

Формат кадра сетевого соединения между коммутаторами и IEEE 802.1Q

Содержание

[Введение](#)

[Предварительные условия](#)

[Требования](#)

[Используемые компоненты](#)

[Условные обозначения](#)

[Теоретические сведения](#)

[Кадр ISL](#)

[Описания полей](#)

[Размер кадра](#)

[Кадр IEEE 802.1Q](#)

[Описания полей](#)

[Размер кадра](#)

[QinQ](#)

[Размер кадра](#)

[TRID](#)

[Дополнительные сведения](#)

Введение

В данном документе представлена основная информация и сводные данные о полях кадров, используемых при инкапсуляциях ISL и IEEE 802.1Q.

Предварительные условия

Требования

Cisco рекомендует ознакомиться с общими сведениями о сетях VLAN и транкинге.

Используемые компоненты

Настоящий документ не имеет жесткой привязки к каким-либо конкретным версиям программного обеспечения и оборудования. Возможности транкинга зависят от используемого оборудования. [Дополнительную информацию о требованиях к системе для реализации транкинга на коммутаторах серии Cisco Catalyst см. в разделе Системные требования для реализации транкинга.](#)

Условные обозначения

[Дополнительные сведения об условных обозначениях см. в документе Условные обозначения технических терминов Cisco.](#)

Теоретические сведения

Магистральные каналы используются для передачи по одной линии между устройствами трафика, принадлежащего различным сетям VLAN. Устройство может определить, какой сети VLAN принадлежит трафик по специальному идентификатору сети VLAN. Идентификатор VLAN является тегом, инкапсулируемым с пакетом данных. ISL и 802.1Q являются двумя типами инкапсуляции, используемыми для передачи по магистральным каналам данных из нескольких сетей VLAN.

ISL – это специальный протокол, разработанный компанией Cisco исключительно для своих продуктов. Он позволяет устанавливать магистрали между коммутаторами и передавать информацию VLAN между ними. ISL предоставляет возможности группирования магистралей VLAN, поддерживая максимальную скорость передачи данных по каналам Ethernet в полнодуплексном или полудуплексном режимах. ISL функционирует в среде "точка-точка" и поддерживает до 1000 виртуальных локальных сетей. В ISL исходный кадр инкапсулирован и добавлен дополнительный заголовок до того, как кадр пройдет через магистральный канал связи. На оконечном устройстве-получателе этот заголовок удаляется и кадр передается в назначенную сеть VLAN. В ISL используется сеть со связующими деревьями VLAN (PVST), в которой для каждой сети VLAN выполняется один экземпляр протокола связующего дерева. PVST позволяет оптимизировать расположение корневого коммутатора для каждой VLAN и поддерживает распределение нагрузки сетей VLAN с помощью нескольких магистральных каналов.

802.1Q является стандартом IEEE для маркирования кадров в магистральном канале, поддерживается до 4096 сетей VLAN. В стандарте 802.1Q транкинговое устройство вставляет четырехбайтовый тег в исходный кадр и повторно вычисляет FCS перед отправкой кадра по магистральному каналу. На оконечном устройстве-получателе этот тег удаляется и кадр передается в назначенную VLAN. В 802.1Q не предполагается маркирование кадров в исходной сети VLAN. Маркируются тегами все кадры, передаваемые и получаемые по магистральному каналу. При настройке магистрального канала 802.1Q необходимо убедиться, что на обоих концах канала настроена одна и та же исходная сеть VLAN. В IEEE 802.1Q определяется один экземпляр связующего дерева, который выполняется в исходной VLAN для всех подключенных виртуальных сетей. Такая сеть называется сетью с одним связующим деревом (MST). Она будет менее гибкой и способной к распределению нагрузки, чем сеть со связующими деревьями в каждой VLAN (PVST), поддерживаемой в ISL. Но также возможен режим работы PVST+, обеспечивающий поддержку топологии с несколькими связующими деревьями для магистральных соединений 802.1Q.

[Дополнительную информацию об инкапсуляции 802.1Q см. в разделе Основные характеристики режима магистрального соединения 802.1Q с документе Магистральное соединение между коммутаторами серий Catalyst 4500/4000, 5500/5000 и 6500/6000, использующих инкапсуляцию 802.1Q, с ПО Cisco CatOS.](#)

[Дополнительную информацию о настройке инкапсуляции ISL/802.1Q для коммутаторов Cisco см. в документе Технические примечания и примеры настройки протоколов магистральных соединений сетей VLAN.](#)

Кадр ISL

Кадр ISL состоит из трех основных полей: кадр инкапсуляции (исходный кадр), заголовок ISL, в который был инкапсулирован кадр, а в конце — поле контрольной суммы FCS.

Заголовок ISL	ENCAPSULATION FRAME	FCS
---------------	---------------------	-----

В данном примере показано дальнейшее расширение заголовка ISL. Это расширение включает аббревиатуры названий полей и число битов в каждом поле:

Нет. # разрядов	40	4	4	48	16	24	24
Поле кадра	DA	Введит е	USE R	S A	LE N	AAAA03(SNA P)	HS A
Нет. # разрядов	15	1	16	16	8 к 196 600 бит(1 к 24 575 байт)	32	
Поле кадра	Сети VLAN	BPDU	ИНДЕКС	RES	ENCAP FRAME	FCS	

Описания полей

В следующем разделе приводится подробное описание полей кадра ISL.

DA — адрес назначения

Поле DA пакета ISL — это 40-разрядный адрес назначения. Этот адрес используется для мультиадресной рассылки, для него устанавливается значение "0x01-00-0C-00-00" или "0x03-00-0c-00-00". Первые 40 битов поля DA сообщают получателю, что пакет в формате ISL.

TYPE — тип кадра

Поле TYPE содержит четырехбитный код. Поле TYPE отображает тип инкапсулированного кадра и в будущем может быть использовано для отображения альтернативных инкапсуляций. В следующей таблице представлены определения различных кодов в поле TYPE:

Код TYPE	Значение
0000	Ethernet
0001	Token Ring
0010	FDDI
0011	ATM

USER — определяемые пользователем биты (расширение типа)

Поле USER содержит четырехбитовый код. Битовый код в поле USER используется для расширения значения поля TYPE. По умолчанию в поле USER установлено значение "0000". Для кадров Ethernet в поле USER биты "0" и "1" указывают на приоритет пакета во время его прохождения через коммутатор. Если при обработке трафика возможна ускоренная пересылка, отправка пакетов с этими битами всегда должна осуществляться по более быстрому пути. Хотя существование такого ускоренного пути не обязательно.

Код USER	Значение
XX00	Нормальный приоритет
XX01	Приоритет 1
XX10	Приоритет 2
XX11	Самый высокий приоритет

SA — исходный адрес

В поле SA указывается исходный адрес пакета ISL. В нем следует установить значение "802.3" MAC-адреса порта коммутатора, передающего кадр. Это 48-разрядное значение. Принимающее устройство может игнорировать в кадре поле SA.

LEN — длина

В поле LEN в виде 16-разрядного значения хранится фактическое значение длины исходного пакета. Поле LEN представляет длину пакета (в байтах), включая поля DA, TYPE, USER, SA, LEN и FCS. Общая длина исключенных полей составляет 18 байт, следовательно, длина поля LEN составляет общую длину минус 18 байт.

AAAA03 (SNAP) - протокол доступа к подсети (SNAP) и управление логическим каналом (LLC)

```
AAAA03 SNAP 24- "0xAAAA03".
```

HSA — старшие разряды исходного адреса

Поле HSA обладает 24-битным значением. В этом поле представлены 3 старших байта (обозначающие идентификатор производителя) поля SA. Это поле должно содержать значение "0x00-00-0C".

VLAN – идентификатор виртуальной LAN назначения

В поле VLAN содержится идентификатор виртуальной локальной сети для пакета. Это 15-разрядное значение, предназначенное для различения кадров на различных VLAN. Данное поле часто называется "цветом" кадра.

BPDU — блок данных протокола моста (BPDU) и индикатор протокола обнаружения Cisco (CDP)

Значение бита поля BPDU устанавливается для всех пакетов BPDU, инкапсулированных кадром ISL. Поля BPDU используются алгоритмом связующего дерева для определения информации о топологии сети. Этот бит также устанавливается для CDP и инкапсулированных кадров VTP (транкингового протокола VLAN).

INDX — индекс

В поле INDX указывается индекс порта отправителя пакета в том виде, в каком он покидает коммутатор. Данное поле используется только в целях диагностики, для него может быть установлено любое значение другими устройствами. Это 16-разрядное значение, в полученных пакетах оно игнорируется.

RES — зарезервировано для Token Ring и FDDI

Поле RES является 16-разрядным. Это поле используется при инкапсуляции пакетов Token Ring или FDDI с кадром ISL. При использовании кадров Token Ring здесь размещаются поля AC (контроль доступа) и FC (управление кадрами). При использовании FDDI в младший значащий байт (LSB) этого поля помещается поле FC. Например, для поле FC равно "0x12" в поле RES было бы установлено значение "0x0012". Для пакетов Ethernet поле RES должно содержать только нули.

ENCAP FRAME – инкапсулированный кадр

Поле ENCAP FRAME – это инкапсулированный пакет данных, включающий собственное значение циклического контроля избыточности (CRC), без каких-либо изменений. Внутренний кадр должен иметь значение CRC, которое действительно после удаления полей инкапсуляции ISL. Длина этого поля может быть от 1 до 24575 байт для размещения кадров Ethernet, Token Ring и FDDI. Принимающий коммутатор может отбрасывать поля инкапсуляции ISL и использовать поле ENCAP FRAME при получении кадра (связывая соответствующую сеть VLAN и другие значения с полученным кадром, как определено для целей коммутации).

FCS - последовательность проверки кадров

Поле FCS состоит из четырех байт. Эта последовательность содержит 32-разрядное значение CRC, которое создается отправляющим MAC-адресом и пересчитывается принимающим MAC-адресом для поиска поврежденных кадров. FCS создается через поля DA, SA, Длина/Тип и Данные. При прикреплении заголовка ISL вычисляется новое значение FCS для всего пакета ISL, которое добавляется к концу кадра.

Примечание: Добавление нового FCS не меняет исходного FCS, содержащегося с инкапсулированным кадром.

Размер кадра

Размер инкапсуляции кадра ISL равен 30 байт, а минимального пакета FDDI – 17 байт, поэтому минимальный размер инкапсулированного пакета ISL для FDDI равен 47 байт. Максимальный размер пакета Token Ring составляет 18 000 байт. Поэтому максимальный размер пакета ISL равен 18 000 байт плюс 30 байт заголовка ISL, что в сумме составляет 18 030 байт. Если выполняется инкапсуляция только пакетов Ethernet, значение размера

кадра ISL может изменяться в диапазоне от 94 до 1548 байт.

Самым серьезным следствием для систем, использующих инкапсуляцию ISL, является то, что для инкапсуляции необходимо всего 30 байт, и фрагментация не требуется. Поэтому, если длина инкапсулированного пакета равна 1518 байт, длина пакета ISL для Ethernet будет равна 1548 байт. Кроме того, если выполняется инкапсуляция пакетов, отличных от пакетов Ethernet, максимальный размер пакета существенно возрастает. Это изменение длины необходимо учитывать при оценке возможности поддержки топологией размеров пакетов ISL.

Другим последствием для системы является то, что пакеты ISL содержат два значения FCS. Первый FCS рассчитывается для исходных данных. Второй FCS рассчитывается после инкапсуляции пакета в ISL. Если исходные данные не содержат допустимого CRC, то недопустимый CRC не обнаружится, пока не будет удален заголовок ISL и конечное устройство не проверит FCS исходных данных. Обычно это не создает проблем для коммутирующего оборудования, но может создать сложную ситуацию для маршрутизаторов и интерфейсных плат (NIC).

Кадр IEEE 802.1Q

IEEE 802.1Q использует внутренний механизм маркировки, в котором в сам исходный кадр Ethernet между полями исходного адреса и типа/длины вставляются 4-байтовые поля тегов. Поскольку кадр изменяется, транкинговое устройство пересчитывает FCS для измененного кадра.

DA	SA	МЕТКА	TYPE/LEN	ДАнные	FCS
----	----	-------	----------	--------	-----

В данном примере показано дальнейшее расширение поля Tag. Это расширение включает аббревиатуры названий полей и число битов в каждом поле.

Нет. # разрядов	16	3	1	12
Поле кадра	TPID	ПРИОРИТЕТ	CFI	VID

Описания полей

В этом разделе приводится подробное описание полей кадра 802.1Q.

TPID — идентификатор протокола тегов

Поле идентификатора протокола тегов 16-разрядное. В нем устанавливается значение 0x8100 для идентификации кадра в качестве кадра с разметкой IEEE 802.1Q.

Приоритет

Также известное как "Приоритет пользователя" это 3-разрядное поле связано с приоритетом IEEE 802.1p. В поле указывается уровень приоритетности кадра, который можно использовать для приоритизации трафика. Поле может задаваться 8 уровнями (от 0 до 7).

CFI — идентификатор канонического формата

Поле идентификатора канонического формата одноразрядное. Если значение этого поля равно 1, то MAC-адрес имеет неканонический формат. Если значение этого поля равно 0, то MAC-адрес имеет канонический формат.

VID — идентификатор VLAN

Поле идентификатора VLAN 12-разрядное. Оно уникальным образом идентифицирует VLAN, которой принадлежит кадр. В этом поле могут содержаться значения от 0 до 4095.

Размер кадра

Тег 802.1Q состоит из 4 байт. Поэтому результирующий кадр Ethernet может достигать 1522 байта. Минимальный размер кадра Ethernet с маркировкой 802.1Q составляет 68 байт.

QinQ

Функция поддержки QinQ добавляет дополнительный уровень маркировки IEEE 802.1Q (называемый "metro-тегом" или "PE-VLAN") к пакетам с разметкой 802.1Q, входящим в сеть. Его назначение — расширить пространство VLAN путем маркировки ранее маркированных пакетов, таким образом создается "дважды маркированный" кадр. Расширение пространства VLAN дает возможность поставщику услуг предоставлять определенные услуги, например доступ к Интернету в определенных сетях VLAN для определенных пользователей, в то же время позволяя поставщику оказывать другие типы услуг свои клиентам в других сетях VLAN.

Размер кадра

По умолчанию максимальный размер передаваемого блока данных (MTU) для интерфейса составляет 1500 байт. С тегом внешней VLAN, прикрепленным к пакету Ethernet, размер пакета увеличивается на 4 байта. Поэтому рекомендуется соответствующим образом увеличить MTU для каждого интерфейса в сети поставщика услуг. Рекомендуемый минимум для значения MTU составляет 1504 байта.

TPID

Кадр QinQ содержит измененное значение идентификатора протокола тегов (TPID) для тегов VLAN. По умолчанию тег VLAN использует поле TPID для идентификации типа протокола тега. Значение этого поля, как определено в стандарте IEEE 802.1Q, равно 0x8100.

Устройство определяет, содержит ли полученный кадр тег VLAN провайдера услуг или тег VLAN клиента, проверяя соответствующее значение TPID. После получения кадра устройство сравнивает настроенное значение TPID со значением поля TPID в кадре. Если оба значения совпадают, то в кадре содержится тег соответствующей сети VLAN.

Например, если в кадре содержатся теги VLAN со значениями в поле TPID, которые равны 0x9100 и 0x8100, соответственно, хотя настроенное значение TPID для тега сети VLAN поставщика услуг равно 0x9100, а для тега VLAN сети клиента — 0x8200, то устройством делается вывод, что кадр содержит только тег VLAN поставщика услуг, а тег VLAN клиента

отсутствует.

Кроме того, в системах различных производителей TPID для тега внешней VLAN в кадрах QinQ могут устанавливаться разные значения. Для совместимости с этими системами можно изменить значение TPID таким образом, чтобы кадры QinQ при отправке в сеть общего пользования содержали значение TPID, совпадающее со значением определенного производителя, чтобы обеспечить возможность совместной работы с выпускаемыми им устройствами. Поле TPID в кадре Ethernet имеет сходное расположение с полем типа протокола в кадре без тега VLAN. Чтобы предотвратить проблемы с обработкой и пересылкой пакетов в сети, нельзя устанавливать для TPID какое-либо из приведенных в этой таблице значений:

Тип протокола	Значение
ARP	0x0806
PUP	0x0200
RARP	0x8035
IP	0x0800
IPv6	0x86DD
PPPoE	0x8863/0x8864
Многопротокольная коммутация с использованием меток (MPLS)	0x8847/0x8848
IS-IS	0x8000
LACP	0x8809
802.1x	0x888E

Функция поддержки QinQ обычно поддерживается независимо от других используемых возможностей и протоколов Cisco IOS. Например, если можно выполнять PPPoE на субинтерфейсе, то можно настроить кадр с двойной маркировкой для PPPoE. IPoQinQ поддерживает IP-пакеты, которые дважды маркированы для прерывания тега VLAN QinQ путем пересылки IP-трафика с дважды маркированными заголовками 802.1Q (также называемыми "группированными").

[Дополнительные сведения](#)

- [Страница поддержки технологии магистрального соединения](#)
- [Технические примечания и примеры настройки протоколов магистральных соединений сетей VLAN](#)
- [Страница поддержки технологий протоколов магистральных соединений VLAN](#)
- [Страницы поддержки продуктов LAN](#)
- [Страница поддержки коммутационных решений для локальной сети](#)
- [Cisco Systems – техническая поддержка и документация](#)