

МСЭ-Т G.8113.1/Y.1372.1

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

(11/2012)

СЕРИЯ G: СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ,
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Аспекты передачи пакетов по транспортным сетям –
MPLS и аспекты транспортирования сообщений

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО
ПРОТОКОЛА И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

Аспекты межсетевого протокола – Транспортирование

**Механизмы эксплуатации, управления и
технического обслуживания для MPLS-TP
в пакетных транспортных сетях**

Рекомендация МСЭ-Т G.8113.1/Y.1372.1

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ G
СИСТЕМЫ И СРЕДА ПЕРЕДАЧИ, ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЧ-СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНЫМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ И ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	G.7000–G.7999
АСПЕКТЫ ПЕРЕДАЧИ ПАКЕТОВ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ	G.8000–G.8999
Аспекты, касающиеся Ethernet поверх транспортного уровня	G.8000–G.8099
MPLS и аспекты транспортирования сообщений	G.8100–G.8199
Параметры качества и готовности	G.8200–G.8299
Управление обслуживанием	G.8600–G.8699
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999

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

Рекомендация МСЭ-Т G.8113.1/Y.1372.1

Механизмы эксплуатации, управления и технического обслуживания для MPLS-TP в пакетных транспортных

Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т G.8113.1/Y.1372.1 устанавливаются механизмы эксплуатации, управления и технического обслуживания (ОАМ) плоскости пользователя в сетях на основе транспортных профилей многопротокольной коммутации с использованием меток (MPLS-TP), которые отвечают требованиям ОАМ MPLS-TP, определенным в [IETF RFC 5860]. Также определяются форматы пакетов ОАМ MPLS-TP, синтаксис и семантика полей этих пакетов.

Механизмы ОАМ, определенные в настоящей Рекомендации, подразумевают общую переадресацию пользовательских пакетов и ОАМ-пакетов MPLS-TP. В транспортных сетях обратный маршрут ОАМ всегда находится внутри полосы.

Описанные в настоящей Рекомендации механизмы ОАМ MPLS-TP применимы к имеющим совмещенный маршрут двусторонним соединениям MPLS-TP пункта с пунктом. Односторонние соединения MPLS-TP пункта с пунктом и пункта со многими пунктами будут описаны в одной из будущих версий настоящей Рекомендации.

В настоящей Рекомендации соблюдается транспортный профиль MPLS, определенный IETF. В случае несовпадений в описаниях архитектуры, основы и протоколов, относящихся к MPLS-TP, в настоящей Рекомендации МСЭ-Т и общепринятых стандартах RFC IETF, последние имеют приоритет.

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия
1.0	МСЭ-Т G.8113.1/Y.1372.1	20.11.2012 г.	15-я

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). 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.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются 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.

Соблюдение положений данной Рекомендации осуществляется на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" ("shall") или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" ("must"), а также их отрицательные формы. Употребление таких слов не означает, что от какой-либо стороны требуется соблюдение положений данной Рекомендации.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или выполнение настоящей Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, действительности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, доказываются ли такие права членами МСЭ или другими сторонами, не относящимися к процессу разработки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2014

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения.....	1
2 Справочные документы	1
3 Определения.....	2
3.1 Термины, определенные в других документах	2
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации	2
4 Сокращения.....	3
5 Условные обозначения.....	5
6 Функциональные компоненты	5
6.1 Объект обслуживания (ME).....	5
6.2 Группа объектов обслуживания (MEG).....	6
6.3 Оконечные точки MEG (MEP)	6
6.4 Промежуточные точки MEG (MIP).....	8
6.5 Серверная MEP	10
7 Функции OAM	10
7.1 Идентификация пакетов OAM среди пакетов пользовательского трафика	10
7.2 Определение функций OAM.....	11
8 Форматы пакетов OAM (эксплуатации, управления и технического обслуживания)....	15
8.1 Стандартные пакеты OAM.....	15
8.2 Форматы PDU OAM, основанные на Y.1731	16
8.3 Канал связи управления (MCC).....	24
8.4 Канал связи сигнализации (SCC)	24
9 Процедуры OAM MPLS-TP	24
9.1 Процедуры OAM MPLS-TP на основе PDU Y.1731	24
Приложение А – Заявление о применимости OAM MPLS-TP для пакетной транспортной сети (PTN).....	33
Дополнение I – Сценарии сети MPLS-TP	34
I.1 Пример вложения групп MEG.....	34
Библиография	35

Механизмы эксплуатации, управления и технического обслуживания для MPLS-TP в пакетных транспортных сетях

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации устанавливаются механизмы эксплуатации, управления и технического обслуживания (ОАМ) для транспортных профилей многопротокольной коммутации с использованием меток (MPLS-TP), которые могут применяться в пакетных транспортных сетях (PTN). Определяются механизмы ОАМ плоскости пользователя в сетях MPLS-TP, которые отвечают требованиям, определенным в [IETF RFC 5860]. Также определяются форматы пакетов ОАМ MPLS-TP, синтаксис и семантика полей этих пакетов.

Механизмы ОАМ, определенные в настоящей Рекомендации, подразумевают общую переадресацию пользовательских пакетов и ОАМ-пакетов MPLS-TP. В транспортных сетях обратный маршрут ОАМ всегда находится внутри полосы.

Описанные в настоящей Рекомендации механизмы ОАМ MPLS-TP применимы к сонаправленным двусторонним соединениям пункта с пунктом MPLS-TP. Односторонние соединения пункта с пунктом и пункта со многими пунктами MPLS-TP будут описаны в одной из будущих версий настоящей Рекомендации.

Настоящая Рекомендация обеспечивает представление технологии MPLS-TP с помощью методик, которые использовались для других технологий транспортировки данных (например, синхронной цифровой иерархии (СЦИ), оптической транспортной сети (ОТС) и Ethernet)¹.

2 Справочные документы

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

- | | |
|----------------|---|
| [ITU-T G.805] | Recommendation ITU-T G.805 (2000), <i>Generic functional architecture of transport networks</i> . |
| [ITU-T G.806] | Рекомендация МСЭ-Т G.806 (2004 г.), <i>Характеристики транспортного оборудования – Методика описания и общие принципы работы</i> . |
| [ITU-T G.826] | Recommendation ITU-T G.826 (2002), <i>End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections</i> . |
| [ITU-T G.7710] | Recommendation ITU-T G.7710/Y.1701 (2007), <i>Common equipment management function requirements</i> . |
| [ITU-T G.7712] | Рекомендация МСЭ-Т G.7712/Y.1703 (2010 г.), <i>Архитектура и спецификация сети передачи данных</i> . |

¹ Предполагается, что настоящая Рекомендация должна быть согласована с запросами RFC MPLS IETF, на которые в этой Рекомендации содержатся нормативные ссылки.

- [ITU-T G.8010] Рекомендация МСЭ-Т G.8010/Y.1306 (2004 г.), *Архитектура сетей уровня Ethernet*, с Поправкой 1 (2006 г.).
- [ITU-T G.8013] Recommendation ITU-T G.8013/Y.1731 (2011), *OAM functions and mechanisms for Ethernet based networks*.
- [ITU-T G.8021] Recommendation ITU-T G.8021/Y.1341 (2010), *Characteristics of Ethernet transport network equipment functional blocks*.
- [ITU-T G.8110.1] Recommendation ITU-T G.8110.1/Y.1370.1 (2011), *Architecture of MPLS Transport Profile (MPLS-TP) layer network*.
- [ITU-T M.20] Recommendation ITU-T M.20 (1992), *Maintenance philosophy for telecommunication networks*.
- [ITU-T M.1400] Рекомендация МСЭ-Т M.1400 (2006 г.), *Обозначения для соединений между сетями операторов*.
- [IETF RFC 3031] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.
- [IETF RFC 3032] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.
- [IETF RFC 4385] IETF RFC 4385 (2006), *Pseudowire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Control Word for Use over an MPLS PSN*.
- [IETF RFC 3443] IETF RFC 3443 (2003), *Time To Live (TTL) Processing in Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Networks*.
- [IETF RFC 5462] IETF RFC 5462 (2009), *Multiprotocol Label Switching (MPLS) Label Stack Entry: "EXP" Field Renamed to "Traffic Class" Field*.
- [IETF RFC 5586] IETF RFC 5586 (2009), *MPLS Generic Associated Channel*.
- [IETF RFC 5654] IETF RFC 5654 (2009), *Requirements of an MPLS Transport Profile*.
- [IETF RFC 5718] IETF RFC 5718 (2010), *An In-Band Data Communication Network For the MPLS Transport Profile*.
- [IETF RFC 5860] IETF RFC 5860 (2010), *Requirements for Operations, Administration and Maintenance (OAM) in MPLS Transport Networks*.
- [IETF RFC 6371] IETF RFC 6371 (2011), *Operations, Administration and Maintenance Framework for MPLS-Based Transport Networks*.

3 Определения

В настоящей Рекомендации вводится терминология, необходимая для обсуждения функциональных компонентов сети, связанных с ОАМ. Эти определения соответствуют терминологии МСЭ-Т G.805.

3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в [ITU-T G.806]:

- **дефект (defect)**;
- **авария (failure)**.

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

В настоящей Рекомендации определяется следующий термин:

3.2.1 транспортный профиль MPLS (MPLS Transport Profile): Набор функций многопротокольной коммутации с использованием меток (MPLS), применяемых для поддержки пакетных транспортных служб и операций сетей.

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы:

IDM	One-way Delay Measurement	Одностороннее измерение задержки
A	Adaptation function	Функция адаптации
ACH	Associated Channel Header	Заголовок объединенного канала
AIS	Alarm Indication Signal	Сигнал индикации аварийного состояния
AP	Access Point	Точка доступа
APS	Automatic Protection Switching	Автоматическое переключение защиты
C	Customer	Клиент
CC	Continuity Check	Проверка целостности
CCM	Continuity Check Message	Сообщение проверки целостности
C-DCI	Client – Defect Clear Indication	Клиент – Индикация снятия дефекта
CFI	Client Failure Indication	Индикация аварии клиента
CSF	Client Signal Fail	Отсутствие сигнала клиента
CV	Connectivity Verification	Подтверждение возможности установления соединения
DCC	Data Communication Channel	Канал передачи данных
DM	Delay Measurement	Измерение задержки
DMM	Delay Measurement Message	Сообщение измерения задержки
DMR	Delay Measurement Reply	Ответ измерения задержки
DT	Diagnostic Test	Диагностический тест
ES	Experimental Specific	Зависящий от эксперимента
EXM	Experimental OAM Message	Сообщение ОАМ данного эксперимента
EXP	Experimental	Экспериментальный
EXR	Experimental OAM Reply	Ответ ОАМ данного эксперимента
FC	Frame Count	Число кадров
G-ACh	Generic Associated Channel	Общий объединенный канал
GAL	G-ACh Label	Метка общего объединенного канала
IANA	Internet Assigned Numbers Authority	Орган присвоения номеров Интернета
ICC	ITU-T Carrier Code	Код несущей МСЭ-Т
ID	Identifier	Идентификатор
IETF	Internet Engineering Task Force	Целевая группа по инженерным проблемам интернета
IF	Interface	Интерфейс
IO	Intermediate Operator	Оператор-посредник
IP	Intermediate Provider	Поставщик-посредник
LBM	Loopback Message	Сообщение обратной связи
LBR	Loopback Reply	Ответ обратной связи
LCK	locked Signal	Сигнал блокировки

LER	Label Edge Router	Пограничный маршрутизатор с коммутацией меток
LM	Loss Measurement	Измерение потерь
LMM	Loss Measurement Message	Сообщение измерения потерь
LMR	Loss Measurement Reply	Ответ измерения потерь
LOC	Loss Of Continuity	Потеря целостности
LSE	Label Stack Entry	Элемент стека меток
LSP	Label Switched Path	Маршрут с коммутацией по меткам
LSR	Label Switch Router	Маршрутизатор с коммутацией меток
MCC	Management Communication Channel	Канал связи управления
ME	Maintenance Entity	Объект технического обслуживания
MEG	Maintenance Entity Group	Группа объектов обслуживания
MEL	MEG Level	Уровень MEG
MEP	MEG End Point	Оконечная точка MEG
MIP	MEG Intermediate Point	Промежуточная точка MEG
MMG	Mismerge	Ошибка слияния
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	Многопротокольная коммутация с использованием меток
MPLS-TP	MPLS Transport Profile	Транспортный профиль MPLS
N	Network	Сеть
NE	Network Element	Узел сети
Num	Number	Номер/число
O	Operator	Оператор
OAM	Operation, Administration & Maintenance	Эксплуатация, управление и техническое обслуживание
OpCode	Operations Code	Код операций
OSS	Operations Support System	Система эксплуатационной поддержки
OTN	Optical Transport Network	ОТС Оптическая транспортная сеть
P	Provider	Поставщик
PD	Packet Delay	Задержка пакетов
PDU	Protocol Data Unit	Блок протокольных данных
PDV	Packet Delay Variation	Колебание задержки пакета
PHB	Per-Hop Forwarding Behaviour	Режим переадресации на участке
PRBS	Pseudo-Random Bit Sequence	Псевдослучайная битовая последовательность
PSN	Packet Switched Network	Сеть с коммутацией пакетов
PW	PseudoWire	Псевдопровод
PWE3	PseudoWire Emulation Edge-to-Edge	Псевдопроводная эмуляция прямого соединения
RDI	Remote Defect Indication	Удаленная индикация дефектов
RFC	Requests for Comments	Запросы на комментарии
Rx	Receive	Прием/вход

S	Stack		Стек
SCC	Signalling Communication Channel		Канал связи сигнализации
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	СЦИ	Синхронная цифровая иерархия
Sk	Sink		Приемник
SLA	Service Level Agreement	СУО	Соглашение об уровне обслуживания
So	Source		Источник
SPME	Sub-Path Maintenance Entity		Объект обслуживания подмаршрута
SRV	Server		Сервер
TC	Traffic Class		Класс трафика
TCM	Tandem Connection Monitoring		Контроль тандемного соединения
TLV	Type, Length, and Value		Тип, длина и значение
TrCP	Traffic Conditioning Point		Точка регуляции трафика
TSB	Telecommunication Standardization Bureau	БСЭ	Бюро стандартизации электросвязи
TST	Test		Испытание
TTL	Time To Live		Время жизни
Tx	Transmit		Передача
UNI	User Network Interface		Интерфейс сети пользователя
UNL	Unexpected (MEG) Level		Неожиданный уровень MEG
UNM	Unexpected MEP		Неожиданное значение MEP
UNP	Unexpected Period		Неожиданный период
UNPr	Unexpected Priority		Неожиданный приоритет
VCCV	Virtual Circuit Connectivity Verification		Подтверждение возможности установления виртуального соединения
VS	Vendor-Specific		Относящийся к конкретному поставщику
VSM	Vendor Specific OAM Message		Сообщение OAM конкретного поставщика
VSR	Vendor Specific OAM Reply		Ответ OAM конкретного поставщика

5 Условные обозначения

На схемах для составных функций оконечных точек групп объектов обслуживания (MEP) и промежуточных точек MEG (MIP) применяются обозначения [ITU-T G.8010].

Значения полей блока протокольных данных (PDU) OAM выражены в десятичном формате.

6 Функциональные компоненты

6.1 Объект обслуживания (ME)

Объект обслуживания (ME) может рассматриваться как соединение между двумя оконечными точками MEG (MEP), с помощью которого производится обслуживание и контроль сетевого или тандемного соединения.

В случае сонаправленного двустороннего соединения пункта с пунктом определяется единый двунаправленный ME для совпадающего контроля обоих направлений.

6.2 Группа объектов обслуживания (MEG)

Группа объектов обслуживания (MEG) – набор из одного или нескольких ME, принадлежащих одному соединению и обслуживаемых и контролируемых в качестве единой группы.

6.2.1 Контроль тандемного соединения (TCM)

Контроль тандемного соединения (TCM) может осуществляться путем реализации объекта обслуживания подмаршрута (SPME), как описано в [IETF RFC 6371], имеющего однозначное соответствие с контролируемым соединением. Затем SPME можно контролировать средствами обычного наблюдения маршрута с коммутацией по меткам (LSP).

При создании SPME между двумя несмежными узлами оконечные узлы SPME становятся смежными в клиентской сети подуровня, а любой узел, находившийся ранее между ними, становится промежуточным для SPME.

TCM могут быть вложенными, но не могут пересекаться.

6.3 Оконечные точки MEG (MEP)

Оконечной точкой MEG (MEP) обозначается оконечная точка MEG, ответственная за инициацию и ликвидацию пакетов OAM, используемых для управления отказами и контроля показателей работы.

MEP может создать пакет OAM, который далее будет передан на соответствующую одноранговую точку MEP, либо на промежуточный узел MIP, являющийся частью группы MEG.

Поскольку MEP соответствует завершению маршрута переадресации MEG на данном (под)уровне, при должным образом настроенной и свободной от ошибок реализации пакеты OAM никогда не выходят за пределы MEG.

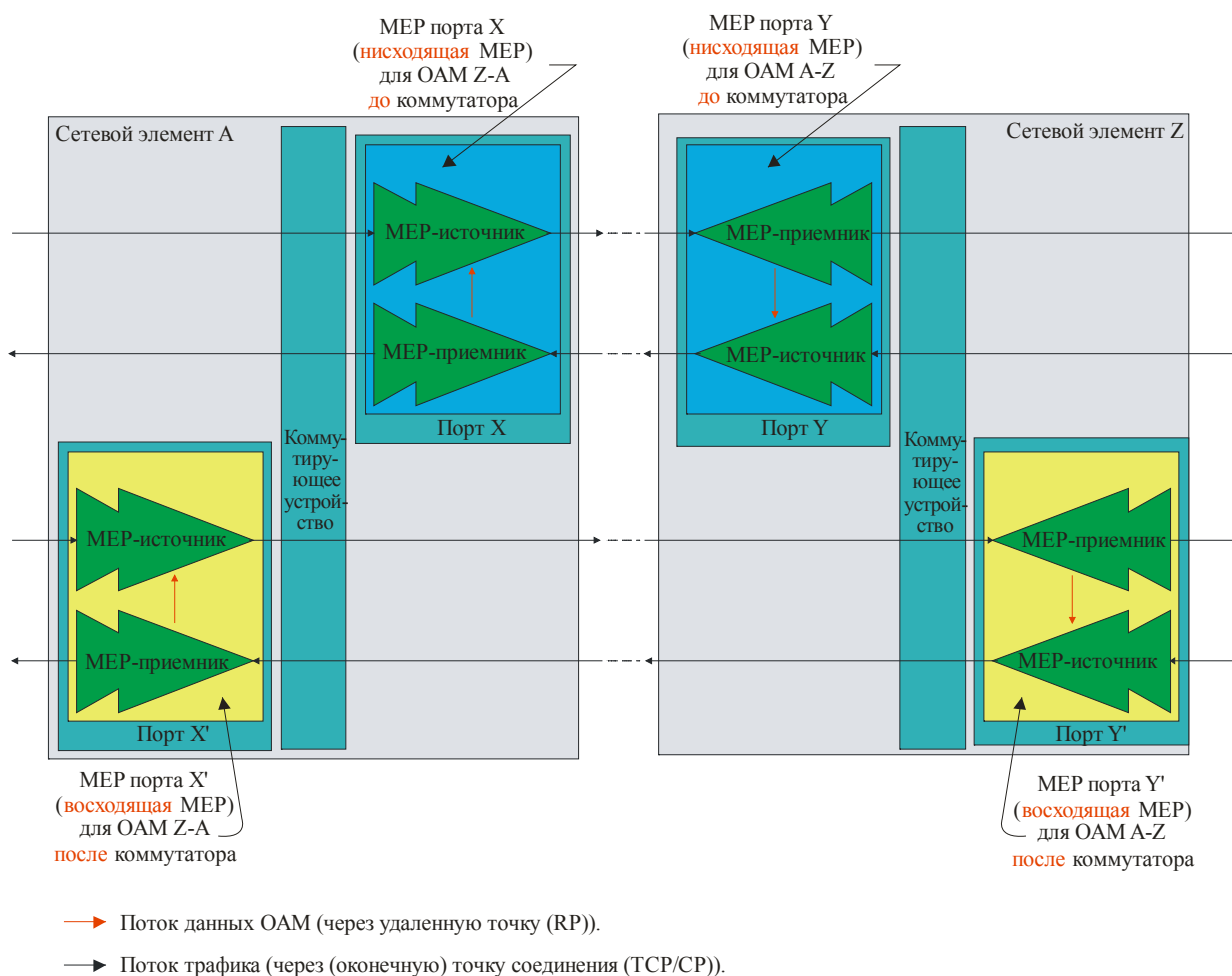
MEP может относиться к узлу либо интерфейсу.

Узловая MEP – точка, расположенная где-то внутри одного узла. В рамках того же узла в той же MEG не может быть других промежуточных (MIP) либо оконечных (MEP) точек.

Интерфейсная MEP (per-interface MEP) – точка, расположенная на конкретном интерфейсе в пределах узла. В частности, интерфейсная MEP называется восходящей либо нисходящей ("Up MEP" и "Down MEP" соответственно) в зависимости от расположения по отношению к функции соединения², как показано на рисунке 6-1.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Возможна установка двух восходящих MEP одной MEG, по одной на каждой стороне функции соединения; в таком случае MEG является полностью внутренней по отношению к узлу.

² Функция соединения в [IETF RFC 6371] называется "процессор переадресации".



G.8113.1(11)_F06-1

Рисунок 6-1 – Восходящие/нисходящие МЕР

На рисунке 6-1, выше, МЕР транспортного объекта, пересекающего интерфейсный порт X сетевого элемента А, является нисходящей МЕР. Аналогичным образом, МЕР интерфейсного порта Y сетевого элемента Z также является нисходящей МЕР. Следует учитывать, что интерфейсный порт может поддерживать несколько транспортных объектов. На рисунке показан только один транспортный объект. Для упрощения эти две МЕР будут называться МЕР_{AX} и МЕР_{ZY}. Если две эти МЕР принадлежат одной и той же MEG (т. е. они являются одноранговыми), поток данных ОАМ (например, пакеты ОАМ петлевой проверки) от МЕР_{AX} к МЕР_{ZY} будет обрабатываться (возвращаться) узлом МЕР_{ZY}, а функция соединения узла NE-Z не будет участвовать в этом потоке ОАМ. Аналогичным образом, пакеты ОАМ от МЕР_{ZY} к МЕР_{AX} будут обрабатываться МЕР_{AX} и не пересекают функцию соединения сетевого элемента А.

На рисунке 6-1, выше, МЕР транспортного объекта, пересекающего интерфейсный порт X' сетевого элемента А, является восходящей МЕР. Аналогичным образом, МЕР интерфейсного порта Y' сетевого элемента Z также является восходящей МЕР. Если две эти точки МЕР (МЕР_{AX'} и МЕР_{ZY'}) принадлежат одной и той же MEG, пакеты ОАМ (например, пакеты петлевой проверки) от МЕР_{AX'} к МЕР_{ZY'} будут проходить через функцию соединения сетевого элемента Z, а затем обрабатываться МЕР_{ZY'}. Таким образом, функция соединения сетевого элемента Z участвует в этом потоке ОАМ. Аналогичным образом, пакеты ОАМ от МЕР_{ZY'} к МЕР_{AX'} будут обрабатываться узлом МЕР_{AX'} и не пересекают функцию соединения сетевого элемента А.

Более подробное описание содержится в документе [IETF RFC 6371].

6.4 Промежуточные точки MEG (MIP)

Промежуточная точка MEG (MIP) является промежуточной точкой между двумя MEG в пределах MEG, способной реагировать на некоторые пакеты OAM и переадресовывать все остальные пакеты OAM, при этом обеспечивая единство функционирования с пакетами плоскости пользователя.

MIP не инициирует незапрашиваемые пакеты OAM, но ей могут адресоваться пакеты OAM, инициированные одной из MEG группы MEG. MIP может генерировать пакеты OAM только в ответ на пакеты OAM, отправляемые MEG, к которой она принадлежит.

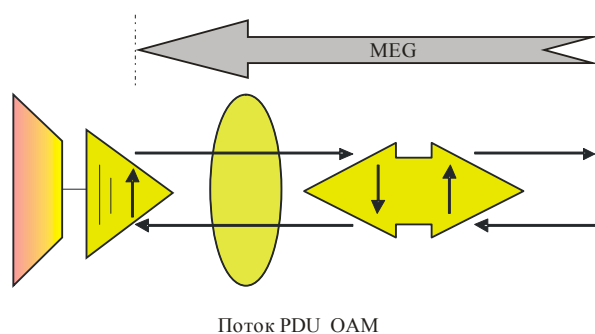
Точки MIP не участвуют в обработке потоков OAM между MEG или между MEG и другими MIP. MIP могут получать и обрабатывать только пакеты MIP, адресованные им.

MIP может являться узловой или интерфейсной точкой.

Узловая MIP – это MIP, расположенная где-то в пределах одного узла. В пределах этого узла отсутствуют другие точки MIP или MEG той же MEG.

Интерфейсная MIP – это MIP, расположенная на узловом интерфейсе независимо от функции соединения³. Эта MIP может помещаться на входном или выходном интерфейсе любого узла наряду с MEG.

Узел на краю MEG, имеющий восходящую интерфейсную точку MEG, также может поддерживать интерфейсную точку MIP на другой стороне функции соединения, как показано на рисунке 6-2.



G.8113.1(11)_F06-2

Рисунок 6-2 – Интерфейсная восходящая MEG и MIP узла на краю MEG

Промежуточный узел в пределах одной MEG может либо:

- поддерживать узловую MIP (т. е. одну MIP на узел в произвольной точке в пределах узла);
- поддерживать интерфейсные MIP (т. е. две MIP на узел, по одной с каждой стороны процессора переадресации для создания имеющих совмещенный маршрут двусторонних соединений пункта с пунктом).

Согласно [ITU-T G.8110.1], MIP функционально моделируется как две примыкающие друг к другу полуточки MIP, как показано на рисунке 6-3.

³ Функция соединения в документе [IETF RFC 6371] называется "процессор переадресации".

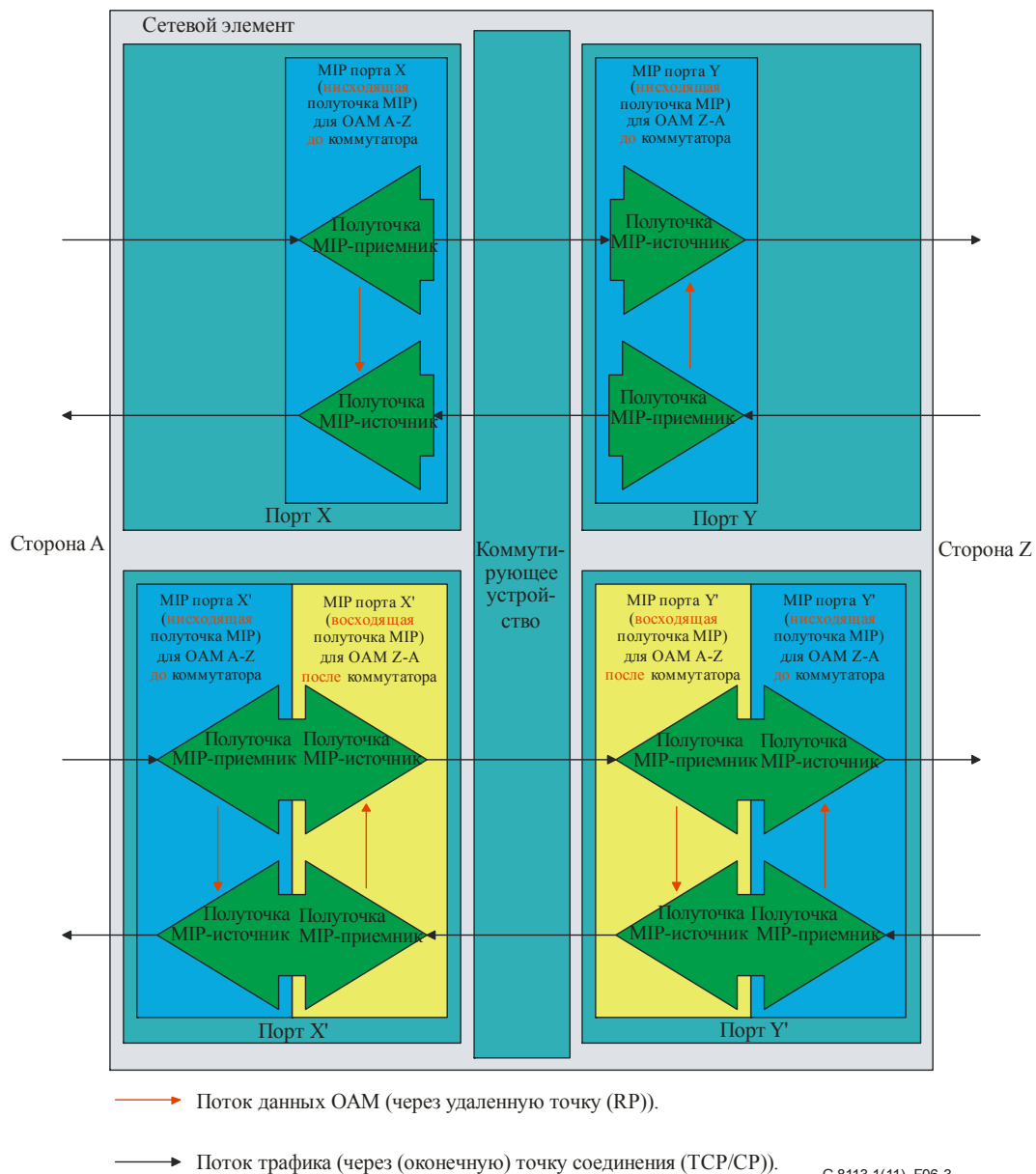


Рисунок 6-3 – Восходящие/нисходящие полуточки МР

На рисунке 6-3, выше, МР_{AX} находится в интерфейсном порту X со стороны А сетевого элемента, а МР_{ZY} – в интерфейсном порту Y со стороны Z сетевого элемента; МР_{AX'} находится в интерфейсном порту X' со стороны А сетевого элемента, а МР_{ZY'} – в интерфейсном порту Y' со стороны Z сетевого элемента.

МР_{AX} является нисходящей полуточкой МР. Она может отвечать на адресованный ей поток ОАМ со стороны А. Она не может отвечать на поток ОАМ со стороны Z, даже в том случае, когда он адресован ей.

МР_{ZY} является нисходящей полуточкой МР. Она может отвечать на адресованный ей поток ОАМ со стороны Z. Она не может отвечать на поток ОАМ со стороны А, даже в том случае, когда он адресован ей.

МР_{AX'} является полной точкой МР, состоящей из нисходящей полуточки МР и восходящей полуточки МР. Она может отвечать на адресованный ей поток ОАМ со стороны А. Она также может отвечать на адресованный ей поток ОАМ со стороны Z, проходящий через функцию соединения.

МР_{ZY'} является полной точкой МР, состоящей из нисходящей полуточки МР и восходящей полуточки МР. Она может отвечать на адресованный ей поток ОАМ со стороны Z. Она также может отвечать на адресованный ей поток ОАМ со стороны А, проходящий через функцию соединения.

6.5 Серверная МЕР

Серверная МЕР – это МЕР группы МЕР, которая:

- определена в сети "низлежащего" уровня, которая инкапсулирует и осуществляет транспорт сети уровня MPLS-TP, о котором идет речь; либо
- определена в подуровне сети "низлежащего" уровня MPLS-TP, которая инкапсулирует и осуществляет транспорт подуровня, о котором идет речь.

Серверная МЕР может совпадать с МЕР или МЕР в сети клиентского (под)уровня MPLS-TP.

Серверная МЕР также осуществляет индикацию ОАМ уровня сервера для сервера/функции адаптации MPLS-TP. Функция адаптации поддерживает состояние при маршрутизации соединений MPLS-TP, которые устанавливаются по следу этого (под)уровня сервера.

Ожидается, что серверная МЕР будет применять механизмы ОАМ, специфические для ее (под)уровня.

7 Функции ОАМ

7.1 Идентификация пакетов ОАМ среди пакетов пользовательского трафика

Для обеспечения правильного управления функционированием элементы сети MPLS-TP обмениваются пакетами ОАМ, следующими строго по тому же тракту, что и пакеты пользовательского трафика; то есть пакеты ОАМ подчиняются именно тем же схемам переадресации (например, совместному использованию конечных результатов), что и пакеты пользовательского трафика. Эти пакеты ОАМ можно отличить от пакетов пользовательского трафика путем применения структуры общего объединенного канала (G-ACh) и метки G-ACh (GAL), определенных в [IETF RFC 5586].

G-ACh является общим механизмом объединенного канала управления для секций, маршрутов с коммутацией по меткам (LSP) и псевдопроводов (PW), позволяющим осуществлять обмен пакетами ОАМ и другими сообщениями управления.

GAL является механизмом исключения на базе меток, предупреждающим пограничные маршрутизаторы с коммутацией меток (LER)/маршрутизаторы с коммутацией меток (LSR) о присутствии заголовка объединенного канала (ACh) после нижнего элемента стека.

Окончание времени жизни (TTL) является еще одним механизмом исключения, предупреждающим промежуточные маршрутизаторы LSR о присутствии пакета ОАМ, требующего обработки.

7.1.1 G-ACh

Общий объединенный канал (G-ACh) является аналогом системы проверки виртуальных соединений (VCCV) – управляющего канала, объединенного с псевдопроводом, осуществляющим передачу пакетов ОАМ и других управляющих сообщений, за исключением того, что он является общим и может передавать такие сообщения по какой-либо секции, псевдопроводу, маршруту LSP или тандемному соединению.

В частности, VCCV использует заголовок объединенного канала (ACh) для создания связанного с псевдопроводами управляющего канала между оконечными точками псевдопроводов для обмена пакетами ОАМ и другими сообщениями управления. G-ACh является объединенным управляющим каналом, сводящим к общим принципам применимость ACh к LSP и секциям, при поддержке совместимости со связанным с псевдопроводом каналом. Заголовок ACh, определенный в [IETF RFC 4385], может использоваться с дополнительными кодовыми позициями для поддержки дополнительных функций ОАМ в G-ACh и является общим для секций, маршрутов LSP, псевдопроводов и тандемных соединений. Формат G-ACh определен в разделе 8.1 в соответствии с [IETF RFC 5586].

7.1.2 GAL

Метка предупреждения G-ACh (GAL) используется для маркировки G-ACh. В частности, GAL используется для индикации того, что пакет содержит заголовок ACh, сопровождаемый неслужебной полезной нагрузкой (т. е. полезной нагрузкой пакета G-ACh), таким образом обобщая механизм объединенного канала управления для маршрутов LSP, секций и тандемных соединений.

GAL реализует механизм исключения на основе предупреждений для:

- отличия пакетов G-ACh (например, OAM, DCC, APS и т. д.) от пакетов пользовательского трафика;
- индикации того, что заголовок ACh находится сразу после нижнего элемента стека меток.

Для этой цели предназначено одно из зарезервированных значений меток, определенных в документе [IETF RFC 3032]: зарезервированное значение метки 13. Метка GAL всегда должна находиться внизу стека меток (т. е. бит S должен быть равен 1). Формат метки GAL определен в разделе 8.1 в соответствии с [IETF RFC 5586].

7.2 Определение функций OAM

Таблица 7-1 – Функции OAM

Применение	Функция OAM	
Защита от ошибок и неисправностей	Упреждающая	Проверка целостности и подтверждение возможности установления соединения (CC/CV)
		Удаленная индикация дефектов (RDI)
		Сигнал индикации аварийного состояния (AIS)
		Отсутствие сигнала клиента (CSF) ⁴
	По запросу	Подтверждение возможности установления соединения (CV)
		Диагностический тест (DT)
		Сигнал блокировки (LCK) ⁵
Контроль производительности	Упреждающий	Измерение потерь (LM)
		Измерение задержки (DM)
	По запросу	Измерение потерь (LM)
		Измерение задержки (DM)
Другие области применения	Автоматическое переключение защиты (APS)	
	Канал связи управления/канал связи сигнализации (MCC/SCC)	
	Относящийся к конкретному поставщику (VS)	
	Экспериментальные функции (EXP)	

7.2.1 Функции OAM для защиты от ошибок и неисправностей

7.2.1.1 Упреждающие функции OAM для защиты от ошибок и неисправностей

7.2.1.1.1 Проверка целостности и подтверждение возможности установления соединения

MEP-источник периодически отправляет пакеты проверки целостности (CC)/подтверждения возможности установления соединения (CV) OAM с заданной частотой. MEP-приемник контролирует поступление этих пакетов OAM CC/CV с заданной частотой и обнаруживает дефект потери целостности (LOC).

Эта функция также обнаруживает следующие дефекты подтверждения возможности установления соединения:

- ошибка слияния: непредусмотренная возможность установления соединения между двумя группами MEG;
- неожиданная точка MEP: непредусмотренная возможность установления соединения в пределах группы MEG с неожиданной точкой MEP.

Эта функция также обнаруживает следующий дефект ошибочного конфигурирования:

⁴ Отсутствие сигнала клиента (CSF) называется "индикацией аварии клиента" (CFI) в [IETF RFC 5860].

⁵ Сигнал блокировки (LCK) называется "сообщением о блокировке" в [IETF RFC 5860].

- а) неожиданный период: получение пакетов OAM CC/CV со значением поля периода, отличающимся от заданной частоты пакетов OAM CC/CV.

CC/CV в основном используется для защиты от ошибок и неисправностей, контроля производительности и переключения защиты. Точка MEP периодически отправляет упреждающий пакет OAM CC/CV с заданным периодом передачи. В транспортных сетях по умолчанию определены следующие периоды передачи:

- а) 3,33 мс: стандартный период передачи пакетов для применения переключения защиты (частота передачи 300 пакетов в секунду).
- б) 100 мс: стандартный период передачи пакетов для контроля производительности (частота передачи 10 пакетов в секунду).
- с) 1 с: стандартный период передачи пакетов для защиты от ошибок и неисправностей (частота передачи 1 пакет в секунду).

Допускается установка других периодов передачи, однако при использовании нестандартных значений не гарантируется правильная работа надлежащего применения.

7.2.1.1.2 Удаленная индикация дефектов

Удаленная индикация дефектов (RDI) – это индикатор состояния сбоя сигнала, передаваемый точкой MEP одноранговым точкам MEP. Когда точка MEP обнаруживает состояние сбоя сигнала, она отправляет RDI одноранговым точкам MEP.

RDI используется только для двусторонних соединений и связан с активацией упреждающей функции CC/CV.

7.2.1.1.3 Индикация аварийного состояния

Функция индикации аварийного состояния (AI) главным образом используется для подавления аварийных сигналов после обнаружения состояния сбоя на (под)уровне сервера. Когда серверная MEP сигнализирует о потере целостности (LOC) или сбое сигнала, она устанавливает флаг, вызывающий генерацию пакетов OAM с информацией сигнала индикации аварийного состояния (AIS), переадресуемых в нисходящем направлении потока данных к MEP-приемнику клиентского (под)уровня, которые позволяют подавлять вторичную сигнализацию (LOC и т. д.) на клиентском (под)уровне.

7.2.1.1.4 Сигнал блокировки

Функция сигнала блокировки (LCK) используется для связи с точками MEP клиентского (под)уровня, административной блокировки MEP серверного (под)уровня и, вследствие этого, прерывания потока данных, переадресуемого на клиентском (под)уровне. Это позволяет точке MEP клиентского (под)уровня, получающей пакеты с информацией LCK, отличить состояние сбоя от действия административной блокировки на MEP серверного (под)уровня. Примером применения, требующего административной блокировки MEP, является диагностический тест в нерабочем режиме, описанный в разделе 7.2.1.2.2.

Когда серверная точка MEP подвергается административной блокировке, она устанавливает флаг, вызывающий генерацию пакетов OAM с информацией LCK, передаваемых в восходящем и нисходящем направлении точкам MEP клиентского (под)уровня, пока не будет снято состояние административной блокировки (см. рисунок 7-1).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Когда серверная MEP подвергается административной блокировке, блокируется передача пользовательского трафика на серверном (под)уровне. Серверная MEP-источник блокирует передачу любого трафика клиентского (под)уровня, получаемого в восходящем направлении, по серверному (под)уровню; однако она позволяет отправлять по серверному (под)уровню локально генерированные пакеты LCK клиентского (под)уровня. Серверная MEP-приемник блокирует передачу любого трафика клиентского (под)уровня, получаемого от MEP серверного уровня, в нисходящем направлении.

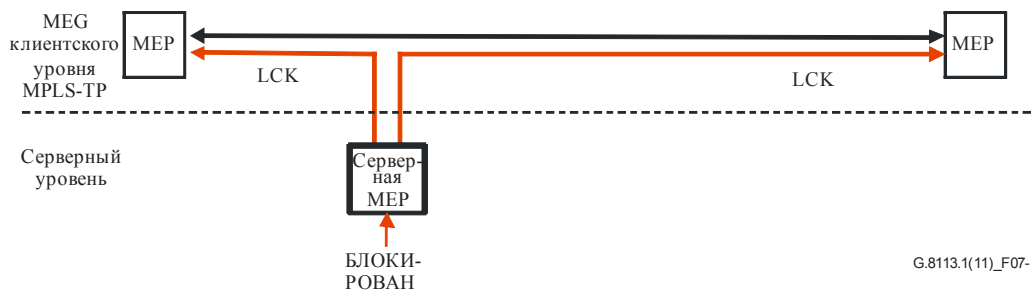


Рисунок 7-1 – Пример передачи пакета LCK

7.2.1.1.5 Отсутствие сигнала клиента

Эта функция используется для обработки клиентских сбоев и передачи сигналов таких сбоев соответствующей удаленной точке МЕР, используя пакеты OAM. Эта функция обычно используется в случае, если клиент следа MPLS-TP не поддерживает встроенный механизм индикации дефектов/сигнализации.

7.2.1.2 Функции OAM для защиты от ошибок и неисправностей, выполняемые по запросу

7.2.1.2.1 Подтверждение возможности установления соединения

Подтверждение возможности установления соединения по запросу (CV) позволяет обнаруживать сбои на тракте для устранения неполадок. Функция CV, выполняемая по запросу, может использоваться для проверки как всей группы MEG (сквозной), так и конкретной точки МЕР. Когда в точке МЕР вызывается функция CV по запросу, эта МЕР отправляет пакет запроса OAM CV адресной точке МЕР или МЕР в пределах данной группы MEG. Ожидается, что исходная МЕР получит пакет OAM с информацией по ответу CV от адресной точки МЕР или МЕР. При получении информационного пакета по запросу OAM CV адресная точка МЕР или МЕР проверяет его и передает пакет OAM с информацией по ответу CV исходной точке МЕР.

7.2.1.2.2 Диагностический тест

Функция диагностического теста (DT) используется для выполнения диагностических тестов, таких как оценка пропускной способности, потери пакетов, оценки ошибочных битов и т. д., путем отправления пакетов диагностических тестов OAM в одном направлении группы MEG.

- а) При выполнении теста в нерабочем режиме МЕР-источник, сконфигурированная для такого теста, отправляет пакеты LCK для подавления вторичной сигнализации, а клиентский поток данных прерывается в группе MEG; для реализации этой функции отправляются диагностические пакеты OAM.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При выполнении теста в нерабочем режиме МЕР также генерирует пакеты LCK на ближайшем клиентском (под)уровне в том же направлении, в котором передаются пакеты диагностического теста (DT) (см. рисунок 7-1), и это необходимо учитывать при проведении тестов пропускной способности.

- б) При выполнении теста в рабочем режиме поток данных не должен прерываться, а пакеты диагностического теста OAM должны передаваться таким образом, чтобы использовать ограниченную часть рабочей пропускной способности.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При выполнении теста в рабочем режиме пакеты DT могут влиять на поток данных.

Когда в МЕР вызывается функция диагностического теста, генератор испытательных сигналов, связанный с данной МЕР, может передавать диагностические пакеты OAM с частотой конфигурации генератора испытательных сигналов. Каждый пакет DT передается с определенным порядковым номером. Для каждого пакета DT должен использоваться отдельный порядковый номер, и ни один порядковый номер от одной и той же МЕР не должен повторяться в пределах одной минуты.

Когда точка МЕР получает пакеты диагностического теста OAM, она проверяет их на предмет действительности. Если принимающая точка МЕР сконфигурирована для функции диагностического теста, детектор испытательного сигнала, связанный с данной МЕР, обнаруживает ошибочные биты в псевдослучайной двоичной последовательности получаемых пакетов DT и сообщает о таких ошибках. Кроме того, если принимающая точка МЕР сконфигурирована для проведения теста

в нерабочем режиме, она также генерирует пакеты LCK на клиентском (под)уровне в том же направлении, в котором получены пакеты DT.

7.2.2 Функции контроля производительности OAM

7.2.2.1 Упреждающие функции контроля производительности OAM

7.2.2.1.1 Упреждающее измерение потерь

Функция упреждающего измерения потерь служит для контроля производительности. Она выполняется непрерывно, и ее результаты используются для подтверждения производительности соединения на предмет соответствия соглашению об уровне обслуживания (СУО). Эта функция используется для измерения потерь пакетов по определенному соединению. Для выполнения функции измерения потерь (LM) точка МЕР периодически отправляет пакеты OAM с информацией LM одноранговой МЕР и аналогичным образом получает пакеты с информацией LM от одноранговой МЕР. Каждая МЕР выполняет измерения потерь пакетов, которые вносят вклад во время недоступности. Поскольку двунаправленная услуга по определению считается недоступной, если недоступным объявляется любое из двух направлений передачи, функция LM должна дать каждой точке МЕР возможность выполнять измерения потерь пакетов на ближнем и дальнем конце линии.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для МЕР потери пакетов на ближнем конце линии означают потерю входящих пакетов данных, а потери на дальнем конце линии соответствуют потере исходящих пакетов данных. Измеренные потери пакетов на ближнем и дальнем концах линии входят в число секунд со значительным количеством ошибок на ближнем конце (SES ближнего конца) и секунд со значительным количеством ошибок на дальнем конце (SES дальнего конца) соответственно, которые вместе вносят вклад во время недоступности, аналогично способу, описанному в [ITU-T G.826] и определенному в [ITU-T G.7710].

7.2.2.2 Функции контроля производительности OAM, выполняемые по запросу

7.2.2.2.1 Измерение потерь по запросу

Функция измерения потерь (LM) по запросу служит для технического обслуживания. Она выполняется в течение заданного интервала времени, и ее результаты могут использоваться для диагностики и анализа. Эта функция используется для измерения потерь пакетов по определенному соединению. Для выполнения функции LM точка МЕР отправляет пакеты OAM с информацией LM одноранговой точке МЕР и аналогичным образом получает пакеты с информацией LM от одноранговой МЕР. Каждая точка МЕР выполняет измерения потерь пакетов, но эти измерения не входят в число SES и время недоступности соединения.

Для МЕР потеря пакетов на ближнем конце линии означает потерю входящих пакетов данных, а потеря на дальнем конце линии соответствует потере исходящих пакетов данных.

7.2.2.2.2 Измерение задержки по запросу

Функция измерения задержки по запросу (DM) служит для технического обслуживания. Она выполняется в течение заданного интервала времени, и ее результаты могут использоваться для диагностики и анализа. Эта функция используется для измерения задержки пакетов и колебаний задержки пакетов по определенному соединению. Функция DM может выполняться в двух режимах: одностороннем и двустороннем.

Когда точка МЕР получает команду выполнения функции измерения задержки (DM) по запросу, она периодически отправляет пакеты DM с информацией DM (например, временными метками) своей одноранговой МЕР. Она также ожидает получения пакетов с информацией DM от своей одноранговой МЕР. Задержка пакетов (PD) и колебание задержки пакетов (PDV) вычисляются на основе информации DM, содержащейся в пакетах DM. Индивидуальные необработанные результаты измерений PD и PDV, а не итоговые статистические данные будут передаваться системе технического обслуживания или обрабатываться в целях анализа и диагностики.

Процедура обработки при осуществлении DM по запросу аналогична процедуре упреждающей DM.

7.2.3 Другие функции

7.2.3.1 Соединения автоматического переключения защиты (APS)

Соединения автоматического переключения защиты (APS) позволяют узлам MPLS-TP обмениваться пакетами управления переключением защиты через общий объединенный канал (G-ACh).

Конкретное применение соединений APS не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации.

7.2.3.2 Канал связи управления/канал связи сигнализации

Канал связи управления (MCC) и канал связи сигнализации (SCC) позволяют узлам MPLS-TP обмениваться сообщениями плоскости управления и плоскости контроля через общий объединенный канал (G-ACh).

Конкретное применение MCC и SCC не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Определение MCC и SCC MPLS-TP содержится в [ITU-T G.7712] и [IETF RFC 5718].

7.2.3.3 Функции, относящиеся к конкретному поставщику

Функции, относящиеся к конкретному поставщику (VS), могут использоваться поставщиком на своем оборудовании. Не предусматривается применимость функций, относящихся к конкретному поставщику, в отношении оборудования других поставщиков.

Структура протоколов позволяет отличать различные протоколы, относящиеся к конкретному поставщику, от стандартных протоколов и экспериментальных протоколов, а также от других протоколов, относящихся к конкретному поставщику.

Конкретное применение функций, относящихся к конкретному поставщику, не входит в сферу настоящей Рекомендации.

7.2.3.4 Экспериментальные функции

Экспериментальные функции (EXP) могут использоваться в административной сфере на временной основе. Не предполагается совместимость экспериментальных функций в различных административных сферах.

Структура протоколов позволяет отличать различные протоколы, относящиеся к конкретному поставщику, от стандартных протоколов и протоколов, относящихся к конкретному поставщику, а также от других экспериментальных протоколов.

Конкретное применение экспериментальных функций не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации.

8 Форматы пакетов OAM (эксплуатации, управления и технического обслуживания)

8.1 Стандартные пакеты OAM

Формат (GAL) приведен на рисунке 8-1, ниже:

1								2								3								4							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Label (13)																				TC			S	TTL							

Рисунок 8-1 – Формат GAL

Значение GAL равно 13, как определено в [IETF RFC 5586].

Поле класса трафика (TC) (ранее называлось экспериментальное поле – EXP) элемента стека меток (LSE), содержащее GAL, соответствует правилам определения и обработки, указанным и определенным в [IETF RFC 5462].

Бит S установлен в значение 1. GAL всегда располагается внизу стека меток.

Поле времени жизни (TTL) LSE, содержащее GAL, ДОЛЖНО быть установлено хотя бы в значение 1 и соответствовать правилам определения и обработки, указанным в [IETF RFC 3443].

Формат заголовка объединенного канала приведен на рисунке 8-2, ниже:

1								2								3								4							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
0001				Version (0)				Reserved (0)								Тип канала															

Рисунок 8-2 – Формат ACH

Первые четыре бита установлены в 0001b для обозначения канала управления, связанного с PW, LSP или Секцией, как это определено в [IETF RFC 5586].

Поле Version установлено в значение 0, как определено в [IETF RFC 5586].

Поле Reserved установлено в значение 0 и игнорируется при приеме, как определено в [IETF RFC 5586].

Тип канала указывает определенный протокол OAM, используемый в объединенном канале управления.

Реестр выделенных значений Типа канала обслуживается IANA [b-IANA PW Reg]. Значения, которые использованы в настоящей Рекомендации, описаны в таблице 8-1, ниже:

Таблица 8-1 – Значения Типа канала

Значение типа канала	Описание	Соответствующий раздел
0x0001	Канал связи управления (MCC)	8.3
0x0002	Канал связи сигнализации (SCC)	8.4
0x8902	OAM, основанное на MCЭ-Т G.8113.1	8.2

8.2 Форматы PDU OAM, основанные на [ITU-T G.8013]

В настоящем разделе описываются информационные элементы и форматы для различных типов PDU OAM, используемых для соответствия требованиям функций OAM, которые описаны в разделе 7 и восходят к [ITU-T G.8013].

В рамках основы OAM MPLS-TP [IETF RFC 6371] различие между пакетами OAM и пакетами пользовательских данных проводится с использованием структуры G-ACh (см. раздел 7.1), и они адресуются MEP или MIP, при использовании имеющихся механизмов переадресации MPLS (т. е. суммирования меток и истечения времени жизни (TTL)). Следовательно, PDU OAM, заданные в [ITU-T G.8013], возможно использовать повторно в рамках MPLS-TP и инкапсулировать их в рамках G-ACh.

Одинарный тип канала ACH (0x8902) необходим для определения наличия PDU OAM. В рамках PDU OAM поле OpCode, заданное в [ITU-T G.8013], определяет конкретный PDU OAM, как изображено на рисунке 8-3, ниже:

1																2																3																4															
8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1																																
1	0	0	0	1	Version (0)				0	0	0	0	0	0	0	G.8013 OAM PDU (0x8902)																																															
1	MEL			Version (0)				OpCode								Flags								TLV offset																																							
5																																																															
:																																																															
:																																																															
Последний	End TLV (0)																																																														

Рисунок 8-3 – Стандартный формат пакета OAM, основанный на [ITU-T G.8013]

Поле MEL является конфигурируемым. Оно устанавливается в значение по умолчанию "111" при передаче, а при получении проверяется на соответствие [ITU-T G.8013].

Поле OpCode определяет тип PDU OAM. Реестр выделенных значений OpCode поддерживается МСЭ-Т в [ITU-T G.8013]. Значения, которые используются в настоящей Рекомендации, описаны в таблице 8-2, ниже:

Таблица 8-2 – Значения OpCode

Значение OpCode	Тип PDU OAM	Значение OpCode для MEP/MIP
1	CCM	MEP
3	LBM	MEP и MIP – (подтверждение возможности установления соединения)
2	LBR	MEP и MIP (подтверждение возможности установления соединения)
33	AIS	MEP
35	LCK	MEP
37	TST	MEP
39	APS	MEP
43	LMM	MEP
42	LMR	MEP
45	IDM	MEP
47	DMM	MEP
46	DMR	MEP
49	EXM	Не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации
48	EXR	Не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации
51	VSM	Не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации
50	VSR	Не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации
52	CSF	MEP

Установка значений Version, Flags и TLV (тип, длина и значение) Offset зависит от значения OpCode и описана в [ITU-T G.8013].

Общий формат TLV определен на рисунке 9.1-2 [ITU-T G.8013].

Реестр выделенных значений типа поддерживается МСЭ-Т в [ITU-T G.8013]. Значения, которые использованы в настоящей Рекомендации, описаны в таблице 8-3, ниже:

Таблица 8-3 – Значения типа

Значение типа	Наименование TLV
0	Конец TLV
3	Данные TLV
32	Испытательные TLV
33	Целевая точка MEP/MIP ID TLV
34	Отвечающая точка MEP/MIP ID TLV
35	Запрашивающая точка MEP/MIP ID TLV

8.2.1 Сообщение проверки целостности (CCM)

PDU CCM определена в [ITU-T G.8013]. При инкапсулировании в пределах MPLS-TP, как описано в разделе 8.2, ее можно использовать для поддержки следующих функциональных требований MPLS-TP OAM:

- упреждающая проверка целостности (раздел 2.2.2 [IETF RFC 5860]);
- упреждающее подтверждение возможности установления соединения (раздел 2.2.3 [IETF RFC 5860]);
- упреждающее дистанционное сообщение о дефектах (раздел 2.2.9 [IETF RFC 5860]);
- упреждающее измерение потерь пакетов (раздел 2.2.11 [IETF RFC 5860]).

Процедуры генерирования и обработки PDU CCM определены в разделе 9.1.1.

Чтобы произвести упреждающее подтверждение возможности установления соединения, пакет CCM содержит уникальный в глобальном масштабе идентификатор MEP-источника, который является сочетанием уникального в глобальном масштабе MEG ID с MEP ID, который является уникальным в рамках группы объектов обслуживания.

Общий формат для MEG ID определен на рисунке A-1 [ITU-T G.8013]. Допустимы различные форматы MEG ID: тип формата MEG ID определяется полем формата MEG ID.

Формат MEG ID на основе ICC определен в Приложении A [ITU-T G.8013]. Данный формат применим по отношению к Секциям, LSP и PW MPLS-TP.

MPLS-TP также поддерживает форматы на базе IP в отношении MEG ID. Эти форматы не входят в сферу рассмотрения настоящей версии Рекомендации⁶.

8.2.2 Обратная связь OAM (LBM/LBR)

Блоки PDU с сообщением обратной связи/ответом обратной связи (LBM/LBR) определены в [ITU-T G.8013]. При инкапсулировании в пределах MPLS-TP, как описано в разделе 8.2, они могут быть использованы для поддержки следующих функциональных требований MPLS-TP OAM:

- двустороннее подтверждение возможности установления соединения по запросу (раздел 2.2.3 [IETF RFC 5860]);
- двусторонний диагностический тест в рабочем или нерабочем режиме (раздел 2.2.5 [IETF RFC 5860]).

Процедуры генерирования и обработки PDU LBM и LBR определены в разделе 9.1.2.

Для правильной идентификации целевой MEP/MIP, которой адресовано LBM, PDU LBM должна включить целевое MEP/MIP ID TLV: данное TLV всегда присутствует в PDU LBM и всегда располагается в верхней части TLV (т. е. начиная с участка смещения, обозначенного полем TLV Offset).

Для правильной идентификации MEP/MIP, которая фактически ответила PDU LBM, PDU LBR должен включать отвечающее MEP/MIP ID TLV: данное TLV всегда присутствует в PDU LBR и всегда располагается в верхней части TLV (начиная с участка смещения, обозначенного полем TLV Offset).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для упрощения развертывания аппаратных систем данные TLV определены как имеющие фиксированную позицию (как обозначено полем TLV Offset) и фиксированную длину (см. раздел 8.2.2.1).

Следует отметить, что идентификаторы MEP/MIP, используемые в целевых идентификаторах MEP/MIP и в отвечающих идентификаторах MEP/MIP TLV, должны быть уникальными в сфере действия MEG. Когда LBM/LBR OAM используется в целях подтверждения возможности установления соединения, то встречаются некоторые случаи невозможности установления соединения, которые не могут быть легко обнаружены, просто исходя из этих TLV. Для определения таких конфигураций невозможности установления соединения PDU LBM может нести запрашивающее MEP ID TLV, которое обеспечит уникальную в глобальном масштабе

⁶ Определение формата на базе IP для идентификатора MEG разрабатывается в IETF: см. [b-IETF tp-id].

идентификацию MEP, вызвавшую PDU LBM. Когда в PDU LBM присутствует запрашивающее MEP ID TLV, то необходимо, чтобы отвечающая MIP/MEP до ответа проверила, соответствует ли полученный идентификатор запрашивающей MEP ожидаемому идентификатору запрашивающей MEP. В этом случае необходимо, чтобы PDU LBR несла запрашивающее MEP ID TLV для подтверждения MEP, которой был отправлен PDU LBR, что запрашивающее MEP ID TLV в PDU LBM было проверено перед ответом.

Когда OAM LBM/LBR используется для двусторонних диагностических тестов, запрашивающие MEP ID TLV никогда не включаются.

Формат PDU LBM и LBR приведен на рисунке 8-4 и рисунке 8-5.

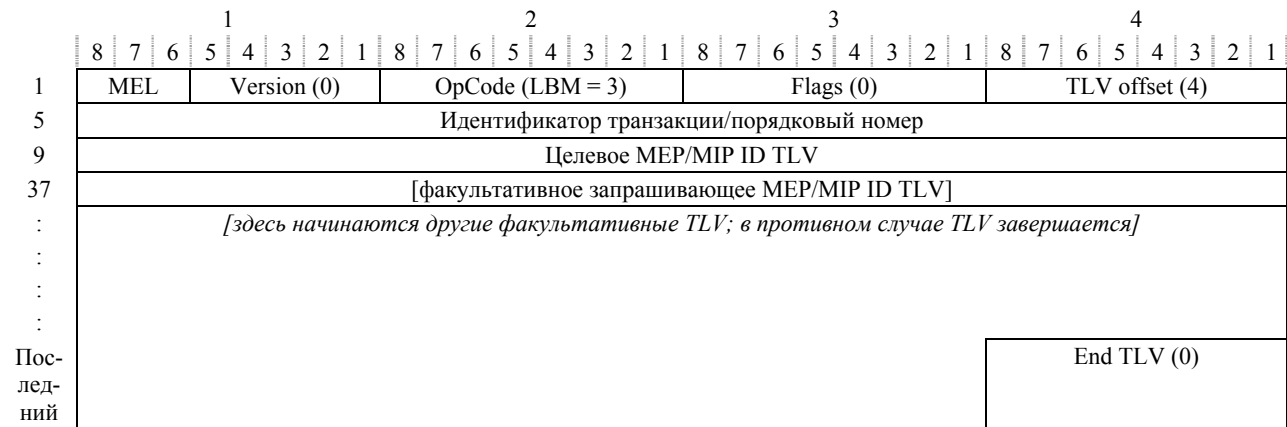


Рисунок 8-4 – Формат PDU LBM

Целевое MEP/MIP ID TLV всегда присутствует в качестве первого TLV в рамках PDU LBM. При наличии запрашивающего MEP ID TLV всегда следует за целевым MEP/MIP ID TLV в рамках PDU LBM.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Когда пакет LBM посылается целевой MIP, то MEP-источник сообщает целевой MIP данные по количеству пересылок и соответствующим образом устанавливает поле TTL, как описано в [IETF RFC 6371].

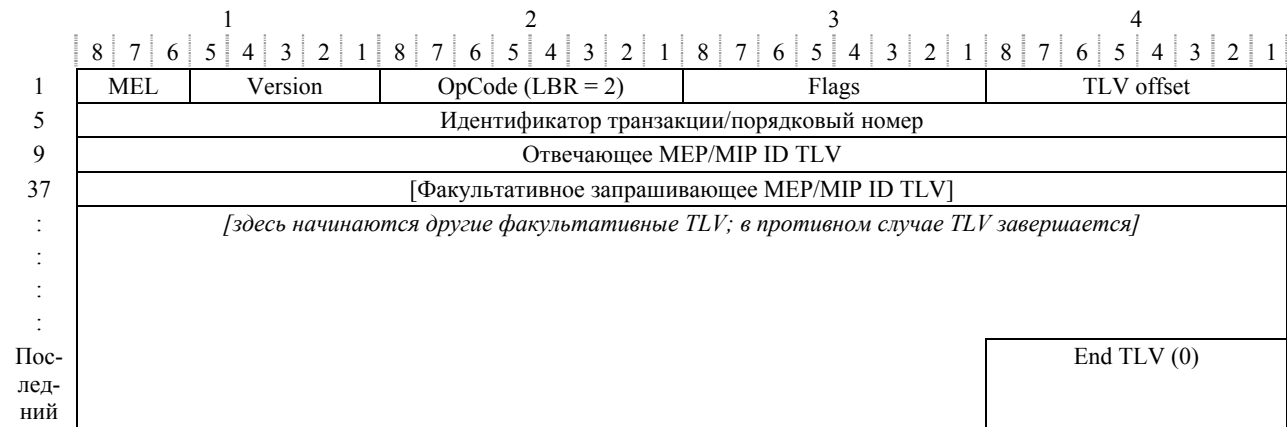


Рисунок 8-5 – Формат PDU LBR

Отвечающее MEP/MIP ID TLV всегда присутствует в качестве первого TLV в рамках PDU LBR. При наличии запрашивающего MEP ID TLV оно всегда следует за отвечающим MEP/MIP ID TLV в рамках PDU LBR.

8.2.2.1 Целевые и отвечающие MEP/MIP ID TLV

Формат целевых и отвечающих MIP/MEP ID TLV приведен на рисунке 8-6 и рисунке 8-7.

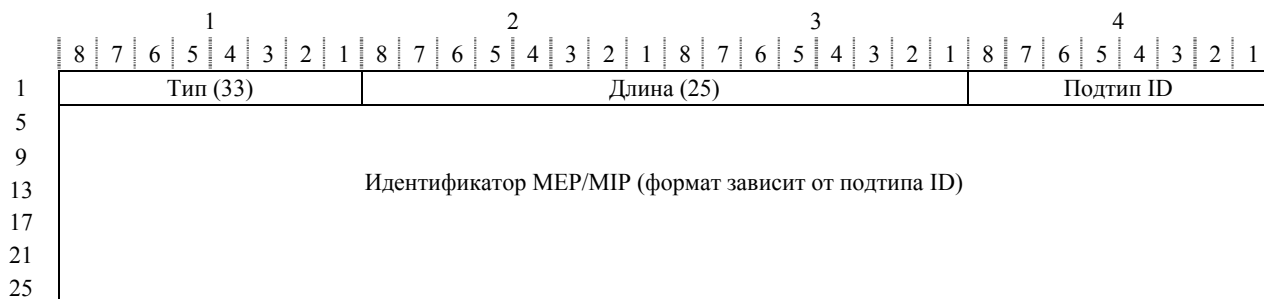


Рисунок 8-6 – Формат целевого MEP/MIP ID TLV

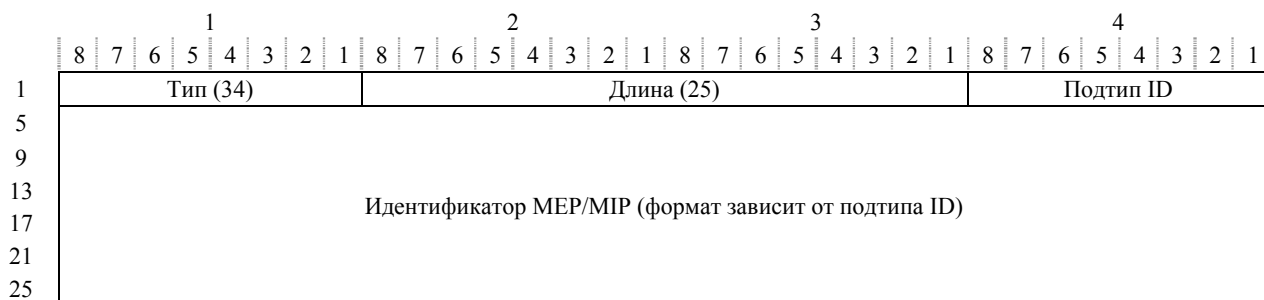


Рисунок 8-7 – Формат отвечающего MEP/MIP ID TLV

Могут быть определены различные форматы идентификаторов MEP/MIP: тип формата указывается полем подтипа ID MEP/MIP (см. таблицу 8-4).

Таблица 8-4 – Значения подтипа идентификатора MEP/MIP

Подтип ID	Наименование идентификатора MEP/MIP	Длина идентификатора MEP/MIP
0x00	MEP/MIP входа обнаружения/узла	0
0x01	MEP/MIP выхода обнаружения	0
0x02	Идентификатор MEP, основанный на ICC	2 байта
0x03	Идентификатор MIP, основанный на ICC	14 байтов
0x04-0xFF	Зарезервировано	

Идентификаторы "MEP/MIP входа обнаружения/узла" и "MEP/MIP выхода обнаружения" могут использоваться только в рамках PDU LBM (и не могут появляться в PDU LBR) для обнаружения идентификаторов MEP или MIP, расположенных на указанном расстоянии TTL от MEP, из которой происходит PDU LBM.

Формат целевого MEP/MIP ID TLV, несущего "MEP/MIP входа обнаружения/узла", показан на рисунке 8-8.

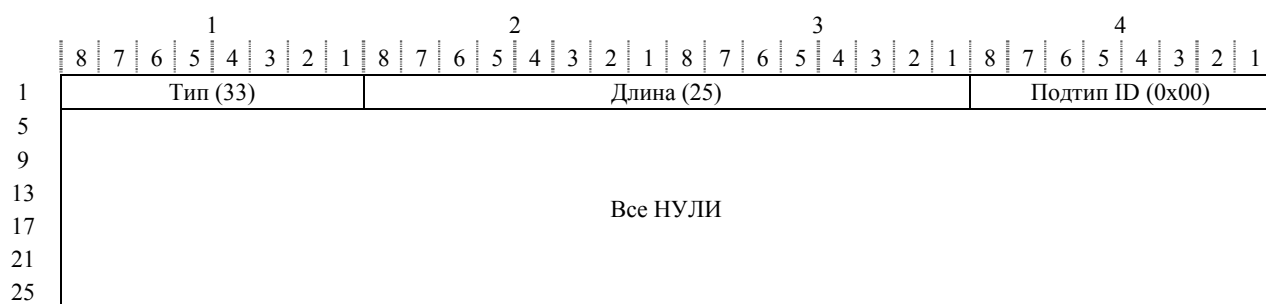


Рисунок 8-8 – Формат целевого MIP/MIP ID TLV (MIP/MIP входа обнаружения/узла)

Формат целевого MIP/MIP ID TLV, осуществляющего "Выход обнаружения MIP/MIP", приведен на рисунке 8-9.

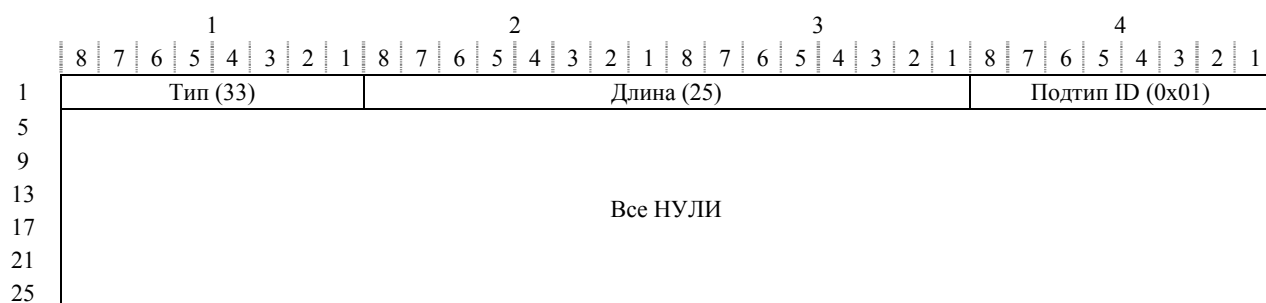


Рисунок 8-9 – Формат целевого MIP/MIP ID TLV (MIP/MIP выхода обнаружения)

Формат целевого или отвечающего MIP/MIP ID TLV, несущего "Идентификатор MIP, основанный на ICC", приведен на рисунке 8-10.

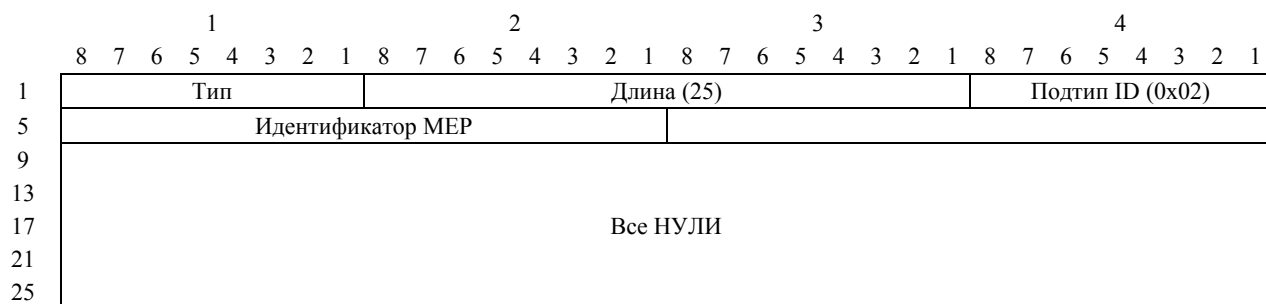
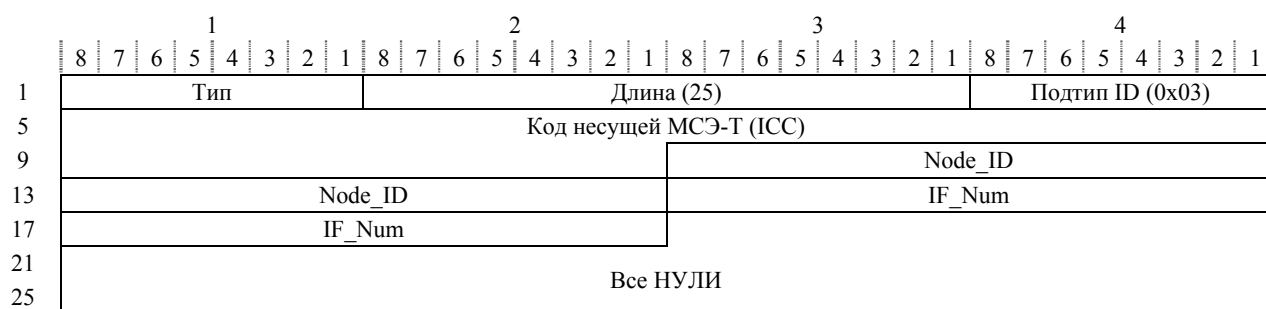


Рисунок 8-10 – Формат целевого или отвечающего MIP/MIP ID TLV (Идентификатор MIP, основанный на ICC)

Идентификатор MIP – это 16-битовое целочисленное значение, определяющее передающую MIP в рамках MEG.

Формат целевого или отвечающего MIP/MIP ID TLV, несущего "Идентификатор MIP, основанный на ICC", приведен на рисунке 8-11.



**Рисунок 8-11 – Формат целевого или отвечающего MEP/MIP ID TLV
(Идентификатор MIP, основанный на ICC)**

Код несущей МСЭ-Т – это код, который назначается сетевому оператору/поставщику услуг и поддерживается Бюро стандартизации электросвязи МСЭ-Т (БСЭ) согласно [ITU-T M.1400].

Node_ID является численным идентификатором узла, где располагается MIP. Его присвоение является прерогативой организации, которой был присвоен ICC, при условии что гарантируется уникальность в рамках этой организации.

IF_Num является числовым идентификатором точки доступа (AP) к следу серверного уровня, который может быть серверным уровнем MPLS-TP или не MPLS-TP, где расположена интерфейсная MIP. Его присвоение является прерогативой узла, где расположена MIP, при условии что гарантируется уникальность в рамках этого узла. Следует отметить, что значение 0 для IF_Num резервируется для идентификации узловых MIP.

MPLS-TP также поддерживает основанный на IP формат в отношении идентификаторов MIP и MEP. Эти форматы не входят в сферу рассмотрения настоящей версии Рекомендации⁷.

8.2.2.2 Запрашивающее MEP ID TLV

Формат запрашивающих MEP ID TLV приведен на рисунке 8-12.

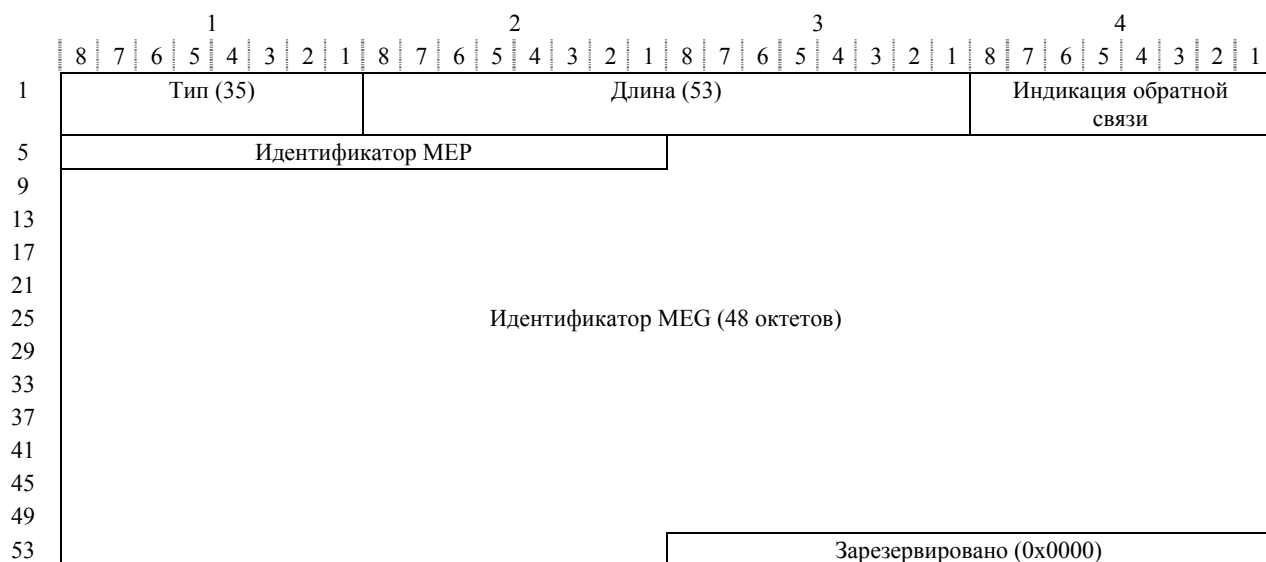


Рисунок 8-12 – Формат запрашивающего MEP ID TLV

Идентификаторы MEP и MEG несут уникальный в глобальном масштабе идентификатор MEP, как определено в разделе 8.2.1.

⁷ Определение формата на базе IP для идентификаторов MIP и MEP разрабатывается в IETF: см. [b-IETF tp-id].

Зарезервированные биты установлены во все НУЛИ при пересылке и игнорируются при получении.

Индикация обратной связи устанавливается в 0x0000, когда данное TLV вставляется в PDU LBM и устанавливается в 0x0001 в PDU LBR. Это используется для индикации того, что значение этого TLV было проверено узлом, который генерировал PDU LBR.

8.2.3 Сигнал индикации аварийного состояния (AIS)

PDU AIS определена в [ITU-T G.8013]. При инкапсулировании в пределах MPLS-TP, как описано в разделе 8.2, ее возможно использовать для поддержки функционального требования OAM MPLS-TP об аварийном оповещении (раздел 2.2.8 [IETF RFC 5860]).

Процедуры генерирования и обработки PDU AIS определены в разделе 9.1.3.

8.2.4 Сигнал блокировки (LCK)

PDU LCK определена в [ITU-T G.8013]. При инкапсулировании в пределах MPLS-TP, как описано в разделе 8.2, ее возможно использовать для поддержки функционального требования OAM MPLS-TP об оповещении о блокировке (раздел 2.2.7 [IETF RFC 5860]).

Процедуры генерирования и обработки PDU LCK определены в разделе 9.1.4.

8.2.5 Испытание (TST)

PDU TST определена в [ITU-T G.8013]. При инкапсулировании в пределах MPLS-TP, как описано в разделе 8.2, ее возможно использовать для поддержки функционального требования OAM MPLS-TP об односторонних диагностических тестах в рабочем и нерабочем режиме (раздел 2.2.8 [IETF RFC 5860]).

Процедуры генерирования и обработки PDU TST определены в разделе 9.1.5.

8.2.6 Сообщение измерения потерь/ответ измерения потерь (LMM/LMR)

Блоки PDU с сообщением измерения потерь/ответом измерения потерь (LMM/LMR) определены в [ITU-T G.8013]. При инкапсулировании в пределах MPLS-TP, как описано в разделе 8.2, возможно их использование для поддержки функционального требования OAM MPLS-TP об измерении потерь пакетов по запросу (раздел 2.2.11 [IETF RFC 5860]).

Процедуры генерирования и обработки PDU LMM и LMR определены в разделе 9.1.6.

8.2.7 Одностороннее измерение задержки (IDM)

PDU IDM определена в [ITU-T G.8013]. При инкапсулировании в пределах MPLS-TP, как описано в разделе 8.2, возможно ее использование для поддержки функционального требования OAM MPLS-TP об одностороннем измерении задержки пакетов по запросу (раздел 2.2.12 [IETF RFC 5860]).

Процедуры генерирования и обработки PDU IDM определены в разделе 9.1.7.

8.2.8 Двустороннее измерение задержки (DMM/DMR)

Блоки PDU с сообщением измерения задержки/ответом измерения задержки (DMM/DMR) определены в [ITU-T G.8013]. При инкапсулировании в пределах MPLS-TP, как описано в разделе 8.2, возможно их использование для поддержки функционального требования MPLS-TP OAM о двустороннем измерении задержки пакетов по запросу (раздел 2.2.12 [IETF RFC 5860]).

Процедуры генерирования и обработки PDU DMM/DMR определены в разделе 9.1.8.

8.2.9 Отсутствие сигнала клиента (CSF)

PDU CSF определена в [ITU-T G.8013]. При инкапсулировании в пределах MPLS-TP, как описано в разделе 8.2, возможно ее использование для поддержки функционального требования OAM MPLS-TP об оповещении об отсутствии сигнала клиента (раздел 2.2.10 [IETF RFC 5860]). Процедуры генерирования и обработки PDU CSF определены в разделе 9.1.9.

8.2.10 Автоматическое переключение защиты (APS)

PDU APS поддерживает требование MPLS-TP по координации переключения защиты.

Общие форматы для PDU APS определены в [ITU-T G.8013]. Полный формат PDU APS и связанных с ними процедур не входит в сферу рассмотрения [ITU-T G.8013] и настоящей Рекомендации.

8.2.11 Сообщение (OAM) данного эксперимента/ответ OAM данного эксперимента (EXM/EXR)

PDU EXM/EXR поддерживают требование о поддержке экспериментальных функций MPLS-TP.

Общие форматы для PDU EXM/EXR определены в [ITU-T G.8013]. Полный формат PDU EXM/EXR и связанных с этим процедур не входит в сферу рассмотрения [ITU-T G.8013] и настоящей Рекомендации.

8.2.12 Сообщение OAM конкретного поставщика/ответ OAM конкретного поставщика (VSM/VSR)

PDU VSM/VSR поддерживают требование о поддержке относящихся к конкретному поставщику функций MPLS-TP.

Общие форматы для PDU VSM/VSR определены в [ITU-T G.8013]. Полный формат PDU VSM/VSR и связанных с этим процедур не входит в сферу рассмотрения [ITU-T G.8013] и настоящей Рекомендации.

8.3 Канал связи управления (MCC)

Формат пакета для переноски связи управления (т. е. пакетов MCC) по ACH и связанные с этим процедуры определены в [ITU-T G.7712] и [IETF RFC 5718].

8.4 Канал связи сигнализации (SCC)

Формат пакета для переноски связи сигнализации (т. е. пакетов SCC) по ACH и связанные с этим процедуры определены в [ITU-T G.7712] и [IETF RFC 5718].

9 Процедуры OAM MPLS-TP

9.1 Процедуры OAM MPLS-TP на основе PDU MCЭ-Т G.8013

Процедуры высокого уровня для обработки PDU OAM MCЭ-Т G.8013 описаны в [ITU-T G.8013]. Процедуры, независимые от технологии, также применимы к OAM MPLS-TP.

Более подробная информация и формальные процедуры обработки PDU OAM MCЭ-Т G.8013 определяются в [ITU-T G.8021]. Хотя информация в [ITU-T G.8021] относится к протоколу Ethernet, процедуры, независимые от технологии, также применимы к OAM MPLS-TP.

В настоящем разделе описываются процедуры OAM MPLS-TP на базе процедур, независимых от технологии, определенных в [ITU-T G.8013] и [ITU-T G.8021].

9.1.1 Процедуры сообщения проверки целостности (CCM)

Формат PDU CCM определен в разделе 8.2.1.

Когда включена генерация сообщений CCM, MEP генерирует пакеты OAM CCM с заданными оператором периодичностью и PNB:

- поле MEL устанавливается в заданное значение (см. раздел 8.2);
- поле Version устанавливается в 0 (см. раздел 8.2);
- поле OpCode устанавливается в 01 (см. раздел 8.2.1);
- флаг RDI устанавливается, если MEP объявляет сбой сигнала. В противном случае он снят;
- зарезервированные флаги устанавливаются в 0 (см. раздел 8.2.1);

- поле Period устанавливается согласно заданной периодичности (см. таблицу 9-3 [ITU-T G.8013]);
- поле TLV Offset устанавливается в 70 (см. раздел 8.2.1);
- поле Sequence Number устанавливается в 0 (см. раздел 8.2.1);
- поля MEP ID и MEG ID установлены для переноски заданных значений;
- поле TxFCf устанавливается в текущее значение счетчика профильных пакетов данных, передаваемых одноранговым MEP, когда включено упреждающее измерение потерь. В противном случае оно устанавливается в 0;
- поле RxFCb устанавливается в текущее значение счетчика профильных пакетов данных, получаемых от одноранговых MEP, когда включено упреждающее измерение потерь. В противном случае оно устанавливается в 0;
- поле TxFCb устанавливается в значение поля TxFCf последней полученной PDU CCM от одноранговой MEP, когда включено упреждающее измерение потерь. В противном случае оно устанавливается в 0;
- поле Reserved устанавливается в 0 (см. раздел 8.2.1);
- после поля Reserved вставляется End TLV (см. раздел 8.2.1).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Период передачи CCM всегда составляет заданный период и не меняется, если оператор не изменит конфигурацию. Поле Period в PDU CCM передается с периодом передачи, установленным в передающей MEP.

Когда MEP получает пакет OAM CCM, она проверяет различные его поля (см. рисунок 8-19 в [ITU-T G.8021]). Следующие дефекты обнаруживаются, как описано в разделе 6.1 [ITU-T G.8021]: дефект потери целостности (dLOC), неожиданный дефект уровня MEG (dUNL)⁸, дефект ошибки слияния (dMMG), дефект неожиданного значения MEP (dUNM), дефект неожиданной периодичности (dUNP), дефект неожиданного приоритета (dUNPr) и дефект удаленной индикации дефекта (dRDI).

Если поля Version, MEL, MEG и MEP содержат допустимые значения и включено упреждающее измерение потерь, значения полей счетчиков пакетов обрабатываются, как описано в разделе 8.1.7.4 [ITU-T G.8021].

Пакеты CCM также позволяют проводить упреждающее измерение двусторонних потерь пакетов по имеющим совмещенный маршрут двусторонним соединениям MPLS-TP пункта с пунктом.

Если MEP сконфигурирована для упреждающего измерения потерь, она периодически отправляет пакеты CCM с информационными элементами TxFCf, RxFCb, TxFCb, как описано выше.

Если MEP сконфигурирована для упреждающего измерения потерь, при получении пакета CCM она использует следующие значения для измерения потерь на ближнем и дальнем концах линии:

- Значения полей TxFCf, RxFCb и TxFCb полученного пакета CCM и значение локального счетчика RxFCI в момент получения пакета CCM. Эти значения представлены как TxFCf[tc], RxFCb[tc], TxFCb[tc] и RxFCI[tc], где tc – время получения текущего кадра.
- Значения полей TxFCf, RxFCb и TxFCb предыдущего пакета CCM и значение локального счетчика RxFCI в момент получения предыдущего пакета CCM. Эти значения представлены как TxFCf[tp], RxFCb[tp], TxFCb[tp] и RxFCI[tp], где tp – время получения предыдущего пакета.

$$\text{потери пакетов дальний конец} = |TxFCb[tc] - TxFCb[tp]| - |RxFCb[tc] - RxFCb[tp]|$$

$$\text{потери пакетов ближний конец} = |TxFCf[tc] - TxFCf[tp]| - |RxFCI[tc] - RxFCI[tp]|$$

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для двустороннего измерения потерь счетчики не подсчитывают пакеты OAM по запросу для LBM/LBR, LMM/LMR, DMM/DMR, 1DM, TST и CCM. Вместе с тем подсчитываются упреждающие пакеты OAM для APS.

⁸ Дефект dUNL не обнаруживается, если используется значение поля MEL по умолчанию.

9.1.2 Процедуры сообщения обратной связи/ответа обратной связи (LBM/LBR)

Форматы PDU сообщения обратной связи/ответа обратной связи (LBM/LBR) определены в разделе 8.2.2.

При выполнении функции обратной связи ОАМ в нерабочем режиме поток клиентских данных прерывается в диагностируемом МЕР. МЕР, сконфигурированная для тестирования в нерабочем режиме, передает пакеты LCK на ближайшем клиентском (под)уровне, как описано в разделе 9.1.4.

При выполнении функции обратной связи ОАМ в рабочем режиме поток клиентских данных не прерывается, а пакеты с информацией LBM/LBR передаются так, чтобы использовать ограниченную часть служебной ширины полосы. Периодичность отправки пакетов с информацией LBM/LBR предварительно задается.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Максимальная частота, с которой можно отправлять пакеты с информацией LBM/LBR при проведении проверки в рабочем режиме, не оказывая отрицательного воздействия на трафик клиентских данных, не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации. Она может быть взаимно согласована между пользователем функции LBM/LBR и пользователем услуги.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Может потребоваться настройка дополнительных параметров конфигурации, таких как частота передачи информации LBM/LBR, общая продолжительность испытаний и т. д. Эти дополнительные параметры конфигурации информации не входят в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации.

Форматы PDU LBM/LBR определены в разделе 8.2.2 и подробно описаны в разделах 9.3 и 9.4 [ITU-T G.8013].

Когда у МЕР включена обратная связь ОАМ по запросу, (запрашивающая) МЕР генерирует и отправляет одной из МІР или одноранговых МЕР пакеты ОАМ LBM с периодичностью и режимом переадресации на участке (РНВ), заданными оператором:

- поле MEL устанавливается в заданное значение (см. раздел 8.2);
- поле Version устанавливается в 0 (см. раздел 8.2);
- поле OpCode устанавливается в 03 (см. раздел 8.2.2);
- поле Flags устанавливается во все НУЛИ (см. раздел 8.2.2);
- поле TLV Offset устанавливается в 4 (см. раздел 8.2.2);
- поле Transaction является 4-октетным полем, содержащим идентификатор транзакции/порядковый номер для измерения обратной связи;
- поле идентификатора целевой МЕР/МІР устанавливается для несения заданного значения;

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – При выполнении функции обнаружения поле идентификатора целевой МЕР/МІР конфигурируется как "МЕР/МІР входа обнаружения/узла" или "МЕР/МІР выхода обнаружения".

- поле TLV идентификатора МЕР-источника вставляется, если это задано конфигурацией, и устанавливается для содержания установленного значения;

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – При осуществлении функции двустороннего диагностического тестирования согласно конфигурации идентификатор МЕР-источника не отправляется.

- поле Optional TLV, длина и содержимое которого конфигурируются запрашивающей МЕР. Оно может содержать схему тестирования и факультативную контрольную сумму. К примерам схем тестирования относятся псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS) ($2^{31}-1$), определенная в разделе 5.8 МСЭ-Т O.150, последовательность нулей и т. д. Для применения двустороннего диагностического теста необходимо конфигурировать генератор и детектор испытательного сигнала, связанных с МЕР;
- поле End TLV устанавливается в значение все НУЛИ (см. раздел 8.2.2).

При получении допустимого пакета LBM (принимающей) МІР или МЕР пакет генерируется и передается пакет LBR принимающей МІР или МЕР запрашивающей МЕР:

- поле MEL устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LBM;
- поле Version устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LBM;
- поле OpCode устанавливается в значение 2 (см. раздел 8.2.2);
- поле Flags устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LBM;

- поле TLV Offset устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LBM;
- поле Transaction устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LBM;
- поля Target MEP/MIP ID и Originator MEP ID устанавливаются в значения, скопированные из последней полученной PDU LBM;
- поле Optional TLV устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LBM;
- поле End TLV вставляется после последнего поля TLV; оно устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LBM.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Период передачи пакетов LBR всегда такой же, как период LBM.

9.1.3 Процедуры сигнала индикации аварийного состояния (AIS)

Формат PDU AIS определен в разделе 8.2.3.

Когда окончательный приемник следа серверного уровня объявляет сбой сигнала, он уведомляет функцию server/MT_A_Sk, которая активирует соответствующее действие aAIS. Действие aAIS отменяется, когда окончательный узел следа серверного уровня отменяет состояние сбоя сигнала и уведомляет функцию server/MT_A_Sk.

При активации соответствующего действия aAIS функция server/MT_A_Sk непрерывно генерирует пакеты OAM MPLS-TP, содержащие PDU AIS, пока соответствующее действие aAIS не будет отменено:

- поле MEL устанавливается в заданное значение (см. раздел 8.2);
- поле Version устанавливается в 0 (см. раздел 8.2);
- поле OpCode устанавливается в значение 33 (см. раздел 8.2.3);
- зарезервированные флаги устанавливаются в 0 (см. раздел 8.2.3);
- поле Period устанавливается согласно заданной периодичности (см. таблицу 9-4 [ITU-T G.8013]);
- поле TLV Offset устанавливается в 0 (см. раздел 8.2.3);
- после поля TLV Offset вставляется поле End TLV (см. раздел 8.2.3).

Рекомендуется генерировать пакеты AIS один раз в секунду.

Генерируемые пакеты AIS вводятся во входящий поток, т. е. исходящий поток содержит входящие пакеты и генерируемые пакеты AIS.

Когда точка MEP получает пакет AIS с верным значением MEL, она обнаруживает дефект сигнала индикации аварийного состояния (dAIS), как описано в разделе 6.1 [ITU-T G.8021].

9.1.4 Процедуры сигнала блокировки (LCK)

Формат PDU LCK определен в разделе 8.2.4.

Когда доступ к следу серверного уровня административно заблокирован оператором, функции server/MT_A_So и server/MT_A_Sk активируют соответствующее действие aLCK. Действие aLCK деактивируется, когда доступ к следу серверного уровня административно разблокируется.

При активации соответствующего действия aLCK функции server/MT_A_So и server/MT_A_Sk непрерывно генерируют в обоих направлениях пакеты OAM MPLS-TP, содержащие PDU LCK, пока соответствующее действие aLCK не будет отменено:

- поле MEL устанавливается в заданное значение (см. раздел 8.2);
- поле Version устанавливается в 0 (см. раздел 8.2);
- поле OpCode устанавливается в значение 35 (см. раздел 8.2.4);
- зарезервированные флаги устанавливаются в 0 (см. раздел 8.2.4);

- поле Period устанавливается согласно заданной периодичности (см. таблицу 9-4 [ITU-T G.8013]);
- поле TLV Offset устанавливается в 0 (см. раздел 8.2.4);
- после поля TLV Offset вставляется поле End TLV (см. раздел 8.2.4).

Рекомендуется генерировать пакеты LCK один раз в секунду.

Когда точка MEP получает пакет LCK с верным значением MEL, она обнаруживает дефект dLCK, как описано в разделе 6.1 [ITU-T G.8021].

9.1.5 Процедуры испытания (TST)

Функция TST позволяет по запросу выполнять односторонние диагностические испытания в рабочем и нерабочем режиме между парой одноранговых точек MEP по соединениям пункта с пунктом MPLS-TP. При этом выполняется проверка пропускной способности, обнаружение ошибочных битов и т. д.

Формат PDU TST описан в разделе 8.2.5 настоящей Рекомендации, а также подробно определен в разделе 9.9 [ITU-T G.8013].

При осуществлении функции TST в нерабочем режиме поток клиентских данных прерывается в диагностируемом ME. Точка MEP, сконфигурированная для испытания в нерабочем режиме, передает пакеты LCK на ближайшем клиентском (под)уровне, как описано в разделе 9.1.4.

При осуществлении функции TST в рабочем режиме поток клиентских данных не прерывается, а пакеты с информацией TST передаются таким образом, чтобы использовать ограниченную часть служебной пропускной способности. Периодичность отправки пакетов с информацией TST предварительно задается.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Максимальная частота, с которой можно отправлять пакеты с информацией TST при TST в рабочем режиме, не нарушая клиентский трафик, не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации. Она может быть согласована между пользователем функции MS-TST и пользователем услуги.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Могут потребоваться дополнительные элементы информации о конфигурации, такие как частота передачи информации TST, общая продолжительность испытаний и т. д. Описание этих дополнительных элементов информации о конфигурации не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации.

MIP прозрачна для пакетов TST и поэтому не требует специальной информации о конфигурации для поддержки функции TST.

Когда у точки MEP по запросу активировано диагностическое испытание, она периодически генерирует и передает пакеты OAM TST своей одноранговой MEP в пределах одного ME. Получающая MEP обнаруживает эти пакеты OAM TST и выполняет необходимые измерения.

Формат PDU TST определен в разделе 8.2.5.

Запрашивающая MEP генерирует и отправляет пакеты OAM TST с заданными оператором периодичностью и PHB:

- поле MEL устанавливается в заданное значение (см. раздел 8.2);
- поле Version устанавливается в 0 (см. раздел 8.2);
- поле OpCode устанавливается в значение 37 (см. раздел 8.2);
- поле Flags устанавливается во все НУЛИ;
- поле TLV Offset устанавливается в значение 4 (см. раздел 8.2.5);
- поле Sequence Number: 4-октетное значение, содержащее порядковый номер, увеличивающийся у каждой последующей PDU TST;
- поле Test TLV: поле Test TLV определено в разделе 8.2.5 и описано на рисунке 9.3-4 [ITU-T G.8013]. Длина и содержимое поля Test TLV конфигурируется запрашивающей MEP. Оно может содержать испытательную двоичную последовательность и факультативную контрольную сумму. К примерам испытательных двоичных последовательностей относятся псевдослучайная двоичная последовательность (PRBS) ($2^{31}-1$), определенная в разделе 5.8 МСЭ-Т O.150, последовательность все НУЛИ и т. д.;

- поле End TLV устанавливается во все НУЛИ.

9.1.6 Процедуры сообщения измерения потерь/ответа измерения потерь (LMM/LMR)

Функция сообщения измерения потерь/ответа измерения потерь (LMM/LMR) позволяет по запросу проводить измерение несимметричных потерь пакетов по двусторонним соединениям пункта с пунктом MPLS-TP.

Форматы PDU LMM/LMR описаны в разделе 8.2.6 и подробно определены в разделах 9.12 и 9.13 [ITU-T G.8013].

Когда у точки MEP по запросу включено измерение потерь, MEP (т. е. запрашивающая MEP) генерирует и отправляет своей одноранговой MEP пакеты OAM LMM с периодичностью и PNB, заданными оператором:

- поле MEL устанавливается в заданное значение (см. раздел 8.2);
- поле Version устанавливается в 0 (см. раздел 8.2);
- поле OpCode устанавливается в значение 43 (см. раздел 8.2);
- поле Flag устанавливается во все НУЛИ;
- поле TLV Offset устанавливается в значение 12 (см. раздел 8.2.6);
- поле TxFCf устанавливается в текущее значение счетчика профильных пакетов данных, передаваемых данной MEP ее одноранговой MEP в момент передачи пакета LMM;
- поля Reserved для RxFCf и TxFCb устанавливаются в 0 (см. раздел 8.2.6);
- поле End TLV устанавливается во все НУЛИ (см. раздел 8.2). За исключением поля End TLV, в PDU LMM отсутствуют поля TLV.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для функции LMM/LMR счетчики не подсчитывают пакеты OAM по запросу для LBM/LBR, LMM/LMR, DMM/DMR, IDM и TST. Вместо этого подсчитываются пакеты CCM и APS.

Любой пакет с допустимым уровнем MEG считается допустимым пакетом LMM. Пакет LMM отвергается, если он не является допустимым. При получении допустимого пакета LMM точкой MEP (т. е. принимающей MEP) она генерирует и передает пакет LMR запрашивающим MEP следующим образом:

- поле MEL устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LMM;
- поле Version устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LMM;
- поле OpCode устанавливается в значение 42 (см. раздел 8.2);
- поле Flag устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LMM;
- поле TLV Offset устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LMM;
- поле TxFCf устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU LMM;
- поле RxFCf устанавливается в значение счетчика профильных пакетов данных, получаемых MEP (принимающей MEP) от ее одноранговой MEP (запрашивающей MEP), в момент получения последнего пакета LMM от этой одноранговой MEP;
- поле TxFCb устанавливается в значение счетчика профильных пакетов данных, передаваемых MEP (принимающей MEP) ее одноранговой MEP (запрашивающей), в момент передачи пакета LMR;
- поле End TLV устанавливается во все НУЛИ. За исключением поля End TLV, поля TLV в PDU LMR отсутствуют.

При получении пакета LMR MEP (запрашивающая MEP) использует следующие значения для измерения потерь на ближнем конце (т. е. потерь, связанных со входящими пакетами данных) и потерь на дальнем конце (т. е. потерь, связанных с исходящими пакетами данных):

- значения полей TxFCf, RxFCf и TxFCb полученного пакета LMR и значение локального счетчика RxFCI в момент получения пакета LMR. Эти значения представлены как TxFCf[tc], RxFCf[tc], TxFCb[tc] и RxFCI[tc], где tc – время получения текущего пакета ответа;
- значения полей TxFCf, RxFCf и TxFCb предыдущего пакета LMR и значение локального счетчика RxFCI в момент получения предыдущего пакета LMR. Эти значения представлены как TxFCf[tp], RxFCf[tp], TxFCb[tp] и RxFCI[tp], где tp – время получения предыдущего пакета ответа.

потери пакетов дальний конец = $|TxFCf[tc] - TxFCf[tp]| - |RxFCf[tc] - RxFCf[tp]|$

потери пакетов ближний конец = $|TxFCb[tc] - TxFCb[tp]| - |RxFCI[tc] - RxFCI[tp]|$

9.1.7 Процедуры одностороннего измерения задержки (1DM)

Функция 1DM позволяет по запросу проводить измерение задержки пакетов и колебание задержки пакетов в одном направлении по односторонним или двусторонним соединениям пункта с пунктом MPLS-TP.

Формат PDU 1DM описан в разделе 8.2.7 и подробно определен в разделе 9.14 [ITU-T G.8013].

Когда у точки MEP по запросу включено измерение задержки пакетов, она периодически генерирует и передает пакеты OAM 1DM своей одноранговой MEP в пределах одного ME. Она также ожидает получения пакетов OAM 1DM от своей одноранговой MEP в том же ME.

Передающая MEP генерирует и отправляет пакеты OAM 1DM с заданными оператором периодичностью и PHB:

- поле MEL устанавливается в заданное значение (см. раздел 8.2);
- поле Version устанавливается в 0 (см. раздел 8.2);
- поле OpCode устанавливается в значение 45 (см. раздел 8.2);
- поле Flag устанавливается во все НУЛИ;
- поле TLV Offset устанавливается в значение 16 (см. раздел 8.2.7);
- поле TxTimeStampf устанавливается во временную метку момента передачи пакета 1DM. Формат поля TxTimeStampf равен формату TimeRepresentation в [IEC 61588];
- поле Reserved устанавливается во все НУЛИ;
- поле End TLV устанавливается во все НУЛИ (см. раздел 8.2). За исключением поля End TLV, поля TLV в PDU LMR отсутствуют.

При получении допустимого пакета 1DM принимающая MEP может сравнить значение поля TxTimeStampf полученного пакета 1DM с величиной RxTimef, обозначающей время получения пакета 1DM, и рассчитать задержку передачи пакета в одном направлении. Любой пакет 1DM с допустимым уровнем MEG считается допустимым пакетом 1DM. Задержка пакета в одном направлении рассчитывается следующим образом:

Задержка пакета = RxTimef – TxTimeStampf.

Измерение колебания задержки пакетов производится на основе разности между несколькими результатами измерения задержки пакетов.

Подробности влияния синхронизации часов на измерение задержки пакетов в одном направлении описаны в разделе 8.2 [ITU-T G.8013].

9.1.8 Процедуры сообщения двустороннего измерения задержки/ответа двустороннего измерения задержки (DMM/DMR)

Функция сообщения измерения задержки/ответа измерения задержки (DMM/DMR) позволяет по запросу проводить измерение задержки пакетов и колебания задержки пакетов в двух направлениях по двусторонним соединениям пункта с пунктом MPLS-TP.

Форматы PDU DMM/DMR описаны в разделе 8.2.8 и подробно определены в разделах 9.15 и 9.16 [ITU-T G.8013].

Когда у точки MEP (запрашивающей MEP) по запросу включено двустороннее измерение задержек передачи пакетов, она периодически генерирует и отправляет пакеты OAM DMM своей одноранговой MEP в том же ME с периодичностью и PNB, заданными оператором:

- поле MEL устанавливается в заданное значение (см. раздел 8.2);
- поле Version устанавливается в 0 (см. раздел 8.2);
- поле OpCode устанавливается в значение 47 (см. раздел 8.2);
- поле Flag устанавливается во все нули;
- поле TLV Offset устанавливается в значение 32 (см. раздел 8.2.8);
- поле TxTimeStampf устанавливается во временную метку момента передачи пакета DMM. Формат поля TxTimeStampf равен формату TimeRepresentation в [IEC 61588];
- поле Reserved устанавливается во все нули;
- поле End TLV устанавливается во все нули (см. раздел 8.2). За исключением поля End TLV, поля TLV в PDU LMR отсутствуют.

Пакет DMM с допустимым уровнем MEG считается допустимым пакетом DMM. Пакет DMM отвергается, если он не является допустимым. При получении допустимого пакета DMM точкой MEP (т. е. принимающей MEP) она генерирует и передает пакет DMR запрашивающей MEP следующим образом:

- поле MEL устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU DMM;
- поле Version устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU DMM;
- поле OpCode устанавливается в значение 46 (см. раздел 8.2);
- поле Flag устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU DMM;
- поле TLV Offset устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU DMM;
- поле TxTimeStampf устанавливается в значение, скопированное из последней полученной PDU DMM;
- поле RxTimeStampf является факультативным. Если оно используется, то устанавливается во временную метку момента получения пакета DMM. Если оно не используется, то устанавливается во все нули;
- поле TxTimeStamph является факультативным. Если оно используется, то устанавливается во временную метку момента передачи пакета DMR. Если оно не используется, то устанавливается во все нули;
- поле Reserved устанавливается во все нули;
- поле End TLV устанавливается во все нули. За исключением поля End TLV, поля TLV в PDU LMR отсутствуют.

При получении допустимого пакета DMR запрашивающая MEP может сравнить значение поля TxTimeStampf в полученном пакете DMR с величиной RxTimeeb, обозначающей время получения пакета DMR, и рассчитать задержку передачи пакета по двум направлениям следующим образом:

$$\text{Задержка пакета} = \text{RxTimeeb} - \text{TxTimeStampf}.$$

Если пакет DMR несет факультативные временные метки, что определяется ненулевыми значениями полей RxTimeStampf и TxTimeStamph, задержка передачи пакета по двум направлениям вычисляется более точно – исключая время локальной обработки в принимающей MEP:

$$\text{Задержка пакета} = (\text{RxTimeeb} - \text{TxTimeStampf}) - (\text{TxTimeStamph} - \text{RxTimeStampf}).$$

Отклонение задержки пакетов вычисляется на основе разности между последующими результатами измерения задержки пакетов.

9.1.9 Процедуры отсутствия сигнала клиента (CSF)

Функция CSF используется для передачи индикации обнаружения сбоя входного клиентского сигнала из входного потока ME в выходной поток того же ME. Она используется, если клиентский уровень сам по себе не поддерживает механизм подавления сигнализации, например AIS. Это поддерживает приложение, описанное в Дополнении VIII [ITU-T G.806].

Пакеты CSF с информацией CSF могут генерироваться точкой MEP при получении информации об отсутствии сигнала с клиентского уровня. Правила обнаружения событий отсутствия клиентского сигнала по определению зависят от конкретного клиента и не входят в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации. При получении индикации отсутствия сигнала с клиентского уровня точка MEP может немедленно начать периодически передавать пакеты CSF. MEP продолжает периодически передавать пакеты с информацией CSF до отмены индикации отсутствия сигнала клиентского уровня.

Передача пакетов CSF на MEP может быть включена или отключена. Период генерации пакетов CSF зависит от клиентского уровня и не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации.

При получении пакета CSF MEP обнаруживает состояние отсутствия сигнала клиентского уровня и переадресует его как индикацию отсутствия сигнала на свой клиентский уровень.

Отмена условий CSF зависит от клиентского уровня и не входит в сферу рассмотрения настоящей Рекомендации.

При получении информации об отмене состояния отсутствия клиентского сигнала со своего клиентского уровня точка MEP передает эту информацию своей одноранговой MEP следующим образом:

- прекращая передачу пакетов CSF и начиная переадресовывать клиентские пакеты данных PDU; либо
- передавая пакеты CSF с индикацией Клиент – Индикация снятия дефекта (C-DCI).

MIP прозрачна для пакетов с информацией CSF и поэтому не требует информации для поддержки функции CSF.

Формат PDU CSF определен в разделе 8.2.9.

Запрашивающая MEP генерирует и отправляет пакеты OAM CSF с заданными оператором периодичностью и PHB:

- поле MEL устанавливается в заданное значение (см. раздел 8.2);
- поле Version устанавливается в 0 (см. раздел 8.2);
- поле OpCode устанавливается в значение 52 (см. раздел 8.2);
- поле Flags состоит из:
 - зарезервированных битов, установленных во все НУЛИ;
 - поля Type, установленного согласно условию CSF (см. таблицу 9-5 [ITU-T G.8013]);
 - поля Period, заданного оператором;
- поле TLV Offset устанавливается в 0 (см. раздел 8.2.9);
- поле End TLV устанавливается во все НУЛИ.

Приложение А

Заявление о применимости ОАМ MPLS-TP для пакетной транспортной сети (PTN)

(Настоящее приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В настоящем приложении описаны варианты и конфигурации MPLS-TP для приложения пакетной транспортной сети (PTN).

- 1) Данное приложение рассчитано на включение развертывания транспортных узлов на основе различных технологий, в число которых могут входить транспортные технологии MPLS-TP, Ethernet, оптической транспортной сети (ОТС) и синхронной цифровой иерархии (СЦИ).
- 2) Общий узел может поддерживать множественные транспортные уровни.
- 3) В сети, где первичные требования определяются стремлением к последовательности в отношении эксплуатационного поведения, эксплуатационной функциональности и эксплуатационного процесса транспортной сети (СЦИ/ОТС):
 - а) в частности, необходимо обеспечить совместимость с существующими механизмами ОАМ и парадигмой переключения защиты СЦИ, ОТС, Ethernet, т. е. предоставить такие же средства управления и индикации;
 - б) совместимость (последовательность) предполагает использование такой же информационной модели управления. Это позволяет выполнять обновление инфраструктуры системы эксплуатационной поддержки (OSS), в которой необходимо только признать новый тип многоуровневой сетевой технологии;
 - с) сводится к минимуму воздействие на персонал, осуществляющий эксплуатацию существующей транспортной сети, например, требуется почти такая же переподготовка, как при переходе от СЦИ к ОТС.
- 4) [ITU-T G.7710], [ITU-T G.806], [ITU-T G.808.1] и [b-ITU-T G.808.2] содержат описание общих процедур (см. также [b-IETF RFC 5951] и [ITU-T G.7710]).
- 5) Транспортная сеть: ориентированная на соединения сеть, соединения которой обеспечивают возможность установления соединений между служебными коммутаторами.
- 6) В настоящее время соединения ограничиваются имеющим совмещенный маршрут двусторонним транспортным трактом соединения пункта с пунктом.
 - а) В будущем потребуются реализация поддержки односторонних соединений пункта со многими пунктами.
- 7) Независимость услуг от транспорта, т. е. транспортная сеть не зависит от услуг.
 - а) Реализация транспортного тракта для PW или LSP.

Дополнение I

Сценарии сети MPLS-TP

(Настоящее дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

I.1 Пример вложения групп MEG

На рисунке I.1 приведен пример сценария, в котором используется уровень MEG по умолчанию вложенных групп MEG для ролей клиента, поставщика и оператора. На этом рисунке треугольники обозначают MEP, круги обозначают MIP, а ромбы обозначают точки формирования трафика (TrCP).

На рисунке I.1 показан пример реализации сети; точки MEP и MIP должны быть интерфейсными, а не узловыми. Перевернутые треугольники (▼) обозначают нисходящие точки MEP, а обычные треугольники (▲) обозначают восходящие точки MEP.

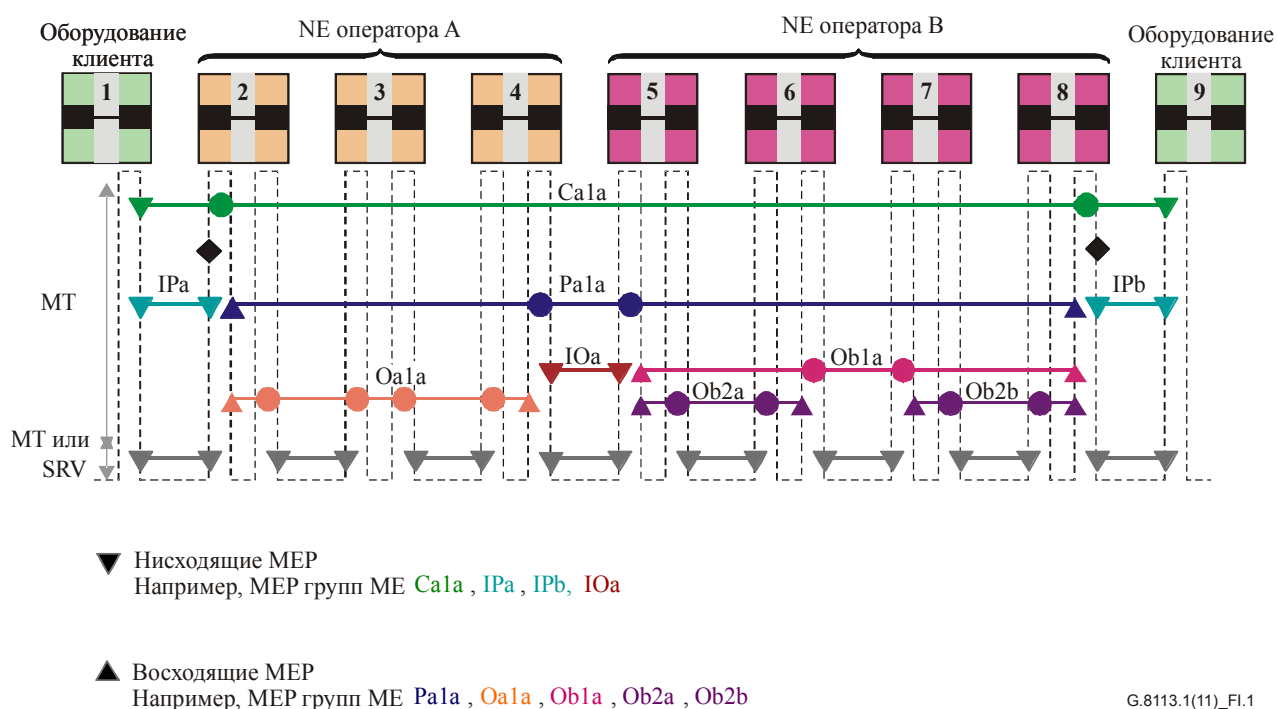


Рисунок I.1 – Пример вложения групп MEG

- ME клиента от UNI_C до UNI_C (Cala).
- ME поставщика от UNI_N до UNI_N (Pala).
- ME оператора от конца до конца (Oa1a и Ob1a).
- ME оператора сегмента в сети оператора B (Ob2a и Ob2b).
- ME между клиентом и поставщиком от UNI_C до UNI_N (IPa и IPb).
- Межоператорский ME (IOa).

Библиография

- [b-ITU-T G.808.2] Recommendation ITU-T G.808.2 (2008), *Generic protection switching – Ring protection*.
- [b-IETF RFC 5951] IETF RFC 5951 (2010), *Network Management Requirements for MPLS-based Transport Networks*.
- [b-IETF tp-id] IETF draft-ietf-mpls-tp-identifiers-04 (2013), *MPLS-TP Identifiers following ITU-T Conventions*.
<<http://tools.ietf.org/html/draft-ietf-mpls-tp-itu-t-identifiers-04>>
- [b-IANA PW Reg] Pseudowire Associated Channel Types.
<<http://www.iana.org/assignments/pwe3-parameters/pwe3-parameters.xml#pwe3-parameters-10>>

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y
ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ
ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА

Общие положения	Y.100–Y.199
Услуги, приложения и промежуточные программные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500–Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899

АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ

Общие положения	Y.1000–Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами	Y.1200–Y.1299

Транспортирование **Y.1300–Y.1399**

Взаимодействие	Y.1400–Y.1499
Качество обслуживания и сетевые показатели качества	Y.1500–Y.1599
Сигнализация	Y.1600–Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
IPTV по СПП	Y.1900–Y.1999

СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты обслуживания: возможности услуг и архитектура услуг	Y.2200–Y.2249
Аспекты обслуживания: взаимодействие услуг и СПП	Y.2250–Y.2299
Нумерация, присваивание имен и адресация	Y.2300–Y.2399
Управление сетью	Y.2400–Y.2499
Архитектура и протоколы сетевого управления	Y.2500–Y.2599
Пакетные сети	Y.2600–Y.2699
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899
Открытая среда операторского класса	Y.2900–Y.2999

БУДУЩИЕ СЕТИ **Y.3000–Y.3499**

ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ **Y.3500–Y.3999**

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

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
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	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Оконечное оборудование, субъективные и объективные методы оценки
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
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи