

# МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

# X.84

(03/2004)

СЕРИЯ X: СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ  
И ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Сети передачи данных общего пользования –  
Передача, сигнализация и коммутация

---

**Обеспечение служб с ретрансляцией кадров  
по базовым сетям MPLS**

Рекомендация МСЭ-Т X.84

---

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ X  
СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

<b>СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ</b>	
Службы и услуги	X.1–X.19
Интерфейсы	X.20–X.49
<b>Передача, сигнализация и коммутация</b>	<b>X.50–X.89</b>
Сетевые аспекты	X.90–X.149
Техническое обслуживание	X.150–X.179
Административные предписания	X.180–X.199
<b>ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ</b>	
Модель и обозначение	X.200–X.209
Определения служб	X.210–X.219
Спецификации протоколов с установлением соединений	X.220–X.229
Спецификации протоколов без установления соединений	X.230–X.239
Формы PICS	X.240–X.259
Идентификация протоколов	X.260–X.269
Протоколы обеспечения безопасности	X.270–X.279
Управляемые объекты уровня	X.280–X.289
Испытание на соответствие	X.290–X.299
<b>ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ СЕТЯМИ</b>	
Общие положения	X.300–X.349
Спутниковые системы передачи данных	X.350–X.369
IP-сети	X.370–X.399
<b>СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ СООБЩЕНИЙ</b>	<b>X.400–X.499</b>
<b>СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ</b>	<b>X.500–X.599</b>
<b>ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ ВОС И СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ</b>	
Организация сети	X.600–X.629
Эффективность	X.630–X.639
Качество обслуживания	X.640–X.649
Наименование, адресация и регистрация	X.650–X.679
Абстрактно-синтаксическая нотация 1 (ASN.1)	X.680–X.699
<b>УПРАВЛЕНИЕ В ВОС</b>	
Структура и архитектура управления системами	X.700–X.709
Служба и протокол связи для общего управления	X.710–X.719
Структура управляющей информации	X.720–X.729
Функции общего управления и функции ODMA	X.730–X.799
<b>БЕЗОПАСНОСТЬ</b>	<b>X.800–X.849</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ ВОС</b>	
Фиксация, параллельность и восстановление	X.850–X.859
Обработка транзакций	X.860–X.879
Удаленные операции	X.880–X.899
<b>ОТКРЫТАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОБРАБОТКА</b>	<b>X.900–X.999</b>

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

## **Рекомендация МСЭ-Т X.84**

### **Обеспечение служб с ретрансляцией кадров по базовым сетям MPLS**

#### **Резюме**

MPLS имеет потенциальную возможность объединять базовые сети и службы, например службы с ретрансляцией кадров, в одной общей базовой инфраструктуре. В настоящей Рекомендации определяется ретрансляция кадров через архитектуру базовой сети MPLS, перенос информации управления и данных пользователя с помощью ретрансляции кадров по базовой сети MPLS, а также набор протоколов плоскости пользователя на границах базовой сети MPLS. Определены два режима отображения для ретрансляции кадров через MPLS: режим отображения "один-к-одному" и режим отображения "многие-к-одному". Плоскости сигнализации и общего управления (менеджмента) не входят в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации.

#### **Источник**

Рекомендация МСЭ-Т X.84 утверждена 19 марта 2004 года 17-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

## ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("следует", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

## ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© ITU 2005

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения .....	1
2 Библиографические ссылки .....	1
3 Определения терминов .....	1
4 Сокращения и акронимы .....	2
5 Соглашения.....	3
6 Архитектура.....	3
6.1 Общие положения.....	3
6.2 Туннелирование в MPLS и тракты LSP VC .....	4
6.3 Взаимоотношение между VC ретрансляции кадров и LSP VC MPLS .....	5
6.4 Режимы отображения при ретрансляции кадров через MPLS .....	6
7 Требования при ретрансляции кадров через MPLS .....	6
8 Набор протоколов и формат кадра .....	7
8.1 Набор протоколов переноса данных .....	7
8.2 Формат пакета FR-MPLS для режима отображения "один-к-одному" .....	7
9 Обработка пакета FR-MPLS для режима отображения "один-к-одному" .....	10
9.1 Генерация пакетов FR-MPLS.....	10
9.2 Прием пакетов FR-MPLS .....	11
9.3 Обработка ошибочных состояний.....	13
9.4 Факультативные процедуры фрагментации и сборки.....	13
10 Организация FR PVC .....	15
11 Аспекты управления трафиком .....	15
12 Режим отображения "многие-к-одному" при ретрансляции кадров .....	16
12.1 Общие положения.....	16
12.2 Формат пакета для режима отображения "многие-к-одному" .....	17
12.3 Обработка режима "многие-к-одному" .....	18
Добавление I – Пример фрагментации для режима отображения "один-к-одному" .....	19
ЛИТЕРАТУРА .....	20



## Рекомендация МСЭ-Т X.84

### Обеспечение служб с ретрансляцией кадров по базовым сетям MPLS

#### 1 Область применения

MPLS имеет потенциальную возможность объединять базовые сети и службы, например службы с ретрансляцией кадров, в одной общей базовой инфраструктуре. В настоящей Рекомендации определяется архитектура для ретрансляции кадров через базовую сеть MPLS, переноса информации управления и данных пользователя, а также набор протоколов плоскости пользователя на границах базовой сети MPLS.

В настоящей Рекомендации определяются два режима отображения для обеспечения службы с ретрансляцией кадров по MPLS. Режим "один-к-одному" характеризуется взаимнооднозначным отношением между виртуальным соединением (VC) и парой однонаправленных трактов с коммутацией на основе меток (LSP). Другой режим называется "многие-к-одному". В этом режиме все VC ретрансляции кадров (FR) между парой устройств ретрансляции кадров (CE), которые управляются одним каналом сигнализации с ретрансляцией кадров, могут прозрачно транспортироваться в одной паре LSP MPLS.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Настоящая Рекомендация не охватывает коммутируемые виртуальные соединения и сигнализацию для программируемых постоянных виртуальных соединений (Soft-PVC) между границами провайдера (PE). Управляющий протокол для наблюдения за статусом ПВК остается для изучения. Плоскости сигнализации и общего управления (менеджмента) не входят в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации.

#### 2 Библиографические ссылки

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылки на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому всем пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- ITU-T Recommendation X.36 (2003), *Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for public data networks providing frame relay data transmission service by dedicated circuit.*
- ITU-T Recommendation X.76 (2003), *Network-to-network interface between public networks providing PVC and/or SVC frame relay data transmission service.*
- ITU-T Recommendation X.146 (2000), *Performance objectives and quality of service classes applicable to frame relay.*
- IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture.*
- IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding.*
- IETF RFC 3270 (2002), *Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services.*

#### 3 Определения терминов

В настоящей Рекомендации определяются следующие термины:

**3.1 абонентское окончание (customer edge, CE):** Абонентское устройство, соединенное с устройством провайдерского окончания. Называется также окончным оборудованием данных (ООД) ретрансляции кадров.

**3.2 выходное провайдерское окончание (egress provider edge):** Устройство провайдерского окончания, являющееся приемником пакетов FR-MPLS.

**3.3 пакет FR-MPLS (FR-MPLS packet):** Пакеты, пересылаемые между входным провайдерским окончанием и выходным провайдерским окончанием.

**3.4 входное провайдерское окончание (ingress provider edge):** Провайдерское окончание, которое передает пакеты FR-MPLS.

**3.5 провайдерское окончание (provider edge, PE):** Устройство сетевого окончания, которое обеспечивает службу с ретрансляцией кадров по сети MPLS.

**3.6 тракт коммутации с помощью меток (label switched path, LSP):** Тракт, который проходит один или несколько узлов MPLS на одном уровне иерархии и через который передаются пакеты в конкретном классе однотипного продвижения (коммутации).

**3.7 узел MPLS (MPLS node):** Устройство, которое реализует протоколы управления MPLS, обрабатывает три протокола маршрутизации одного или нескольких уровней и способно продвигать пакеты на основе меток LSP MPLS.

**3.8 выталкивание в предпоследний участок (penultimate hop popping):** В архитектуре MPLS выталкивание в предпоследний участок является механизмом, с помощью которого предпоследний узел (узел, непосредственно предшествующий выходному узлу) выталкивает главную метку из набора меток до продвижения пакета к этому выходному узлу. Выполнение выталкивания метки предпоследним узлом обеспечивает этот выходной узел возможностью оптимально обрабатывать пакеты.

## 4 Сокращения и акронимы

В этой Рекомендации используются следующие сокращения:

$B_c$	Committed Burst size	Обязательный размер пачки
$B_e$	Excess Burst size	Превышенный размер пачки
BECN	Backward Explicit Congestion Notification	Явное уведомление источника о перегрузке
C/R	Command/Response indicator	Указатель Команда/Ответ
CE	Customer Edge	Абонентское окончание
CIR	Committed Information Rate	Обязательная информационная скорость
DCE	Data Communication Equipment, DCE	Аппаратура окончания канала данных, АКД
DE	Discard Eligibility	Индикатор приемлемости сброса
DLCI	Data Link Connection Identifier	Идентификатор соединения звена данных
DTE	Data Terminal Equipment, DTE	Оконечное оборудование данных, ООД
FCS	Frame Check Sequence	Комбинация проверки кадра
FECN	Forward Explicit Congestion Notification	Явное уведомление приемника о перегрузке
FR	Frame Relay	Ретрансляция кадров
FRS	Frame Relay Service	Служба с ретрансляцией кадров
HDLC	High-level Data Link Control	Управление звеном данных верхнего уровня
IETF	Internet Engineering Task Force	Комитет по инженерным проблемам Интернет
LSP	Label Switched Path	Тракт коммутации на основе меток
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	Мультипротокольная коммутация на основе меток
MTU	Maximum Transmission Unit	Максимальный блок передачи
NNI	Network-to-Network Interface	Интерфейс "сеть-сеть"
PDU	Protocol Data Unit	Протокольный блок данных
PE	Provider Edge	Провайдерское окончание
PHB	Per Hop Behaviour	Режим "по участкам"
PHP	Penultimate Hop Popping	Выталкивание в предпоследний участок



PVC	Permanent Virtual Connection	Постоянное виртуальное соединение
QoS	Quality of Service, QoS	Качество обслуживания, КО
RFC	Request For Comments	Запрос на комментарии
SVC	Switched Virtual Connection	Коммутируемое виртуальное соединение
UNI	User-to-Network Interface	Интерфейс "пользователь–сеть"
VC	Virtual Circuit/Virtual Connection	Виртуальный канал/Виртуальное соединение

## 5 Соглашения

**Форматы PDU:** В настоящей Рекомендации заголовки PDU формируются в виде группы из четырех октетов или слов, пронумерованных слева от 0 до 31.

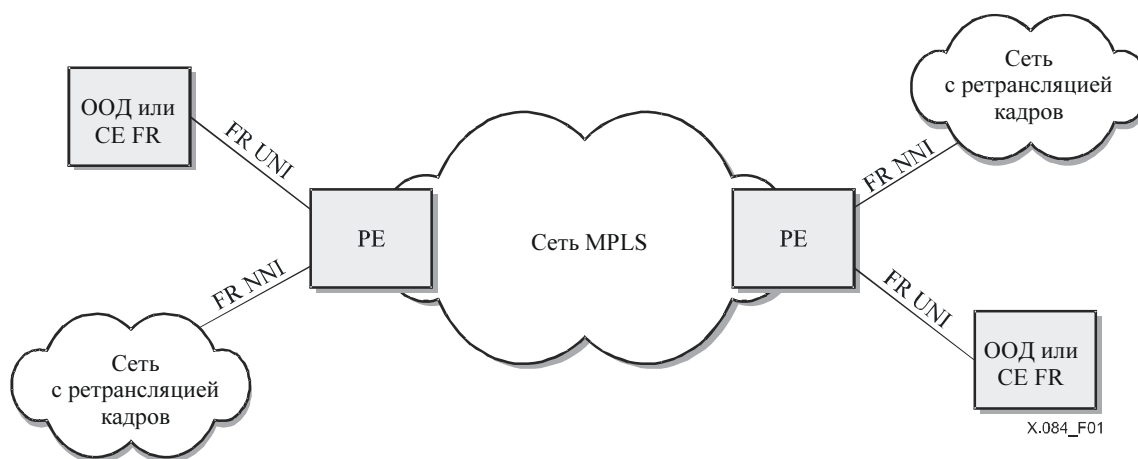
**Порядок следования битов внутри одного октета или в многооктетных полях:** В однооктетном поле самый левый бит октета является битом высшего порядка или старшего разряда. Аналогично, в многооктетном поле самый левый бит всего поля является битом старшего разряда.

## 6 Архитектура

### 6.1 Общие положения

Эталонная модель служб с ретрансляцией кадров по базовым сетям MPLS показана на рисунке 1. Она содержит следующие элементы:

- базовая сеть MPLS;
- устройства провайдерского окончания (PE), обеспечивающие функции взаимодействия между ретрансляцией кадров и MPLS. Устройства PE могут поддерживать интерфейсы UNI и/или NNI ретрансляции кадров;
- устройства с ретрансляцией кадров (ООД/СЕ) и сети FR (устройства АКД), соединенные с PE с помощью UNI и/или NNI ретрансляции кадров.



ПРИМЕЧАНИЕ. – PE содержит функции взаимодействия FR-MPLS.

**Рисунок 1/Х.84 – Эталонная модель ретрансляции кадров через базовую сеть MPLS**

Архитектура ретрансляции кадров через базовую сеть MPLS позволяет взаимное соединение сетей с ретрансляцией кадров (устройств АКД) и/или устройств с ретрансляцией кадров (ООД) через сеть MPLS. В этой архитектуре сети с ретрансляцией кадров и ООД действуют в качестве устройств СЕ, присоединенных к устройствам PE сети MPLS, как показано на рисунке 1. Служба с ретрансляцией кадров сначала обеспечивается между каждым ООД или АКД ретрансляции кадров и

соответствующим устройством PE. Затем устанавливается тракт коммутации на основе меток виртуального соединения (LSP VC) между двумя PE для завершения виртуального соединения (VC) ретрансляции кадров.

Использование сети MPLS двумя сетями и/или устройствами с ретрансляцией кадров не "видно" конечным пользователям. Набор протоколов конечного пользователя остается работоспособным. PE обеспечивает все функции отображения и инкапсуляции (вложения, туннелирования), необходимые для гарантирования того, что служба, обеспеченная сетями и/или устройствами с ретрансляцией кадров, не изменилась из-за наличия транспортной сети MPLS.

## 6.2 Туннелирование в MPLS и тракты LSP VC

Тракты коммутации на основе меток (LSP) MPLS, называемые "туннельными (туннелирующими) LSP", соединяют пару PE. Внутри одного туннельного LSP могут группироваться несколько "LSP виртуального соединения" (LSP VC) (см. рисунок 2). Каждый LSP VC переносит трафик постоянного виртуального соединения (PVC) или коммутируемого виртуального соединения (SVC) с ретрансляцией кадров в одном направлении. Так как LSP является однонаправленным, обычно будет нужна пара LSP VC, переносящая трафик в противоположных направлениях, для каждого PVC или SVC с ретрансляцией кадров.

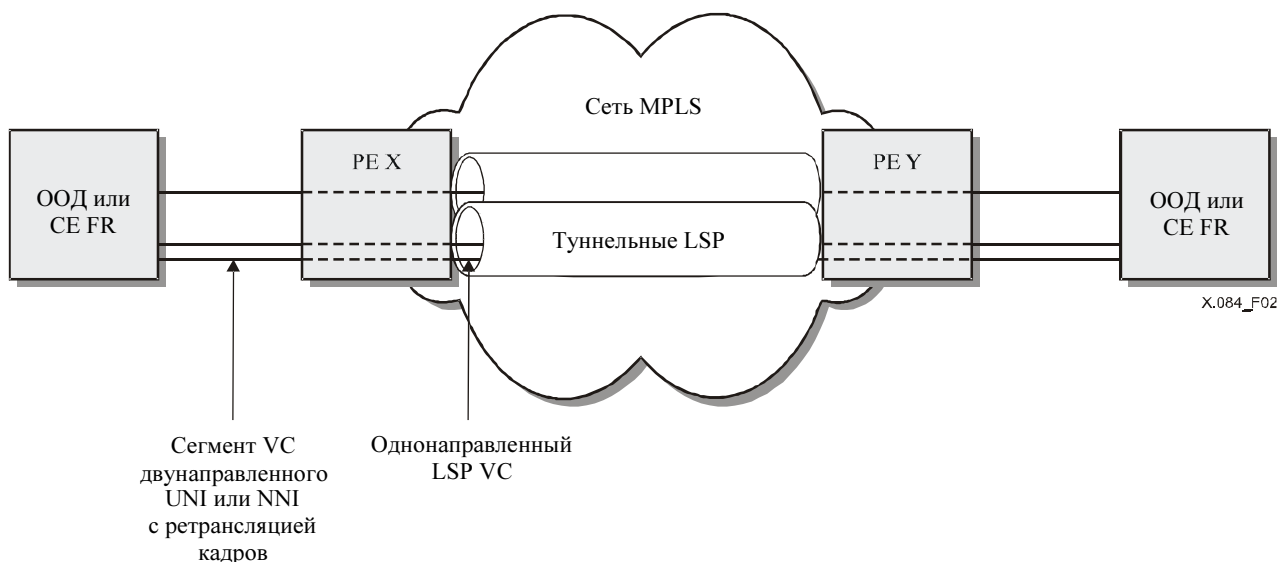


Рисунок 2/X.84 – Туннелирование и тракты LSP VC

В случае туннельных LSP один туннельный LSP транспортирует пакеты FR-MPLS, например, от PE X к PE Y, а другой туннельный LSP транспортирует пакеты FR-MPLS в обратном направлении. Соответствующая метка не говорит PE Y о виртуальном соединении с ретрансляцией кадров. Если используется выталкивание в предпоследний участок (PHP) согласно RFC 3031, то PE Y не будет никогда видеть метку туннеля. Если PE X сам является предпоследним участком, то метка туннеля не будет продвигаться. В этом примере PE X является входным устройством PE, а PE Y – выходным устройством PE.

В случае, когда PE X должен передать кадр FR к PE Y, он сначала вставляет метку VC в свой набор меток, а затем вставляет метку туннеля. Метка VC не просматривается, пока пакет FR-MPLS не достигнет PE Y. PE Y продвинет пакет на основе метки VC. "Метка VC" идентифицирует виртуальное соединение ретрансляции кадров.

Обычно метка VC должна быть всегда внизу набора меток, а метка туннеля, если имеется, должна быть непосредственно перед меткой VC. Когда пакет транспортируется через сеть MPLS, могут быть продвинуты (а затем удалены) дополнительные метки, если они необходимы. Если PE X и PE Y являются непосредственно смежными узлами MPLS, то они могут совсем не использовать метку туннеля.

### 6.3 Взаимоотношение между VC ретрансляции кадров и LSP VC MPLS

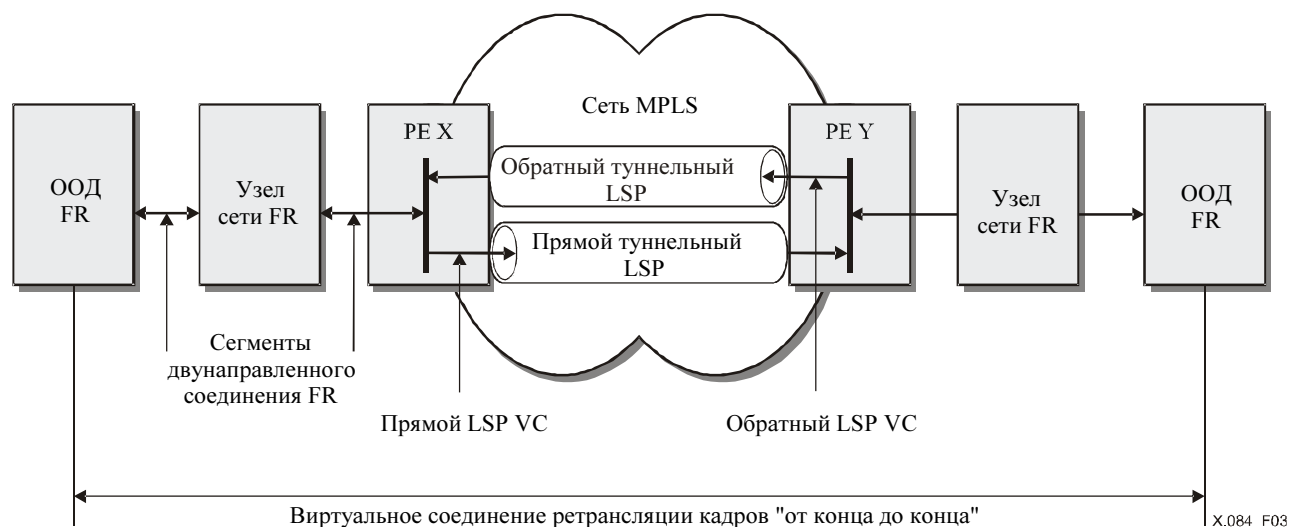
VC ретрансляции кадров рассматриваются как двунаправленные объекты в основном по причине пути, который они создают и идентифицируют. Одиночный идентификатор соединения звена данных (DLCI) ретрансляции кадров относится к двум направлениям VC ретрансляции кадров. Сигнализация ретрансляции кадров устанавливает два направления одновременно. Но вообще, два направления VC ретрансляции кадров могут иметь отличающиеся характеристики трафика и качества обслуживания (КО). Общее управление ресурсами в реализации ретрансляции кадров обрабатывает каждое направление отдельно и независимо. С другой стороны, тракты LSP MPLS являются однонаправленными и устанавливаются раздельно. LSP VC в каждом направлении должен соответствовать характеристикам соответствующего направления VC ретрансляции кадров. Взаимодействие ретрансляции кадров и MPLS требует, чтобы сегменты VC ретрансляции кадров взаимодействовали с парой LSP MPLS.

Обычно VC ретрансляции кадров содержит несколько сегментов: один на каждом UNI, один или больше сегментов внутри сети с ретрансляцией кадров или между сетями с ретрансляцией кадров, а в случае взаимодействия FR-MPLS имеется пара LSP VC между двумя PE.

Во время создания VC ретрансляции кадров должна быть установлена пара LSP VC между двумя PE. Рисунок 3 иллюстрирует взаимосвязь между туннельным LSP, LSP VC и VC ретрансляции кадров. Для одного VC ретрансляции кадров, установленного от конца до конца, имеются два LSP VC; LSP от X до Y транспортирует трафик от PE X к PE Y, а LSP от Y до X транспортирует трафик в обратном направлении. Несколько LSP VC могут группироваться внутри одного туннельного LSP.

LSP VC от X до Y является передающим LSP VC для PE X и приемным LSP для PE Y. Аналогично, LSP от Y до X является передающим LSP для Y и приемным LSP для X.

В домене (области) ретрансляции кадров DLCI идентифицирует VC ретрансляции кадров, а в домене MPLS метки LSP VC с возможными разными значениями идентифицируют пару LSP VC, по одному значению метки для каждого LSP.



ПРИМЕЧАНИЕ. – PE имеет функции взаимодействия "ретрансляция кадров/MPLS".

**Рисунок 3/X.84 – VC ретрансляции кадров "от конца до конца" и LSP MPLS**

В направлении от PE X к PE Y туннельный LSP транспортирует пакеты FR-MPLS от PE X до PE Y, а соответствующая метка не связана с каким-либо VC ретрансляции кадров.

## 6.4 Режимы отображения при ретрансляции кадров через MPLS

Для ретрансляции кадров по сетям MPLS определены два режима отображения:

- 1) Первый называется режимом отображения "один-к-одному". При режиме "один-к-одному" для каждого VC ретрансляции кадров устанавливается пара LSP MPLS (по одному для каждого направления трафика) между двумя PE, как описано в предыдущем разделе.
- 2) Второй режим отображения называется режимом "многие-к-одному". При этом режиме отображения несколько VC ретрансляции кадров, передаваемых между двумя устройствами ретрансляции кадров (CE) и управляемых одним и тем же VC сигнализации ретрансляции кадров, прикрепляются к одной паре LSP MPLS. В этом режиме все VC ретрансляции кадров (включая канал сигнализации, имеющий DLCI = 0) прозрачно транспортируются между двумя PE.

В разделах 8, 9 и 12 показано, что инкапсуляция информации с ретрансляцией кадров различается для этих двух режимов отображения.

## 7 Требования при ретрансляции кадров через MPLS

В этом разделе перечисляются требования ретрансляции кадров, которые должны удовлетворяться в конфигурации "ретрансляция кадров через сеть MPLS".

- 1) Транспортировка кадров: должна иметься возможность переносить как кадры с данными пользователя, так и кадры управления сетью (например, кадры эксплуатации, администрирования и технического обслуживания, OAM) в одном и том же LSP VC.
- 2) Длина кадра: должны транспортироваться кадры ретрансляции кадров переменной длины без ограничения размером максимального блока передачи (MTU) сети MPLS.
- 3) Отображение VC: должно поддерживаться соответствие 1:2 между сегментом VC ретрансляции кадров и парой LSP VC, так как VC ретрансляции кадров являются двунаправленными элементами, а LSP MPLS – однонаправленными элементами.
- 4) Порядок следования кадров: кадры ретрансляции кадров должны доставляться в том же порядке, в каком они были переданы. Правильный порядок следования будет достигаться с помощью порядковых номеров или других средств.
- 5) Биты управления: должна поддерживаться транспортировка битов DE (Приемлемость сброса), FECN (Явное уведомление приемника о перегрузке), BECN (Явное уведомление источника о перегрузке) и C/R (указатель Команда/Ответ).
- 6) Сигнализация о статусе PVC: должны поддерживаться отображение и транспортировка указателей активности и неактивности PVC. Следует обеспечивать поддержку непрерывной проверки. Отметим, что сигнализация о статусе PVC остается для изучения.
- 7) Управление трафиком: необходимо иметь возможность отображать следующие параметры управления трафиком ретрансляции кадров в параметры LSP VC:
  - a) обязательная информационная скорость (CIR) или пропускная способность;
  - b) обязательный размер пачки ( $B_c$ );
  - c) превышенный размер пачки ( $B_e$ );
  - d) максимальный размер кадра.

Должны поддерживаться характеристики службы с ретрансляцией кадров, определяемые параметрами трафика ретрансляции кадров, путем установления соответственно выбранных туннельных LSP.

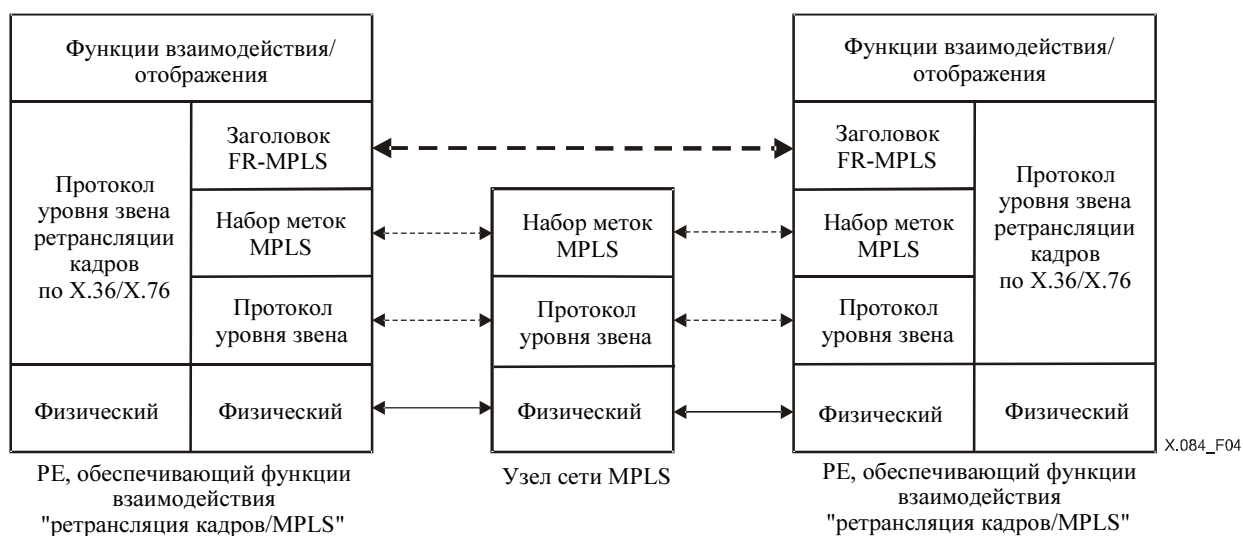
- 8) Приоритет кадров и КО: следует поддерживать возможность отображать разные приоритеты или классы КО ретрансляции кадров в соответственно выбранные туннели и тракты LSP VC.

## 8 Набор протоколов и формат кадра

### 8.1 Набор протоколов переноса данных

PE на стороне MPLS имеет несколько протокольных уровней, как показано на рисунке 4. Над физическим уровнем расположен протокол уровня звена. Над уровнем звена расположен уровень инкапсуляции и обработки заголовка MPLS, выполняющий функции MPLS, например обработку набора меток, определенную в RFC 3032, а также управление трафиком и организацию очереди. Этот уровень обработки MPLS взаимодействует с сетью MPLS. Заголовок FR-MPLS передается между двумя PE.

PE на стороне ретрансляции кадров имеет физический уровень и протокол уровня звена ретрансляции кадров. Поддерживаются как UNI, так и NNI ретрансляции кадров, определенные в Рекомендациях МСЭ-Т X.36 и X.76. Функции взаимодействия или отображения выполняют действия, необходимые для переноса кадров от стороны ретрансляции кадров к стороне MPLS и наоборот.

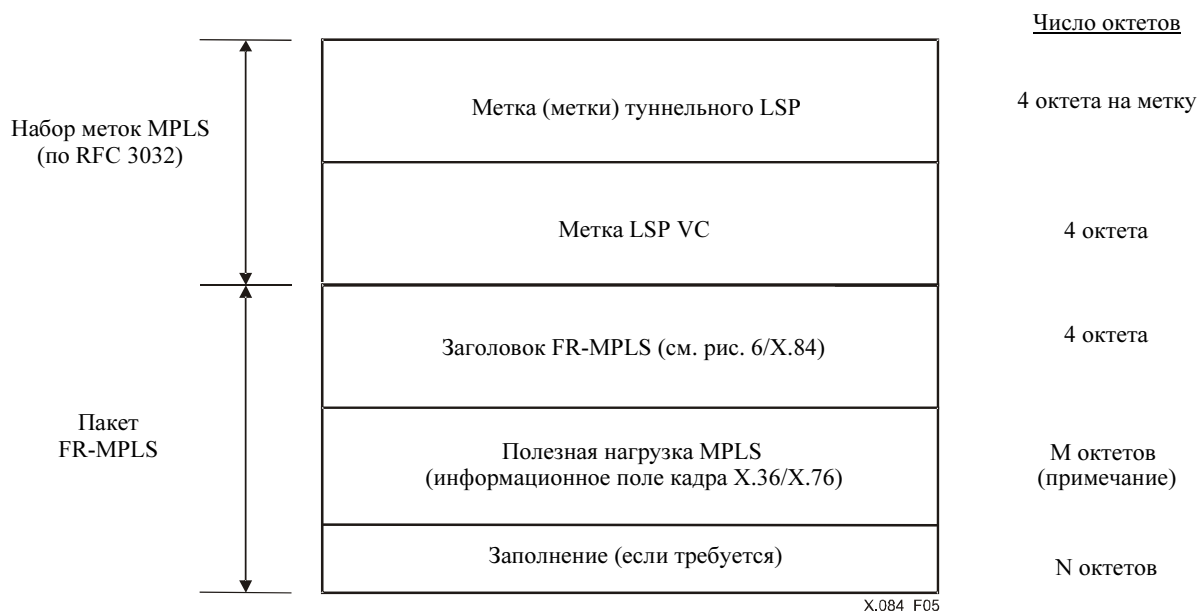


ПРИМЕЧАНИЕ. – Рек. МСЭ-Т X.36 и X.76 заменили Рек. МСЭ-Т Q.922 и содержат тот же протокол уровня звена ретрансляции кадров, который определен в базовой службе звена в Рек. МСЭ-Т Q.922.

Рисунок 4/X.84 – Наборы протоколов переноса данных

### 8.2 Формат пакета FR-MPLS для режима отображения "один-к-одному"

На рисунке 5 показан формат пакета FR-MPLS для режима "один-к-одному". Пакет FR-MPLS содержит заголовок FR-MPLS, за которым следуют поле полезной нагрузки и поле заполнения, если требуется. Полезная нагрузка может содержать данные пользователя или сетевые данные. В случае данных пользователя поле полезной нагрузки содержит информационное поле ретрансляции кадров. Набор меток LSP MPLS, определенных в RFC 3032, предшествует пакету FR-MPLS. Набор меток MPLS и пакеты FR-MPLS инкапсулируются в кадр уровня звена. Спецификация протокола этого уровня звена не входит в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации. Это может быть любой уровень звена, используемый между PE и сетью MPLS.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Число октетов "по умолчанию" для поля полезной нагрузки (только информационного поля ретрансляции кадров из X.36/X.76) определено в Рек. МСЭ-Т X.36 и X.76. Если оно превышает MTU, то может использоваться фрагментация.

**Рисунок 5/X.84 – Формат пакета FR-MPLS для режима "один-к-одному"**

Ниже поясняется значение полей пакета FR-MPLS (рисунок 5) для режима отображения "один-к-одному".

### 8.2.1 Метка (метки) туннельного LSP

Метка (метки) туннельного LSP используется (используются) узлами сети MPLS для продвижения пакета FR-MPLS от одного PE к другому. Так как LSP MPLS являются однонаправленными, для создания двунаправленного транспортирования требуется пара туннельных LSP, переносящая трафик в противоположных направлениях. Метка туннельного LSP является некоторой стандартной меткой MPLS, определенной в RFC 3032. Может быть несколько туннельных LSP, так как сеть MPLS может использовать более одного туннеля согласно RFC 3031.

Бит S должен быть установлен в 0, указывая, что это не является низом набора меток.

Установка полей EXP и TTL в метках туннеля не входит в предмет рассмотрения настоящей Рекомендации.

### 8.2.2 Метка LSP VC

Метка LSP VC определяет один LSP, прикрепленный к VC FR в одном направлении. Метка (метки) туннельного LSP и метка LSP VC вместе образуют набор меток MPLS. Один туннельный LSP MPLS может поддерживать более одного LSP VC. Метка LSP VC является некоторой стандартной меткой MPLS, определенной в RFC 3032.

Так как LSP MPLS является однонаправленным, для случая двунаправленных VC FR будут существовать два разных LSP VC, по одному для каждого направления в соединении. Они могут иметь разные значения метки.

Бит S должен быть установлен в 1 для указания, что это является низом набора.

Значение TTL в метке VC и установка битов EXP остаются для изучения.

### 8.2.3 Заголовок FR-MPLS

Заголовок FR-MPLS содержит протокольную информацию управления. Его структура показана на рисунке 6.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Резерв				F	B	D	C	Резерв		Длина						Порядковый номер															

Рисунок 6/Х.84 – Структура заголовка FR-MPLS для режима "один-к-одному"

Значения полей в заголовке пакета FR-MPLS (рисунок 6) следующие:

#### Резерв (биты 0–3)

Резервные биты. Они устанавливаются в НУЛЬ на передаче и игнорируются на приеме.

#### F (бит 4)

Бит FECN (Явное уведомление приемника о перегрузке) FR.

#### B (бит 5)

Бит BECN (Явное уведомление источника о перегрузке) FR.

#### D (бит 6)

Бит DE FR указывает на приемлемость сброса.

#### C (бит 7)

Бит C/R (Команда/Ответ) кадра FR.

#### Резерв (биты 8 и 9)

Зарезервированы для факультативных процедур фрагментации и сборки. Когда процедуры фрагментации и сборки не поддерживаются, они устанавливаются в НУЛЬ на передаче и игнорируются на приеме.

#### Длина (биты 10–15)

Поле длины используется в сочетании с заполнением коротких пакетов FR-MPLS, когда протокол уровня звена (известным примером является Ethernet) требует минимальной длины кадра.

Если общая длина пакета FR-MPLS меньше 64 байтов, то должно выполняться заполнение.

Когда заполнение короткого пакета FR-MPLS выполнено, поле длины указывает сумму длин следующих полей пакета FR-MPLS (рисунок 5), указанных в байтах: заголовок FR-MPLS и полезная нагрузка. В остальных случаях поле длины должно быть установлено в НУЛЬ. Значение поля длины, если оно не нулевое, используется для удаления знаков заполнения в выходном PE.

#### Порядковый номер (биты 16–31)

Порядковые номера обеспечивают один возможный механизм для гарантирования упорядоченной доставки пакетов FR-MPLS. Поле порядковых номеров указывает порядковый номер пакета FR-MPLS. Используется повторяющийся список порядковых номеров. Порядковый номер принимает значение от 1 до 65535 ( $2^{16} - 1$ ). Очередные порядковые номера генерируются путем прибавления 1 к предыдущему порядковому номеру, вплоть до максимального значения 65535. Следующим порядковым номером после 65535 будет 1. Значение НУЛЬ указывает, что поле порядковых номеров не используется.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Использование порядковых номеров может не требоваться, если сеть сама гарантирует упорядоченную доставку пакетов FR-MPLS.

## 8.2.4 Полезная нагрузка

Поле полезной нагрузки соответствует информационному полю кадра ретрансляции кадров, определенному в Рекомендациях МСЭ-Т X.36 и X.76, после удаления стаффинга (вставки) битов/октетов. Число байтов "по умолчанию" в информационном поле равно 262 октетам. Рекомендациях МСЭ-Т X.36 и X.76 предлагают поддерживать размер, по меньшей мере, 1600 октетов. Максимальная длина поля полезной нагрузки должна быть согласована между двумя PE во время установления LSP VC.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Открывающий и закрывающий флаги кадра ретрансляции кадров, адресное поле и поле FCS не включаются в полезную нагрузку.

## 8.2.5 Заполнение

Заполнение содержит некоторое количество знаков (возможно, нуль знаков), чтобы довести размер пакета "FR через MPLS" до минимального размера, как этого требует протокол нижележащего уровня звена, например протокол IEEE 802.3/Ethernet. В качестве заполняющего знака может использоваться любой 8-битовый знак с десятичным значением от 0 до 255.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Предел длины пакета в 64 октета, ниже которого требуется заполнение, совпадает с минимальным размером кадра Ethernet.

## 9 Обработка пакета FR-MPLS для режима отображения "один-к-одному"

### 9.1 Генерация пакетов FR-MPLS

Процесс генерации пакета FR-MPLS инициируется тогда, когда PE получил кадр ретрансляции кадров от одного из своих UNI или NNI ретрансляции кадров. PE выполняет следующие действия (не обязательно в указанном порядке):

- Он генерирует такие поля заголовка FR-MPLS из соответствующих полей кадра ретрансляции кадров следующим образом:
  - Бит Команда/Ответ (C/R, или C): Бит C копируется без изменения в заголовок FR-MPLS.
  - Индикатор приемлемости сброса (DE, или D): Бит D устанавливается в заголовке FR-MPLS следующим образом: Этот бит, если используется, устанавливается в 1, указывающую на требование сбрасывать кадр ранее других кадров в ситуации перегрузки.
    - Установка бита D в PE является факультативной. Однако никакой PE не будет очищать этот бит (устанавливать его в 0, если он был получен со значением 1). PE, который не обеспечивает уведомление о приемлемости сброса, будет пропускать этот бит без изменения. Сети при наличии перегрузки не ограничиваются только сбросом кадров с D = 1.
  - Явное уведомление приемника о перегрузке (FECN, или бит F): FECN может устанавливаться перегруженным PE для уведомления пользователя о том, что следует начать процедуры предотвращения перегрузки, где они применимы, для трафика в направлении пакета FR-MPLS, переносящего это FECN.
    - Бит F устанавливается в 1 для указания пункту назначения, что полученные им кадры встретились с перегрузкой ресурсов. Этот бит может использоваться пунктом назначения для корректировки своей скорости передачи.
    - Хотя установка бита F в PE является факультативной, никакой PE не будет очищать этот бит (устанавливать его в 0, если он был получен со значением 1). PE, который не обеспечивает FECN, будет пропускать этот бит без изменения.
  - Явное уведомление источника о перегрузке (BECN, или бит B): BECN следует тем же правилам обработки, что и FECN, но он применяется к противоположному направлению.
  - Длина: Если длина пакета (определяемая как длина информационного поля кадра ретрансляции кадров плюс длина заголовка FR-MPLS) меньше 64 байтов, то в поле



длины ДОЛЖНА быть установлена эта длина пакета. В остальных случаях в поле длины ДОЛЖЕН быть установлен НУЛЬ. Значение поля длины, если оно не нулевое, может использоваться для удаления заполнения; см. 8.2.5.

- Порядковый номер: См. 9.1.1.

- Он обрабатывает поля полезной нагрузки и заполнения следующим образом: Полезная нагрузка пакета FR-MPLS является содержимым информационного поля кадра ретрансляции кадров после освобождения от стаффинга битов или октетов. FCS удаляется перед инкапсуляцией MPLS. За полем полезной нагрузки могут следовать заполняющие знаки, если они требуются протоколом уровня звена, чтобы довести пакет FR-MPLS до минимальной длины.

Чтобы передать пакет FR-MPLS к его следующему пункту назначения, дополнительная обработка выполняется нижележащими протокольными уровнями.

### 9.1.1 Установка порядкового номера

Поле порядкового номера устанавливается в зависимости от того, используется оно или нет.

Если входной PE поддерживает возможность порядковой нумерации, то используется следующая процедура нумерации пакетов FR-MPLS:

- В начальном передаваемом пакете FR-MPLS ДОЛЖЕН использоваться порядковый номер 1.
- В любом последующем пакете порядковый номер будет равен порядковому номеру предыдущего пакета, увеличенному на 1, вплоть до максимального значения 65535.
- Когда порядковый номер достиг максимального 16-битового значения (65535), следующий порядковый номер возвращается к 1 (значение 0 пропускается).

Если PE не поддерживает обработку порядковых номеров, то поле порядкового номера должно устанавливаться в 0.

## 9.2 Прием пакетов FR-MPLS

Когда выходной PE получил пакет FR-MPLS, он обрабатывает различные поля заголовка FR-MPLS, чтобы образовать новый кадр ретрансляции кадров для передачи к CE через UNI или NNI FR. PE выполняет следующие действия (не обязательно в указанном порядке):

- Он генерирует такие поля заголовка кадра FR из соответствующих полей пакета FR-MPLS следующим образом:
  - Бит C/R копируется без изменения в заголовок ретрансляции кадров.
  - Бит D копируется в бит DE заголовка ретрансляции кадров следующим образом: Если он был установлен в ЕДИНИЦУ во входящем пакете FR-MPLS, то он должен копироваться без изменения в заголовок кадра FR либо, в зависимости от политики управления трафиком в PE, при состоянии его перегрузки пакет FR-MPLS может быть отброшен.  
В остальных случаях, если бит D был установлен в НУЛЬ, то он может устанавливаться в НУЛЬ или ЕДИНИЦУ в зависимости от политики управления трафиком, выполняемой устройством PE. Установка этого бита в PE является факультативной.
  - Бит F копируется в бит FECN заголовка ретрансляции кадров следующим образом: Если он был установлен в ЕДИНИЦУ во входящем пакете FR-MPLS, то он должен копироваться без изменения в заголовок ретрансляции кадров. В остальных случаях он был установлен в НУЛЬ.  
Бит F может быть установлен в НУЛЬ или ЕДИНИЦУ в зависимости от состояния занятости устройства PE в прямом направлении. Установка этого бита в PE является факультативной. Если PE не поддерживает FECN, то он будет пропускать этот бит без изменения.
  - BECN следует тем же правилам обработки, что и FECN, но он применяется к противоположному направлению.
  - Он обрабатывает поля длины и порядкового номера; детали описываются в последующих подразделах.
- Он восстанавливает информационное поле ретрансляции кадров из содержимого полезной нагрузки пакета FR-MPLS после удаления заполняющих знаков и восстанавливает подходящий DLCI.

Когда вышеперечисленные поля кадра FR будут сформированы, должна быть вычислена FCS, должны быть добавлены флаги HDLC и должен быть выполнен стаффинг битов или байтов. Такой кадр FR помещается в очередь на передачу по выбранному UNI или NNI ретрансляции кадров.

### 9.2.1 Проверка порядкового номера в выходном PE

Когда получен пакет FR-MPLS, порядковый номер обрабатывается следующим образом:

- Если порядковый номер пакета равен 0, то пакет обходит проверку порядкового номера.  
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Порядковый номер, равный 0, означает, что порядковые номера не используются. С помощью общего управления или сигнализации два PE определяют, будут ли использоваться порядковые номера.
- В других случаях, если порядковый номер пакета  $\geq$  ожидаемому порядковому номеру, а порядковый номер пакета минус ожидаемый порядковый номер  $< 32768$ , то пакет соответствует порядку следования.
- В других случаях, если порядковый номер пакета  $<$  ожидаемого порядкового номера, а ожидаемый порядковый номер минус порядковый номер пакета  $\geq 32768$ , то пакет соответствует порядку следования.
- В остальных случаях пакет не соответствует порядку следования.

Если пакет соответствует порядку следования, то он прошел проверку порядкового номера, а ожидаемый порядковый номер устанавливается по одному из следующих присвоений:

ожидаемый\_порядковый\_номер := порядковый\_номер\_пакета + 1, вплоть до максимума 65535, после которого он пропускает нуль и возвращается от 65535 к 1.

если (ожидаемый\_порядковый\_номер = 0), то ожидаемый\_порядковый\_номер := 1.

Пакеты FR-MPLS, полученные с нарушением порядка следования, должны сбрасываться, если они не могут быть восстановлены в порядке следования без внесения значительных задержек.

Если выходной PE получил чрезмерное число пакетов FR-MPLS с нарушением порядка следования, то он должен информировать об этом плоскость управления, ответственную в PE за функцию взаимодействия FR-MPLS, и предпринять подходящие действия. Порог для определения того, что получено чрезмерное число пакетов FR-MPLS с нарушением порядка следования, не определяется в настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Чрезмерное число пакетов FR-MPLS с нарушением порядка следования влияет так же, как чрезмерное число потерь пакетов в VC ретрансляции кадров.

### 9.2.2 Обработка поля длины в приемнике

Любой заполняющий знак, если он присутствует после поля полезной нагрузки принятого пакета FR-MPLS, должен удаляться перед продвижением данных к следующему пункту назначения.

Описываемая здесь процедура используется для удаления знаков заполнения.

Если поле\_длины установлено в НУЛЬ, то после поля полезной нагрузки нет знаков заполнения.

В остальных случаях заполняющие знаки включены, а их длина вычисляется так:

Длина пакета FR-MPLS охватывает заголовок FR-MPLS и полезную нагрузку. Она не охватывает набор меток MPLS. Следовательно, Длина\_заполнения = Длина пакета FR-MPLS – Поле\_длины.

После вычисления длины поля заполнения знаки в количестве Длина\_заполнения удаляются из конца пакета FR-MPLS.

### 9.3 Обработка ошибочных состояний

Если PE получил пакет FR-MPLS с заголовком, имеющим недействительное содержимое, то он должен быть отброшен. Например:

- недействительная или неназначенная метка туннеля или VC;
- значение, отличающееся от НУЛЯ, для первых четырех битов заголовка FR-MPLS;
- поле длины с содержимым, превышающим или равным 64;
- значение, отличающееся от НУЛЯ, у двух битов, зарезервированных для фрагментации (битов 8 и 9 в заголовке FR-MPLS), когда фрагментация не используется.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Ошибки на уровне звена не рассматриваются в настоящей Рекомендации.

### 9.4 Факультативные процедуры фрагментации и сборки

Полезная нагрузка пакета FR-MPLS нормально пересылается через LSP VC в виде одиночного PDU. Однако имеются случаи, когда комбинация размера полезной нагрузки и связанного с ней заголовка может превысить максимальный блок передачи (MTU) сетевого тракта. Когда пакет превышает MTU конкретной сети, фрагментация и сборка позволяет пакету пройти через сеть и достичь своего заданного пункта назначения.

Процедуры фрагментации для режима "один-к-одному" являются факультативными и могут быть согласованы между местным и удаленным PE с помощью сигнализации или могут быть предусмотрены в обоих PE. Эти процедуры не применяются к режиму "многие-к-одному".

Фрагментация и сборка в сетевых устройствах обычно требуют значительно больше ресурсов, чем передача пакета в виде одиночного блока. Поэтому фрагментацию и сборку следует избегать всегда, когда возможно. Избежать фрагментацию позволят такие решения:

- правильные конфигурация и общее управление размерами MTU между CE, PE и через сеть MPLS;
- адаптивные меры, работающие с передающим CE для уменьшения размеров пакетов в источнике, как определено в RFC 1191 и 1981.

#### 9.4.1 Режим отображения "один-к-одному" с фрагментацией

Процедура фрагментации для режима отображения "один-к-одному" использует имеющийся порядковый номер и два зарезервированных бита (биты 8 и 9) перед полем длины в качестве битов управления.

На рисунке 7 показана структура заголовка FR-MPLS для режима отображения "один-к-одному" с фрагментацией. Ниже приводится описание битов управления фрагментацией (битов 8 и 9 поля длины):

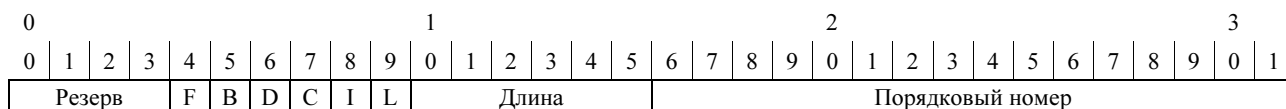


Рисунок 7/X.84 – Структура заголовка FR-MPLS с фрагментацией

#### Бит начального фрагмента (I)

Бит начального (Initial, I) фрагмента устанавливается в НУЛЬ в первом фрагменте, выделенном из кадра ретрансляции кадров, и устанавливается в ЕДИНИЦУ во всех других фрагментах, выделенных из того же кадра.

#### Бит последнего фрагмента (L)

Бит последнего (Last, L) фрагмента устанавливается в НУЛЬ в последнем фрагменте и устанавливается в ЕДИНИЦУ во всех других фрагментах.

Пакет, содержащий целый нефрагментированный кадр ретрансляции кадров, имеет оба бита I и L, установленные в НУЛЬ. PE, которые не поддерживают функции фрагментации, будут устанавливать оба бита I и L в НУЛЬ.

## Порядковый номер

РЕ, которые поддерживают фрагментацию в режиме "один-к-одному", обращаются с порядковыми номерами согласно 9.1.1 и 9.2.1. Свойство порядкового номера используется выходным РЕ для обнаружения фрагментов с нарушением порядка следования или потерянных фрагментов.

Так как значение НУЛЬ указывает на неиспользование порядкового номера, использование порядковых номеров для фрагментации должно следовать тому же правилу, что и увеличение порядкового номера. Оно пропускает НУЛЬ и возвращается от 65535 к 1.

Фрагментация производится во входном РЕ, а сборка производится в выходном РЕ после получения фрагмента пакета FR-MPLS.

Серия фрагментов данных создается путем фрагментации ретранслируемой полезной нагрузки (информационного поля) на несколько фрагментов. Образованные фрагменты должны передаваться в том же порядке, в каком они появлялись в кадре до фрагментации.

Каждый фрагмент в серии содержит биты перегрузки ретрансляции кадров (F, B, D) и бит C в битах управления заголовка FR-MPLS.

Первый фрагмент, передаваемый по VC (после того, как VC стал активным), может иметь порядковый номер, установленный в любое значение (не равное НУЛЮ), а далее порядковый номер должен увеличиваться на 1 для каждого переданного фрагмента.

РЕ, поддерживающий фрагментацию пакетов с инкапсулированным кадром FR, должен выполнять следующие процедуры.

- Пакет FR-MPLS, переносящий первый фрагмент кадра ретрансляции кадров, должен иметь бит начального фрагмента (I), установленный в НУЛЬ. В последующих фрагментах бит I будет установлен в ЕДИНИЦУ.
- Пакет FR-MPLS, переносящий последний фрагмент кадра FR, должен иметь бит последнего фрагмента (L), установленный в НУЛЬ. Для пакетов, переносящих другие фрагменты того же кадра FR, бит L будет установлен в ЕДИНИЦУ.
- Пакет FR-MPLS, переносящий целый нефрагментированный кадр FR, будет иметь оба бита I и L, установленные в НУЛЬ.
- Пакет FR-MPLS, переносящий не начальный и не последний фрагмент, будет иметь оба бита I и L, установленные в ЕДИНИЦУ.

### 9.4.2 Процедуры сборки

Приемник каждого LSP VC должен следить за входящими порядковыми номерами и сохранять самый последний принятый порядковый номер. Приемник обнаруживает конец собираемого кадра, когда он получает фрагмент, несущий бит L, установленный в 0. Сборка кадра завершается, если получены все порядковые номера вплоть до этого фрагмента.

Отметим, что биты перегрузки ретрансляции кадров (F, B, D) из всех фрагментов должны подвергаться логической операции ИЛИ, а результаты – включаться в собранный кадр.

Приемник обнаруживает потерю кадров, когда один или больше порядковых номеров пропущены. Когда в VC обнаружена потеря фрагмента или фрагментов, приемник должен сбросить еще не собранные и последующие принятые фрагменты из этого VC до получения первого фрагмента, несущего бит I, установленный в 0. Этот фрагмент, имеющий бит I = 0, используется для начала сборки нового кадра.

В случае ошибки (например, один или больше фрагментов потеряны из-за ошибки передачи или перегрузки буферного накопителя сборки) фрагменты, которые не могут быть восстановлены в исходный кадр, должны сбрасываться приемником.

## 10 Организация PVC FR

Организация PVC FR требует следующих действий: Все PE и CE конфигурируются независимо для каждого UNI или NNI сегментов PVC FR. Могут использоваться некоторые из параметров конфигурации PVC FR:

- исходящая и входящая пропускная способность (CIR);
- исходящий и входящий обязательные размеры пачки (B<sub>c</sub>);
- исходящий и входящий превышенные размеры пачки (B<sub>e</sub>);
- исходящая и входящая максимальная длина кадра;
- DLCI, прикрепленный к PVC FR на месте;
- класс приоритета по переносу и сбросу FR либо класс обслуживания FR, прикрепленный к VC FR, если они используются.

Установление VC ретрансляции кадров через сеть MPLS требует пары LSP VC, установленной между двумя PE, как описано в 6.3. Пропускная способность LSP VC для трафика должна удовлетворять требованиям к PVC FR по трафику и КО согласно параметрам конфигурации PVC FR.

## 11 Аспекты управления трафиком

В Рекомендациях МСЭ-Т X.36 и X.146 определен ряд различных параметров трафика и классов качества обслуживания (КО).

Когда туннельный LSP используется для переноса нескольких VC ретрансляции кадров с разными комбинациями параметров трафика и классов КО, этот туннельный LSP должен быть способен обеспечивать требуемое КО для всех VC ретрансляции кадров. В сети MPLS, которая не обеспечивает дифференциацию КО для отдельных пакетов, туннельный LSP должен удовлетворять наиболее строгим требованиям к КО из всех VC ретрансляции кадров, переносимых этим туннельным LSP.

### Использование дифференцированного обслуживания для ретрансляции кадров по MPLS

Если сеть MPLS поддерживает агрегаты режима дифференцированного обслуживания (DiffServ), которые определены в информационных RFC 2475 и 3260, то пакеты MPLS могут обрабатываться с разными приоритетами в режиме "по участкам" (PHB). Для этого случая в RFC 3270 определены два разных типа LSP; оба они могут использоваться для туннельного LSP:

- Label-Only-Inferred-PSC LSP (L-LSP);
- EXP-Inferred-PSC LSP (E-LSP).

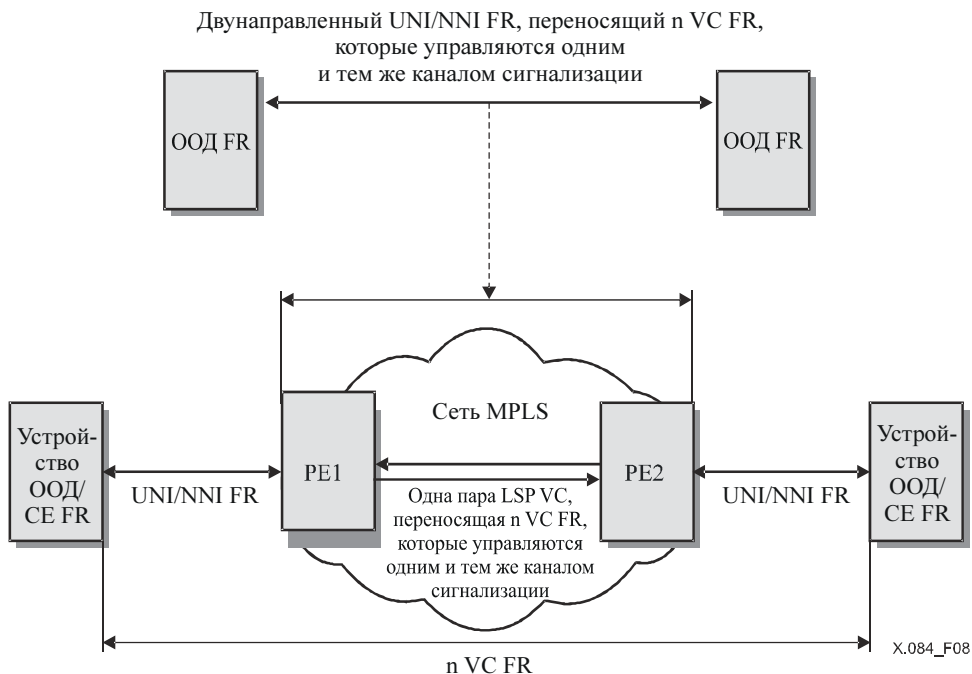
Если в качестве туннельного LSP используется L-LSP, то класс планирования PHB для каждого пакета получается из метки без всякой другой информации (например, без учета значения поля EXP). В этом случае LSP будет удовлетворять наиболее строгим требованиям по КО из всех VC ретрансляции кадров, туннелированных этим LSP.

Если в качестве туннельного LSP используется E-LSP, то для определения PHB, применяемого для каждого пакета, используется поле EXP метки туннеля, то есть разные пакеты в одном LSP могут получать разное КО. Поле EXP из трех битов в метке туннеля может представлять восемь разных комбинаций режима "по участкам" (PHB) и уровней приоритета по сбросу. Отображение PHB в поля EXP либо явно передается при установке метки, либо сообщается в виде отображения до конфигурации.

## 12 Режим отображения "многие-к-одному" при ретрансляции кадров

### 12.1 Общие положения

Режим отображения "многие-к-одному" при ретрансляции кадров является факультативным для сети. На рисунке 8 показан принцип организации режима отображения "многие-к-одному" при ретрансляции кадров.



ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Между парой устройств ретрансляции кадров (CE) n VC FR, объединенные в одной паре LSP VC MPLS, управляются одним и тем же каналом сигнализации.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Функции обработки порядковых номеров и функции взаимодействия расположены в PE.

**Рисунок 8/X.84 – Принцип организации режима "многие-к-одному" при ретрансляции кадров**

В верхней части рисунка 8 показаны два устройства ретрансляции кадров, соединенные через UNI или NNI ретрансляции кадров. Между ними конфигурированы n VC ретрансляции кадров. Эти n VC ретрансляции кадров управляются одним и тем же каналом сигнализации, использующим DLCI = 0.

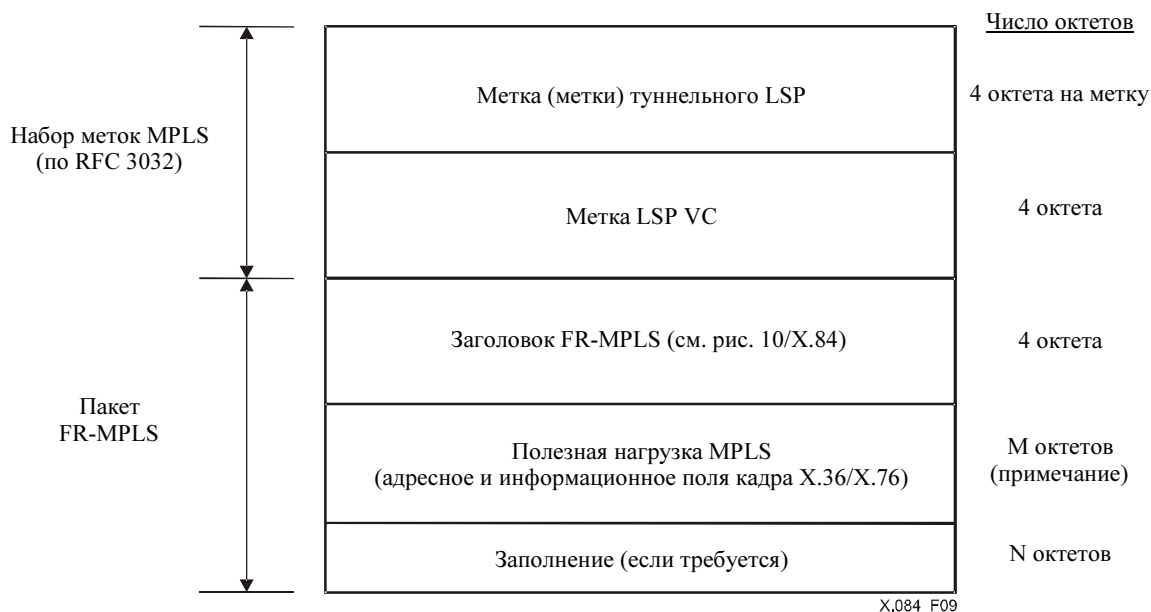
Нижняя часть рисунка 8 показывает замену физического интерфейса ретрансляции кадров на пару PE и пару LSP VC (один LSP VC для каждого направления трафика между PE1 и PE2). Интерфейсом между устройством FR и PE является либо UNI, либо NNI FR. Набор VC FR, который управляется одним и тем же каналом сигнализации с DLCI = 0, отображается между двумя PE в одну пару LSP VC. В этом режиме отображения "многие-к-одному" PE не различает отдельные VC FR, в PE нет конфигурации отдельного VC FR. PE обрабатывает набор VC FR как единую совокупность. Параметры трафика и КО FR, перечисленные в разделах 10 и 11, прикрепляются к совокупному трафику, протекающему по интерфейсу между CE и PE, а не к отдельному VC FR; управление может выполняться для этой совокупности.

Режим FR "многие-к-одному" обеспечивает транспортировку между двумя PE полного кадра FR, за исключением открывающего и закрывающего флагов и комбинации проверки кадра (FCS), а также с устраненным стаффингом битов/байтов.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В качестве аналогии отметим, что режим отображения FR-MPLS "многие-к-одному" до некоторой степени похож на соединение виртуального тракта в сети ATM, которое содержит канал сигнализации. Промежуточные узлы MPLS не обрабатывают никаких функций контроля за статусом ретрансляции кадров.

## 12.2 Формат пакета для режима отображения "многие-к-одному"

Формат пакета для режима "многие-к-одному" и отображение кадра ретрансляции кадров показаны на рисунке 9.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Поле полезной нагрузки содержит информационное поле и адресное поле ретрансляции кадров по X.36/X.76 (включая DLCI и поля управления).

**Рисунок 9/X.84 – Формат пакета FR-MPLS для режима отображения "многие-к-одному"**

Ниже поясняется значение полей пакета FR-MPLS (рисунок 9) для режима "многие-к-одному":

### Метка (метки) туннельного LSP

См. 8.2.1.

### Метка LSP VC

Метка LSP VC определяет один LSP, прикрепленный к набору VC FR, который управляется одним и тем же каналом сигнализации в ретрансляции кадров. Имеется пара LSP VC для двух направлений трафика. См. 8.2.2.

### Заголовок FR-MPLS

Заголовок FR-MPLS содержит протокольную информацию управления. Его структура показана на рисунке 10. Управляющие биты ретрансляции кадров (F, B, D и C) в режиме "многие-к-одному" не кодируются в этом заголовке, а биты 4–7 устанавливаются в НУЛЬ.

Использование полей длины и порядкового номера такое же, как для режима "один-к-одному", со следующими исключениями:

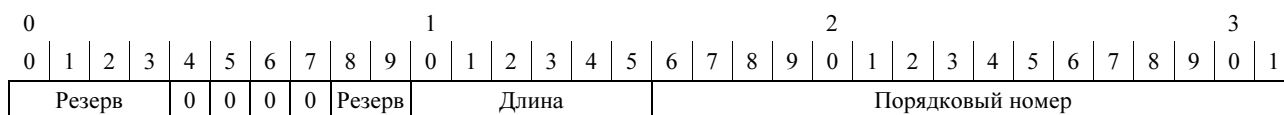
Имеется один счетчик порядковых номеров для набора VC FR, и нет счетчиков в каждом индивидуальном VC FR. При вычислении длины пакета FR-MPLS для решения о необходимости заполнения используется длина кадра FR.

### Полезная нагрузка MPLS

Полезная нагрузка содержит адресное поле (в том числе DLCI и управляющие биты) и информационное поле кадра ретрансляции кадров без открывающего и закрывающего флагов, стаффинга битов/октетов и FCS, которые удалены.

## Заполнение

Заполнение содержит некоторое количество знаков (возможно, нуль знаков), чтобы довести размер пакета FR-MPLS до минимального размера, как этого требует протокол уровня звена, например протокол IEEE 802.3/Ethernet. В качестве заполняющего знака может использоваться любой 8-битовый знак с десятичным значением от 0 до 255.



**Рисунок 10/X.84 – Структура заголовка FR-MPLS для режима "многие-к-одному"**

Два равноправных PE должны так установить максимальный размер кадра FR, чтобы он мог быть помещен в MTU LSP.

### 12.3 Обработка режима "многие-к-одному"

Когда PE получит кадр FR от устройства FR (ООД или CE FR), он удалит флаги, устранив стаффинг битов/байтов и проверит поле FCS для обнаружения возможных ошибок передачи. Если ошибки передачи имеются, то кадр отбрасывается. Если нет, то кадр FR инкапсулируется в качестве полезной нагрузки, направляемой к удаленному PE. FCS и флаги удаляются до инкапсуляции MPLS. В PE не должны изменяться какие-либо поля кадра ретрансляции кадров; они будут продвигаться к удаленному PE так, как они были получены от устройства FR.

Обработка полей длины и порядкового номера аналогична описанной в 9.1 и 9.2, со следующим отличием. Имеется один счетчик порядковых номеров для набора VC FR, и нет счетчиков в каждом индивидуальном VC FR. Порядковый номер контролирует только упорядоченный прием пакетов FR-MPLS, принадлежащих к совокупности VC FR.

Если выходной PE получил чрезмерное число пакетов FR-MPLS с нарушением порядка следования, то он должен информировать об этом плоскость общего управления, ответственную в PE за функцию взаимодействия FR-MPLS, и предпринять подходящие действия. Порог для определения того, что получено чрезмерное число пакетов FR-MPLS с нарушением порядка следования, не определяется в настоящей Рекомендации.

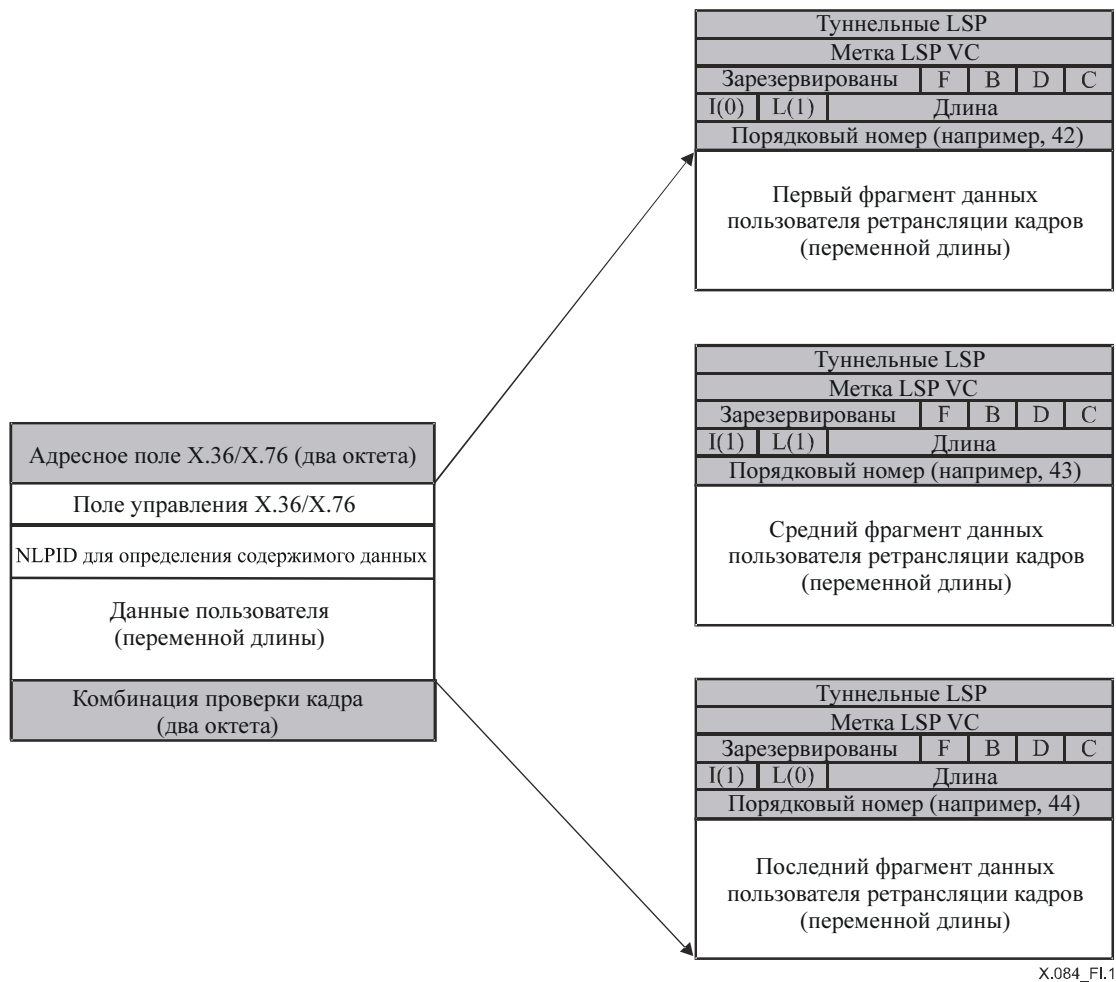
Получив пакет FR-MPLS, удаленный PE выделяет поле полезной информации, инкапсулирует результат в кадр FR (добавив флаги и FCS) для передачи к местному устройству FR.



## Добавление I

### Пример фрагментации для режима отображения "один-к-одному"

Пример процедуры фрагментации в режиме "один-к-одному" показан на рисунке I.1. Октеты из белого поля указывают ту часть данных исходного кадра, которая разделяется на фрагменты (на три фрагмента в этом примере). Для этого примера был выбран случайный начальный порядковый номер 42.



X.084\_FI.1

Рисунок I.1/X.84 – Пример фрагментации для режима отображения "один-к-одному"

## ЛИТЕРАТУРА

- IETF RFC 1191: *Path MTU Discovery*, November 1990.
- IETF RFC 1981: *Path MTU Discovery for IP version 6*, August 1996.
- RFC 2475: *An architecture for Differentiated Services*, December 1998.
- RFC 3260: *New Terminology and Clarifications for Diffserv*, April 2002.
- ITU-T Recommendation G.805 (2000), *Generic functional architecture of transport networks*.
- ITU-T Recommendation M.20 (1992), *Maintenance philosophy for telecommunication networks*.
- ITU-T Recommendation Y.1710 (2002), *Requirements for Operation & Maintenance functionality in MPLS networks*.
- ITU-T Recommendation Y.1711 (2004), *Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks*.
- ITU-T Recommendation Y.1720 (2003), *Protection switching for MPLS networks*.



## СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
<b>Серия X</b>	<b>Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем</b>
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола (IP) и сети следующего поколения
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи