательный фрейм в сеть), где потребует кого-нибудь откликнуться и сообщить IP адрес (с помощью RARP отклика).

Протокол (и сервер) RARP обеспечивает определение IP адреса по MAC адресу (например, при загрузке устройства, не имеющего возможности хранить свой собственный IP адрес), т.е. Выполняет функции обратные протоколу ARP. Уникальный MAC адрес обеспечивается изготовителем устройства.

Клиент RARP посылает широковещательный кадр Ethernet с запросом, содержащим MAC адрес целевого узла. В ответ от сервера ожидается RARP пакет (unicast), содержащий соответствующий ему IP адрес. Ответ может быть получен непосредственно от RARP сервера или от посредника (проxy). В качестве посредника обычно выступает маршрутизатор. В сегменте сети может быть несколько RARP серверов, так что можно ожидать несколько

ответов.

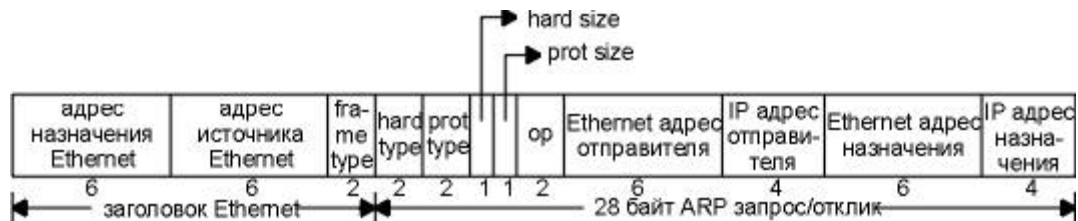
RARP используется большинством бездисковых систем при загрузке, для получения своих IP адресов. Формат пакета RARP практически идентичен пакету ARP. Запрос RARP широковещательный, в нем содержится аппаратный адрес отправителя, при этом он спрашивает кого-либо послать ему его IP адрес. Отклик обычно персональный.

Проблемы с RARP заключаются в том, что он использует широковещательные запросы на канальном уровне, поэтому большинство маршрутизаторов не могут перенаправлять RARP запросы; а также в том, что передается минимум необходимой информации: только IP адрес системы. Другие протоколы, например BOOTP сообщает значительно больше информации необходимой при загрузке бездисковых систем: IP адрес, имя хоста, с которого происходит загрузка, и так далее.

Несмотря на то что концепция RARP довольно проста, реализация RARP сервера зависит от системы. Также надо отметить, что не все TCP/IP реализации предоставляют RARP сервер.

2.2. Формат RARP-сообщения

Формат пакета RARP практически идентичен пакету ARP .



где,

hard size - размер аппаратного адреса

prot size - размер адреса протокола

frame type - тип фрейма

hard type - тип аппаратного адреса

prot type - тип адреса протокола

op - код операции

Единственное отличие заключается в том, что поле тип фрейма (frame type) для запроса или отклика RARP установлено в 0x8035, а поле op имеет значение 3 для RARP запроса и значение 4 для RARP отклика.

RARP запрос является широковещательным, а RARP отклик обычно персональный.