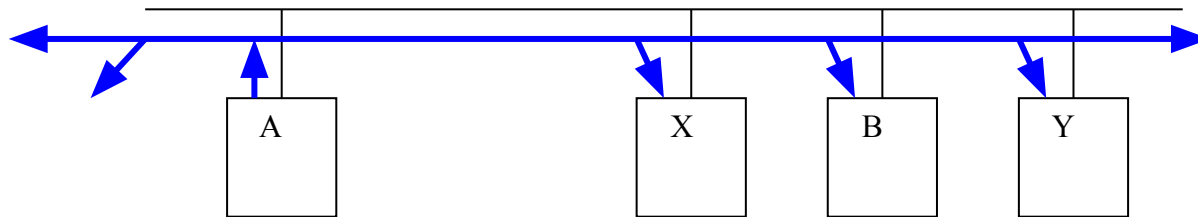


# Проблема

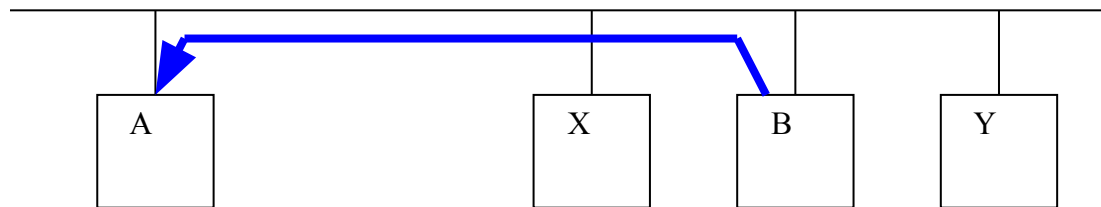
- Для передачи IP-дейтаграммы по физическому каналу (будем рассматривать Ethernet) требуется инкапсулировать эту дейтаграмму в кадр Ethernet и в заголовке кадра указать адрес Ethernet-карты, на которую будет доставлена эта дейтаграмма для ее последующей обработки вышестоящим по стеку протоколом IP.
- IP-адрес, включенный в заголовок дейтаграммы, адресует IP-интерфейс какого-либо узла сети и не включает в себе никаких указаний ни на физическую среду передачи, к которой подключен этот интерфейс, ни тем более на физический адрес устройства (если таковой имеется), с помощью которого этот интерфейс сообщается со средой.
- Знание IP адреса получателя не позволяет послать пакет этому хосту. Драйвер Ethernet должен знать аппаратный адрес пункта назначения, чтобы послать туда данные.

- Это означает, что доставка пакета хосту или маршрутизатору требует двух уровней адресации: логического и физического. Поэтому необходимы средства для того, чтобы отображать логический адрес в соответствующий ему физический адрес и наоборот. Они могут использовать либо статическое, либо динамическое отображение.
- Address Resolution Protocol (RFC-826) предназначен для установления динамического соответствия между логическим, сетевым адресом (IP) и аппаратным адресом (MAC).
- Протокол поддерживает в оперативной памяти динамическую arp-таблицу в целях кэширования полученной информации.

# Протокол разрешения адресов (ARP/RARP)



ARP-запрос - широковещательная посылка (IP-addr, MAC-address=?)

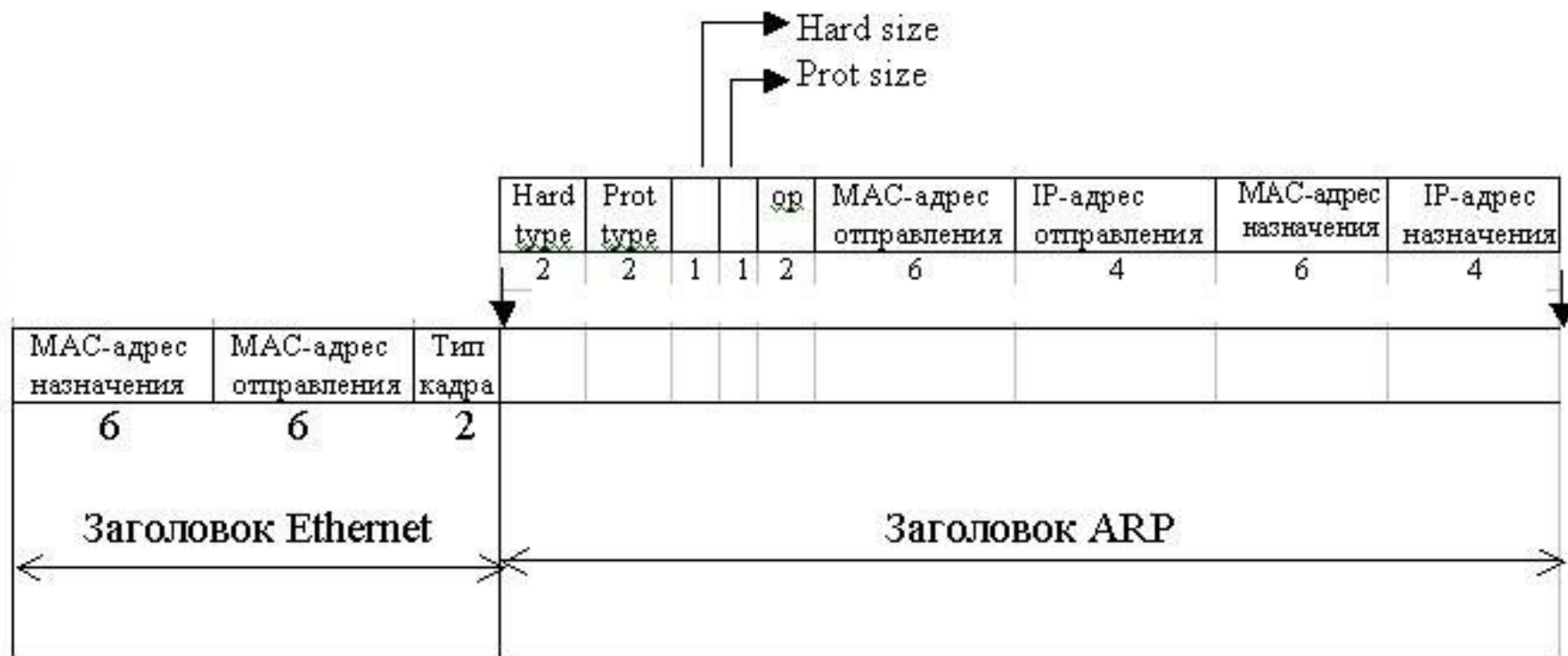


ARP-ответ (IP-addr, MAC-addr)

- По сети передается широковещательный ARP-запрос.
- Исходящий IP-пакет ставится в очередь.
- *Каждый хост или маршрутизатор на сети получает и обрабатывает пакет запроса ARP, но только получатель опознает свой адрес IP и передает назад ответный пакет ARP. Ответный пакет содержит IP-адрес получателя и физический адрес*
- Возвращается ARP-ответ, содержащий информацию о соответствии IP- и Ethernet-адресов. Эта информация заносится в ARP-таблицу.
- Для преобразования IP-адреса в Ethernet-адрес у IP-пакета, поставленного в очередь, используется ARP-таблица.
- Ethernet-кадр передается по сети Ethernet.

- Любой хост в той же сети, что и отправитель с получателем, тоже получают запрос (так как он широковещательный) и таким образом добавляют в свой кеш информацию об отправителе. ARP-ответ направлен только источнику ARP-запроса, поэтому ARP-ответ не доступен другим хостам в сети.

# Формат пакета ARP/RARP



Hard size - размер аппаратного адреса

Prot size - размер адреса протокола

Hard type – тип аппаратного адреса

Prot type – тип адреса протокола

op – код операции (1- запрос, 2 – ответ)

# Формат пакета ARP/RARP

- ARP-пакеты вкладываются непосредственно в Ethernet-кадры.
- Двухбайтовое поле *тип* (type) кадра Ethernet для всех разновидностей ARP-пакетов содержит 0x0806.
- Поле *ор* указывает на тип операции: ARP-запрос значение устанавливается в 1, ARP-отклик - 2, RARP-запрос -3 и RARP-отклик - 4.
- Следующие четыре поля: аппаратный адрес отправителя (Ethernet адрес в данном примере), адрес протокола (IP-адрес), аппаратный адрес назначения и адрес протокола назначения. Здесь происходит своего рода 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 предназначается ей, она вставляет свой аппаратный адрес, меняет местами адреса источника и назначения, устанавливает поле *ор* в значение 2 и отправляет отклик.

# Четыре различных случая использования ARP

- Отправитель – это хост, и он хочет передать пакет другому хосту на той же самой сети. В этом случае логический адрес должен быть отображен в физический адрес в адресе IP пункта назначения в дейтаграммном заголовке.
- Отправитель – это хост, и он хочет передать пакет другому хосту на другой сети. В этом случае хост просматривает свою таблицу маршрутизации и находит адрес IP следующего маршрутизатора для этого пункта назначения. Если он не имеет таблицы маршрутизации, он ищет адрес IP заданного по умолчанию маршрутизатора. Адрес IP маршрутизатора становится логическим адресом, который должен быть отображен в физический адрес.
- Отправитель – маршрутизатор, который получил дейтаграмму, предназначенную для хоста на другой сети. Он проверяет свою таблицу маршрутизации и находит адрес IP следующего маршрутизатора. Адрес IP следующего маршрутизатора становится логическим адресом, который должен быть отображен в физический адрес
- Отправитель — это маршрутизатор, который получил дейтаграмму, предназначенную для хоста в той же самой сети. Адрес IP пункта назначения дейтаграммы становится логическим адресом, который должен быть отображен в физический адрес.



- В рамках протокола ARP возможны *самообращенные запросы* – «беспричинный» (**gratuitous**) **ARP**). При таком запросе инициатор формирует пакет, где в качестве IP используется его собственный адрес. Это бывает нужно, когда осуществляется стартовая конфигурация сетевого интерфейса. В таком запросе IP-адреса отправителя и получателя совпадают

- "Беспричинный" ARP предоставляет две возможности.
- Он позволяет хосту определить, существует ли другой хост с тем же самым IP адресом. Хост не ожидает отклика на свой запрос, однако если отклик принят, на консоли возникает сообщение об ошибке "обнаружен дублирующий IP адрес с Ethernet адресом: a:b:c:d:e:f". Это предупреждение системному администратору о том, что одна из систем неправильно сконфигурирована.
- Если хост, посылающий "беспричинный" ARP, только что изменил свой аппаратный адрес (может быть потому, что хост был выключен, удалена интерфейсная плата и затем хост был перезагружен), этот пакет заставляет другой хост на кабеле, который имеет запись в своем кэше для старого аппаратного адреса, обновить ARP кэш соответствующим образом. Малоизвестный факт о протоколе ARP [Plummer 1982] заключается в том, что если хост получает ARP запрос для IP адреса, который он уже имеет в кэше, содержимое кэша обновляется аппаратным адресом отправителя (Ethernet адресом) из запроса ARP. Это делается для любого запроса ARP, полученного хостом. (Повторим, что ARP запросы широковещательные, поэтому такие действия осуществляются всеми хостами в сети каждый раз при появлении ARP запроса.) [Bhide, Elnozahy, and Morgan 1991] описывает приложения, которые используют эту характеристику ARP. Она позволяет запасному (backup) файлу-серверу занять место вышедшего из строя сервера с использованием "беспричинного" ARP запроса с запасным аппаратным адресом, однако с тем же IP адресом, который имел вышедший из строя хост. При этом все пакеты, направляемые серверу, вышедшему из строя, будут посланы на запасной сервер, а пользовательские приложения не будут знать о том, что основной сервер вышел из строя.