

# 4

## Методы инкапсуляции АТМ

Для инкапсуляции протоколов ЛВС и WAN в сетях АТМ разработано множество стандартов, позволяющих интегрировать АТМ в существующие локальные и распределенные сети. В этой главе рассмотрены различные методы инкапсуляции. Информация, связанная с анализом и декодированием конкретных протоколов приведена в главах, посвященных соответствующим протоколам.

Для инкапсуляции и передачи трафика ЛВС/WAN через сети АТМ используются следующие методы:

- **Инкапсуляция на основе VC.** Предопределенные пользователем значения VPI/VC1 используются для инкапсуляции тех или иных протоколов WAN/ЛВС.

- **Мультиматричная инкапсуляция с использованием AAL5 (IETF RFC1483).** Служит для инкапсуляции протоколов ЛВС в сетях ATM с использованием заголовков LLC.
- **Classical IP and ARP over ATM (IETF RFC1577).** Инкапсуляция ARP/RARP.
- **Frame Relay over ATM.** Описывает передачу трафика Frame Relay через ATM.
- **LAN Emulation.** Эмуляция локальных сетей Ethernet и Token Ring.

## Мультиплексирование на основе VC

При мультиплексировании на базе VC используется один виртуальный канал VC (пара VCI/VPI) для каждого протокола. В этом случае для передачи трафика непосредственно используются AAL5 PDU. Поскольку к протоколу не добавляется никакой дополнительной информации, этот способ иногда называют нулевой инкапсуляцией (null encapsulation).

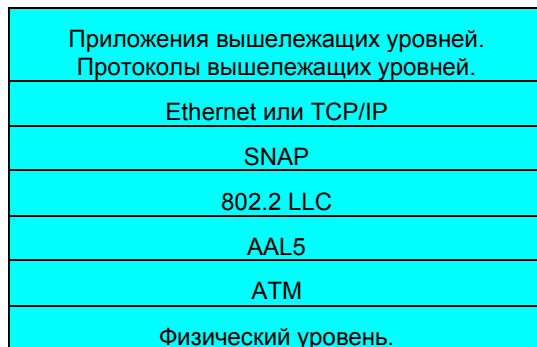
Для маршрутизируемых протоколов (например, TCP/IP, IPX) протокольные модули данных PDU передаются в качестве полезного трафика (payload) AAL5 CPCS PDU. Для bridged-протоколов (например, Ethernet, Token Ring, FDDI) все поля после поля PID передаются в AAL5 CPCS PDU.

## Многопротокольная инкапсуляция в ATM

IETF RFC 1483 <http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1483.html>

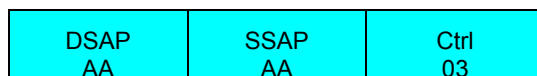
Многопротокольная инкапсуляция обеспечивает передачу протоколов ЛВС через ATM с использованием инкапсуляции LLC в соответствии со стандартом IETF RFC1483. В данном случае заголовки LLC и SNAP пакетов AAL5 PDU служат для идентификации инкапсулированного протокола.

Стек данного протокола показан на рисунке.



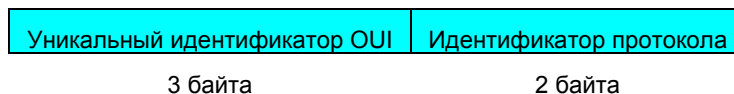
*Инкапсуляция трафика ЛВС в сетях ATM*

При многопротокольной инкапсуляции PDU передаются в поле Payload CPCS PDU (Common Part Convergence Sublayer) AAL5. При использовании этого метода инкапсуляции заголовков LLC всегда имеет значение 0xAA-AA-03, показывающее, что после заголовка LLC всегда следует заголовок SNAP.



*Заголовок LLC.*

Формат заголовка SNAP показан на следующем рисунке.



*Заголовок SNAP.*

Модули данных PDU протоколов, отличных от ISO (например, TCP/IP, IPX), идентифицируются значением OUI = 0x00-00-00, за которым следует

идентификатор PID, представляющий 2-байтовое поле EtherType. Например, значение EtherType = 0x08-00 идентифицирует IP PDU.

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-00-00
EtherType (2 байта)
Non-ISO PDU (до 65527 байтов)

Формат полезного трафика для маршрутизируемых PDU, отличных от ISO.

Немаршрутизируемые протоколы мостов идентифицируются значением OUI = 0x00-80-C2, за которым следует 2-байтовый идентификатор PID, указывающий на протокол, следующий за ним. В приведенном ниже списке указаны некоторые из возможных значений поля PID.

PID	Протокол
0x00-01/0x00-07	Ethernet/802.3
0x00-03/0x00-09	Token Ring/802.5
0x00-04/0x00-0A	FDDI

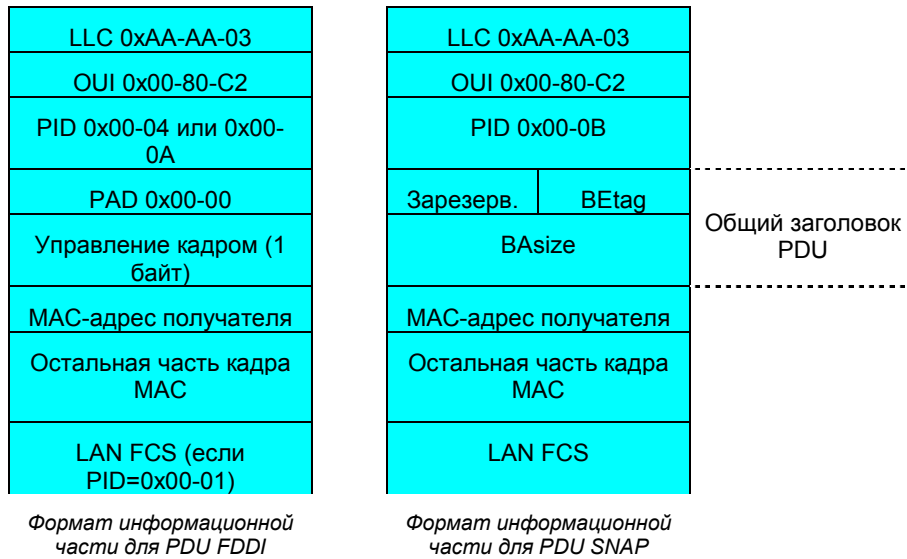
На приведенном ниже рисунке показаны форматы дейтаграмм для Ethernet, Token Ring, FDDI и SMDS.

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-80-C2
PID 0x00-01 или 0x00-07
PAD 0x00-00
MAC-адрес получателя
Остальная часть кадра MAC
LAN FCS (если PID=0x00-01)

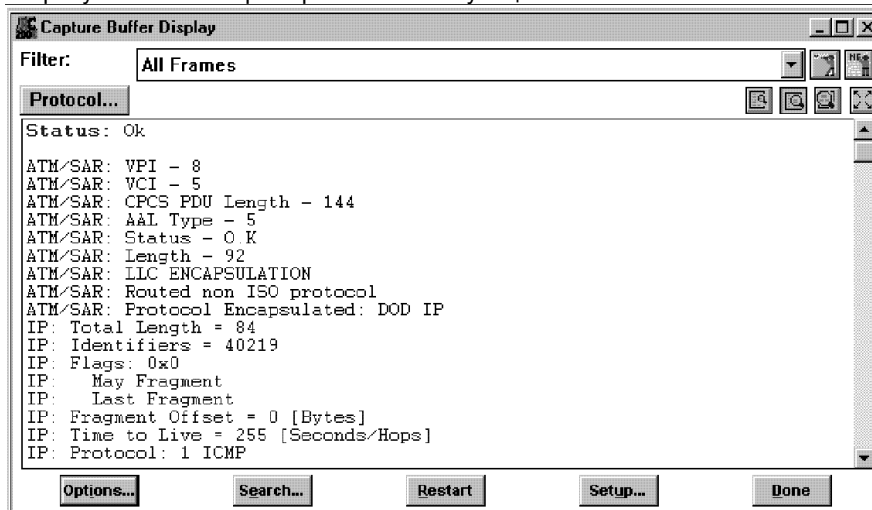
Формат информационной части для PDU Ethernet/802.3

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-80-C2
PID 0x00-03 или 0x00-09
PAD 0x00-xx
Управление кадром (1 байт)
MAC-адрес получателя
Остальная часть кадра MAC
LAN FCS (если PID=0x00-03)

Формат информационной части для PDU Token Ring/802.5



На рисунке показан пример LLC с инкапсуляцией IP.



Декодирование LLC с инкапсуляцией IP.

## IP-адресация в ATM

IETF RFC 1557 <http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1557.html>

Стандарт IETF RFC1577 описывает версии протоколов ARP и InARP в применении к сетям ATM. В соответствии с этим стандартом заголовки LLC и SNAP идентифицируют инкапсулируемый протокол как описано в предшествующем параграфе (Многопротокольная инкапсуляция в ATM). Заголовок LLC имеет значение 0xAA-AA-03, показывающее, что вслед за заголовком LLC располагается заголовок SNAP. Значение поля OUI для протокола ARP равно 0x00-00-00, а после него следует поле EtherType со значением 0x08-06 (IP).

Адреса Internet выделяются независимо от адресов ATM. Каждый хост должен знать свой адрес IP и ATM и соответствующим образом отвечать на запросы преобразования адресов. IP-устройства должны также использовать протоколы ATMARP и InATMARP для преобразования адресов IP в адреса ATM при возникновении такой необходимости.

Формат ATMARP PDU показан на следующем рисунке.

8		16		24		32		биты
Тип оборудования				Тип протокола				
Тип и длина ATM-номера отправителя		Тип и длина ATM-субадреса отправителя		Операция				
Длина протокольного адреса отправителя		Тип и длина ATM-номера получателя		Тип и длина ATM-субадреса получателя		Длина протокольного адреса получателя		
ATM-номер отправителя (q байтов)				ATM-субадрес отправителя (r байтов)				
Протокольный адрес отправителя (s байтов) (IP – 4 байта)								
ATM-номер получателя (x байтов)				ATM-субадрес получателя (y байтов)				
Протокольный адрес получателя (z байтов) (IP – 4 байта)								

Формат ATMARP PDU

Протоколы ATMARP и InATMARP используют такие же значения типа оборудования, типа протокола и кода операции, какие используются протоколами ARP и InARP. Расположение этих полей в пакетах ATMARP совпадает с их расположением в пакетах ARP и InARP. Для пакетов ATMARP были выделены уникальные значения поля типа оборудования.

## Frame Relay over ATM

### Многопротокольная инкапсуляция

При многопротокольной инкапсуляции используется подуровень FR-SSCS (Frame Relaying Service Specific Convergence Sublayer) в верхней части уровня CPCS (Common Part Convergence Sublayer) AAL5 для взаимодействия сетей Frame Relay и ATM. Сервис, обеспечиваемый FR-SSCS, соответствует Core-сервису для Frame Relay в соответствии со стандартом I.233.

FR-SSCS PDU содержит адресное поле Q.922, за которым следует информационное поле Q.922. Флаги Q.922 и поля FCS не используются, поскольку соответствующие этим полям функции обеспечиваются на уровне AAL. На приведенном ниже рисунке показано встраивание FR-SSCS PDU в информационную часть (поле Payload) AAL5 CPCS PDU.

Адресное поле Q.922 (2 – 4 байта)	Заголовок FR-SSCS PDU
Информационное поле Q.922	Информационная часть FR-SSCS PDU
Трейлер AAL CPCS PDU	

*FR-SSCS PDU в информационном поле AAL CPCS PDU.*

PDU сетевого (routed) и канального (bridged) уровня инкапсулируются в FR-SSCS PDU в соответствии с IETF RFC1294. Информационное поле Q.922 начинается с поля Q.922 Control (управление), за которым следует необязательный октет Pad, служащий для выравнивания размера. Протокол, передаваемый с помощью PDU идентифицируется предшествующим PDU в соответствии с ISO/CCITT NLPID (Network Layer Protocol ID).

В случае IP PDU значение NLPID равно 0xCC. Согласно IETF RFC1294 адресное поле Q.922 должно иметь размер 2 или 4 октета, т.е. 3-байтовые адреса не поддерживаются. В случае протоколов ISO поле NLPID формирует первый октет PDU и не должно повторяться.

Адресное поле Q.922 (2 или 4 байта)
0x03 (управление Q.922)
NLPID (0xCC)
IP PDU (до $2^{16}$ -5 байтов)

*Формат FR-SSCS PDU для маршрутизируемых IP PDU.*

Описанная выше инкапсуляция применима только к тем маршрутизируемым протоколам, которые имеют уникальный идентификатор NLPID. Для других



маршрутизируемых протоколов (и bridged-протоколов) необходимо обеспечить иной механизм идентификации протокола. Этого можно добиться за счет использования NLPID = 0x80 для индикации заголовка IEEE 802.1a SNAP (SubNetwork Attachment Point).

### **Взаимодействие сетей Frame Relay/ATM**

Отображение между ATM PDU и Frame Relay PDU требует проверки заголовков информационной части (payload) ATM AAL5 CPCS PDU или Frame Relay Q.922 PDU в принимаемых пакетах для определения типа и замены соответствующих полей в исходящих пакетах.

На приведенном ниже рисунке показана трансляция заголовков информационной части Frame Relay Q.922 PDU в заголовки информационной части ATM AAL5 CPCS PDU.

Управление 0x03	PAD 0x00
NLPID 0x80	OUI 0x00
0x00-80-C2	
PID	
Остальная часть кадра MAC	

*Формат заголовка информационной части Frame Relay*

LLC 0xAA-AA	
0x03	OUI 0x00
0x00-80-C2	
PAD 0x00-xx	
PID	
Остальная часть кадра MAC	

*Формат заголовка информационной части для ATM AAL5 CPCS PDU.*

Детальная информация об управлении трафиком при трансляции ATM - Frame Relay содержится в спецификации Frame Relay Forum FRF.8.

## Эмуляция ЛВС

Протокол эмуляции ЛВС использует управляющие сообщения для организации ЛВС. LAN Emulation поддерживает два формата пакетов данных - Ethernet и Token Ring.

Кадры данных при эмуляции ЛВС сохраняют информацию, содержащуюся в исходных кадрах 802.3 или 802.5, но в них добавляются 2-байтовые идентификаторы LEC ID (идентификатор отправителя), уникальные для каждой из эмулируемых ЛВС (LEC).

Дополнительная информация содержится в главе 22 (Эмуляция ЛВС).