

7

Протоколы мостов и маршрутизаторов

Существует множество протоколов, служащих для связи между сетями с использованием мостов и маршрутизаторов. Протоколы, используемые мостами и маршрутизаторами, относятся к каналному уровню и могут инкапсулировать протоколы вышележащих уровней (IP, IPX, Ethernet, Token Ring).

В данной главе рассмотрены следующие протоколы:

- Cisco Router
- Cisco SRB
- Cisco ISL
- DRiP - Cisco Duplicate Ring Protocol

- CDP – Cisco Discovery Protocol
- DISL – Dynamic Interswitch Link Protocol
- VTP – VLAN Trunk Protocol
- RND
- Wellfleet SRB
- Wellfleet BOFL
- BPDU

В других главах книги содержатся описания еще целого ряда протоколов, используемых мостами и маршрутизаторами:

PPP (включая PPP Multilink), LCP, LQR, PAP, CHAP, IPCP, IPXCP, ATCP, BAP, BACP, BCP, PPP-BPDU, CCP, IPv6CP, SNACP, BVCP, NBFCP, DNCP, L2F, L2TP, ECP, OSINLCP, PPTP, SDCP (глава 24).

- Frame Relay (глава 11).
- Cascade (глава 11).
- Timeplex (BRE2) - глава 11.
- IP over X.25 (глава 29).
- SMDS/DXI (глава 25).
- Cisco Router

Cisco Router

Компания Cisco выпускает различное коммуникационное оборудование, включая маршрутизаторы и мосты, использующие фирменные (нестандартные) заголовки протоколов (известны как Cisco Router) для передачи протоколов ЛВС через сети WAN.

Принятая по умолчанию в Cisco Router инкапсуляция при передаче по синхронным последовательным каналам использует кадрирование HDLC. Структура кадров показана на рисунке.

Адрес	Управление	Код протокола	Информация
1 байт	1 байт	2 байта	Переменная длина

Структура заголовка Cisco Router

Адрес

Определяет тип пакета:

- 0x0F индивидуальная (Unicast) адресация.
- 0x8F широковещательные (Broadcast) пакеты.

Управление

Всегда имеет нулевое значение.

Код протокола

Определяет инкапсулированный протокол. Значение кода протокола (Protocol Code) обычно совпадает с одним из кодов типа Ethernet, однако Cisco поддерживает ряд дополнительных кодов, отсутствующих в Ethernet.

Стандартные значения Ethernet включают:

- 0x0200 PUP.
- 0x0600 XNS.
- 0x0800 IP.
- 0x0804 Chaos.
- 0x0806 ARP.
- 0x0BAD Vines IP.
- 0x0BAF Vines Echo.
- 0x6003 DECnet phase IV.
- 0x8019 Apollo domain.
- 0x8035 Cisco SLARP.
- 0x8038 DEC bridge spanning tree.
- 0x809B Apple EtherTalk.
- 0x80F3 AppleTalk ARP.
- 0x8137 Novell IPX.

Дополнительные коды Cisco включают:

0x0808	Frame Relay ARP.
0x4242	IEEE bridge spanning tree.
0x6558	пакет Bridged Ethernet/802.3.
0xFEFE	ISO CLNP/ISO ES-IS DSAP/SSAP.

Информация

Данные вышележащего протокола.

Cisco SRB

Cisco использует фирменные (нестандартные) заголовки для передачи пакетов Token Ring через WAN-каналы (Source Routing Bridging или SRB).

Cisco ISL

Протокол ISL (Inter-Switch Link – межкоммутаторное соединение) используется для соединения коммутаторов Ethernet, поддерживающих VLAN и использующих среды Ethernet MAC и Ethernet. Пакеты в каналах ISL содержат стандартные кадры Ethernet, FDDI или Token Ring, а также связанную с кадром информацию VLAN. Кроме того, в кадре присутствует дополнительная информация.

Формат заголовков показан на рисунке.

Destination Address (5 байтов)	
Frame Type (1 байт)	
Тип пользователя (1 байт)	
Адрес отправителя (6 байтов)	
Длина (2 байта)	
SNAP LLC (3 байта)	
HSA (3 байта)	
Идентификатор VLAN (1 байт)	
Идентификатор VLAN (7 битов)	BPDU (1 бит)
Индекс (2 байта)	
Зарезервировано (2 байта)	

Структура заголовка Cisco ISL

Адрес получателя

Поле Destination Address содержит 5-байтовый адрес получателя.

Тип кадра

Поле Frame Type указывает тип инкапсулированного кадра и может служить для обозначения дополнительной инкапсуляции. Определены следующие типы кадров:

0000	Ethernet
0001	Token Ring
0010	FDDI
0011	ATM

Тип пользователя

- 0 нормальный приоритет;
- 1 высший приоритет.

Адрес отправителя

Это поле содержит адрес отправителя пакета ISL. Поле должно содержать адрес 802.3 MAC порта коммутатора, передающего данный кадр. Поле адреса имеет размер 48 битов.

Длина

16-битовое поле, указывающее длину пакета в байтах без учета полей DA, T, U, SA, LEN и CRC. Общая длина неучитываемых полей составляет 18 байтов, поэтому значение данного поля равно общей длине пакета минус 18.

SNAP LLC

3-байтовое поле управления логическим каналом SNAP.

HSA

Поле HSA (High bits of source address – старшие биты адреса отправителя) содержит три старших байта поля SA.

Идентификатор VLAN

Идентификатор виртуальной ЛВС, к которой относится данный пакет. Это 15-битовое поле служит для того, чтобы различать кадры разных VLAN. Для обозначения этого поля часто используют термин color of the packet (цвет пакета).

Индикатор BPDU и CDP

- 0 не передается CPU для обработки;
- 1 передается для обработки CPU.

Индекс

Поле Index показывает индекс порта отправителя пакета в коммутаторе. Это поле служит для целей диагностики коммутатора и может быть изменено любым устройством. Поле имеет размер 16 битов и отбрасывается приемником.

Зарезервировано

Резервное поле.

DRiP

Cisco IOS Release 11.3(4)T

Протокол Cisco DRiP (Duplicate Ring Protocol) работает на маршрутизаторах и коммутаторах Cisco, поддерживающих виртуальные ЛВС и служит для идентификации активных Token Ring VLAN. Виртуальная ЛВС представляет собой логическую группу сегментов ЛВС, удовлетворяющих заданному набору требований. Информация DRiP используется для фильтрации all-routes explorer (исследователь всех маршрутов) и обнаружения конфигурации дубликатов TrCRF (Token Ring Concentrator Relay Function – логическая группировка портов) через маршрутизаторы и коммутаторы, которые будут заставлять TrCRF распространяться через каналы ISL. DRiP передает анонсы по групповым адресам так, что эти анонсы получают все соседние устройства. Анонсы включают информацию VLAN только для устройства-отправителя. База данных DRiP в маршрутизаторе инициализируется при настройке инкапсуляции TRISL (Token Ring Inter-Switch Link компании Cisco), когда определена по крайней мере одна функция TrBRF (Token Ring Bridge Relay Function – логическая группировка TrCRF) и интерфейс настроен на поддержку SRB (Source Route Bridging) или маршрутизации RIF.

Когда коммутатор получает анонс DRiP от маршрутизатора, он сравнивает полученные сведения с локальной конфигурацией для того, чтобы определить какие TrCRF имеют активные порты и после этого отвергать все конфигурации, которые будут позволять сконфигурировать локально TrCRF, уже активные на других устройствах. При возникновении конфликта между двумя идентичными TrCRF все порты коммутаторов, связанные с конфликтующими TrCRF сбрасываются, а порты маршрутизатора остаются активными. Анонсы DRiP передаются маршрутизатором каждые 30 секунд.

Протоколу DRiP присвоен идентификатор типа Cisco HDLC, равный 0x0102. Используется фирменное значение SNAP компании Cisco.

Версия

Номер версии.

Код

Кодовый номер.

Счетчик информации VLAN

Число информационных элементов VLAN.

VLAN1, ... VLAN2, ...

Информационные элементы VLAN.

CDP

Протокол CDP (Cisco Discovery Protocol) предназначен для обнаружения устройств в сети. Каждое CDP-совместимое устройство периодически посылает сообщения по хорошо известным групповым адресам.

Работа CDP может быть разрешена или запрещена с помощью объектов `cdpInterfaceEnable`. При включенной поддержке CDP агент SNMP модуля сетевого управления (NMM) обнаруживает соседние устройства и собирает информацию о них в локальном кэше. Управляющая станция SNMP может читать содержимое кэша с помощью запросов доступа к CDP MIB.

Формат заголовка CDP показан на рисунке.

Версия	TTL	Контрольная сумма	TLV	Тип
1 байт	2 байта	2 байта	Переменная длина	2 байта

Формат заголовка CDP

Версия

Номер версии протокола.

TTL

Время жизни кадра.

Контрольная сумма

Проверка корректности предшествующих полей.

TLV

Содержит поля типа, длины и значения.

Тип

- 1 идентификатор устройства;
- 2 адрес;
- 3 идентификатор порта;
- 4 возможности;
- 5 версия;
- 6 платформа;
- 7 префикс IP.

DISL

Протокол DISL (Dinamic Inter-Switch Link) синхронизирует конфигурацию двух соединенных между собой каналом ISL интерфейсов Fast Ethernet. DISL минимизирует процедуры настройки конфигурации транка VLAN за счет того, что требуется настраивать конфигурацию только на одной стороне соединения. Протокол DISL разработан компанией Cisco.

Формат заголовка DISL показан на рисунке.

Версия	TLV	Тип
1 байт	Переменная длина	2 байта

Формат заголовка DISL

Версия

Номер версии протокола.

TLV

Содержит поля типа, длины и значения.

Тип

- 1 имя домена управления;
- 2 поле состояния.

VTP

Протокол VTP (VLAN Trunk Protocol) обеспечивает для каждого устройства (маршрутизатора или коммутатора ЛВС) возможность передачи анонсов в кадрах транкового порта. Эти кадры анонсирования передаются по групповым адресам и принимаются всеми соседними устройствами (но не пересылаются мостами, использующими стандартные процедуры). Анонсы содержат имя области управления (management domain) устройства, номер варианта конфигурации, список известных VLAN вместе с некоторыми их параметрами. Прослушивая эти анонсы, каждое устройство домена управления узнает обо всех новых VLAN, сконфигурированных на передающем анонс устройстве. Использование такого метода позволяет при создании или настройке VLAN проводить все операции на одном устройстве, а все остальные устройства управляемой области получают нужные сведения автоматически. Протокол VTP разработан компанией Cisco.

Формат пакетов VTP показан на рисунке.

Версия	Тип
1 байт	1 байт

Формат заголовка VTP

Версия

Номер версии протокола.

TLV

Содержит поля типа, длины и значения.

Тип

- 1 сообщение Summary-Advert;
- 2 сообщение Subset-Advert;
- 3 сообщение Advert-Request.

RND

RND Layer 2 Router Package Description 1993-04 1.00

Компания RND производит коммуникационное оборудование, включая мосты и маршрутизаторы. Компания использует фирменный заголовок протоколов (известный как RND) для передачи трафика ЛВС через каналы WAN.

Структура заголовка RND показана на рисунке.

8		16 битов
MPCC		
Идентификатор моста-получателя	Объект моста-получателя	
Идентификатор моста-отправителя	Объект моста-отправителя	
Идентификатор широковещания	Мост широковещания	
Стоимость		
Флаг маршрутизации	Счетчик интервалов	
Размер данных		

Структура заголовка RND

MPCC

Определяет нормальный режим или режим перестановки байтов (swap bytes case).

Идентификатор моста-получателя

Задаёт тип сообщения:

0xF4	сообщение маршрутизатора IPX.
0xF4	сообщение маршрутизатора DECnet.
0xF7	сообщение маршрутизатора IP.
0xF8	сообщение TRE-управления.
0xF9	сообщение ETE-управления.
0xFB	идентификатор моста сообщения маршрутизации.
0xFC	данный мост.
0xFD	сообщение о состоянии канала.
0xFE	идентификатор общего моста ЛВС.
0xFF	идентификатор широковещательного моста.

Объект моста-получателя

Указывает тип объекта:

0x0F широковещательный объект ЛВС.

- 0x64 объект Smar.
0x65 объект Reml.
0x6F объект C5 reml.
0x79 объект RS232 rem.

Идентификатор моста-отправителя

Указывает идентификатор моста-отправителя (список см. выше).

Объект моста-отправителя

Указывает тип моста-отправителя (список см. выше).

Идентификатор широковещания

- 0 точка-точка.

Мост широковещания

- 0 точка-точка.

Стоимость

Суммарная стоимость.

Флаг маршрутизации

Атрибуты маршрутизации.

Счетчик интервалов

Счетчик интервалов между маршрутизаторами (хопов).

Размер данных

Длина поля данных в байтах (с перестановкой байтов).

Wellfleet SRB

Компания Wellfleet (одна из двух фирм, на базе которых возникла компания Bay Networks) выпускает множество мостов и маршрутизаторов. В этих устройствах используются фирменные заголовки для передачи пакетов Token Ring через WAN каналы. Эти заголовки называются SRB (Source Routing Bridging).

Формат заголовка показан на рисунке.

Получатель	Отправитель	Маршрутная информация	LLC
6 байтов	6 байтов	Переменная длина	Переменная длина

Формат заголовка Wellfleet SRB

Получатель

Поле адреса получателя имеет следующую структуру:

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

Формат адреса получателя

I/G

Индивидуальный/групповой адрес

- 0 индивидуальный адрес;
- 1 групповой адрес.

U/L

Универсальный/локальный адрес

- 0 универсальный адрес;
- 1 локально администрируемый адрес.

Отправитель

Поле адреса получателя имеет следующую структуру:

R/I	I/G	Биты адреса
-----	-----	-------------

Формат адреса отправителя

R/I

Индикатор маршрутной информации:

- 0 маршрутная информация отсутствует;
- 1 маршрутная информация присутствует.

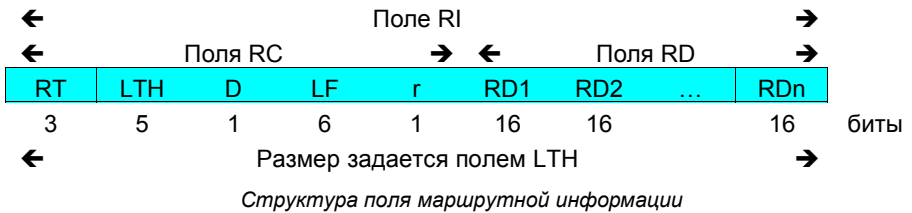
I/G

Индивидуальный/групповой адрес

- 0 индивидуальный адрес;
- 1 групповой адрес.

Маршрутная информация

Поле маршрутной информации имеет следующую структуру:



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

LLC

Wellfleet BOFL

Протокол Wellfleet BOFL (Breath of Life) используется для определения состояния линии:

- ЛВС Ethernet для детектирования проблем (jam) в работе передатчика;
- синхронных линиях, использующих протоколы WFLT STD для определения активности линии;
- коммутируемых резервных каналах PPP.

Формат кадров Wellfleet BOFL, размещаемых после заголовка Ethernet, показан на рисунке:

Получатель	Отправитель	8102	PDU	Порядковый номер	Заполнение	
6	6	2	4	4	n	байтов



Заголовок Ethernet

Структура Wellfleet BOFL

Получатель

6-байтовый адрес получателя.

Отправитель

6-байтовый адрес отправителя.

8102

EtherType (0x8102 для кадров Wellfleet BOFL).

PDU

Поле PDU обычно равно 0x01010000, но может принимать также значение 0x01011111 в некоторых новых реализациях синхронных каналов.

Порядковый номер

4-байтовое поле счетчика с автоматическим инкрементированием.

Заполнение

Заполнение кадра до размера 64 байта.

BPDU

BPDU (Bridge Protocol Data Unit) представляет собой протокол управления мостами (Bridge Management) IEEE 802.1d MAC, использующими стандартную реализацию протокола STP (Spanning Tree Protocol). Этот протокол использует алгоритм STP для предотвращения логических петель в сети при наличии многосвязной топологии. Используя один мост в качестве корневого устройства, BPDU переключает один из двух мостов, образующих петлю, в режим ожидания (standby) и трафик передается только по одной из ветвей физической петли. Путем проверки частоты конфигурационных обновлений 802.1d ожидающий мост может автоматически переключиться в режим рассылки при сбое в другом мосту.

Структура Configuration BPDU показана на рисунке.

	октеты
Идентификатор протокола	1-2
Идентификатор версии протокола	3
Тип BPDU	4
Флаги	5
Корневой идентификатор	6-13
Стоимость корневого пути	14-17
Идентификатор моста	18-25
Идентификатор порта	26-27
Возраст сообщения	28-29
Максимальный возраст	30-31
Время приветствия	32-33
Задержка рассылки	34-35

Структура Configuration BPDU

Идентификатор протокола

Указывает на алгоритм и протокол Spanning Tree.

Идентификатор версии протокола

Указывает версию протокола.

Тип BPDU

Указывает тип BPDU:

- 00000000 конфигурация;
- 10000000 уведомление об изменении топологии.

Для последнего типа последующие поля отсутствуют.

Флаги

Бит 1 является флагом изменения топологии (Topology Change).

Бит 8 является флагом Topology Change Acknowledgement (подтверждение смены топологии).

Корневой идентификатор

Стоимость корневого пути

Беззнаковое целое число, кратное используемой единице стоимости (произвольное значение).

Идентификатор моста

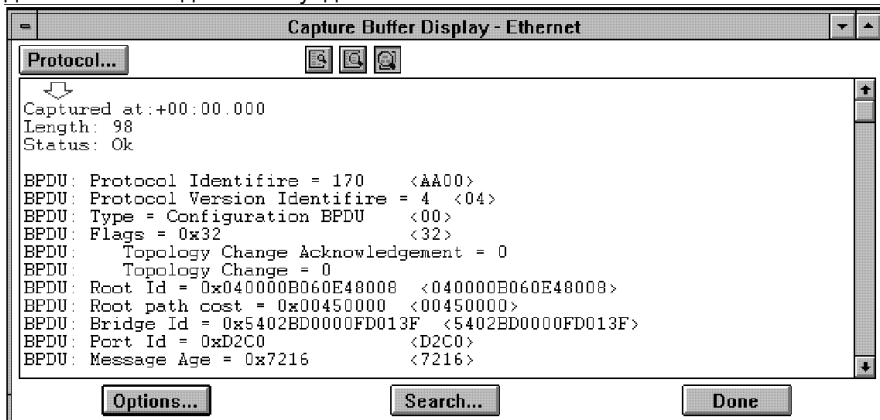
Беззнаковое целое число, используемое для установки уровня приоритета моста (меньшее число указывает на мост с более высоким приоритетом).

Идентификатор порта

Беззнаковое целое число, используемое для установки уровня приоритета порта (меньшее число указывает на порт с более высоким приоритетом).

Возраст сообщения, Максимальный возраст, Время приветствия, Задержка рассылки

Эти 4 таймера задаются 2-байтовыми значениями. Каждое из полей представляет беззнаковое целое число. Единицей измерения для таймеров служит 1/256 доля секунды. Таким образом время может задаваться в диапазоне от 0 до 256 секунд.



Декодирование BPD