

## IP и ARP через ATM

Данный документ содержит описание передачи сообщений протоколов IP и ARP через ATM, основанное на RFC 1577. Автор RFC 1577: M. Laubach, Hewlett-Packard Laboratories. Дата RFC - январь 1994.

### Содержание

От переводчика.....	2
Введение.....	3
Конфигурация подсетей IP.....	4
Формат пакета.....	5
Размер MTU.....	6
Механизм распознавания адресов.....	7
PVC.....	7
SVC.....	7
Сервер ATMARP.....	7
Требования к функционированию сервера ATMARP.....	7
Требования к функционированию клиента ATMARP.....	8
Устаревание данных ATMARP-таблицы (aging).....	8
Сервер.....	8
Клиент.....	8
Формат пакетов ATMARP и InATMARP.....	8
Инкапсуляция пакетов ATMARP/InATMARP.....	9
Широковещательный IP-адрес.....	11
Групповой IP-адрес (multicast).....	12
Ограничение доступа.....	13

## От переводчика

Данный документ не является попыткой изложить материал в удобоваримом виде, т. е. таким образом, чтобы его было удобно читать и понимать неспециалисту. Такая обработка не проводилась. Документ является, если так можно выразиться, литературным переводом первоисточника. Последовательность изложения материала и терминология по возможности сохранены. В то же время некоторые организационные данные (не относящиеся к собственно описанию) не включены в данный документ. Желаящие получить эти данные могут обратиться к оригиналу.

Англоязычные названия параметров будут переводиться, но использоваться далее в тексте как правило в первоначальном виде. Это объясняется тем, что вероятность встретить русскоязычные обозначения при настройке какого-либо устройства достаточно мала.

## Введение

Данный документ описывает механизм, обеспечивающий передачу данных протоколов IP и ARP через сети ATM. Данные передаются в пределах так называемой LIS (Logical IP Subnetwork – Логическая IP-подсеть). Термин LIS более подробно определен в третьем разделе данного документа. Для передачи данных между IP-подсетями (LIS в данном случае) необходим маршрутизатор, прошу прощения за напоминание. Данный документ не описывает передачу данных за пределами ATM-сети, т. е. не рассматривается передача данных через подключенные локальные сети, такие, как Ethernet или Token Ring. Сеть ATM рассматривается не более как канальный уровень передачи данных, обеспечивающий соответствующий сервис для протоколов IP и ARP, т. е. обсуждается передача данных в ATM и только в ATM. В IP через ATM в качестве протокола распознавания адреса используется ATMARP – ATM Address Resolution Protocol.

Необходимо помнить, что между ATM-сетями и обычными локальными сетями, такими, как Ethernet, существуют некоторые отличия:

Сеть ATM использует для передачи данных так называемые VC (Virtual connection - Виртуальные соединения). VC могут устанавливаться (конфигурироваться) вручную (PVC – Permanent Virtual Connection) или автоматически (SVC – Switched Virtual Connection).

Передаваемые через сеть ATM данные помещаются в 53-байтные ячейки (48 байт данных и 5 байт заголовка).

Функции инкапсуляции PDU сетевых протоколов в поток данных ATM-сети выполняет ATM Adaptation Layer (AAL) – самый верхний уровень ATM-модели. AAL бывают разных типов, в данном документе рассматривается только один из них – AAL5. При установке VC через сеть ATM с ним ассоциируется определенный тип AAL. После установки соединения стороны, в нем участвующие, сохраняют информацию о используемом типе AAL. Сами передаваемые ячейки информацию о типе AAL не содержат.

В случае PVC тип используемого AAL конфигурируется вручную. В случае SVC тип согласовывается устройствами автоматически с помощью процедур сигнализации (Q.93B). После того, как соединение установлено и началась передача данных через коммутаторы ATM последним абсолютно все равно, трафик какого типа AAL через них передается.

AAL5 формирует пакеты, которые могут содержать до (64КБ – 1) октетов пользовательских данных. Затем пакет AAL5 передается уровню SAR, который поделит его на 48-байтные ячейки. 48-байтные ячейки передаются в свою очередь уровню ATM (в данном случае это название одного из уровней общей ATM-модели), который добавит к ним 5-байтные заголовки. Кроме добавления заголовков уровень ATM выполняет еще некоторые функции, которые в данном документе не обсуждаются.

Ячейки, составляющие пакет AAL5, передаются последовательно друг за другом, от начала пакета до его конца.

AAL5 не обеспечивает подтверждения получения информации, т. е. не гарантирует ее доставку. Подобные функции оставляются «на совести» протоколов более высокого уровня.

Сигнализация, заданная Форумом ATM на момент создания RFC 1577, определяла установку VC следующих типов: точка - точка (point-to-point) и точка - много точек (point-to-multipoint). VC типа много точек – много точек (multipoint-multipoint) на момент создания RFC определены не были.

RFC 1577 описывает использование «классического» IP в сетях ATM. Это означает, что в качестве канального уровня передачи данных используется только сеть ATM, т. е. в рабочих станциях установлены соответствующие сетевые адаптеры. Передача данных в другие сетевые технологии не рассматривается. Естественно, возможна ситуация, когда одно из устройств в такой сети будет передавать IP-трафик в сеть Ethernet, например, но функционирование такого устройства в RFC 1577 не регламентируется. Кроме того, «классичность» рассматриваемой модели подразумевает также следующее:

Внутри LIS всеми устройствами для передачи данных используется один и тот же размер MTU (maximum transmission unit – максимальный передаваемый элемент).

По умолчанию для IP-пакетов используется инкапсуляция LLC/SNAP.

Процессы IP-маршрутизации в ATM-сети не изменяются, т. е. остаются теми же, что и любой другой сети.

Установка соответствия IP адреса и ATM адреса устройства (распознавание адреса) производится с помощью ATMARP, который функционирует в пределах LIS. С точки зрения пользователя, ATMARP является аналогом протокола ARP, разработанным для ATM-сетей.

Для соединения каждых двух IP-устройств в сети ATM устанавливается отдельный VC.

## Конфигурация подсетей IP

LIS – Logical IP Subnetwork – в сети ATM является аналогом IP-подсети в других сетях. Каждая LIS функционирует независимо от других LIS, даже если они находятся в той же сети ATM. Хосты могут передавать информацию друг другу путем установления VC только внутри LIS. Для пересылки информации хостам в других LIS необходимо использовать IP-маршрутизатор, подключенный к сети ATM. Соответственно, такой маршрутизатор будет участвовать более чем в одной LIS.

К хостам и маршрутизаторам, функционирующим в пределах LIS, предъявляются следующие требования:

Все члены LIS должны иметь IP-адреса, принадлежащие к одной IP-подсети, а также, естественно, одинаковую маску.

Все члены LIS должны быть непосредственно подключены к ATM-сети.

Передача информации за пределы LIS должна осуществляться через маршрутизатор.

Все члены LIS должны поддерживать механизм распознавания IP-адресов в ATM-адреса (ATMARP), а также обратный механизм (InATMARP) при использовании SVC. Далее, все члены LIS должны поддерживать механизм распознавания номеров VC в IP-адреса (InATMARP) при использовании PVC. Данные механизмы описаны в разделе 6.

Каждый член LIS должен иметь возможность установить соединение (VC) с любым другим членом LIS.

Ниже приведен перечень параметров, которые должно поддерживать любое IP-устройство, подключаемое к сети ATM.

ATM hardware address (аппаратный адрес ATM). ATM-адрес конкретной IP-станции.

ATMARP Request Address (адрес ATMARP-запроса) – atm\$arp-req. atm\$arp-req является ATM-адресом сервера ATMARP. Каждая LIS имеет свой сервер ATMARP. В сети ATM с использованием SVC сервер ATMARP используется рабочими станциями для распознавания адресов сетевых протоколов в ATM-адреса. В том случае, если используются PVC, сервер ATMARP не нужен.

Для маршрутизаторов, устанавливаемых в ATM-сетях с инкапсуляцией IP через ATM, поддержка набора вышеперечисленных параметров должна быть обязательной для каждого интерфейса, подключаемого к какой-либо LIS. Также рекомендуется, чтобы маршрутизатор мог поддерживать все эти подключения на одном ATM-интерфейсе, который, в свою очередь, может поддерживать более чем один ATM-адрес.

## Формат пакета

При реализации передачи IP через ATM в соответствии с RFC 1577 **обязательно** должна поддерживаться инкапсуляция LLC/SNAP. Данная инкапсуляция используется при передаче данных по умолчанию. Могут использоваться и другие методы инкапсуляции, однако если не оговорено отдельно, в дальнейшем в настоящем документе будет подразумеваться использование инкапсуляции LLC/SNAP. В принципе метод инкапсуляции может согласовываться автоматически при установке соединения, однако в данном документе подобные вопросы – не обсуждаются.

## Размер MTU

По умолчанию IP станциях, работающих через сеть ATM, должен использоваться размер MTU, равный **9180** октетов. Размер заголовка LLC/SNAP составляет 8 октетов, таким образом по умолчанию размер поля данных пакета AAL5 составляет **9188** октетов. В LIS может использоваться другой размер MTU, но только в том случае, если он будет одинаков для всех станций внутри LIS.

Размер MTU может согласовываться автоматически при установке соединения, однако в данном документе подобные вопросы – не обсуждаются.

## Механизм распознавания адресов.

В качестве механизма распознавания адресов в LIS должны использоваться протоколы ATMARP (ATM Address Resolution Protocol) и InATMARP (Inverse ATM Address Resolution Protocol). Протокол ATMARP практически есть ARP, приспособленный к работе в сетях ATM. В свою очередь, InATMARP является протоколом InARP, приспособленным к работе там же. IP станции в сетях ATM **должны** поддерживать оба этих протокола. Механизмы использования этих протоколов в сетях PVC и SVC отличаются друг от друга.

### PVC

При использовании PVC IP-станция должна иметь механизм для определения того, какие PVC с кем/чем ее связывают, а также на каких PVC какие методы инкапсуляции используются.

При использовании PVC с инкапсуляцией LLC/SNAP IP-станция должна поддерживать на них протокол InATMARP. При получении InATMARP-запроса или InATMARP-ответа по какому-либо VC станция должна уметь ставить в соответствие номер VC и соответствующую адресную информацию.

Если при формировании InATMARP-пакета неизвестен ATM-адрес источника и/или получателя, поле длины соответствующего адреса должно быть установлено в ноль (0). Если соответствующий адрес известен, поле длины должно содержать значение длины адреса. Более детально формат пакета InATMARP рассмотрен позднее.

При получении InATMARP-ответа станция вносит полученную информацию в свою таблицу ATMARP. Информация, содержащаяся в таблице, с течением времени устаревает (aging). Обновление адресной информации является функцией самой IP-станции. Раздел 6.5 содержит описание механизма «устаревания».

### SVC

ATM является сетью, не поддерживающей широковещательных сообщений. Это означает отсутствие механизма, позволяющего станции послать пакет/ячейку данных, которая будет получена всеми остальными станциями сети. Соответственно, необходим механизм, позволяющий в среде SVC работать с протоколом ATMARP. Отсюда мы делаем вывод, что для каждой LIS в сети ATM **должен** поддерживаться свой ATMARP-сервер. Данный сервер должен иметь возможность устанавливать соответствие ATM и IP адресов для каждой станции в LIS.

## Сервер ATMARP

Сам по себе ATMARP-сервер (далее в данном разделе - сервер) не является инициатором установки соединений. Соединения с сервером должны устанавливать ATM-станции – участники LIS, т. е. каждая станция в LIS устанавливает с сервером соединение (VC) типа точка-точка. В ходе установки соединения оговаривается использование LLC/SNAP-инкапсуляции. После того, как соединение установлено, сервер посылает по этому соединению InATMARP-запрос в целях определения IP-адреса подключившейся станции. Станция посылает ответный пакет InATMARP, содержащий требуемую информацию. На основе полученных данных сервер строит адресную таблицу ATMARP.

Механизм поддержки ATMARP-сервера требует, чтобы каждый клиент LIS имел сконфигурированный на нем вручную адрес сервера ATMARP (atm\$arp-req). В пределах LIS может функционировать один и только один ATMARP-сервер. Также рекомендуется, дабы этот сервер поддерживал IP-стек. Соответственно, получившаяся IP-станция в качестве ATMARP сервера должна будет использовать сама себя, что должно найти отражение в ее конфигурации – так же вручную.

Сервер может поддерживать одновременно несколько LIS. Для каждой поддерживаемой LIS сервер должен иметь соответствующий IP-адрес.

RFC 1577 не рассматривает вопросы резервирования ATMARP-серверов, хотя отмечает, что это было бы неплохо ;-).

## Требования к функционированию сервера ATMARP

Сервер ATMARP не устанавливает соединения со станциями – участниками LIS. Инициаторами установки соединения являются сами рабочие станции. Если установленный VC поддерживает LLC/SNAP-инкапсуляцию, сервер посылает по этому VC InATMARP-запрос в целях определения IP-адреса подключившейся станции (InARP\_REQUEST). Если сервер поддерживает несколько IP-подсетей, запрос посылается для каждой. После получения ответного пакета (InARP\_REPLY) сервер проверяет полученные данные, а затем помещает их в свою ATMARP-таблицу, или обновляет счетчик времени в том случае, если полученная информация уже в таблице содержится. ATMARP-таблица содержит пары ATM-адрес – IP-адрес плюс счетчик (таймер), показывающий, насколько давно эта информация получена или обновлена. Если сервер получает InARP\_REPLY с IP-адресом, уже содержащимся в его таблице, но при этом полученный ATM-адрес не соответствует табличной информации, и VC, соответствующий записи в таблице, открыт (функционирует), пакет InARP\_REPLY будет игнорирован. Иными словами, у нас есть запись в ATMARP-таблице, т. е. пара ATM-адрес - IP-адрес какой-либо станции, а также установленный с ней VC. Если мы получаем информацию о том, что кто-то другой в сети имеет такой же IP-адрес, то мы такую информацию игнорируем.

Теперь собственно о том, зачем ATMARP-сервер нужен, какая-либо станция желает передать IP-данные другой станции, но еще не установила с ней соединения, и не знает ее ATM-адреса. Такая станция сначала должна запросить у ATMARP-сервера, какой ATM-адрес соответствует такому-то IP-адресу. Станция посылает ATMARP-запрос – ARP\_REQUEST. Если сервер имеет требуемую информацию в своей ATMARP-таблице, то он отвечает пакетом ARP\_REPLY, содержащим требуемую информацию. Если требуемых данных у него нет, сервер отвечает пакетом ARP\_NAK – «отрицательный» ARP-ответ. Использование пакета ARP\_NAK является расширением протокола ATMARP. В случае использования такого типа пакета запрашивающая станция в состоянии определить, отсутствует ли необходимая ей адресная информация, или сервер «упал». Пакет ARP\_NAK имеет тот же формат, что и полученный сервером ARP\_REQUEST, но код операции изменен на «ARP\_NAK».

Обновляется информация в ATMARP-таблице следующим образом: если сервер получает ATMARP-запрос с VC, которому соответствует пара ATM/IP-адрес, уже содержащиеся в таблице, то запись обновляется (сбрасывается таймер). Данный алгоритм является частью механизма устаревания (aging).

Протокол ATMARP имеет дополнительный механизм, «резервирующий» процесс выучивания новых адресов: при получении сервером ARP\_REQUEST на каком-либо VC он проверяет в пакете информацию о источнике. Если тому VC, на котором получен пакет, не соответствует IP-адрес, а также IP-адрес источника в полученном пакете не соответствует ни одному из содержащихся в ATMARP-таблице, то информация, полученная в пакете ARP\_REQUEST, помещается в ATMARP-таблицу.

## Требования к функционированию клиента ATMARP

Рабочая станция, использующая ATMARP, должна сама инициировать установку соединения с сервером ATMARP. Кроме того, рабочая станция должна сама формировать и обновлять свою ATMARP-таблицу. Для всего этого на рабочей станции **должен** быть сконфигурирован ATM-адрес ATMARP-сервера. ATMARP-клиент должен поддерживать следующие функции:

Инициализация установки VC к ATMARP-серверу для передачи и получения пакетов ATMARP и InATMARP.

Ответ на получаемые пакеты ARP\_REQUEST и InARP\_REQUEST.

Генерировать и посылать пакеты ARP\_REQUEST серверу ATMARP и обрабатывать получаемые пакеты ARP\_REPLY и ARP\_NAK. На основе получаемой информации формировать/обновлять свою ATMARP-таблицу.

При необходимости генерировать и посылать пакеты InARP\_REQUEST, а также обрабатывать пакеты InARP\_REPLY. Информация, содержащаяся в пакетах InARP\_REPLY, должна использоваться для формирования/обновления ATMARP-таблицы.

Обеспечивать aging, позволяющий удалять из ATMARP-таблицы устаревшие записи.

*Замечание* Если рабочая станция не поддерживает с ATMARP-сервером постоянно установленный VC, то как минимум каждые **20** минут она **должна** обновлять свою адресную информацию на сервере (орать «я жива»). Это делается установкой соответствующего VC и обменом начальными пакетами InATMARP.

## Устаревание данных ATMARP-таблицы (aging)

Клиент и сервер ATMARP должны иметь представление о всех установленных ими VC (PVC или SVC), т. е. для каждого VC должна иметься соответствующая запись в ATMARP-таблице. Запись также должна показывать, используется ли LLC/SNAP-инкапсуляция на VC.

Записи в ATMARP-таблице клиента должны храниться 15 минут.

Записи в ATMARP-таблице сервера должны храниться 20 минут.

## Сервер

Перед тем, как декларировать запись как устаревшую, ATMARP-сервер должен сгенерировать InARP\_REQUEST на VC, соответствующем данной записи. Если на канале получен после этого InARP\_REPLY, запись обновляется (сбрасывается таймер) и не уничтожается. Если отсутствуют установленные VC, соответствующие устаревшей записи, она уничтожается.

## Клиент

Клиент работает несколько по другому. Если запись в ATMARP таблице устаревает, т. е. проходит стандартный таймаут в 15 минут, то такая запись декларируется как «негодная» (к употреблению) - invalidate. Если «негодной» записи не соответствует открытый VC, то такая запись удаляется. Если же такой VC имеется, то клиент должен послать по нему какие-либо данные. В случае использования PVC это посылка InARP\_REQUEST. При получении соответствующего InARP\_REPLY запись в ATMARP-таблице обновляется. В среде SVC клиент посылает ARP\_REQUEST серверу ATMARP и обновляет запись в таблице при получении соответствующего ARP\_REPLY.

## Формат пакетов ATMARP и InATMARP

Назначение устройству IP и ATM адресов производится независимо друг от друга. Поэтому каждый хост должен знать свои IP и ATM адреса и выдавать их при ответе на соответствующий запрос протоколов распознавания адресов – ATMARP и InATMARP.

Протоколы ATMARP и InATMARP используют тот же формат полей тип аппаратного обеспечения (ar\$hrd); тип протокола (ar\$prg) и код операции (ar\$op), что и протоколы ARP и InARP. Данные поля располагаются в пакете ATMARP там же, где и в протоколах ARP и InARP.

Протоколу ATMARP было присвоено собственное значение для поля hardware type (тип аппаратного обеспечения), кроме того, ATMARP использует отдельный код операции для ATM\_NAK.

Оставшаяся часть ATMARP/InATMARP пакетов отличается от той, которая определяется форматом пакетов ARP/InARP.

Ниже приведены поля, используемые протоколами ATMARP/InATMARP, а также их формат и описание.



LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-00-00
Ethertype 0x08-06
Пакет ATMARP/InATMARP

*Формат поля Payload для ATMARP/InATMARP PDU*

Значение заголовка LLC, равное 0xAA-AA-03, указывает на наличие в пакете заголовка SNAP непосредственно сразу же за заголовком LLC.

Значение поля OUI, равное 0x00-00-00 указывает, что непосредственно за этим полем следует двухбайтное поле Ethertype. Значение 0x08-06 поля Ethertype указывает на использование ARP.

Общий размер LLC/SNAP заголовка является величиной фиксированной и составляет 8 октетов. LLC/SNAP-инкапсуляция, рассматриваемая в данном документе, соответствует описанной в RFC 1483 (Мультипротокольная инкапсуляция через ATM). Формат ATMARP пакетов соответствует определенному для сетей IEEE 802.

## Широковещательный IP-адрес

ATM не поддерживает механизмов широковещания, соответственно, не существует ATM-адреса, в который мог бы быть отражен широковещательный IP-адрес. Однако это не значит, что IP-станции в ATM-сети не должны посылать и принимать широковещательные (broadcast) сообщения всех четырех типов, которые используются в IP. Получив сообщение с таким адресом, IP-станция должна обработать его так, как посланное специально для нее.

## Групповой IP-адрес (multicast)

ATM не поддерживает механизмов групповой рассылки пакетов, соответственно, не существует ATM-адреса, в который мог бы быть отражен групповой (multicast) IP-адрес. Форум ATM работает над разработкой механизмов групповой адресации в ATM. После стандартизации этих разработок будет разработан механизм, позволяющий отражать групповой IP-трафик в соответствующий ATM-трафик.

## Ограничение доступа

На момент создания RFC 1577 механизмы ограничения доступа, относящиеся к IP через ATM, определены не были. Декларируется, что неплохо бы определить механизмы ограничения доступа, работающие при поднятии соединения и при передаче данных, шифровать передаваемые данные. Однако это в будущем.

### *Перевод на русский язык*

Сергей Кедров