

# 2

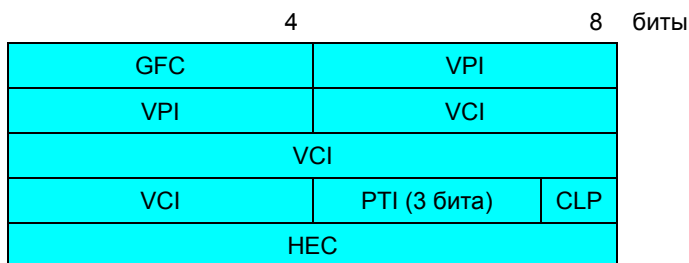
# ATM

ATM (Asynchronous Transfer Mode – асинхронный режим передачи) является современной технологией коммутации ячеек. Ячейки ATM имеют фиксированную длину (53 байта), что обеспечивает возможность высокоскоростной коммутации. ATM создает пути между окончными (пользовательскими) устройствами, называемые виртуальными каналами. Для обозначения виртуальных каналов используются идентификаторы VPI/VCI.

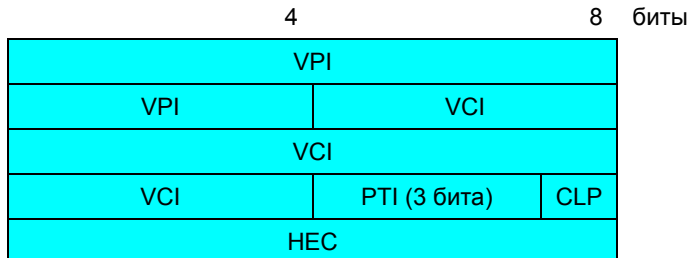
В этой главе описаны структуры заголовков ATM UNI и ATM NNI, а также структуры PDU для различных форматов ATM/SAR, включая AAL0, AAL1, AAL2, AAL3/4 и AAL5.

## Ячейки UNI/NNI

Заголовки ячеек UNI/NNI занимают первые пять байтов ячеек ATM. Оставшиеся 48 байтов служат для передачи полезного трафика и формат зависит от AAL-типа ячейки. Структура заголовков ячеек UNI и NNI показана на рисунках.



Структура заголовка ячеек UNI



Структура заголовка ячеек NNI

### GFC

Базовый контроль потока данных (000 – неконтролируемый доступ).

### VPI

Идентификатор виртуального пути.

### VCI

Идентификатор виртуального соединения.

Поля VPI и VCI совместно образуют VPCI и обеспечивают маршрутную информацию для ячеек ATM.

**PTI**

Индикация типа полезного трафика (payload type).

**CLP**

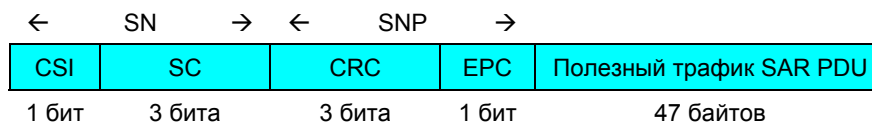
Приоритет потери (отбрасывания) ячеек.

**HEC**

Контроль ошибок в заголовке.

## AAL1 PDU

Структура AAL1 PDU показана на рисунке.



Структура AAL1 PDU

### SN

Порядковый номер (по модулю 16) потока SAR PDU в CPCS PDU, включающий поля CSI и SC.

### CSI

Индикатор подуровня конвергенции (Convergence sublayer indicator). Используется как временная метка для синхронизации.

### SC

Порядковый номер (Sequence count) для CS PDU, генерируемый подуровнем конвергенции.

### SNP

Защита порядкового номера. Состоит из полей CRC и EPC.

### CRC

Контрольная сумма, рассчитанная для заголовка SAR.

### EPC

Проверка контроля на четность, рассчитанная для CRC.

### Полезный трафик SAR PDU

47 байтов пользовательской информации.

## AAL2

AAL2 обеспечивает эффективное использование полосы для передачи пакетов (узкополосных, коротких и переменной длины) в чувствительных к задержкам приложениях. AAL2 поддерживает сервис VBR и CBR, обеспечивая также возможность передачи различного пользовательского трафика в ячейках.

### Пакеты AAL2 CPS

AAL типа 2 делится на два подуровня – общая часть (Common Part Sublayer или CPS) и связанный с сервисом подуровень конвергенции (Service Specific Convergence Sublayer или SSCS). Пакеты CPS содержат заголовок из трех октетов, за которым следуют пользовательские данные. Структура пакета AAL2 CPS показана на рисунке.

CID	LI	UUI	HEC	Полезный трафик
8 битов	6 битов	5 битов	5 битов	1-45/64 байтов

Структура пакета AAL2 CPS

### CID

Идентификация канала. Это поле может принимать следующие значения:

- 0 не используется;
- 1 зарезервирован для уровня управления процедурами одного уровня (peer-to-peer);
- 2-7 зарезервированы;
- 8-255 идентифицирует пользователя (всего 248 каналов).

### LI

Идентификатор длины, задающий длину информационной части пакета (payload), связанной с каждым индивидуальным пользователем. Это значение меньше размера информационной части пакета и по умолчанию равно 45 байтам (может быть установлен размер 64 байта).

### UUI

User-to-user indication – индикация взаимодействия пользователей. Обеспечивает соединение между CPS и SSCS, удовлетворяющее требованиям вышележащих протоколов. Этот параметр может принимать значения:

- 0-27 идентификация входов SSCS;
- 28, 29 зарезервированы для будущих спецификаций;
- 30, 31 зарезервированы для уровня управления (OAM);

**HEC**

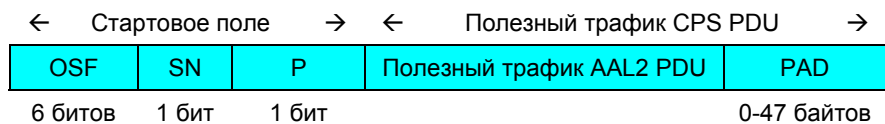
Контроль ошибок в заголовке.

**Полезный трафик**

Это поле содержит описанный ниже информационный блок CPS PDU.

**CPS PDU**

Структура AAL2 SAR PDU показана на рисунке.



*Структура AAL2 CPS PDU*

**OSF**

Поле смещения, указывающее положение начала следующего пакета CPS в CPS PDU.

**SN**

Порядковый номер, используемый для сохранения целостности данных.

**P**

Контроль четности, служащий для предохранения стартового поля от ошибок.

**Полезный трафик SAR PDU**

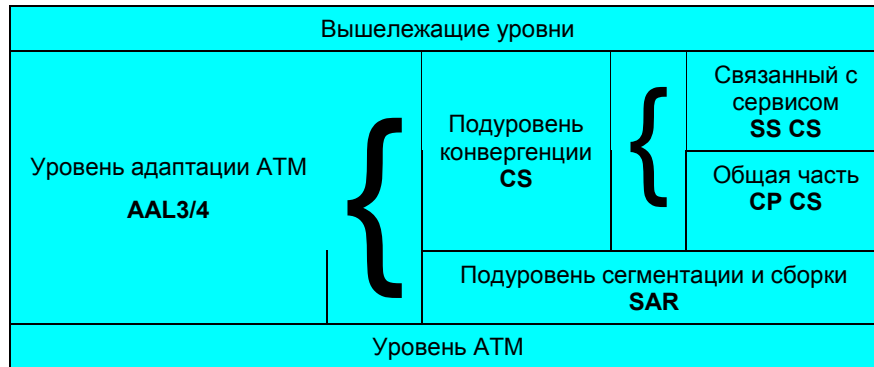
Информация, передаваемая в SAR PDU.

**PAD**

Заполнение.

## AAL3/4

AAL3/4 обеспечивает режимы сообщений и потоков для соединений «точка-точка» (point-to-point) и «один со многими» (point-to-multipoint) на уровне ATM. Подуровень конвергенции (CS) уровня адаптации ATM (ATM Adaptation Layer) делится на две части – общую (CPCS) и связанную с сервисом (SSCS), показанные на рисунке.

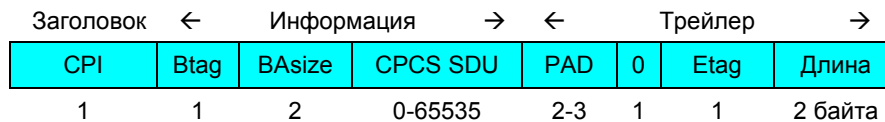


Пакет AAL3/4

Пакеты AAL 3/4 используются для передачи компьютерных данных (прежде всего, трафика SMDS).

### AAL3/4 CPCS PDU

Функции AAL3/4 CPCS включают сетевой сервис без организации соединений (Class D), не имеющий смысла для SSCS, и телекоммуникационный сервис переключения кадров (Class C). Структура CPCS PDU показана на рисунке.



Структура AAL3/4 CPCS PDU

#### CPI

Тип сообщения. При кодировании полей Bsize и Длина в байтах это поле имеет нулевое значение.

#### Btag

Начальный тег, являющийся идентификатором пакета. Значение этого тега повторяется в поле Etag.

**BAsize**

Размер буфера (в байтах), который приемник выделяет для захвата всех данных.

**CPCS SDU**

Информационное поле переменной длины – от 0 до 65535 байтов.

**PAD**

Поле заполнения, используемое для выравнивания размера пакета до длины, кратной 32 битам.

**0**

Это поле содержит только нули.

**Etag**

Завершающий тег (совпадает со значением поля Btag).

**Длина**

Значение этого поля должно совпадать с полем BAsize.

**AAL3/4 SAR PDU**

Структура AAL3/4 SAR PDU показана на рисунке.



Структура AAL3/4 SAR PDU

**ST**

Тип сегмента. Это поле может принимать следующие значения:

Тип сегмента	Код	Значение
BOM	10	Начало сообщения.
COM	00	Продолжение сообщения.
FOM	01	Конец сообщения.
SSM	11	Односегментное сообщение.



## SN

Порядковый номер потока SAR PDU в пакете CPCS PDU (по модулю 16).

## MID

Идентификация мультиплексирования, используемая при организации нескольких соединений через AAL3/4 один канал ATM.

## Информация

Это поле фиксированной длины (44 байта) содержит части CPCS PDU.

## LI

Индикация длины, указывающая размер SAR SDU в байтах:

Тип сегмента	LI
BOM	44
COM	4, ..., 44
FOM	63
SSM	9, ..., 44

## CRC

Контрольная сумма.

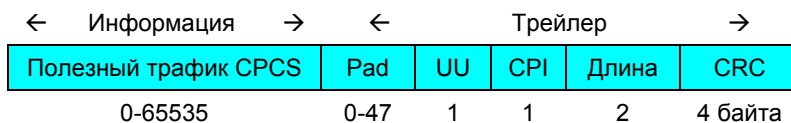
Функции AAL3/4 SAR включают идентификацию SAR SDU, индикацию и обработку ошибок, проверку последовательности SAR SDU, мультиплексирование и демultipлексирование.

## AAL5

AAL (уровень адаптации ATM) типа 5 является упрощенным вариантом AAL3/4. Этот уровень также обеспечивает режимы сообщений и потоков с модулем CS поделенным на общую и связанную с сервисом части. AAL5 обеспечивает соединения «точка-точка» и «один со многими» (point-to-multipoint) на уровне ATM.

AAL5 используется для передачи компьютерных данных (таких, как TCP/IP). Это один из наиболее популярный уровней адаптации ATM – его иногда называют SEAL (simple and easy adaptation layer).

### AAL5 CPCS PDU



Структура AAL5 CPCS PDU

### Полезный трафик CPCS

Передаваемая пользователем информация. Отметим, что информация принимается до того, как станет известно о ее размерах (в отличие от AAL3/4, где длина информационного поля известна заранее).

### Pad

Байты заполнения используются для выравнивания пакета (включая управление и контрольную сумму) до размера 48 байтов.

### UU

Сквозная (user-to-user) индикация CPCS для передачи одного байта пользовательской информации.

### CPI

Индикатор общей части в байте заполнения (0). Это поле будет использоваться в будущем для индикации сообщений уровня управления

### Длина

Размер пользовательской информации без учета заполнения (Pad)

### CRC

Контрольная сумма CRC-32, позволяющая обнаруживать ошибки при передаче.

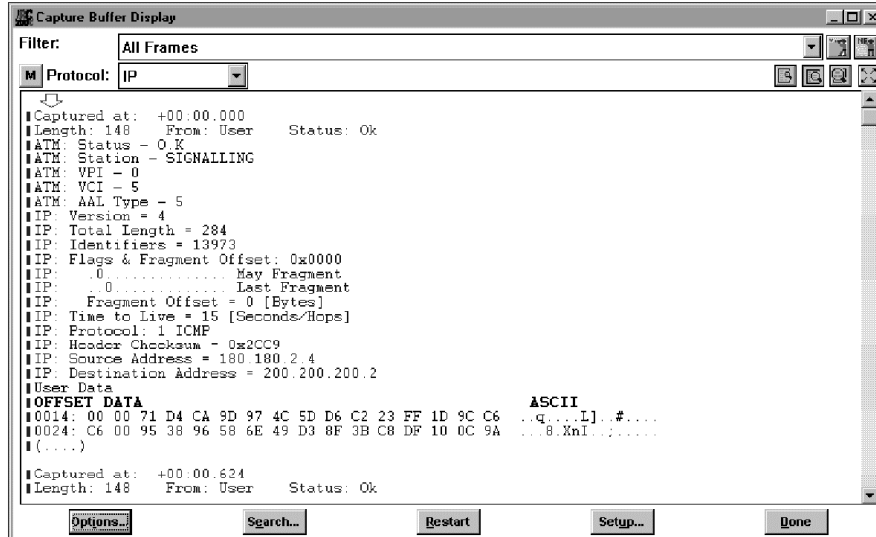
## AAL5 SAR PDU

Информация	Pad	UU	CPI	Длина	CRC
1-48	0-47	1	1	2	4 байта

← 8-байтовый трейлер →

Структура AAL5 SAR PDU

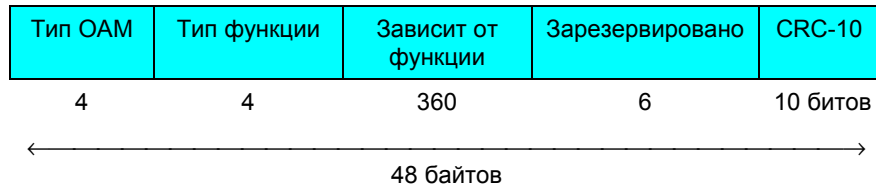
Поля описаны выше при рассмотрении AAL5 CPCS PDU.



Инкапсуляция кадров IP в ATM

## F4/F5 OAM

Структура полезного трафика ячеек F4 и F5 OAM показана на рисунке.



Структура F4/F5 OAM PDU

### CRC-10

Контрольная сумма –  $G(x) = x^{10} + x^9 + x^5 + x^4 + x + 1$ .

### Тип OAM / Тип функции

Возможные варианты типов OAM и функций перечислены в таблице.

Тип OAM	Значение	Тип функции	Значение
Управление сбоями	0001	Сигнал индикации тревоги AIS	0000
		Сбой приема на удаленной стороне FERF	0001
		Шлейф (loopback) ячеек OAM	1000
		Проверка непрерывности	0100
Управление работой	0010	Мониторинг рассылки	0001
		Возврат отчетов	0010
		Мониторинг и отчеты	0000
Активация / деактивация	1000	Мониторинг работы	0000
		Проверка непрерывности	0001

Ячейки OAM F4 используются на уровне VP с теми же VPI, которые служат для пользовательских ячеек, однако значения VCI отличаются:

- VCI=3 сегмент ячейки OAM F4;
- VCI=4 целая ячейка OAM F4.

Ячейки OAM F5 используются на уровне VC с теми же значениями VPI и VCI, которые служат для пользовательских ячеек. Для того чтобы отличать ячейки OAM от данных используется поле PTI:

- PTI=100 (4) сегменты ячеек OAM F5 обрабатываются следующим сегментом.
- PTI=101 (5) целые ячейки OAM F5 обрабатываются конечными станциями, завершающими канал ATM.

## Ячейки RM

Существует два типа ячеек управления скоростью RM (Rate Management) - RM-VPC, управляющие на уровне VP, и RM-VCC, управляющие скоростью на уровне VC.

Формат ячеек RM-VPC показан на рисунке.

Заголовок ATM – VCI = 6 и PTI = 110 (5 байтов).	
Идентификатор протокола RM (1 байт).	
Тип сообщения (1 байт).	
ER (2 байта).	
CCR (2 байта).	
MCR (2 байта).	
QL (4 байта)	
SN (4 байта)	
Зарезервировано (30 байтов)	
Зарезервировано (6 битов).	CRC-10 (10 битов).

Формат ячеек RM-VPC

### Идентификатор протокола RM

Всегда равен 1 для сервиса ABR.

### Тип сообщения

Это поле состоит из нескольких полей:

Бит	Обозначение	Описание
8	DIR	Направление передачи ячейки RM (0 – вперед, 1 – назад).
7	BN	VECN: 0 – сгенерировано отправителем, 1 – сгенерировано сетью.
6	CI	Индикация насыщения (0 – нет насыщения, 1 – насыщение).
5	NI	Единичное значение этого бита говорит о том, что не нужно увеличивать ACR.
4	RA	Не используется.

### **ER**

Явное значение скорости.

### **CCR**

Текущая скорость передачи ячеек.

### **MCR**

Минимальная скорость передачи ячеек.

### **QL**

Не используется.

### **SN**

Не используется.

Ячейки RM-VPC имеют такой же формат, отличаясь лишь тем, что в них не задано значение VCI. Ячейки распознаются на основании битов PTI.

## Зарезервированные значения VPI/VCI

VPI	VCI	Описание
0	0	Неиспользуемая (idle) ячейка, которая также должна иметь нулевое значение поля GFC. Такие ячейки генерируются передатчиком при отсутствии пользовательских ячеек и удаляются приемником вместе с пустыми ячейками.
0	1	Мета-сигнализация (по умолчанию), служащая для определения субканала сигнализации (по умолчанию – 0,5).
≠0	1	Мета-сигнализация.
0	2	Общая сигнализация широко вещания (по умолчанию), которая может служить для широко вещательной передачи сигнальной информации, не зависящей от специфического сервиса. На практике не используется.
≠0	2	Общая сигнализация широко вещания.
0	5	Сигнализация «точка-точка» (по умолчанию), служащая в общем случае для организации и отключения коммутируемых виртуальных соединений (SVC).
≠0	5	Сигнализация «точка-точка».
	3	Поток сегментированных ячеек OAM F4. Ячейки OAM используются для проверки непрерывности, а также передачи уведомлений о сбоях и подтверждений.
	4	Поток полных ячеек OAM F4.
	5	Ячейки RM-VPC для управления скоростью.
0	15	SPANS (The Simple Protocol for ATM Network Signalling) – простой протокол сигнализации, разработанный FORE Systems и используемый FORE и другими производителями, сотрудничающими с FORE, для использования в сетях ATM. Дополнительная информация приведена в главе 3.
0	16	ILMI (The Interim Local Management Interface) – временный интерфейс локального управления, используемый для управления базами данных и их сравнения через канал ATM. Используется для сигнализации о регистрации адресов, приложениями RMON, SNMP и т. п. Дополнительная информация содержится в главе 17.
0	18	Сигнализация PNNI.

