

# 21

## Протоколы канального уровня ЛВС

Канальный уровень (Data Link Layer) определяет методы форматирования данных для передачи и методы контроля доступа в сеть. Комитет IEEE 802 предложил разделить этот уровень на два подуровня – управление доступом к среде (MAC или medium access control) и управление логическим каналом (LLC или logical link control).

В этом разделе рассмотрены следующие протоколы канального уровня:

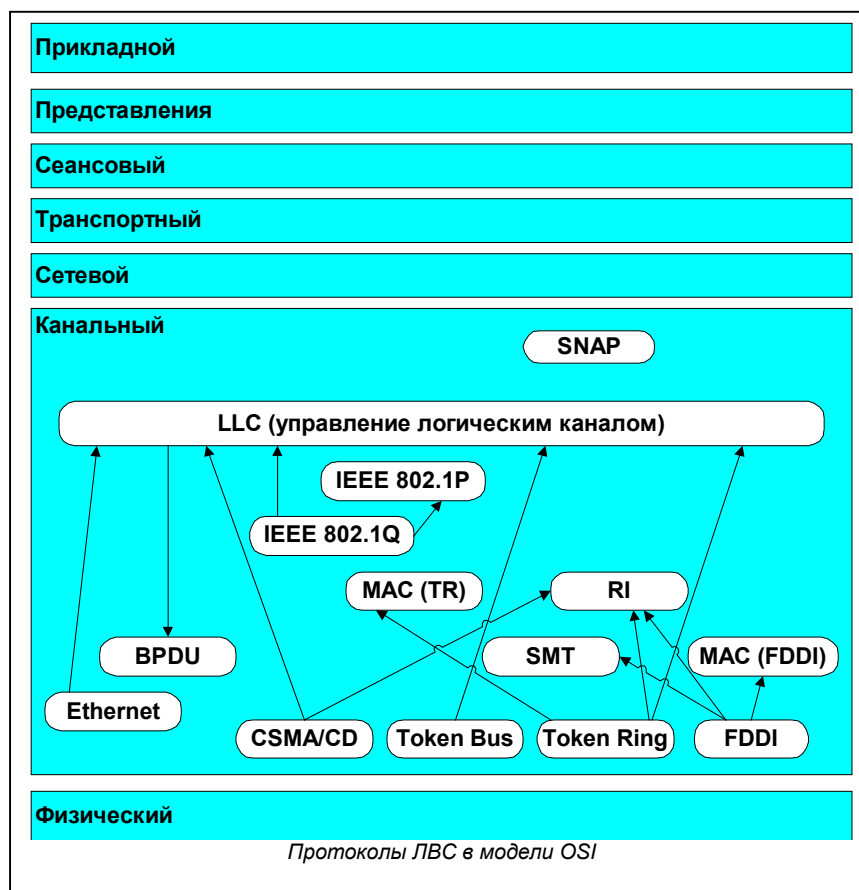
- Ethernet;
- Token Ring;
- FDDI;
- LLC;

© RADCOM, Ltd., 1999, Перевод на русский язык. © BiLiM Systems Ltd., 2000. <http://www.bilim.com>

- SNAP;
- CIF;
- GARP (Generic Attribute Registration Protocol) – базовый протокол регистрации ресурсов);
- GMRP (GARP Multicast Registration Protocol);
- GVRP (GARP VLAN Registration Protocol);
- VLAN.

FDDI, Token Ring и Ethernet могут рассматриваться как физические интерфейсы или логические протоколы, инкапсулированные в протоколы WAN или ATM.

На приведенном ниже рисунке показано представление протоколов ЛВС в модели OSI.



# Ethernet

ANSI/IEEE 802.3 1933-00

Широко используемый для построения компьютерных сетей стандарт Ethernet был разработан компаниями DEC, Intel и Xerox. В сетях Ethernet используется шинная топология с контролем доступа к среде по методу CSMA/CD. Термины Ethernet и стандарт IEEE 802.3 часто используются как синонимы.

Структура заголовка Ethernet показана на рисунке.

Получатель	Отправитель	Длина	Данные + заполнение	FCS
6 байтов	6 байтов	2 байта	46 – 1500 байтов	4 байта

Структура заголовка Ethernet

## Адрес получателя

Поле адреса получателя имеет следующую структуру:

I/G	U/L	Биты адреса
-----	-----	-------------

Структура адреса получателя

- I/G      Персональный (I) или групповой (G) адрес:  
           0      персональный адрес DSAP;  
           1      групповой адрес DSAP.
- U/L      Универсальный (U) или локальный (L) адрес:  
           0      универсальный адрес DSAP;  
           1      локальный адрес DSAP.

## Адрес отправителя

Поле адреса отправителя имеет следующую структуру:

0	U/L	Биты адреса
---	-----	-------------

Структура адреса отправителя

- 0      Первый бит адреса отправителя всегда имеет нулевое значение.
- U/L      Универсальный (U) или локальный (L) адрес:  
           0      универсальный адрес SSAP;  
           1      локальный адрес SSAP.

### Длина/тип

Для протокола Ethernet это поле содержит идентификатор типа Ethernet (используемый отправителем протокол сетевого уровня - значение, превышающее 0x0600).

Для протокола 802.3 значение этого поля (46 – 1500) показывает длину поля данных, представляющего собой инкапсуляцию протокола LLC (заголовок LLC показывает тип вложенного протокола).

### Данные + биты заполнения

Протокол LLC.

### FCS

Контрольная сумма кадра.

# Token Ring

IEEE 802.5 1995-00

Token Ring представляет собой протокол ЛВС, в которых все станции соединены в (логическое) кольцо и каждая станция может принимать данные только от своего ближайшего соседа. Разрешение на передачу определяется специальным маркером (token), передаваемым по кольцу.

Структура заголовка Token Ring показана на рисунке.

SDEL	1 байт
Управление доступом	1 байт
Управление кадром	1 байт
Адрес получателя	6 байтов
Адрес отправителя	6 байтов
Сведения о маршрутизации	0 – 30 байтов
Данные (LLC или MAC)	Переменная длина
FCS	4 байта
EDEL	1 байт
Состояние кадра	1 байт

Структура заголовка Token Ring

## SDEL / EDEL

Начальный (SDEL) или конечный (EDEL) указатель. Оба типа полей используют преднамеренные нарушения манчестерского кодирования, которые позволяют отличить поля SDEL и EDEL в потоке другой информации.

## Управление доступом

Поле управления доступом имеет следующий формат:

P	P	P	T	M	R	R	R
---	---	---	---	---	---	---	---

Структура поля управления доступом

- PPP      Биты приоритета:  
           000    низший приоритет;  
           111    высший приоритет.
- T        Бит маркера:  
           0      маркер;

- 1 кадр.
- М Счетчик мониторинга:
- 0 исходное значение;
- 1 изменено для активного монитора.
- R Биты резервирования:
- 000 резервирование низшего приоритета;
- 111 резервирование высшего приоритета;

### Управление кадром

Формат поля управления кадром показан на рисунке:

2 бита	1 бит	1 бит	4 бита
Тип кадра	0	0	Индикатор

Структура поля управления

Поле, обозначающее тип кадра может принимать следующие значения:

- 00 MAC-кадр;
- 01 кадр LLC;
- 10 тип кадра не определен;
- 11 тип кадра не определен.

Следующие два бита всегда имеют нулевые значения.

Индикатор показывает кадры, для которых адаптер использует специальные средства буферизации и обработки:

- 0000 экспресс-буфер;
- 0010 предостережение (beacon);
- 0011 маркер претензий (claim token);
- 0100 чистка кольца;
- 0101 присутствует активный монитор;
- 0110 присутствует неактивный (standby) монитор.

### Адрес получателя

Поле адреса получателя имеет следующую структуру:

I/G	U/L	Биты адреса
-----	-----	-------------

Структура адреса получателя

I/G Персональный (I) или групповой (G) адрес:

- 0 персональный адрес DSAP;  
 1 групповой адрес DSAP.
- U/L Универсальный (U) или локальный (L) адрес:  
 0 универсальный адрес DSAP;  
 1 локальный адрес DSAP.

### Адрес отправителя

Поле адреса отправителя имеет следующую структуру:

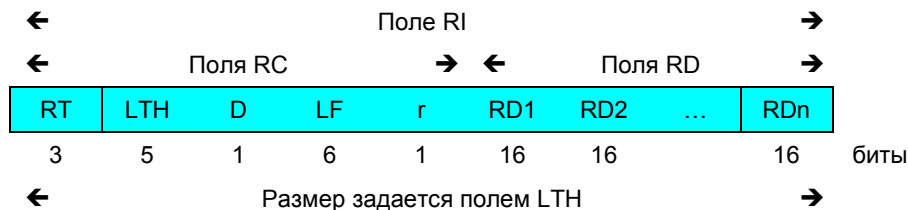
R/I	U/L	Биты адреса
-----	-----	-------------

*Структура адреса получателя*

- R/I Индикатор маршрутной информации:  
 0 маршрутная информация отсутствует;  
 1 маршрутная информация присутствует.
- I/G Персональный (I) или групповой (G) адрес:  
 0 персональный адрес SSAP;  
 1 групповой адрес SSAP.

### Сведения о маршрутизации

Поле маршрутной информации имеет следующую структуру:

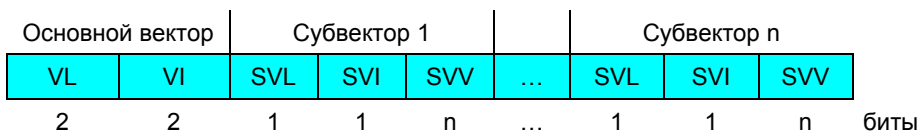


*Структура поля маршрутной информации*

- RC Управление маршрутизацией.
- RDn Дескриптор маршрута.
- RT Тип маршрутизации.
- LTH Длина.
- D Бит направления.
- LF Самый большой кадр.
- r Зарезервирован.

### Данные

Информационное поле (данные) может содержать данные уровня LLC или MAC. Структура поля показана на рисунке:



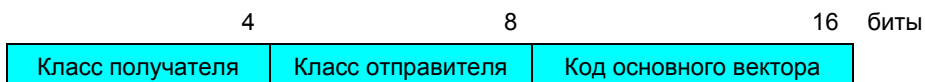
Структура информационного поля

**VL**

Длина основного вектора в октетах (байтах).

**VI**

Идентификатор основного вектора. Поле VI имеет следующий формат:



Идентификатор основного вектора

**Класс отправителя и получателя**

Поля класса отправителя и получателя обеспечивают корректную маршрутизацию в станции кольца:

- 0 станция кольца;
- 4 сервер конфигурационных отчетов;
- 5 сервер параметров кольца;
- 6 монитор ошибок в кольце.

**Код основного вектора**

Код основного вектора определяет тип этого вектора:

- 0x00 отклик;
- 0x02 предостережение (beacon);
- 0x03 заявка маркера (claim token);
- 0x04 очистка кольца;
- 0x05 присутствует активный монитор;
- 0x06 присутствует неактивный (standby) монитор;
- 0x07 проверка дублирования адресов;
- 0x08 проверка среды ответвления (lobe media test);
- 0x09 передача вперед;
- 0x0B удаление станции кольца;
- 0x0C изменение параметров;
- 0x0D инициализация станции кольца;
- 0x0E запрос адреса станции;
- 0x0F запрос состояния станции;



0x10 запрос присоединения станции;  
 0x20 запрос инициализации;  
 0x22 отчет с адресом станции;  
 0x23 отчет о состоянии станции;  
 0x24 отчет о подключении станции;  
 0x25 отчет о новом активном мониторе;  
 0x26 отчет об изменении SUA;  
 0x27 отчет о незавершенном уведомлении соседа;  
 0x28 отчет об ошибке активного монитора;  
 0x29 отчет об ошибке.

### SVL

Длина субвектора в октетах (байтах).

### SVI

Код субвектора определяет тип этого вектора:

0x00 тип предостережения (beacon);  
 0x02 NAUN (Next Address. Upstream Neighbor) – адрес соседней станции, от которой приходят кадры;  
 0x03 локальный номер кольца;  
 0x04 присвоение физического номера (местоположение);  
 0x05 значение таймера ошибок;  
 0x06 разрешенный приоритет доступа;  
 0x07 разрешенный приоритет доступа;  
 0x08 разрешенная среда;  
 0x09 корреляция;  
 0x0A SA последнего AMP или SMP;  
 0x0B физическое местоположение (physical drop number);  
 0x20 код отклика;  
 0x21 зарезервирован;  
 0x22 идентификатор экземпляра;  
 0x23 номер версии станции кольца;  
 0x26 возврат данных (wgar);  
 0x27 пересылка кадра;  
 0x28 идентификатор станции;  
 0x29 состояние станции кольца;  
 0x2A код состояния передачи;  
 0x2B групповой адрес (адреса);  
 0x2C функциональный адрес (адреса);  
 0x2D счетчик изолированных ошибок;

0x2E счетчик неизолрированных ошибок;  
 0x2F идентификатор запроса функции;  
 0x30 код ошибки;

## SVV

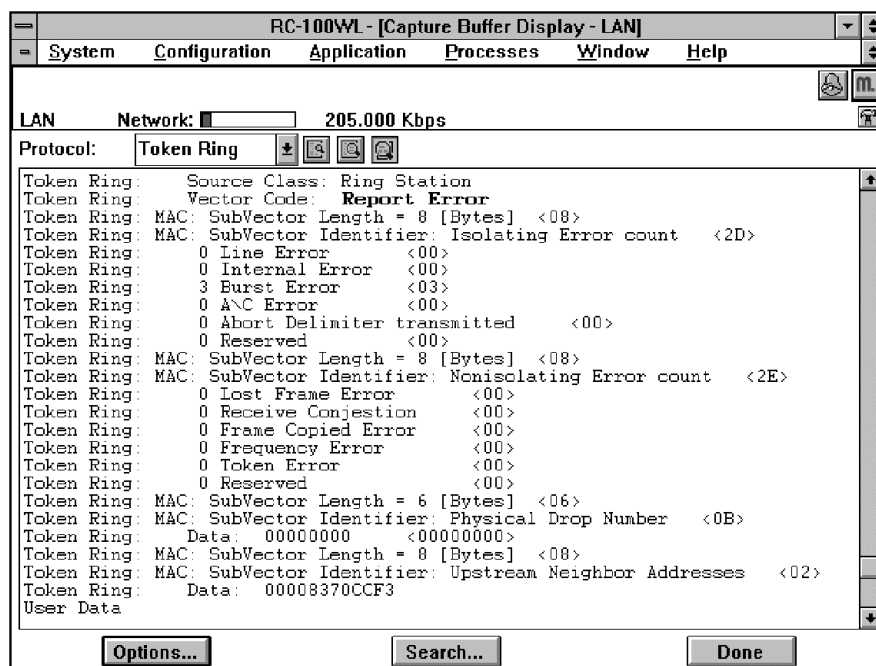
Значение субвектора (информационное поле переменной длины).

## FCS

Контрольная сумма кадра.

## Состояние кадра

Это поле содержит биты, которые могут быть установлены получателем кадра для того, чтобы сообщить о распознавании адреса и успешном копировании кадра.



Декодирование Token Ring

## FDDI

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) представляет собой технологию передачи данных со скоростью 100 Мбит/с по двойному кольцу (из деревьев). Стандарт FDDI предложен Американским институтом стандартизации (ANSI).

Структура заголовка FDDI показана на рисунке.

Управление кадром	Адрес получателя	Адрес отправителя	Маршрутная информация	Данные	FCS
1	3	3	0 - 15		2

биты

Структура заголовка FDDI.

### Управление кадром

Поле управления кадром имеет следующую структуру:

C	L	F	F	Z	Z	Z	Z
---	---	---	---	---	---	---	---

биты

Структура поля управления кадром FDDI.

C	Бит класса:	
	0	асинхронный кадр;
	1	синхронный кадр.
L	Бит длины адреса:	
	0	16 битов (не используется никогда);
	1	48 битов (используется всегда).
FF	Биты формата.	
ZZZZ	Биты управления	
Ниже приведены различные варианты битов управления (CLFF ZZZZ - ZZZZ):		
0x00 0000		пустой (void) кадр;
1000 0000		стандартный маркер (Non-restricted token);
1100 0000		служебный маркер (Restricted token);
0L00 0001	- 1111	кадр управления станцией;
1L00 1111		SMT-кадр адресации следующей станции;
1L00 0001	- 1111	MAC-кадр;
1L00 0010		MAC beacon frame.
1L00 0011		MAC-кадр заявки.
CL01 r000	- r111	кадр LLC;

0L01 rPPP	информационный кадр LLC (асинхронный, PPP = приоритет кадра);
0L01 rrrr	информационный кадр LLC (синхронный, r = зарезервировано);
CL10 r000 - r111	зарезервировано для производителей;
CL11 rrrr	зарезервировано для будущих стандартов.

### Адрес получателя

Поле адреса получателя имеет следующую структуру:

I/G	U/L	Биты адреса
-----	-----	-------------

*Структура адреса получателя*

I/G	Персональный (I) или групповой (G) адрес:
0	персональный адрес DSAP;
1	групповой адрес DSAP.
U/L	Универсальный (U) или локальный (L) адрес:
0	универсальный адрес DSAP;
1	локальный адрес DSAP.

### Адрес отправителя

Поле адреса отправителя имеет следующую структуру:

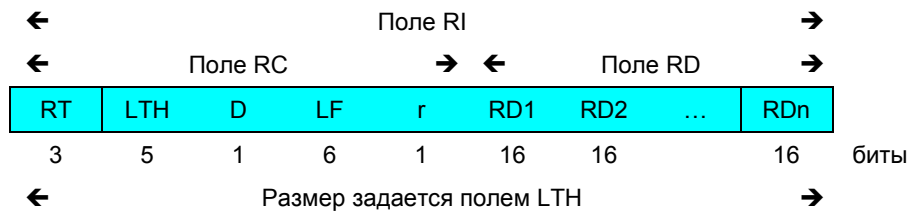
I/G	Rll	Биты адреса
-----	-----	-------------

*Структура адреса получателя*

I/G	Персональный (I) или групповой (G) адрес:
0	персональный адрес SSAP;
1	групповой адрес SSAP.
Rll	Индикатор маршрутной информации:
0	маршрутная информация отсутствует;
1	маршрутная информация присутствует.

### Маршрутная информация

Структура поля маршрутной информации показана на рисунке.



*Структура поля маршрутной информации*

RC	Управление маршрутизацией (16 битов).
RDn	Дескриптор маршрута.
RT	Тип маршрутизации.
LTH	Длина.
D	Бит направления.
LF	Самый большой кадр.
r	Зарезервирован.

### Данные (информация)

Информационное поле может содержать протокол LLC, MAC или SMT.

### FCS

Контрольная сумма кадра.

## LLC

ISO 8802-2 1989-12

RFC 2364, <http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc2364.html>

Протокол IEEE 802.2 LLC (управление логическим каналом) обеспечивает канальный механизм для протоколов вышележащих уровней. Сервис LLC типа I обеспечивает поддержку каналов передачи данных без организации соединений (connectionless mode), а сервис типа II обеспечивает на канальном уровне сервис на основе организации соединений (connection-oriented).

Структура заголовка LLC показана на рисунке.

DSAP	SSAP	Управление	Информация LLC
1 байт	1 байт	1 или 2 байта	

Структура заголовка LLC

### DSAP

Структура поля DSAP (destination service access point – точка доступа к сервису у получателя) показана на рисунке.

I/G	Биты адреса
-----	-------------

Структура поля LLC DSAP

I/G      Персональный или групповой адрес:  
           0      персональный адрес DSAP;  
           1      групповой адрес DSAP.

### SSAP

Структура поля SSAP (source service access point – точка доступа к сервису у отправителя) показана на рисунке.

C/R	Биты адреса
-----	-------------

Структура поля LLC SSAP

C/R      Команда (C) или отклик (R):  
           0      команда;  
           1      отклик на команду.

### Управление

Поле управления показывает тип запрашиваемого сервиса LLC. Структура поля управления показана на рисунке.

	1			8			9			16			биты
Информация	0	N (S)						P/F	N (R)				
Управление	1	0	SS		XXXX			P/F	N (R)				
Дополнительные	1	1	MM		P/F	MMM							

Структура поля управления LLC

- N (S)    Порядковый номер при передаче.
- N (R)    Порядковый номер при приеме.
- P/F    Биты опроса (P) / завершения (F). Передача команды / отклика LLC PDU.
- S    Биты функций управления:  
       00    RR (готовность к приему);  
       01    REJ (отказ – reject);  
       10    RNR (отсутствие готовности к приему).
- X    Зарезервировано и должно иметь нулевое значение.
- M    Биты модификатора функций

## Информация LLC

Данные уровня LLC или вышележащие протоколы.

## SNAP

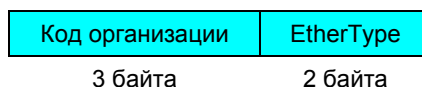
RFC 1042, <http://www.cis.ohio-state.edu/htbin/rfc/rfc1042.html>

Протокол SNAP (SubNetwork Access Protocol – протокол доступа к подсети) используется для инкапсуляции дейтаграмм IP и запросов ARP в сетях IEEE 802. Дейтаграммы IP передаются в сетях IEEE 802 инкапсулированными в 802.2 LLC и канальный уровень SNAP, а также в физические уровни 802.3, 802.4 и 802.5. Заголовок SNAP следует после заголовка LLC и содержит код организации, показывающий, что следующие 16 битов содержат код EtherType (тип Ethernet).

Структура заголовка SNAP показана на рисунках.



Структура заголовка LLC



Структура заголовка SNAP

В присутствии SNAP поля DSAP и SSAP заголовка LLC содержат значения 170 (десятичное число), а поле «Управление» содержит значение 3 (unnumbered information – дополнительная информация).

### Код организации

Это поле имеет нулевое значение.

### EtherType

Обозначает протокол, инкапсулированный в кадры IEEE 802 (IP = 2048, ARP = 2054 и т. д.).



## CIF

*ATM Forum Cells in Frames. Version 1.0 21.10.10.1996 1.0*

Протокол CIF (Cells In Frames – ячейки в кадрах) описывает механизм передачи ячеек ATM через сегменты сетевых сред и интерфейсные платы, соответствующие спецификациям Ethernet версии 2, IEEE 802.5 Token Ring или IEEE 802.3. Ячейки ATM можно передавать через различные среды, включая оптические кабели и радиочастотные каналы. Технология ATM не связана напрямую с каким-либо физическим уровнем. Протокол CIF определяет новый псевдофизический уровень, который может использоваться для передачи трафика ATM. Этот протокол не является просто механизмом трансляции ячеек в кадры (и обратно) или простой инкапсуляцией. CIF обеспечивает передачу ячеек ATM в кадрах традиционных ЛВС. Протокол CIF определяет взаимодействие между оконечными программами и устройствами с CIF-подключением (CIF-AD), обеспечивающее возможность поддержки сервиса ATM (включая множество классов обслуживания) с использованием сетевых адаптеров ЛВС (LAN NIC) так же, как это осуществляется при использовании адаптеров ATM (ATM NIC). CIF описывает работу протоколов уровня ATM в существующих ЛВС на основе кадров с обеспечением прозрачности для приложений, использующих ATM API. При передаче по сети Ethernet кадры CIF используют стандартные заголовки и трейлеры Ethernet. Кадры CIF инкапсулируются в Token Ring и LLC за счет использования заголовков SNAP.

Формат заголовка показан на рисунке.

1	8	9	11	16 биты
P	Формат CIF	P	FF	Флаги формата
P	Флаги формата	GFC		VPI
VPI		VCI		
VCI	PT	C	HEC	

*Структура заголовка CIF*

### P

Бит четности (Even Parity) для октета (байта).

### Формат CIF

Идентификатор формата CIF. Определены только три типа форматов – форматы 0 и 1 используются для сигнализации CIF, формат 2 принят по умолчанию для передачи пользовательского трафика. Форматы 112-127 зарезервированы для экспериментов и выпущенных до принятия стандарта реализаций CIF.

**FF**

Независимые флаги формата CIF. Эти биты содержат флаги, не зависящие от типа формата CIF. Поля независимых флагов CIF зарезервированы для использования в будущем. Значения флагов установлены в 0 и при получении игнорируются.

**Флаги формата**

Флаги CIF, зависящие от типа формата CIF.

**GFC**

Базовое управление потоком (Generic Flow Control). Структура и семантика октетов 3-7 в заголовке CIF совпадают со структурой и семантикой соответствующих полей в заголовке ячеек ATM UNI. Эти октеты называют «шаблоном заголовка ячеек CIF» (CIF cell header template).

**VPI**

Virtual Path Identifier – идентификатор виртуального пути.

**VCI**

Virtual Channel Identifier - идентификатор виртуального канала.

**PT**

Payload Type – тип обслуживания.

**C**

Cell Loss Priority – приоритет потери ячеек.

**HEC**

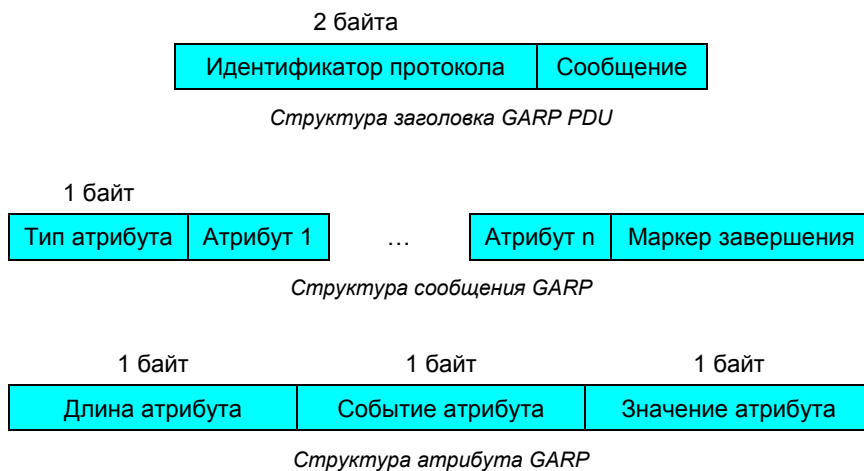
Header Error Check – контроль ошибок в заголовке. Отправитель кадра ЛВС всегда рассчитывает контрольную сумму заголовка и помещает ее в поле HEC. Получатель может использовать для обнаружения ошибок использовать контрольную сумму кадра (LAN CRC) без контроля значения HEC или проверять наличие ошибок на основании HEC.

# GARP

IEEE 802.1P: <http://standards.ieee.org/catalog/IEEE802.1.html>

Протокол GARP (Generic Attribute Registration Protocol – базовый протокол регистрации атрибутов) обеспечивает возможность рассылки атрибутов, служащую подписчикам в приложениях GARP для регистрации и исключения (de-register) значений атрибутов у других участников GARP в ЛВС на базе мостов (Bridged LAN). Участник (подписчик) GARP на базе моста или пользовательской станции содержит прикладную компоненту (application component) GARP и информационную декларацию GARP (GARP Information Declaration или GID), связанные с каждым портом моста. Распространение информации между участниками GARP для одного приложения на базе моста осуществляется за счет компоненты распространения информации GARP (GARP Information Propagation или GIP). Обмен протокольными данными между участниками GARP осуществляется на базе сервиса LLC типа 1, с использованием групповых адресов MAC и формата PDU, определенного для приложений GARP.

Формат GARP PDU показан на рисунках.



## Идентификатор протокола

Идентификатор протокола указывает на протокол GARP.

## Идентификатор

Десятичное значение, используемое в запросах и откликах.

## Тип атрибута

Определяет атрибут и может принимать два значения:

- 1 атрибут группы;
- 2 атрибут запроса сервиса.

#### **Длина атрибута**

Размер атрибута.

#### **Событие атрибута**

Связанное с атрибутом событие. Это поле может принимать следующие значения:

- 0 оставить все (Leave\_all);
- 1 оператор Join\_Empty;
- 2 оператор Join\_In;
- 3 оператор Leave\_Empty;
- 4 оператор Leave\_In;
- 5 пустой оператор

#### **Значение атрибута**

Значение этого поля устанавливается в соответствии со спецификацией для типа атрибута.

#### **Маркер завершения**

Маркер завершения имеет нулевое значение.

## GMRP

*IEEE 802.1P: <http://standards.ieee.org/catalog/IEEE802.1.html>*

Протокол GMRP (GARP Multicast Registration Protocol – протокол групповой регистрации GARP) обеспечивает механизм, позволяющий мостам и конечным станциям динамически регистрировать принадлежность к группе в мостах MAC, подключенных к тому же сегменту ЛВС, и обеспечивающий всем мостам в сети Bridged LAN возможность поддерживать расширенный сервис фильтрации кадров. Работа протокола GMRP основана на сервисе, обеспечиваемом протоколом GARP.

Пакеты GMRP имеют такой же формат, как пакеты протокола GARP. Однако поле атрибутов имеет другое назначение, специфическое для протокола GMRP. Поле атрибутов может принимать значения:

- 1 тип атрибута группы;
- 2 тип атрибута запроса сервиса.

## GVRP

*IEEE 802.1P: <http://standards.ieee.org/catalog/IEEE802.1.html>*

Протокол GVRP (GARP VLAN Registration Protocol – протокол регистрации GARP VLAN) определяет приложения GARP, обеспечивающие сервис регистрации VLAN. Этот протокол использует значения GID и GIP, обеспечивающие общее описание состояния машины и общие сведения о механизмах распространения, определенных для использования в приложениях на базе GARP.

Формат пакетов GVRP совпадает с форматом GARP, отличаясь лишь назначением поля типа атрибута. Это поле принимает значение 1 для группового атрибута VID (VID Group Attribute Type).

# VLAN

IEEE 802.1P: <http://standards.ieee.org/catalog/IEEE802.1.html>

Виртуальная ЛВС (VLAN) представляет собой логическую группу сегментов ЛВС, не зависящую от физического местоположения и организованную на основе общего набора критериев. VLAN отмечает кадры для того, чтобы можно было на основе этих меток (тегов) определить принадлежность кадров к VLAN. Значение поля VID в заголовке тега (Tag Header) идентифицирует VLAN. Это дополнительное поле тегов появляется в протоколах Ethernet и SNAP.

## Кадры Ethernet

Формат кадров Ethernet с заголовком тега (Tag Header) показан на рисунке.

Биты								Октеты
8	7	6	5	4	3	2	1	
ETPID								1 2
TCI								3 4
Длина/тип								
E-RIF								7-n

Формат кадра Ethernet с теговым заголовком.

## ETPID

Идентификатор тегового протокола Ethernet (Ethernet-coded Tag protocol Identifier). Это поле имеет значение 81-00

## TCI

Информация для управления тегом (Tag control Information). Поле TCI имеет следующую структуру:

Биты								Октеты
8	7	6	5	4	3	2	1	
Приоритет пользователя			CFI	VID				1
VID								2

Структура поля TCI.

### Приоритет пользователя

Трехбитовое значение приоритета пользователя от 0 до 7.

### CFI

Канонический идентификатор формата (Canonical Format Indicator). При установке этого бита присутствует поле E-RIF и бит NCFI определяет канонический или неканонический формат адресов MAC, передаваемых в этом кадре. Когда этот бит сброшен (0), поле E-RIF не используется и вся адресная информация MAC-уровня, содержащаяся в кадре, имеет канонический формат.

### VID

Идентификатор VLAN (VLAN Identifier) – уникальный номер виртуальной сети, которой принадлежит данный кадр.

- 0 нулевое значение VLAN ID показывает что заголовок тега содержит только информацию о приоритете пользователя и не включает идентификатор виртуальной сети (VLAN ID);
- 1 используется принятое по умолчанию значение PVID для классификации кадров при прохождении их через порт моста;
- FFF зарезервированное значение.

Все остальные значения идентификатора могут использоваться в качестве уникальных номеров VLAN.

### E-RIF

Вложенный формат RIF (Embedded RIF format). Это поле используется только при установке флага CFI в поле TCI и содержится в кадре сразу же после поля типа/длины (Length/Type). Поле E-RIF содержит две компоненты – 2-октетное поле контроля маршрута (Route Control или RC) и необязательное поле описания маршрутов (Route Descriptors), размер которого составляет от 0 до 28 октетов. Общий размер поля E-RIF составляет 2 - 30 октетов.

Поле RC имеет следующий формат:

Биты								Октеты
8	7	6	5	4	3	2	1	
RT			LTH					1
D	LF					NCFI		2

Структура поля RC.

### RT

Тип маршрутизации.



**LTH**

Длина.

**D**

Бит направления.

**LF**

Размер самого большого кадра.

**NCFI**

Индикатор неканонического формата (Non-canonical format indicator). При сброшенном флаге (0) все MAC-адреса в кадре используют неканонический формат. При установке этого флага (1) все MAC-адреса в кадре имеют канонический формат.

**Кадры SNAP 802.5**

Формат тегового заголовка с кодированием SNAP для 802.5 показан на следующем рисунке.

Биты								Октеты
8	7	6	5	4	3	2	1	
Заголовок SNAP (AA-AA-03)								1 - 3
SNAP PID (00-00-00)								4 – 6
Идентификатор тегового протокола (81-00)								7 - 8
TCI								9 - 10

*Формат тегового заголовка кадра 802.5 с кодированием SNAP.*

Значения полей заголовка и идентификатора SNAP, а также идентификатора тегового протокола приведены на рисунке. Поле TCI было рассмотрено при описании теговых заголовков кадров Ethernet.

**Кадры SNAP FDDI**

Формат тегового заголовка с кодированием SNAP для FDDI показан на следующем рисунке.

Биты								Октейты
8	7	6	5	4	3	2	1	
Заголовок SNAP (AA-AA-03)								1 - 3
SNAP PID (00-00-00)								4 – 6
Идентификатор тегового протокола (81-00)								7 - 8
TCI								9 - 10
E-RIF								11, 12

*Формат тегового заголовка кадра FDDI с кодированием SNAP.*

Значения полей заголовка и идентификатора SNAP, а также идентификатора тегового протокола приведены на рисунке. Поля TCI и E-RIF (размер последнего поля составляет 2 – 30 октетов) были рассмотрены при описании теговых заголовков кадров Ethernet.