

Мультипротокольная инкапсуляция через AAL5

Данный документ содержит описание мультипротокольной инкапсуляции через AAL5, основанное на RFC 1483.

Автор RFC 1483: Juha Heinanen, Telecom Finland. Дата - July 1993.

Перевод С. Кедрова (ksu@protocols.ru)

Содержание

1	ВВЕДЕНИЕ	3
2	ВЫБОР МЕТОДА ИНКАПСУЛЯЦИИ	4
3	ФОРМАТ ФРЕЙМА AAL5	5
4	LLC-ИНКАПСУЛЯЦИЯ	6
4.1	LLC-инкапсуляция для маршрутизируемых протоколов.	6
4.2	LLC-инкапсуляция для коммутлируемых протоколов.	7
5	VC-ИНКАПСУЛЯЦИЯ	11
5.1	VC-инкапсуляция маршрутизируемых протоколов.....	11
5.2	VC-инкапсуляция бриджуемых протоколов.....	11
6	КОММУТАЦИЯ В СЕТИ АТМ.....	13
7	НА БУДУЩЕЕ	14
8	ПРИЛОЖЕНИЕ А МУЛЬТИПРОТОКОЛЬНАЯ ИНКАПСУЛЯЦИЯ ЧЕРЕЗ FR-SSCS	15
9	ПРИЛОЖЕНИЕ В ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДЛЯ ПОЛЯ PID ПРИ OUI 0X00-80-C217	
10	ПРИЛОЖЕНИЕ С ПЕРЕЧЕНЬ ЗНАЧЕНИЙ ПОЛЯ NLPID (НЕ ПОЛНЫЙ)	18

От переводчика

Данный документ не является попыткой изложить описание механизма инкапсуляции 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.

В данном документе термины «коммутация» и «бриджевание» (bridging) будут использоваться как взаимозаменяемые.

Также в данном документе будет использоваться термин PDU: protocol data unit – элемент данных протокола.

1 Введение

Данный документ содержит описание двух методов, которые применяются при передаче через сети ATM данных коммутируемых и маршрутизируемых протоколов. Поддерживается передача данных протоколов, работающих без установления соединения (connectionless).

Первый метод поддерживает мультиплексирование данных различных протоколов в одном виртуальном канале (virtual circuit) ATM. Протокол, данные которого содержатся в передаваемом PDU, идентифицируется заголовком LLC IEEE 802.2 (Logical Link Control). Далее данный метод будет называться «LLC-инкапсуляция» (или LLC-мультиплексирование).

Второй метод состоит в передаче данных разных протоколов по разным виртуальным каналам ATM. Далее этот метод будет называться «VC-инкапсуляция» (или VC-мультиплексирование).

В ATM данные передаются при помощи ячеек фиксированной длины. Следовательно, при передаче пакетов переменной длины, формируемых различными протоколами, необходимо сегментировать/восстанавливать данные пакеты в/из ячеек. В ATM этим занимается уровень SAR (segmentation and reassembly). Так вот, RFC 1483 не описывает новой методики, применяемой уровнем SAR. Вместо этого PDU сетевых протоколов инкапсулируются в поле Payload (содержимое) CPCS-пакета (Common Part Convergence Sublayer) уровня AAL пятого типа – AAL5.

RFC 1483 описывает инкапсуляцию данных протоколов непосредственно через уровень CPCS, что подразумевает отсутствие в данном случае уровня SSCS (Service Specific Convergence Sublayer). При использовании, например, Frame Relay Service Specific Convergence Sublayer (FR-SSCS) при передаче PDU различных протоколов используется метод мультиплексирования с использованием NLPID (см. RFC 1294). Формат FR-SSCS-PDU, а также инкапсуляцию IP и CLNP через FR-SSCS в соответствии с RFC 1294 вкратце обсуждается в Приложении А.

2 Выбор метода инкапсуляции

Выбор метода VC-инкапсуляции оправдан в тех случаях, когда установка ATM VC происходит быстро и экономично (в отношении ATM-коммутаторов). Такова ситуация, например, во многих сравнительно небольших сетях. LLC-инкапсуляция будет предпочтительной в том случае, когда установка VC для каждого отдельного протокола является нежелательной. Это могут быть сети, использующие PVC (permanent virtual circuit) или сети, в которых установка новых VC по многим причинам нерентабельна.

В том случае, если две ATM-станции хотят установить между собой соединение, предназначенное для передачи данных сетевых протоколов, выбор метода мультиплексирования производится или вручную (PVC), или автоматически с использованием B-ISDN сигнализации (SVC). Некоторые детали B-ISDN на момент создания RFC 1483 находились еще в разработке. Однако принимается, что сигнальные сообщения B-ISDN содержат информационный элемент “Low layer compatibility” (совместимость на низком уровне), который используется для согласования метода мультиплексирования протоколов.

3 Формат фрейма AAL5

Вне зависимости от того, какой метод мультиплексирования используется, PDU коммутируемых и маршрутизируемых протоколов инкапсулируются в Payload AAL5 CPCS-PDU. Ниже показан формат AAL5 CPCS-PDU:

Payload. Размер данного поля может составлять до $2^{16} - 1$ октетов
PAD
CPCS-UU – 1 октет
CPI – 1 октет
Длина – 2 октета
CRC – 4 октета

Формат AAL5 CPCS-PDU

Payload

Поле Payload содержит информацию пользователя и имеет размер до $2^{16} - 1$ октетов.

PAD

Поле PAD (выравнивание) используется для выравнивания размера CPCS-PDU на 48-октетную границу (т. е. при делении общей длины пакета на 48 не должно оставаться остатка). Пакет AAL5 CPCS-PDU будет затем передаваться уровню SAR, который поделит его на 48-байтные ячейки.

CPCS-UU

Поле CPCS-UU (User-to-User indication – Индикация пользователь-пользователь) может использоваться для прозрачной передачи пользовательской информации. Значение этого поля не регламентируется RFC 1483 и может быть установлено в любое произвольное значение.

CPI

Поле CPI (Common Part Indicator – Индикатор общей части) используется для выравнивания окончания CPCS-PDU на 64-битную границу. Поле может нести дополнительные функции, которые позднее могут быть определены CCITT. В том случае, если это поле используется только для выравнивания на 64-битную границу, оно должно содержать значение 0x00.

Длина

Данное поле указывает длину Payload в октетах. Максимальное значение этого поля – 65535. Для функции завершения (abort function) используется значение длины, равное 0x00.

CRC

Поле контрольной суммы используется для проверки на наличие ошибок в пакете. Значение самого поля CRC при расчете не учитывается.

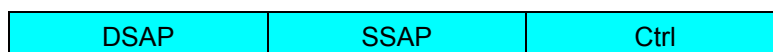
4 LLC-инкапсуляция

LLC-инкапсуляция используется в том случае, если данные нескольких протоколов необходимо передавать через один виртуальный канал (VC – virtual circuit). Для того, чтобы принимающая сторона могла правильно обработать содержимое поля Payload, данное поле должно содержать информацию о том, данные какого (маршрутизируемого или коммутируемого) протокола в нем содержатся. При использовании описываемого метода такая информация содержится в LLC-заголовке, помещаемом в начале поля Payload.

RFC 1483 описывает LLC-инкапсуляцию с использованием LLC Type 1 (режим работы без установления соединения и без подтверждения приема пакетов). Тем не менее отмечается, что при использовании LLC Type 2 (режим с установлением соединения) принципы инкапсуляции остаются теми же. Однако при использовании LLC Type 2 формат и содержимое LLC-заголовка могут отличаться от показанных ниже.

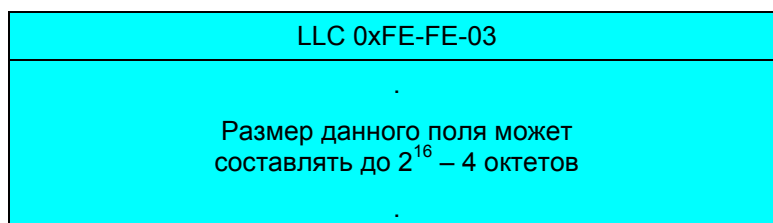
4.1 LLC-инкапсуляция для маршрутизируемых протоколов.

В случае использования LLC-инкапсуляции протокол, данные которого содержатся в поле Payload, идентифицируется с помощью LLC-заголовка IEEE 802.2. За LLC-заголовком может следовать SNAP-заголовок IEEE 802.1a (SNAP – SubNetwork Attachment Point). LLC-заголовок при использовании LLC Type 1 выглядит следующим образом:



В LLC-инкапсуляции для маршрутизируемых протоколов значение поля Ctrl (Control – управление) всегда имеет значение 0x03.

Если за LLC-заголовком следует маршрутизируемый ISO PDU (см. Приложение В), то он содержит значение 0xFE-FE-03. Формат поля Payload в таком случае будет выглядеть следующим образом:



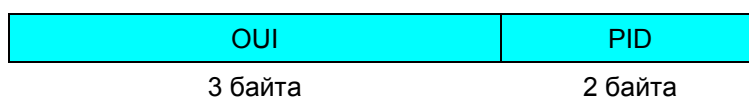
Формат поля Payload для маршрутизируемых ISO PDU

Маршрутизируемые протоколы ISO идентифицируются однооктетным полем NLPID. Данное поле является частью поля данных протокола. Значения поля NLPID администрируются организациями ISO и CCITT. Данные значения определены в документе ISO/IEC TR 9577. Некоторые из используемых значений приведены в Приложении С.

Значение 0x00 поля NLPID определяется ISO/IEC TR 9577 как Нулевой сетевой уровень (Null Network Layer) или Неактивная установка (Inactive Set). В ATM-инкапсуляции нулевое значение поля 0x00 рассматривается как ошибочное.

Инкапсуляция ISO может использоваться для передачи IP-трафика. Несмотря на то, что IP не является протоколом ISO, для него существует определенное значение NLPID, равное 0xCC. Однако при передаче через сети ATM такой формат передачи данных использоваться **не должен**. Данные протокола IP должны передаваться так же, как и данные других не-ISO протоколов.

Не-ISO протоколы идентифицируются с помощью SNAP-заголовка, который следует сразу за LLC-заголовком. Наличие SNAP-заголовка идентифицируется LLC-заголовком со значением 0xAA-AA-03. Формат SNAP-заголовка:



Поле OUI (Organizationally Unique Identifier – Идентификатор Организации) указывает организацию, отвечающую за администрирование значения поля PID (Protocol Identifier – Идентификатор протокола).

Совместно поля OUI и PID идентифицируют маршрутизируемый или коммутируемый протокол. Значение поля OUI, равное **0x00-00-00**, указывает, что в качестве значения поля PID используется **EtherType**.

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-00-00
EtherType (2 октета)
He-ISO PDU Размер данного поля может составлять до $2^{16} - 9$ октетов

Формат поля Payload для маршрутизируемых He-ISO PDU

При использовании протокола IP значение поля EtherType равно 0x80-00 и поле Payload выглядит следующим образом:

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-00-00
EtherType 0x08-00
IP PDU Размер данного поля может составлять до $2^{16} - 9$ октетов

Формат поля Payload для маршрутизируемого IP PDU

RFC 1483 отмечает, что данный формат передачи является совместимым с RFC 1042 (Postel, J. and Reynolds, J., "A Standard for the Transmission of IP Datagrams over IEEE 802 Networks". RFC 1042, ISI, February, 1988). Любые изменения в формате заголовка, специфицируемые в RFC 1042, должны отражаться и в RFC 1483 (понятно, что при этом это будут уже более поздние версии RFC).

4.2 LLC-инкапсуляция для коммутируемых протоколов.

При LLC-инкапсуляции тип коммутируемого протокола идентифицируется с помощью SNAP-заголовка. При передаче маршрутизируемых не-ISO протоколов наличие SNAP-заголовка идентифицируется значением LLC-заголовка, равным 0xAA-AA-03. При передаче данных коммутируемых протоколов значение поля OUI в SNAP-заголовке равно **0x00-80-C2**. Идентификатор коммутируемого протокола содержится в поле PID. Дополнительной функцией поля PID является указание на то, содержит ли PDU коммутируемого протокола поле FCS - контрольная сумма - или нет. (В данном случае имеется FCS, высчитываемая отправителем пакета, например, сетевым адаптером рабочей станции в сети Ethernet). Перечень значений PID, которые могут использоваться в ATM-инкапсуляции, приведен в Приложении В.

При передаче данных коммутируемых протоколов поле Payload AAL5 CPCS-PDU должно иметь один из нижеприведенных форматов. Байты выравнивания добавляются при необходимости после поля PID для выравнивания информационного поля на 4-октетную границу.

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-80-C2
PID 0x00-01 или 0x00-07
PAD 0x00-00 (выравнивание)
MAC-фрейм
LAN FCS (если PID равен 0x00-01)

Формат поля Payload для коммутируемого Ethernet/802.3 PDU

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-80-C2
PID 0x00-02 или 0x00-08
PAD 0x00-00-00 (выравнивание)
Frame Control (1 октет)
MAC-адрес назначения
MAC-фрейм
LAN FCS (если PID равен 0x00-02)

Формат поля Payload для коммутируемого 802.4 PDU

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-80-C2
PID 0x00-03 или 0x00-09
PAD 0x00-00-XX (выравнивание)
Frame Control (1 октет)
MAC-адрес назначения
MAC-фрейм
LAN FCS (если PID равен 0x00-03)

Формат поля Payload для коммутируемого 802.5 PDU

Замечание Поле 802.5 AC (Access Control – Контроль доступа) не имеет значения за пределами локальной сети 802.5. В принципе оно может передаваться в последнем октете поля PAD. Данный октет может быть установлен в любое произвольное значение (XX на рисунке).

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-80-C2
PID 0x00-04 или 0x00-0A
PAD 0x00-00-00 (выравнивание)
Frame Control (1 октет)
MAC-адрес назначения
MAC-фрейм
LAN FCS (если PID равен 0x00-04)

Формат поля Payload для коммутируемого FDDI PDU

LLC 0xAA-AA-03	
OUI 0x00-80-C2	
PID 0x00-0B	
Резерв	BEtag
BAsize	
MAC-адрес назначения	
MAC-фрейм	
Окончание PDU	

Заголовок
PDU

Формат поля Payload для коммутируемого 802.6 PDU

В 802.6 для поля PID используется только одно значение, в отличие от остальных типов PDU. Наличие или отсутствие контрольной суммы индицируется битом CB в заголовке MAC-фрейма.

Передача полей **заголовок** и **окончание** PDU 802.6 через сети ATM поддерживается в целях обеспечения режима **pipelining** (конвейерный режим). Заголовок PDU содержит поле BAsize, указывающее длину PDU. Если 802.6-бридж не имеет возможности работать с этим полем (т. е. его не получает), следовательно данный бридж не может передавать сегментированный PDU (исключая те случаи, когда PDU получен целиком), а также не имеет возможности рассчитывать длину и вставлять ее значение в поле BAsize. Если поле может быть использовано, то 802.6-бридж может получить полную длину PDU, вставить ее в соответствующее поле первого сегмента и сразу же отправить полученный сегмент в сеть 802.6. Таким образом, бридж может начать передачу 802.6 PDU до получения всего PDU.

Замечание: Заголовок и окончание инкапсулированного фрейма не могут быть просто скопированы при передаче информации в сеть 802.6. BEtag, содержащийся в инкапсулированном фрейме может конфликтовать с предыдущим значением BEtag, переданным бриджем.

802.6 бридж может «убить» полученный AAL5 CPCS-PDU установкой значения поля длины в 0. Если посылающий информацию бридж уже начал передачу сегментов PDU в сеть 802.6 и затем был информирован о сбросе AAL5 CPCS-PDU, он немедленно может сгенерировать ячейку EOM, что вызовет сброс 802.6 PDU на принимающем бридже. Таким образом ячейка EOM может содержать неправильное значение поля длины в окончании PDU.

LLC 0xAA-AA-03
OUI 0x00-80-C2
PID 0x00-0E
BPDU, структура которого определена в 802.1 (d) или 802.1 (g)

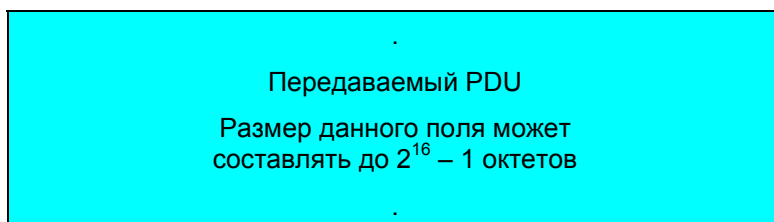
5 VC-инкапсуляция

При VC-инкапсуляции, или VC-мультиплексировании протокол, данные которого передаются через сеть ATM, идентифицируется с помощью VC, т. е. каждый протокол использует отдельный VC. Таким образом отпадает необходимость в помещении дополнительной информации мультиплексирования в поле Payload AAL5-CPCS-PDU, что приводит к уменьшению используемой полосы пропускания и загрузки процессора коммутаторов.

Параметр «идентификатор передаваемого протокола» может быть сконфигурирован вручную или согласован автоматически в ходе процесса установки соединения с помощью процедур сигнализации. Детали сигнализации будут определены потом. В более поздних RFC.

5.1 VC-инкапсуляция маршрутизируемых протоколов.

PDU маршрутизируемых протоколов должны помещаться в поле Payload AAL5 CPCS-PDU. Формат поля Payload приведен ниже:



Формат поля Payload для маршрутизируемого PDU

5.2 VC-инкапсуляция бриджуемых протоколов.

PDU коммутируемых протоколов должны помещаться в поле Payload AAL5 CPCS-PDU точно так же, как это описано в секции 4.2, за исключением того, что включаются только поля, следующие за PID. При передаче данных коммутируемых протоколов поле Payload AAL5 CPCS-PDU должно иметь один из нижеприведенных форматов.



Формат поля Payload для коммутируемого Ethernet/802.3 PDU



Формат поля Payload для коммутируемого 802.4/802.5/FDDI PDU

Замечание Поле 802.5 AC (Access Control – Контроль доступа) не имеет значения за пределами локальной сети 802.5. В принципе оно может передаваться в последнем октете поля PAD. Данный октет может быть установлен в любое произвольное значение (XX на рисунке).

Резерв	BEtag	Заголовок PDU
BAsize		
MAC-адрес назначения		
MAC-фрейм		
Окончание PDU		

Формат поля Payload для коммутируемого 802.6 PDU

BPDU, структура которого определена в 802.1 (d) или 802.1 (g)
--

Формат поля Payload для BPDU

В случае Ethernet, 802.3, 802.4, 802.5 и FDDI наличие или отсутствие поля FCS (контрольная сумма) идентифицируется используемым VC, т. е. при установке VC вручную или автоматически согласовывается, будет использоваться контрольная сумма, или нет. PDU, содержащие контрольную сумму, и PDU, оную не содержащие, рассматриваются как принадлежащие к разным протоколам, даже если принадлежат к одному и тому же коммутируемому протоколу.

6 Коммутация в сети АТМ

Коммутатор (или любое иное устройство) АТМ, работающее с инкапсуляцией сетевых протоколов, должен поддерживать выполнение соответствующих функций: flooding (флэдинг), forwarding (пересылка) и filter (фильтрация) коммутируемых PDU.

Flooding

Flooding есть посылка PDU по всем возможным направлениям, исключая то, по которому PDU был получен. В среде АТМ это означает посылку PDU во все те VC, в которые PDU может быть послан. В практической реализации это может означать посылку по отдельной копии PDU в каждый VC, или использование мультикастового (multicast) VC.

Forwarding

Для пересылки полученного PDU коммутатор должен быть в состоянии устанавливать соответствие MAC-адреса назначения и VC, через который должен быть послан фрейм с таким адресом назначения. Естественно, установка соответствия MAC-адреса и VC вручную лишена, мягко говоря, смысла. Соответственно, коммутатор должен уметь сам «выучивать» адресную информацию. Подразумевается, что получаемые PDU соответствуют форматам, приведенным в разделе 4, что позволяет коммутатору адекватно определять MAC-адрес.

7 На будущее

Поскольку многие механизмы в АТМ на момент создания RFC 1483, да и на настоящий момент не определены полностью, детали процесса согласования метода мультиплексирования (инкапсуляции), а также механизма работы с адресами оставлены на совесть будущих RFC.

Удачи всем, кто пытается постигнуть мир стандартов АТМ!

8 Приложение А

Мультипротокольная инкапсуляция через FR-SSCS

Если рассматривать уровневую модель ATM, то FR-SSCS (Frame Relaying Specific Convergence Sublayer) будет находиться в верхней части подуровня CPCS (Common Part Convergence Sublayer) уровня AAL5. Функции, поддерживаемые FR-SSCS, соответствуют функциям Core Service для Frame Relay (как описано в документе I.233).

FR-SSCS-PDU содержит поле адреса (в соответствии с Q.922), за которым следует информационное поле. Флаги Q.922 и контрольная сумма не включаются, поскольку соответствующие функции обеспечиваются через AAL. Ниже показан FR-SSCS-PDU, инкапсулированный в поле Payload AAL5 CPCS-PDU.

Q.922-адрес (2-4 октета)	Заголовок FR-SSCS-PDU
Информационное поле Q.922	Payload FR-SSCS-PDU
Окончание AAL5 CPCS-PDU	

FR-SSCS-PDU, инкапсулированный в поле Payload AAL5 CPCS-PDU

PDU маршрутизируемых и коммутируемых протоколов инкапсулируются в FR-SSCS-PDU в соответствии с RFC 1294. Информационное поле Q.922 содержит поле управления Q.922 (поле Control), за которым может следовать поле выравнивания. Протокол, данные которого содержится в информационном поле, идентифицируется с помощью поля NLPID (ISO/CCITT Network Layer Protocol ID), которое предшествует данным протокола.

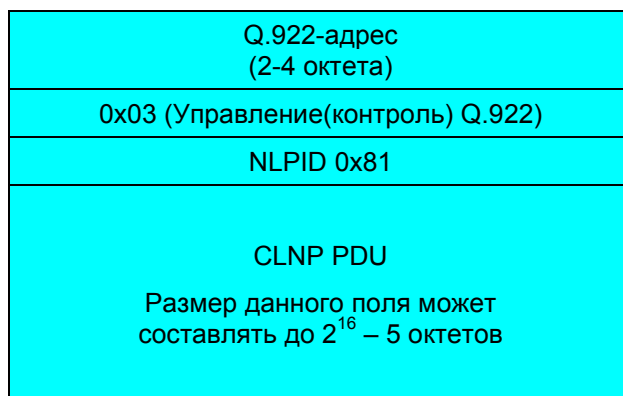
Например, если передаются данные протокола IP, NLPID содержит значение 0xCC и FR-SSCS-PDU выглядит следующим образом:

Q.922-адрес (2-4 октета)
0x03 (Управление Q.922)
NLPID 0xCC
IP PDU Размер данного поля может составлять до 2^{16} – 5 октетов

FR-SSCS-PDU, содержащий IP PDU

Обратите внимание, что в соответствии с RFC 1294 адрес Q.922 может иметь размер 2 или 4 октета, т. е. 3-октетный адрес не поддерживается.

Рассмотрим, как будет выглядеть FR-SSCS-PDU в случае передачи данных протокола CLNP:



FR-SSCS-PDU, содержащий CLNP PDU

В случае протоколов ISO поле NLPID содержится в первом октете самого PDU. Соответственно, дублировать его не обязательно.

Вышеописанная методика инкапсуляции применима только к тем маршрутизируемым протоколам, которые имеют определенное значение для поля NLPID. Для протоколов, для которых это значение не определено, а также для бриджуемых протоколов должен использоваться иной механизм идентификации протокола. Таким механизмом может быть использование заголовка SNAP, помещаемого после поля NLPID. Значение NLPID в этом случае должно быть равно 0x80.

Более подробно мультипротокольная инкапсуляция через FRCS рассматривается в RFC 1294. Точнее, именно там она и рассматривается.

9 Приложение В

Перечень используемых значений для поля PID при OUI 0x00-80-C2

Контрольная сумма представлена	Контрольная сумма не представлена	Сетевая технология
0x00-01	0x00-07	802.3/Ethernet
0x00-02	0x00-08	802.4
0x00-03	0x00-09	802.5
0x00-04	0x00-0A	FDDI
0x00-05	0x00-0B	802.6
	0x00-0D	Фрагменты
	0x00-0E	BPDU

10 Приложение С

Перечень значений поля NLPID (не полный)

0x00	«Нулевой сетевой уровень». В ATM не используется
0x80	SNAP
0x81	ISO CLNP
0x82	ISO ESIS
0x83	ISO ISIS
0xCC	Internet IP