

# 3

## Протоколы сигнализации и маршрутизации ATM

Сигнализацией называются процессы, с помощью которых пользователи и сеть ATM обмениваются управляющей информацией, передают запросы на использование сетевых ресурсов или согласуют используемые параметры устройств. В результате успешного завершения обмена сигнальной информацией пары VPI/VCI и запрашиваемая полоса выделяются.

Рассмотренные ниже протоколы обеспечивают поддержку сигнализации. Сигнальные сообщения передаются через сигнальный уровень адаптации ATM (Signalling ATM Adaptation Layer или SAAL), обеспечивающий надежную доставку. SAAL делится на связанную с сервисом (Service Specific Part) и

общую (Common Part) части. Связанная с сервисом часть делится на связанные с сервисом функции координации SSCF (Service Specific Coordination Function), обеспечивающие интерфейс с пользователем SSCF, и связанный с сервисом, ориентированный на соединения протокол SSCOP (Service Specific Connection-Oriented Protocol), обеспечивающий надежную доставку.



*Стек протоколов сигнализации ATM.*

Протоколы сигнализации UNI в SAAL отвечают за вызовы ATM и контроль соединений (включая организацию и разрыв соединений, запросы состояния и контроль в режиме «один ко многим»).

В этой главе описаны протоколы UNI 3.0, UNI 3.1, Q.2931, UNI 4.0, IISP, PNNI, Q.SAAL и SPANS. В главе 17 описан протокол ILMI, который служит для регистрации адресов.

## Сигнализация UNI.3x

ATM Forum UNI 3.0 1993-10, UNI 3.1 1993-10,  
<ftp://ftp.atmforum.com/pub/approved-specs/>

Для сигнальных сообщений используется формат Q.931, содержащий заголовок сообщения и переменное число информационных элементов IE. Структура сообщения показана на рисунке.

Заголовок сообщения
IE
IE
...
IE

Структура сигнального сообщения ATM.

На следующем рисунке показан формат заголовка сигнального сообщения.

Биты								Октет
8	7	6	5	4	3	2	1	
Дискриминатор протокола (9 для сообщения Q.2931)								1
0	0	0	0	Длина идентификатора вызова				2
Флаг		Значение идентификатора вызова (call reference)						3
Значение идентификатора вызова (продолжение)								4
Значение идентификатора вызова (продолжение)								5
Тип сообщения								6
Тип сообщения (продолжение)								7
Длина сообщения								8
Длина сообщения (продолжение)								9
Информационные элементы (если требуются)								...

Структура сигнального сообщения ATM.

### Дискриминатор протокола

Позволяет отличить управляющие сообщения «пользователь – сеть» от прочих сообщений.

## Идентификатор вызова

Уникальный номер для каждого соединения АТМ, позволяющий связать все сигнальные сообщения для одного соединения. Этот номер идентифицирует соединение на локальном пользовательском интерфейсе с сетью, для которого данное сообщение играет роль. Идентификатор состоит из номера (call reference value) и флага (call reference flag). Флаг показывает кто выделил значение идентификатора соединения.

## Тип сообщения

Сообщения могут иметь следующие типы:

### *Организация соединений*

Сообщение CALL PROCEEDING передается вызываемым пользователем в сеть или сетью вызывающему пользователю для индикации принятого вызова.

Сообщение CONNECT передается вызываемым пользователем в сеть или сетью вызывающему пользователю для индикации того, что вызываемая сторона готова организовать соединение.

Сообщение CONNECT ACKNOWLEDGE передается сетью вызываемому пользователю (для индикации организованного соединения) и вызывающим пользователем в сеть.

Сообщение SETUP передается вызывающим пользователем в сеть и сетью вызывающему пользователю для инициирования вызова.

### *Разрыв соединений*

Сообщение RELEASE передается пользователем для запроса разрыва соединения или сетью для индикации запрошенного разрыва соединения.

Сообщение RELEASE COMPLETE передается пользователем или сетью для индикации того, что инициатор освободил идентификатор соединения и виртуальный канал.

Сообщение RESTART передается пользователем или сетью для того, чтобы восстановить (рестарт) указанный виртуальный канал.

Сообщение RESTART ACKNOWLEDGE посылается для подтверждения приема сообщения RESTART.

### *Различные сообщения*

Сообщение STATUS передается пользователем или сетью в ответ на сообщение STATUS ENQUIRY.

Сообщение STATUS ENQUIRY передается пользователем или сетью для того, чтобы затребовать сообщение STATUS.

### *Сообщения «один ко многим» (Point-to-Multipoint)*

Сообщение ADD PARTY добавляет абонента в существующее соединение.

Сообщение ADD PARTY ACKNOWLEDGE подтверждает успешное добавление абонента в результате сообщения ADD PARTY.

Сообщение ADD PARTY REJECT говорит об отказе добавления абонента в ответ на сообщение ADD PARTY.

Сообщение DROP PARTY удаляет абонента существующего соединения «один ко многим».

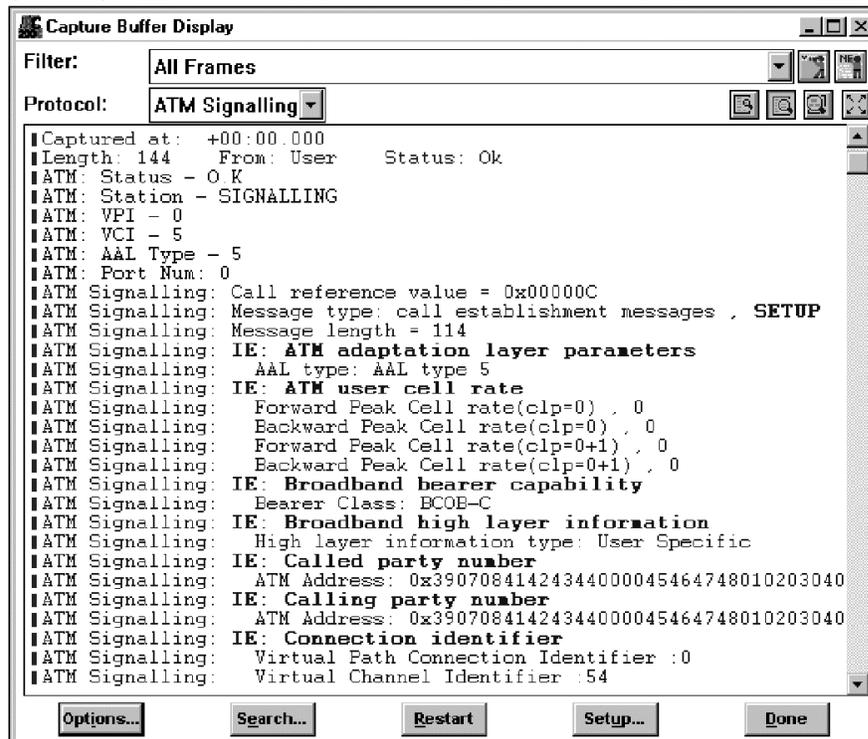
Сообщение DROP PARTY ACKNOWLEDGE подтверждает успешное удаление в результате сообщения DROP PARTY.

## Длина сообщения

Длина содержательной части сообщения.

## Информационные элементы

См. ниже.



Пример декодирования сигнализации UNI

## Типы информационных элементов

Существует несколько типов информационных элементов. Некоторые элементы могут появляться в сообщении только один раз, а другие типы

информационных элементов могут повторяться в сообщении. В зависимости от типа сообщения некоторые информационные элементы являются обязательными, а другие элементы могут использоваться при необходимости. Порядок расположения информационных элементов не имеет значения для сигнального протокола. Информационные элементы UNI 3.0 показаны в таблице.

IE	Описание	Максимальное число
Cause	Говорит о причинах сообщения. Например, Cause IE является частью сообщения о разрыве соединения и показывает причину разрыва.	2
Call state	Показывает текущее состояние соединения.	1
Endpoint reference	Идентифицирует отдельных абонентов соединения «один со многими».	1
Endpoint state	Указывает состояние абонента соединения «один со многими».	1
AAL parameters	Включает тип и другие параметры AAL.	1
ATM user cell rate	Задаёт параметры трафика.	1
Connection identifier	Задаёт соединение ATM и указывает значения идентификаторов VPI и VCI.	1
Quality of Service parameter	Показывает требуемый для соединения класс QoS.	1
Broadband high-layer information	Предоставляет информацию о вышележащих протоколах для обеспечения совместимости.	1
Broadband bearer capacity	Запрашивает сетевой сервис (канал CBR или VBR, соединение «точка-точка» или «один ко многим»).	1
Broadband low-layer information	Проверяет совместимость с протоколами уровней 2 и 3.	3
Broadband locking shift	Показывает новый активный кодовый набор.	-
Broadband non-locking shift	Показывает временный кодовый набор.	-

Broadband sending complete	Показывает завершение передачи номера вызываемого абонента.	1
Broadband repeat indicator	Показывает как должны обрабатываться повторяющиеся элементы IE в сообщении.	1
Calling party number	Указывает инициатора вызова.	1
Calling party subaddress	Указывает субадрес инициатора вызова.	1
Called party number	Указывает вызываемого абонента.	1
Called party subaddress	Указывает субадрес вызываемого абонента.	1
Transit network selection	Указывает запрашиваемую транзитную сеть.	1
Restart indicator	Указывает элементы, для которых должен быть выполнен рестарт (например, один VC, все VC и т. п.)	1

Дополнительную информацию о точной структуре и параметрах IE вы сможете найти в спецификациях ATM Forum UNI 3.0 и 3.1.

## Сигнализация ITU Q.2931

ITU Q.2931 1995-02

[http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q2931\\_29825.html](http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q2931_29825.html)

Q.2931 представляет собой вариант сигнализации, разработанный ИТУ. Сигнальный протокол Q.2931 описывает процедуры организации, обслуживания (поддержки) и разрыва сетевых соединений на уровне пользовательского интерфейса В-ISDN. Сигнальные процедуры определяются в терминах обмена сообщениями. Базовые возможности сигнализации Q.2931 перечислены ниже:

- Запрос организации (коммутируемого виртуального) соединения.
- Коммутируемые соединения «точка-точка».
- Соединения с симметричными и асимметричными требованиями к полосе.
- Вызовы для одного соединения «точка-точка».
- Базовая сигнализация за счет протокольных сообщений, информационных элементов и процедур.
- Транспортный сервис ATM классов X, A и C.
- Запрос и индикация сигнальных параметров.
- Согласование параметров VCI.
- Сигнализация по отдельному каналу (Out-of-band) для всех сигнальных сообщений.
- Восстановление при ошибках.
- Использование публичных форматов адресации UNI для идентификации конечных точек ATM.
- Сквозная совместимость идентификации параметров.
- Межсетевая сигнализация с использованием N-ISDN и обеспечение сервиса N-ISDN.
- Совместимость с новыми версиями.

Типы сообщений Q.2931 совпадают с типами сообщений UNI 3.0/3.1 и единственным отличием является отсутствие поддержки многоточечных соединений «один ко многим (point-to-multipoint)». Ниже приведен список новых сигнальных сообщений, определенных в спецификации Q.2931:

Сообщение ALERTING передается вызываемым пользователем в сеть и сетью вызывающему пользователю для того, чтобы показать, что инициирована передача сигналов вызываемому пользователю.

Сообщение PROGRESS передается пользователем или сетью для индикации процесса вызова в терминах межсетевых событий.

Сообщение SETUP ACKNOWLEDGE передается сетью вызывающему пользователю или вызываемым пользователем в сеть для индикации того, что процесс организации соединения был инициирован.

Сообщение INFORMATION передается пользователем или сетью для обеспечения дополнительной информации.

Сообщение NOTIFY передается пользователем или сетью для индикации наличия информации, связанной с соединением.

Информационные элементы Q.2931 включают:

- Номер вызываемой стороны.
- Субадрес вызываемой стороны.
- Выбор транзитной сети.
- Индикатор рестарта.
- Узкополосная (Narrow-band) совместимость с нижними уровнями.
- Узкополосная (Narrow-band) совместимость с верхними уровнями.
- Широкополосный блокированный перенос.
- Широкополосный неблокированный перенос.
- Завершение широкополосной передачи.
- Широкополосный индикатор повтора.
- Номер вызывающей стороны.
- Субадрес вызывающей стороны.
- Параметры уровня адаптации ATM.
- Дескриптор трафика ATM.
- Идентификатор соединения.
- Дескриптор трафика OAM.
- Параметр качества обслуживания (QoS).
- Широкополосные однонаправленные возможности.
- Широкополосная информация нижних уровней (B-LLI).
- Широкополосная информация верхних уровней (B-HLI).
- Сквозная задержка передачи.
- Индикатор уведомления.
- Состояние вызова.
- Индикатор степени завершенности.
- Узкополосные однонаправленные возможности.
- Причина.

## Сигнализация UNI 4.0

<http://www-comm.itsi.disa.mil/atmf/sig.html#af10.1>

UNI 4.0 обеспечивает сигнальные процедуры для динамической организации, поддержки (обслуживания) и разрыва соединений ATM на уровне интерфейса «пользователь-сеть» (ATM UNI). UNI 4.0 поддерживает как Public UNI (интерфейс между оконечным оборудованием и сетью общего пользователя), так и Private UNI (интерфейс между оконечным оборудованием и частной сетью).

Ниже перечислены новые возможности, поддерживаемые сигнальным протоколом UNI 4.0:

- Инициированные листьями соединения.
- Расширенный дескриптор трафика ATM.
- Поддержка сервиса ABR (доступная скорость).
- Индивидуальные параметры QoS.
- Поддержка N-ISDN через сети ATM.
- Поддержка AnyCast.
- Новые информационные элементы.
- Новые опции VPI/VCI.
- Поддержка сигнальных посредников (Proху).
- Виртуальные интерфейсы «пользователь-сеть» (Virtual UNI).
- Дополнительный сервис (прямые входящие вызовы, множественные номера абонентов, идентификация вызывающей линии, ограничения идентификации вызывающей линии, представление индикации подключенной линии, запрет представления индикации подключенной линии, сигнализация «пользователь-пользователь»).
- Обработка ошибок для указанных индикаторов.
- Использование установок для добавления абонентов.
- Поддержка для конечных систем адресов NSAP и ASTM.
- Сеть может поддерживать листья, не поддерживаемые P-PM.

Типы сообщений UNI 4.0 совпадают с типами сообщений Q.2931, отличаясь от них лишь тем, что не поддерживаются сообщения SETUP ACKNOWLEDGE и INFORMATION. UNI 4.0 поддерживает новые сигнальные сообщения - LEAF SETUP REQUEST и LEAF SETUP FAILURE.

Ниже приведен список информационных элементов UNI 4.0:

- Узкополосные однонаправленные возможности.
- Причина.
- Состояние вызова.
- Индикатор степени завершенности.

- Индикатор уведомления.
- Сквозная задержка передачи.
- Подключенный номер.
- Подключенный субадрес.
- Идентификатор конечной точки.
- Состояние конечной точки.
- Параметры уровня адаптации ATM.
- Deskриптор трафика ATM.
- Идентификатор соединения.
- Параметр качества обслуживания (QoS).
- Широкополосная информация верхних уровней (B-HLI).
- Широкополосные однонаправленные возможности.
- Широкополосная информация нижних уровней (B-LLI).
- Широкополосный блокированный перенос.
- Широкополосный неблокированный перенос.
- Завершение широкополосной передачи.
- Номер вызывающей стороны.
- Субадрес вызывающей стороны.
- Номер вызываемой стороны.
- Субадрес вызываемой стороны.
- Выбор транзитной сети.
- Индикатор рестарта.
- Узкополосная (Narrowband) совместимость с нижними уровнями.
- Узкополосная (Narrowband) совместимость с верхними уровнями.
- Транспорт с базовой идентификацией.
- Deskриптор минимального приемлемого трафика.
- Дополнительный deskриптор трафика ATM.
- Параметры установки ABR.
- Идентификатор инициированного листом вызова.
- Параметры инициированного листом вызова.
- Порядковый номер листа.
- Выбор области видимости (score) соединения.
- Дополнительные параметры ABR.
- Расширенные параметры QoS.

## Q.SAAL

Q. 2110 [http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q2110\\_27521.html](http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q2110_27521.html)

Q.2144 [http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q2144\\_33084.html](http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q2144_33084.html)

Q.2100 [http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q2100\\_27509.html](http://www.itu.int/itudoc/itu-t/rec/q/q1000up/q2100_27509.html)

RFC1953 <http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1953.html>

В этом разделе описаны структуры всех типов сообщений Q.SAAL.

### **BGN PDU (Начало)**

BGN PDU используются для инициирования соединений SSCOP или восстановления существующих соединений SSCOP между двумя объектами одного уровня. Запросы BGN удаляют содержимое буферов приема и передачи и инициализируют переменные состояния приема и передачи объектов одного уровня.

		Байты							
		1		2		3		4	
1		N(UU)							
2		Rsvd	S	Тип PDU			N(MR)		
		8	7	6	5	4	3	2	1

Структура BGN PDU.

### **BGAK PDU (Подтверждение начала)**

BGAK PDU используются для подтверждения того, что запрос соединения воспринят объектом равного уровня.

		Байты							
		1		2		3		4	
1		N(UU)							
2		Rsvd		Тип PDU			N(MR)		
		8	7	6	5	4	3	2	1

Структура BGAK PDU.

### **BGREJ PDU (Начало отказа)**

BGREJ PDU служат для отказа от организации соединения объектом SSCOP того же уровня.

		Байты									
		1				2		3		4	
1		N(UU)									
2		Rsvd				Тип PDU		Зарезервировано			
		8	7	6	5	4	3	2	1		

Структура BGREJ PDU.

**END PDU (Конец)**

END PDU используются для разрыва соединений SSCOP между объектами одного ранга.

		Байты										
		1				2		3		4		
1		N(UU)										
2		Rsvd				S	Тип PDU		Зарезервировано			
		8	7	6	5	4	3	2	1			

Структура END PDU.

**ENDAK PDU (Подтверждение конца)**

ENDAK PDU служат для подтверждения разрыва соединения SSCOP, инициированного объектом SSCOP того же уровня.

		Байты									
		1				2		3		4	
1		Rsvd				Тип PDU		Зарезервировано			
		8	7	6	5	4	3	2	1		

Структура ENDAK PDU.

**RS PDU (Команда ресинхронизации)**

RS PDU используются для ресинхронизации буферов и переменных состояния переноса данных в направлении передачи соединения SSCOP.

		Байты									
		1				2		3		4	
1	N(UU)										
2	Rsvd				Тип PDU		Зарезервировано				
		8	7	6	5	4	3	2	1		

Структура RS PDU.

**RSAK PDU (Подтверждение ресинхронизации)**

RSAK PDU служат для подтверждения ресинхронизации локального приемника, инициированной с помощью принятого RS PDU.

		Байты									
		1				2		3		4	
1	Rsvd				Тип PDU		Зарезервировано				
		8	7	6	5	4	3	2	1		

Структура RSAK PDU.

**SD PDU (Последовательные данные)**

SD PDU используется для передачи через соединение SSCOP последовательно пронумерованных PDU, содержащих информационные поля, обеспечиваемые пользователем SSCOP.

		Байты									
		1				2		3		4	
1	Информация (максимум k байтов)										
...					PAD (0 – 3 байта)						
n	PL	Rsvd	Тип PDU		N(S)						
		8	7	6	5	4	3	2	1		

Структура SD PDU.

**SDP PDU (Последовательные данные с опросом)**

SDP PDU используется для передачи через соединение SSCOP последовательно пронумерованных PDU, содержащих информационные поля, обеспечиваемые пользователем SSCOP. Пакеты SDP PDU содержат также запрос (poll request), используемый для стимуляции передачи STAT

PDU. Следовательно, SDP PDU представляет собой функциональное объединение SD PDU и POLL PDU.

		Байты									
		1				2		3		4	
1	Информация (максимум к байтов)										
...	Зарезервировано				PAD (0 – 3 байта)						
n	PL	Rsvd	Тип PDU			N(S)					
	8	7	6	5	4	3	2	1			

Структура SDP PDU.

### **POLL PDU (Запрос состояния)**

POLL PDU используются для запроса (через соединение SSCOP) информации об объекте SSCOP того же ранга. Запрос содержит порядковый номер для использования при повторной передаче утерянных SD PDU или SDP PDU.

		Байты									
		1				2		3		4	
1	Зарезервировано				N(PS)						
2	Rsvd		Тип PDU			N(S)					
	8	7	6	5	4	3	2	1			

Структура POLL PDU.

### **STAT PDU (Отклик на запрос состояния)**

STAT PDU используются в качестве отклика на запрос состояния (POLL PDU), полученный от объекта SSCOP того же ранга. Этот отклик содержит информацию о состоянии приема SD PDU или SDP PDU, сведения о передатчике того же ранга и порядковый номер запроса POLL PDU, для которого передается отклик.

	Байты							
	1				2	3	4	
1	PAD				Элемент списка 1 (DS PDU NS))			
2	PAD				Элемент списка 2			
...	.				.			
L	PAD				Элемент списка L			
L + 1	PAD				N(PS)			
L + 2	PAD				N(MR)			
L + 3	Rsvd		Тип PDU		N(R)			
	8	7	6	5	4	3	2	1

Структура STAT PDU.

### USTAT PDU (Незапрошенные сведения о состоянии)

USTAT PDU используется в ответ на обнаружение новой потери SD PDU или SDP PDU на основе проверки порядковых номеров SD PDU или SDP PDU. Этот пакет содержит информацию о состоянии приема SD PDU или SDP PDU, а также сведения о передатчике того же ранга.

	Байты							
	1				2	3	4	
1	PAD				Элемент списка 1 (DS PDU NS))			
2	PAD				Элемент списка 2			
3	PAD				N(MR)			
4	Rsvd		Тип PDU		N(R)			
	8	7	6	5	4	3	2	1

Структура USTAT PDU.

### UD PDU (Ненумерованные данные)

UD PDU используются для негарантированной (unassured) передачи данных между двумя пользователями SSCOP. Когда пользователь SSCOP запрашивает подтверждение передачи информации, UD PDU служат для пересылки данных объекту того же ранга без воздействия на состояние или переменные SSCOP. UD PDU не содержит порядкового номера и,

следовательно, пакет UD PDU может быть утерян без передачи уведомления об этом.

		Байты							
		1		2		3		4	
1	Информация (максимум k байтов)								
...	PAD (0 – 3 байта)								
n	PL	Rsvd	Тип PDU		Зарезервировано				
	8	7	6	5	4	3	2	1	

Структура UD PDU.

### **MD PDU (Данные управления)**

MD PDU используются для негарантированной доставки управляющего трафика между двумя объектами SSCOP. Когда объект управления запрашивает передачу данных без подтверждения, пакеты MD PDU служат для пересылки информации между объектами управления одного ранга без изменения переменных или информации о состоянии SSCOP. MD PDU не содержит порядкового номера и, следовательно, пакет MD PDU может быть утерян без передачи уведомления об этом. Структура пакетов MD PDU идентична структуре описанных выше пакетов UD PDU.

## IISP

Протокол IISP (Interim Interswitch Signalling Protocol) предназначен для передачи сигналов управления между коммутаторами различных производителей. Этот протокол был разработан в качестве временного решения (пока не будет завершена спецификация PNNI), но пути перехода от IISP к PNNI не предусмотрено.

IISP использует сигнальные процедуры UNI 3.1 (как и PNNI), однако коммутаторы, использующие протокол IISP не являются устройствами одного уровня (peer), т. е. один коммутатор играет роль сетевого узла, а другой – роль конечной станции. Протокол IISP не поддерживает динамического распространения маршрутной информации.

# Сигнализация и маршрутизация PNNI

<http://www-comm.itsi.disa.mil/atmf/pnni.html#af55>

Протокол PNNI (Private Network-to-Network Interface – межсетевой интерфейс частных сетей) представляет собой протокол маршрутизации на основе динамической информации о состоянии каналов. Этот протокол предназначен для поддержки крупных сетей ATM. Для передачи сообщений протокол PNNI использует VPI/VCI 0,18. В дополнение к этому протокол PNNI использует сигнальные сообщения для поддержки процессов организации соединений через множество сетей. Передача сигнальных сообщений основана на протоколах UNI 4.0 и Q.2931. Для поддержки процесса маршрутизации PNNI в протокол UNI 4.0 были добавлены специальные информационные элементы.

## **Сигнализация PNNI**

Сигнализация PNNI (PNNI Signalling) включает процессы динамической организации, поддержки (управления) и разрыва соединений ATM на уровне интерфейса между частными сетями или частной сетью и оконечным узлом между двумя сетями или узлами ATM. Сигнальный протокол PNNI базируется на спецификациях ATM Forum UNI и Q.2931.

Сообщения PNNI включают:

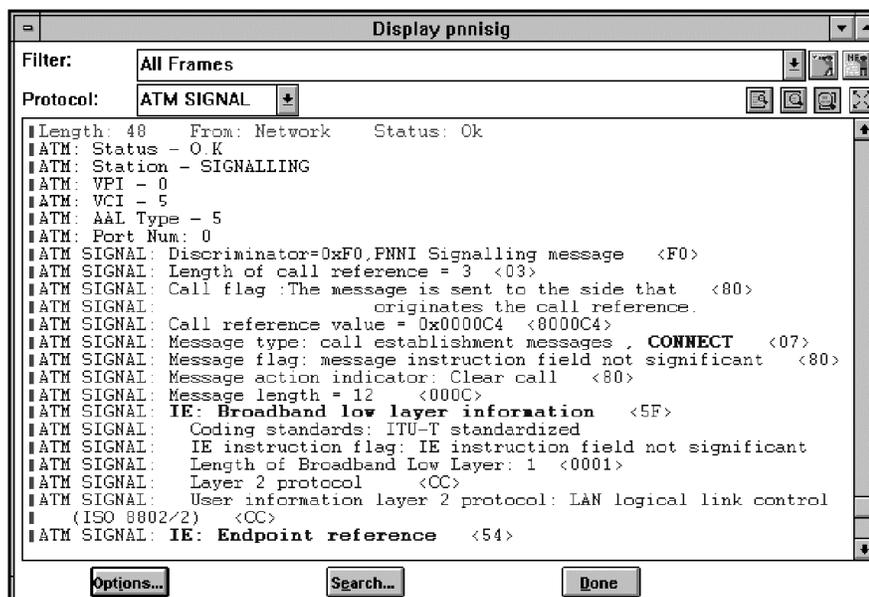
ALERTING, CALL PROCEEDING, CONNECT, SETUP, RELEASE, RELEASE COMPLETE, NOTIFY, STATUS, STATUS ENQUIRY, RESTART, RESTART ACKNOWLEDGE, STATUS, ADD PARTY, ADD PARTY ACKNOWLEDGE, PARTY ALERTING, ADD PARTY REJECT, DROP PARTY, DROP PARTY ACKNOWLEDGE.

Перечисленные ниже сообщения, используемые для управления соединениями ATM с поддержкой ISDN-сервиса 64 кбит/с, передаются без изменений через интерфейс PNNI:

ALERTING, CONNECT PROGRESS, SETUP, RELEASE.

Часть сообщений, поддерживаемых Q.2931, не поддерживается протоколом PNNI:

CONNECT ACKNOWLEDGE, SETUP ACKNOWLEDGE, INFORMATION.



Декодирование сигнализации PNNI

## Маршрутизация PNNI

Структура заголовков PNNI показана на рисунке.

Тип пакета	Длина пакета	Prot ver	Newest ver	Oldest ver	Зарезервировано
2	2	1	1	1	1 байты

Структура заголовка PNNI..

### Тип пакета

Определены следующие типы пакетов:

Hello	Передается каждым узлом для идентификации соседних узлов в группе одного уровня.
PTSP	PNNI Topology State Packet – состояние топологии PNNI. Эти пакеты служат для передачи топологической информации между группами.
PTSE	PNNI Topology State Element (запрос и отклик) – элемент состояния топологии PNNI. Содержит топологические параметры (активные каналы, их полоса и т. п.).
Database Summary	Используется при обмене базами данных между двумя соседними узлами одного уровня.

**Длина пакета**

Размер пакета в октетах (байтах).

**Prot ver**

Версия протокола, в соответствии с которым был отформатирован данный пакет.

**Newest ver / Oldest ver**

Самая новая и самая старая поддерживаемые версии. Эти поля включены в пакет для того, чтобы узлы могли согласовать между собой наиболее современную версию протокола, поддерживаемую обоими узлами, между которыми происходит обмен пакетами.

**Информационные группы**

Ниже перечислены информационные группы, которые могут встречаться в пакетах PNNI:

***Hello:***

Маркер агрегирования.

Список иерархии узлов.

Информационные атрибуты восходящего (Uplink) соединения.

Горизонтальный канал LGN.

Доступность исходящих (Outgoing) ресурсов.

Дополнительные параметры GCAC.

Возможности системы.

***PTSP:***

PTSE

Параметры состояния узла.

Информационная группа узла.

Доступность исходящих (Outgoing) ресурсов.

Доступность входящих (Incoming) ресурсов.

Привязка следующего вышележащего уровня.

Дополнительные параметры GCAC.

Внутренняя доступность адреса ATM

Внешняя доступность адреса ATM

Горизонтальные соединения.

Восходящие соединения (Uplinks).

Идентификатор транзитной сети.

Возможности системы.

### **PTSE Ack:**

Запрос узлового PTSE.

Возможности системы.

### **Database Summary:**

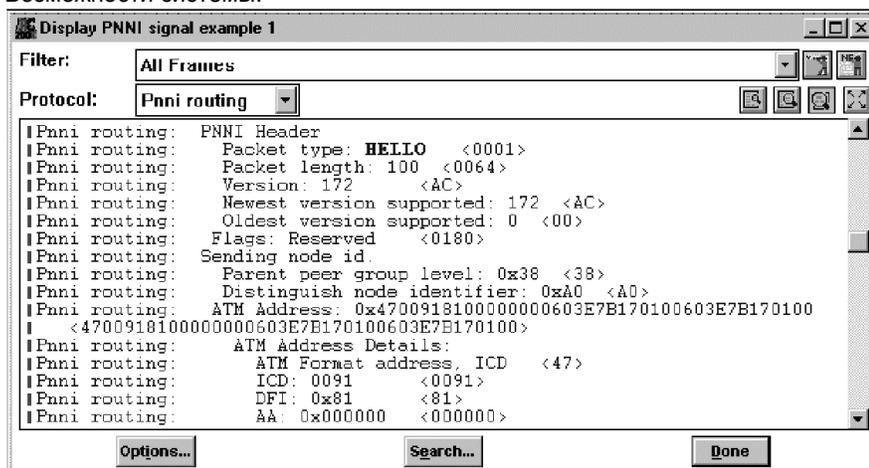
Краткие сведения об узловом PTSE.

Возможности системы.

### **PTSE Request:**

Запрошенный заголовок PTSE.

Возможности системы.



*Декодирование маршрутизации PNNI*

## B-ICI

<http://www-comm.itsi.disa.mil/atmf/bici.html#af13.3>

B-ICI (BISDN Inter Carrier Interface) представляет собой интерфейс для связи между двумя разными операторами публичных сетей ATM. Этот интерфейс требуется для сквозного обеспечения национального и международного сервиса ATM/BISDN. Спецификация B-ICI также включает специфические сервисные функции, лежащие выше уровня ATM и требуемые для передачи и поддержки различных типов сервиса между операторами через интерфейс B-ICI.

Протоколы этой группы включают Q.2140 и B-ISUP.

## B-ISUP

Структура заголовка B-ISUP показана на рисунке.

Метка маршрутизации	Код типа	Длина сообщения	Совместимость	Сообщение
4	1	2	1	Переменное байты

*Структура заголовка B-ISUP.*

### Метка маршрутизации

Эта метка имеет одинаковое значение для всех сообщений через данное виртуальное соединение ATM.

### Код типа

Определяет функции и формат каждого пользовательского сообщения B-ISDN. Примерами таких сообщений являются: Address complete, Call progress, Forward transfer, Release complete.

### Длина сообщения

Число октетов (байтов) в сообщении.

### Совместимость

Информация о совместимости сообщения, определяющая поведение коммутатора в тех случаях, когда он не может понять сообщение.

### Сообщение

Содержательная часть сообщения.

## Q.2140

Q.2140 представляет собой часть уровня адаптации ATM, которая поддерживает сигнализацию на уровне интерфейса NNI (Network Node Interface) В-ISDN. Этот протокол реализует связанные с сервисом координационные функции SSCF (Service Specific Coordination Function) для сигнализации на уровне NNI.

Структура заголовка Q.2140 показана на рисунке. Q.2140 содержит единственное поле, называемое «Состояние SSCF».

Зарезервированы	Состояние SSCF
3 байта	1 байт

*Структура заголовка Q.2140.*

Поле «Состояние SSCF» показывает статус принимающего узла и может принимать одно из перечисленных значений:

0000 0001	Out of service (отсутствие обслуживания).
0000 0010	Processor Outage (выход из строя процессора).
0000 0011	In Service (нормальное обслуживание).
0000 0100	Normal (нормальное состояние).
0000 0101	Emergency (авария).
0000 0111	Alignment Not Successful (неудачная настройка).
0000 1000	Management Initiated (инициировано управление).
0000 1001	Protocol Error (протокольная ошибка).
0000 1010	Proving Not successful.

## SPANS

SPANS (Simple Protocol for ATM Network Signalling) представляет собой простой протокол сигнализации, разработанный компанией FORE systems и используемый FORE наряду с другими производителями, сотрудничающими с компанией FORE, для применения в сетях ATM.

Первой частью этого протокола является SPANS UNI – интерфейс, используемый в локальных сетях ATM. Протокол задает сигнальные сообщения, которые передаются между хостами и сетью ATM для выполнения ряда функций (например, организации и разрыва соединений). Эти функции позволяют хостам и маршрутизаторам использовать локальные сети ATM LAN как подсети более крупных сетей. Протокол включает два класса сообщений – сообщения о состоянии и сообщения о соединениях.

Второй частью протокола является интерфейс SPANS NNI, представляющий собой простой протокол сигнализации для поддержки виртуальных путей и маршрутизации в локальных сетях ATM. Эта часть протокола задает сигнальные сообщения, передаваемые между коммутаторами ATM для создания и уничтожения виртуальных путей. Сетевой коммутатор ATM представляет собой устройство, способное пересылать данные через соединения ATM от одного или нескольких источников одному или нескольким получателям. Для этой части протокола определены два типа сообщений – топологические сообщения и сообщения о внутрисетевых соединениях.

Формат заголовка SPANS показан на рисунке.



Структура заголовка SPANS.

### Старший номер версии

Старшая часть номера версии протокола (слева от точки).

### Младший номер версии

Младшая часть номера версии протокола (справа от точки).

### Тип сообщения

Сообщение может иметь один из перечисленных ниже типов:

- Сообщения STATUS передают информацию о состоянии объекта (peer). К числу таких сообщений относятся:

- |            |  |
|------------|--|
| Indication | передается сетью.                        |
| Response   | передается в ответ на сетевую индикацию. |
| Request    | передается хостами при загрузке.         |
- Сообщения CONNECTION используются для того, чтобы открыть новое соединение или закрыть существующее. В число таких сообщений входят:

Request	инициирующая сторона передает это сообщение для организации или разрыва соединения.
Indication	в большинстве случаев в ответ на запрос (сообщение Request) сеть передает индикационное сообщение вызываемому (отключаемому) узлу.
Response	вызываемый хост возвращает отклик в ответ на полученный запрос.
Confirmation	и, наконец, сеть передает подтверждение инициатору.
  - Сообщения TOPOLOGY передаются между коммутаторами сети. С помощью этих сообщений коммутаторы узнают об изменениях в сети (например, о появлении новых коммутаторов или соединений, а также об изменениях нагрузки на коммутаторы и каналы).
  - Сообщения NETWORK-INTERNAL CONNECTION передаются коммутаторами в сеть для организации и поддержки виртуальных путей. Иницирующий соединение коммутатор передает запрос, который может быть передан соответствующим промежуточным коммутаторам до тех пор, пока не будет достигнут конечный коммутатор (адресат). Коммутатор-адресат отвечает на запрос и его ответ также может передаваться через промежуточные коммутаторы инициатору соединения.

## VIVID MPOA

*“The ATM Host/Router Vivid release 2.x” Draft version 1.0, Newbridge Corporation, 1996-01*

*“Vivid system forwarding and cache management for MPOA partners” draft version 1.0, 1996-0*

ViVID является фирменным (proprietary) протоколом компании Newbridge, который обеспечивает сервис «bridged LAN Emulation» и «routed LAN Emulation». В состав группы ViVID входят три протокола - BME, ARM и CCP, использующие общий формат заголовков. Все протоколы группы ViVID базируются на инкапсуляции LLC/SNAP. Значения Newbridge OUI и PID = 0x02 используются в качестве идентификаторов ViVID.

## МРОА

*ATM Forum Specification STR-MPOA-MPOA-01.00 04-1997*

Протокол МРОА (Multi Protocol Over ATM) обеспечивает эффективный перенос unicast-данных внутри подсетей в среде LANE. МРОА интегрирует LANE и NHRP для сохранения преимуществ эмуляции ЛВС (LAN Emulation) при обеспечении поддержки межсетевых коммуникаций на базе ATM VCC без использования маршрутизаторов на пути передачи данных. МРОА обеспечивает основу для «синтезирования» мостов и маршрутизаторов в среде ATM с различными протоколами, сетевыми технологиями и виртуальными ЛВС IEEE 802.1. МРОА может использовать информацию сетевого (маршрутизация) и канального (мосты) уровня для нахождения оптимального выхода из «облака» ATM.

Формат заголовка МРОА показан на рисунке.

8	16	24	32	биты
ar\$afn		ar\$pro.type		
ar\$pro.snap				
ar\$pro.snap	ar\$hopcnt	ar\$pktsz		
ar\$chksum		ar\$extoff		
ar\$op.version	ar\$op.type	ar\$shtl	ar\$sstl	

*Структура заголовка МРОА..*

### ar\$afn

Определяет тип адреса «канального уровня», который будет передаваться.

### ar\$pro.type

Это поле представляет собой 16-битовое беззнаковое целое число.

### ar\$pro.snap

Когда ar\$pro.type = 0x0080, это поле используется для кодирования типа протокола. Во всех остальных случаях поле ar\$pro.snap должно иметь нулевое значение.

### ar\$hopcnt

Счетчик интервалов (hop count), показывающий максимальное число NHS, через которые пакет МРОА может быть передан прежде, чем будет отброшен.

**ar\$pktsz**

Общая длина пакета MPOA в октетах (байтах).

**ar\$chksum**

Стандартная контрольная сумма IP для пакета MPOA в целом.

**ar\$extoff**

Это поле говорит о существовании и расположении расширений MPOA.

**ar\$op.version**

Это поле показывает, какая версия базового отображения адресов и протокола управления используется для данного сообщения.

**ar\$op.type**

Тип пакета MPOA. Это поле может принимать следующие значения:

- 128 MPOA Cache Imposition Request.
- 129 MPOA Cache Imposition Reply.
- 130 MPOA Egress Cache Purge Request.
- 131 MPOA Egress Cache Purge Reply.
- 132 MPOA Keep-Alive.
- 133 MPOA Trigger.
- 134 MPOA Resolution Request.
- 135 MPOA Resolution Reply.
- 5 MPOA Data Plane Purge.
- 6 MPOA Purge Reply.
- 7 MPOA Error Indication.

**ar\$shtl**

Тип и длина NBMA-адреса отправителя, интерпретируемого в контексте "address family number".

**ar\$sstl**

Тип и длина NBMA-субадреса отправителя, интерпретируемого в контексте "address family number".

