



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

G.8110/Y.1370

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

(01/2005)

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

Ethernet и аспекты транспортировки сообщений –
MPLS и аспекты транспортировки сообщений

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

Аспекты межсетевого протокола – Транспортирование

Архитектура сетей уровня MPLS

Рекомендация МСЭ-Т G.8110/Y.1370

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	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
ETHERNET И АСПЕКТЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ СООБЩЕНИЙ	G.8000–G.8999
Общие положения	G.8000–G.8099
MPLS и аспекты транспортировки сообщений	G.8100–G.8199
Параметры качества и готовности	G.8200–G.8299
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999

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

Архитектура сетей уровня MPLS

Резюме

В настоящей Рекомендации описывается функциональная архитектура сетей MPLS с использованием методологии моделирования, описанной в Рекомендациях МСЭ-Т G.805 и G.809. Функциональные возможности сети MPLS описываются с позиции сетевого уровня с учетом многоуровневой структуры сети MPLS, определения характеристической информации, взаимосвязей клиент/сервер, топологии построения сети и функциональных возможностей сети уровня. Функциональная архитектура сетей сервера, используемых сетью MPLS, не входит в область применения настоящей Рекомендации. Такие архитектуры описываются в других Рекомендациях МСЭ-Т или в документах RFC IETF.

Настоящая Рекомендация основывается на документах RFC 3031, 3032, 3270 и 3443 IETF.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т G.8110/Y.1370 утверждена 13 января 2005 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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 носит добровольный характер. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соблюдение положений данной Рекомендации достигается в случае выполнения всех этих обязательных положений. Для выражения необходимости выполнения требований используется синтаксис долженствования и соответствующие слова (такие, как "должен" и т. п.), а также их отрицательные эквиваленты. Использование этих слов не предполагает, что соблюдение положений данной Рекомендации является обязательным для какой-либо из сторон.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

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

© ITU 2005

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1	Область применения 1
2	Ссылки 1
3	Определения 1
4	Сокращения 4
5	Соглашения..... 5
6	Транспортная функциональная архитектура сетей MPLS 5
6.1	Общие положения..... 5
6.2	Многоуровневая структура сети MPLS 5
7	Описание функциональной архитектуры предварительного заголовка MPLS на основе Рек. МСЭ-Т G.809 7
7.1	Сеть уровня MPLS 7
7.2	Разделение сети уровня MPLS 12
7.3	Действие меток MPLS 15
7.4	"Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки (PHP) 20
7.5	Туннели LSP 23
8	Функциональная архитектура на основе предварительного заголовка MPLS, базирующаяся на Рек. МСЭ-Т G.805..... 25
8.1	Сеть уровня MPLS 25
8.2	Разделение сети уровня MPLS 30
8.3	Режим работы подсети MPLS..... 30
8.4	"Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки (PHP) 31
8.5	Туннели LSP 31
9	Иерархии MPLS..... 31
9.1	Иерархии G.809 MPLS 31
9.2	Иерархии G.805 MPLS 32
9.3	Неоднородные иерархии MPLS..... 33
10	Взаимосвязи сервер/клиент..... 36
10.1	Адаптация MPLS/клиент..... 36
10.2	Адаптация сервер не MPLS/MPLS 38
11	Управление сетью MPLS..... 38
12	Методы обеспечения живучести MPLS 38
12.1	Методы защиты..... 38
12.2	Восстановление сети 38
13	MPLS и поддержка архитектуры Diff-Serv..... 38
13.1	Эталонные диаграммы для однородной модели, моделей "труба" и "короткая труба" 40
13.2	Режим работы TTL MPLS 43
13.3	Режим работы EXP MPLS..... 47
13.4	Слияние LSP и поддержка Diff-Serv 52

	Стр.
Приложение А – Функциональная модель для фрагментации пакетов в сети MPLS	53
Приложение В – Обработка резервированной метки	54
Приложение С – Преобразование G.809 в G.805.....	57
Приложение D – Мультиплексирование MPLS и IP.....	57
Дополнение I – Функциональная модель для описания использования ECMP в сетях MPLS...	59

Архитектура сетей уровня MPLS

1 Область применения

В настоящей Рекомендации описывается функциональная архитектура сетей плоскости переноса MPLS с использованием методологии моделирования, описанной в Рекомендациях МСЭ-Т G.805 и G.809. Функциональные возможности сети MPLS описываются с позиции сетевого уровня с учетом многоуровневой структуры сети MPLS, характеристической информации клиента, взаимосвязей клиент/сервер, топологии построения сети и функциональных возможностей сети уровня, обеспечивающих передачу сигнала, мультиплексирование, маршрутизацию, контроль, оценку технических характеристик и живучести сети MPLS.

Основой этой первой версии Рекомендации является спецификация MPLS, приведенная в документах RFC 3031, 3032, 3270 и 3443 IETF.

ОАМ MPLS, как она задана в Рекомендациях МСЭ-Т Y.1711, Y.1712 и Y.1713, не описывается в данной версии. Она будет добавлена вместе с другими ОАМ MPLS, разрабатываемыми в IETF, в следующей версии настоящей Рекомендации.

2 Ссылки

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

- ITU-T Recommendation G.805 (2000), *Generic functional architecture of transport networks*.
- Рекомендация МСЭ-Т G.809 (2003 г.), *Функциональная архитектура многоуровневых сетей без установления соединения*.
- Рекомендация МСЭ-Т Y.1711 (2004 г.), *Механизм эксплуатации и технического обслуживания для сетей MPLS*.
- ITU-T Recommendation Y.1712 (2004), *OAM functionality for ATM-MPLS interworking*.
- Рекомендация МСЭ-Т Y.1713 (2004 г.), *Обнаружение ошибочных ветвлений в сетях MPLS*.
- IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.
- IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.
- IETF RFC 3270 (2002), *Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services*.
- IETF RFC 3443 (2003), *Time To Live (TTL) Processing in Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Networks*.

3 Определения

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в Рек. МСЭ-Т G.805:

- 3.1 точка доступа
- 3.2 адаптированная информация

- 3.3 характеристическая информация
- 3.4 взаимосвязь клиент/сервер
- 3.5 соединение
- 3.6 точка соединения
- 3.7 сеть уровня
- 3.8 канал
- 3.9 соединение канала
- 3.10 матрица
- 3.11 сеть
- 3.12 соединение сети
- 3.13 порт
- 3.14 эталонная точка
- 3.15 подсеть
- 3.16 соединение подсети
- 3.17 конечная точка соединения
- 3.18 трасса
- 3.19 окончание трассы
- 3.20 транспортирование
- 3.21 транспортирующий объект
- 3.22 функция обработки процесса транспортирования
- 3.23 однонаправленное соединение
- 3.24 однонаправленная трасса

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в Рек. МСЭ-Т G.809:

- 3.25 точка доступа
- 3.26 адаптированная информация
- 3.27 характеристическая информация
- 3.28 взаимосвязь клиент/сервер
- 3.29 тракт без установления соединения
- 3.30 поток
- 3.31 область потока
- 3.32 поток области потока
- 3.33 точка потока
- 3.34 группа точек потока
- 3.35 окончание потока
- 3.36 приемник окончания потока
- 3.37 источник окончания потока

- 3.38 сеть уровня
- 3.39 поток канала
- 3.40 сеть
- 3.41 поток сети
- 3.42 порт
- 3.43 опорная точка
- 3.44 единица трафика
- 3.45 транспортирование
- 3.46 транспортирующий объект
- 3.47 функция обработки процесса транспортирования
- 3.48 конечная точка потока

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в RFC 3031:

- 3.49 класс эквивалентности пересылки
- 3.50 метка
- 3.51 слияние меток
- 3.52 пакет с меткой
- 3.53 стек меток
- 3.54 обмен метками
- 3.55 обмен метками
- 3.56 шаг пересылки с коммутацией по меткам
- 3.57 коммутируемый по меткам тракт
- 3.58 стек меток MPLS

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в RFC 3032:

- 3.59 дно стека
- 3.60 "время жизни"
- 3.61 экспериментальное использование
- 3.62 значение метки
- 3.63 метка "явный нуль IPv4"
- 3.64 метка "предупреждение маршрутизатора"
- 3.65 метка "явный нуль IPv6"
- 3.66 "явный нуль"

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в RFC 3270:

- 3.67 режим для шага пересылки
- 3.68 LSP с классом расписания "режима для шага пересылки" (PHB) на основе EXP
- 3.69 LSP с классом расписания "режима для шага пересылки" (PHB) на основе меток

В настоящей Рекомендации определен следующий термин:

3.70 уровень Z: Подуровень для моделирования "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки (Penultimate Hop Popping). Подуровень Z является подуровнем, базирующимся на потоке. Область потока уровня Z – это область потока уровня матрицы. Поток сети Z всегда имеет форму "поток канала – поток области потока – поток канала".

4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

AG	Группа доступа
AI	Адаптированная информация
AP	Точка доступа
BA	Агрегат поведения
CI	Характеристическая информация
CP	Точка соединения
DSCP	Кодовая точка "дифференциального обслуживания" (Diff-Serv)
E-LSP	LSP с "классом расписания PHB" (PSC) на основе EXP
EXP	Экспериментальное использование
FDF	Поток области потока
FEC	Класс эквивалентности пересылки
FP	Точка потока
FPP	Группа точек потока
FT	Окончание потока
FTP	Точка окончания потока
LF	Поток канала
LSP	Коммутируемый по меткам тракт
L-LSP	LSP с "классом расписания PHB" (PSC) только на основе метки
MPLS	Многопротокольная коммутация по меткам
NF	Поток сети
OA	Упорядоченный агрегат
PHB	Режим для каждого шага пересылки
PHP	"Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки
PSC	Класс расписания PHB
S	Дно стека
TCP	Конечная точка соединения
TFP	Конечная точка потока
TFPP	Группа конечных точек потока
TTL	Время жизни

5 Соглашения

Соглашение по диаграммам для сетей уровня с установлением соединения, описываемых в настоящей Рекомендации, то же, что и в Рек. МСЭ-Т G.805.

Соглашение по диаграммам для сетей уровня без установления соединения, описываемых в настоящей Рекомендации, то же, что и в Рек. МСЭ-Т G.809, за исключение окраски символов элементарной функции и порта.

Все транспортирующие объекты в настоящей Рекомендации являются однонаправленными.

6 Транспортная функциональная архитектура сетей MPLS

6.1 Общие положения

Функциональная архитектура транспортных сетей MPLS описывается с использованием методов моделирования, определенных в Рекомендациях МСЭ-Т G.805 и G.809. Сети MPLS могут работать как в режиме с установлением соединения, так и в режиме без установления соединения; объединенная функциональная архитектура, основанная на модели потока Рек. МСЭ-Т G.809 и модели соединения Рек. МСЭ-Т G.805, является достаточной для моделирования архитектуры MPLS. В настоящей Рекомендации приводятся конкретные аспекты, касающиеся характеристической информации, взаимосвязей клиент-сервер, топологии и разделения транспортных сетей MPLS. В настоящей Рекомендации используются терминология, функциональная архитектура и соглашения по диаграммам, определенные в Рекомендациях МСЭ-Т G.805 и G.809.

Описание архитектуры MPLS организовано следующим образом:

- Функциональная архитектура MPLS на основе конкретных заголовков MPLS (промежуточный заголовок (shim header) MPLS)
 - Функциональная архитектура сетей MPLS, которые поддерживают свойства потоков, например потоков "многие пункты–пункт" в форме деревьев LSP "многие пункты–пункт" в одноуровневой сети, описывается в Разделе 7 с использованием модели потока Рек. МСЭ-Т G.809.
 - Функциональная архитектура сетей MPLS, которые используют режим, ориентированный на соединение, описывается в Разделе 8 с использованием модели соединения Рек. МСЭ-Т G.805.
 - Иерархии MPLS могут быть описаны с использованием модели G.805 или модели G.809. Дополнительно иерархии MPLS может потребоваться описание для различных уровней иерархии как на основе G.805, так и на основе G.809. Иерархии MPLS описываются в Разделе 9.
- Функциональная архитектура MPLS на основе вложения метки MPLS внутрь заголовка другой технологии
 - Эта архитектура далее не рассматривается в настоящей версии Рекомендации.

Использование групповой передачи оставлено для дальнейшего изучения.

6.2 Многоуровневая структура сети MPLS

В архитектуре транспортной сети MPLS определена одноуровневая сеть:

- сеть уровня MPLS.

Сеть уровня MPLS – это сеть уровня тракта. Характеристическая информация сети уровня MPLS может транспортироваться по каналам MPLS, поддерживаемым трассами в других сетях уровня тракта (например, сеть уровня Ethernet MAC, SDH VC-n, OTH ODUk).

6.2.1 Адаптированная информация MPLS

Адаптированная информация сети уровня MPLS представляет собой (не)прерывный поток единиц трафика MPLS_AI. Единица трафика MPLS_AI состоит из заголовка MPLS_AI, содержащего поле S предварительного заголовка MPLS и поле полезной нагрузки MPLS. Поле полезной нагрузки MPLS переносит адаптированную информацию клиента.

6.2.2 Характеристическая информация MPLS

Характеристическая информация сети уровня MPLS – это (не)прерывный поток единиц трафика MPLS_CI.

Единица трафика MPLS_CI состоит из единицы трафика MPLS_AI, расширенной заголовком MPLS_CI, содержащим поле TTL предварительного заголовка MPLS.

ПРИМЕЧАНИЕ. – 20-битовая метка и 3-битовая EXP MPLS считаются частью заголовка MPLS (RFC 3031). В модели сети уровня оба эти компонента связаны с каналом MPLS, а не с характеристической информацией MPLS.

Когда сетью уровня клиента MPLS является сама MPLS, информация полезной нагрузки включает единицу трафика MPLS_CI, расширенную 3-битовым полем EXP и 20-битовой меткой из предварительного заголовка MPLS. В этом случае полезная нагрузка эквивалентна пакету со вставленной меткой в RFC 3031. Структуры информации показаны на рисунке 1 вместе со взаимосвязью с записями стека меток.

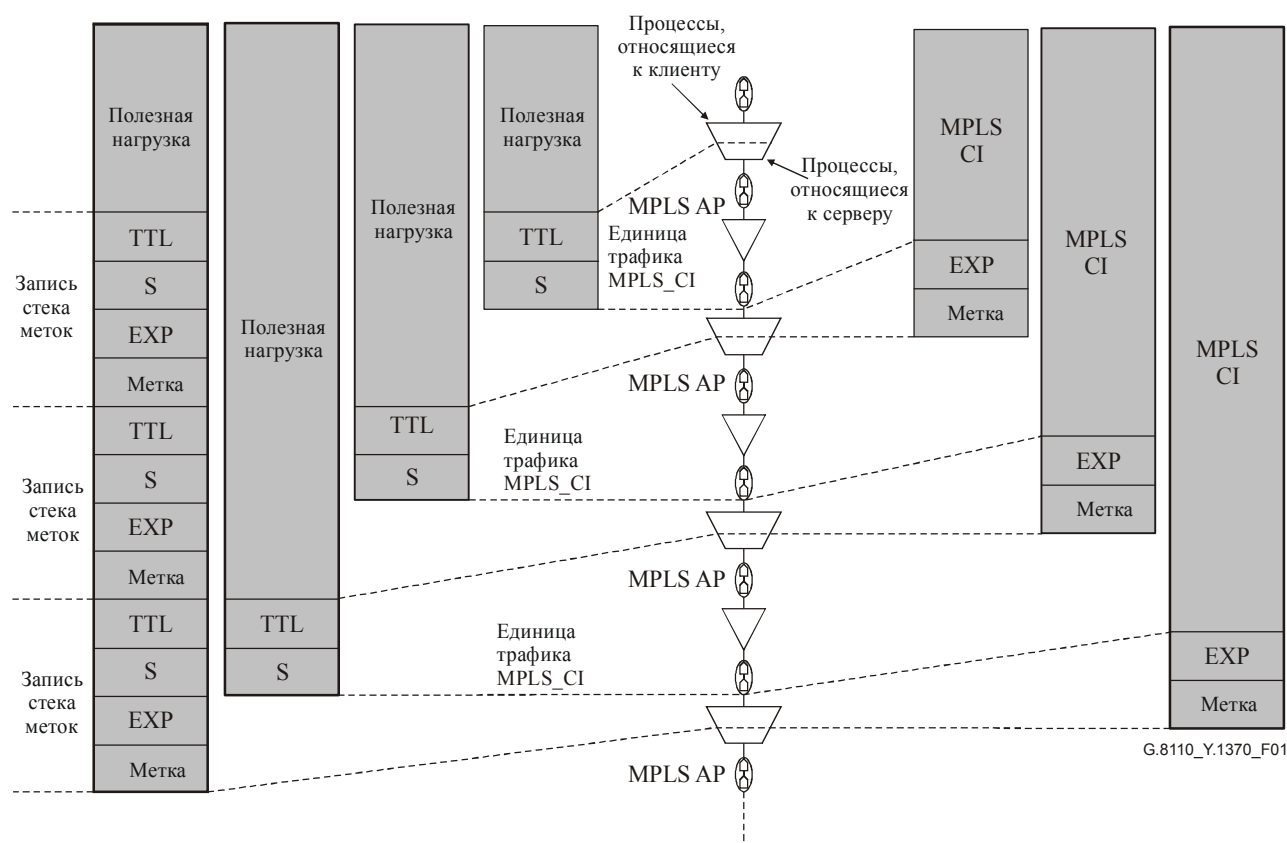
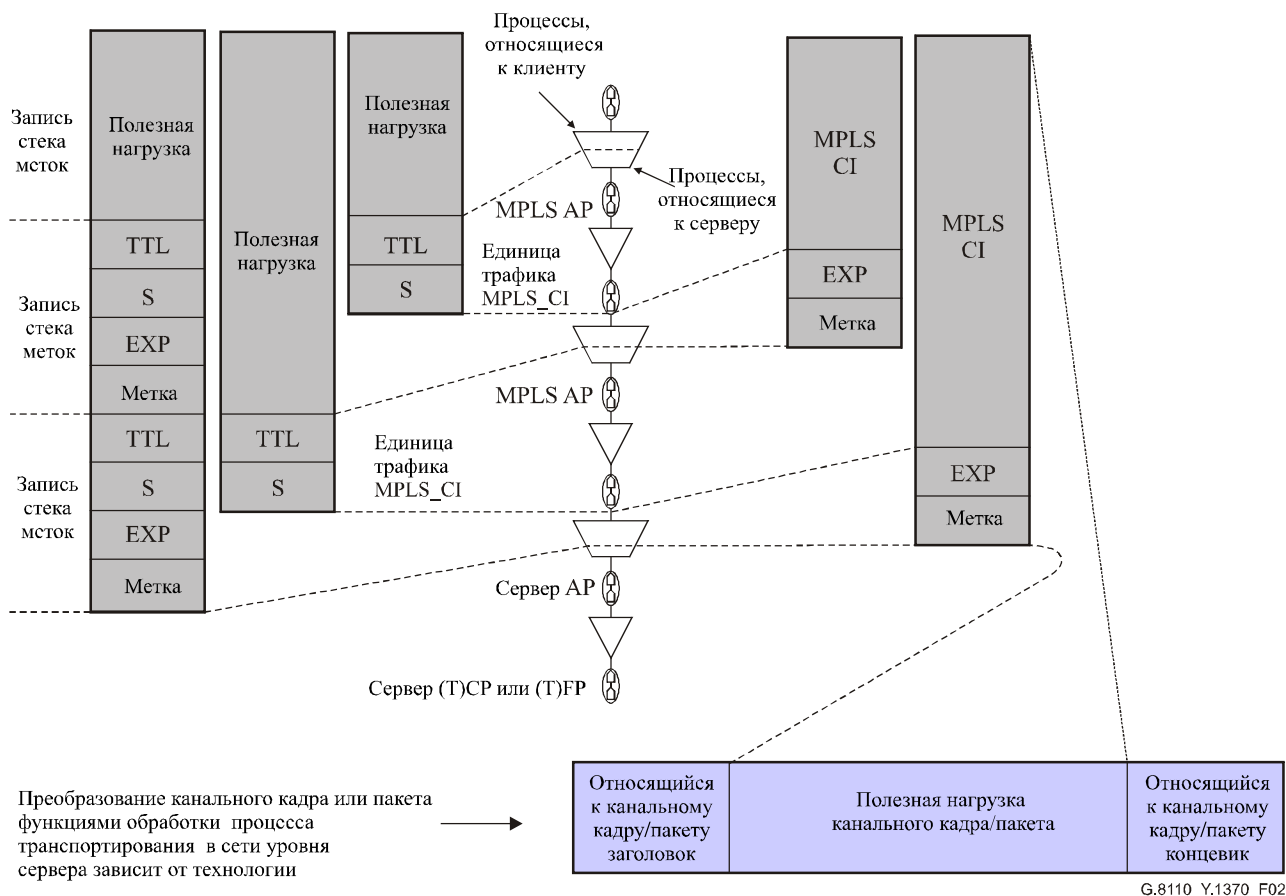


Рисунок 1/G.8110/Y.1370 – Пример рекурсивной обработки единицы трафика (MPLS_CI) характеристической информации MPLS в стеке меток MPLS

Единица трафика MPLS_CI транспортируется по каналу MPLS внутри относящегося к каналу кадра или пакета, общий формат которого показан на рисунке 2.



(Следует отметить, что наличие или отсутствие относящегося к каналному кадру/пакету концевика зависит от технологии.)

Рисунок 2/G.8110/Y.1370 – Формат единицы трафика (MPLS_CI) характеристической информации MPLS и его взаимосвязь с другими единицами информации, включая взаимосвязь с кадрами/пакетами канала, в которые осуществляется вложение

7 Описание функциональной архитектуры предварительного заголовка MPLS на основе Рек. МСЭ-Т G.809

7.1 Сеть уровня MPLS

Сеть уровня MPLS обеспечивает транспортировку адаптированной информации по трассе без установления соединения MPLS между точками доступа MPLS. Характеристическая информация сети уровня MPLS транспортируется над потоком сети MPLS между конечными точками потока MPLS.

Сеть уровня MPLS содержит следующие функции обработки процесса транспортирования, транспортирующие объекты и топологические компоненты (см. рисунок 3):

- трасса без установления соединения MPLS;
- источник окончания потока MPLS (MPLS_FT_So);
- приемник окончания потока MPLS (MPLS_FT_Sk);
- поток сети (NF) MPLS;
- поток канала (LF) MPLS;
- поток области потока (FDF) MPLS;
- область потока (FD) MPLS;
- канал MPLS.

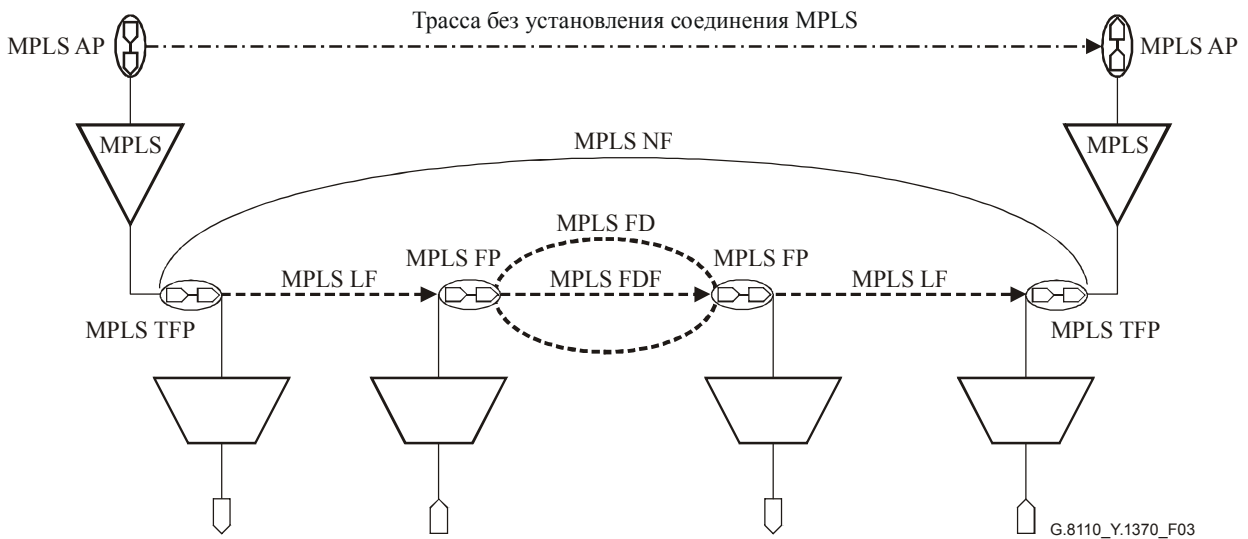
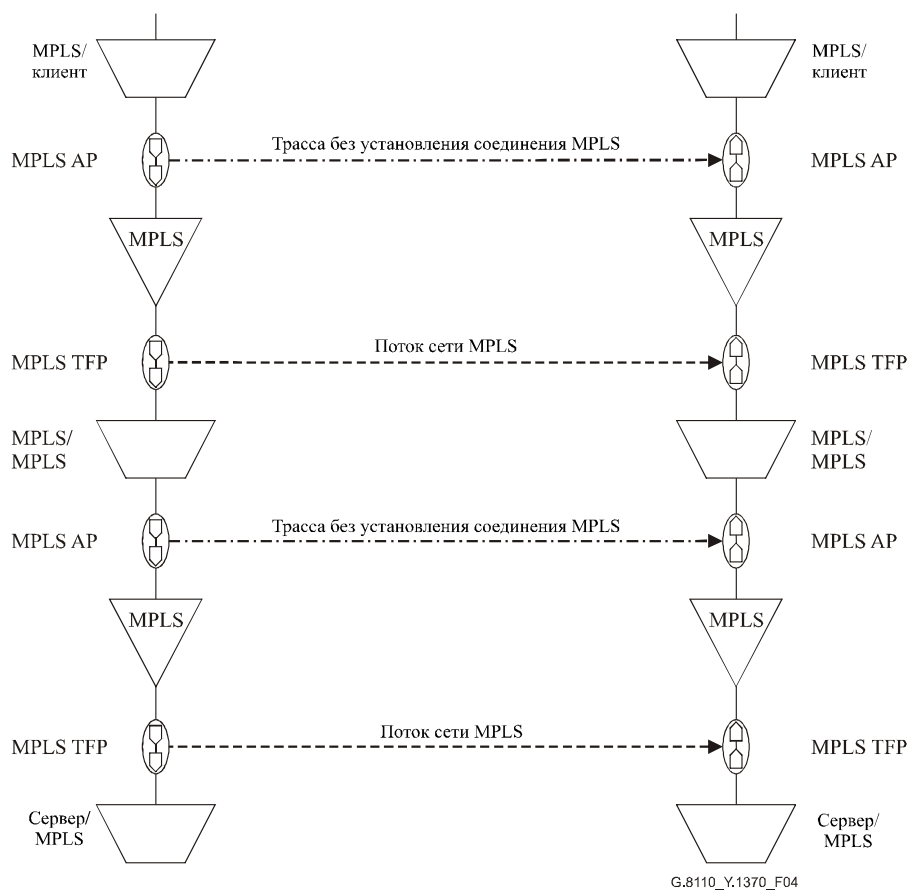


Рисунок 3/G.8110/Y.1370 – Пример сети уровня MPLS

Сеть уровня MPLS может быть использована рекурсивно для описания иерархии MPLS, реализованной как стек меток. Она описывается посредством использования подуровней. Транспортная сеть на основе MPLS может быть разложена на несколько независимых транспортных сетей подуровня с взаимосвязью клиент/сервер между сетями соседних подуровней. Пример подуровней MPLS, их структуры и функций адаптации показан на рисунке 4. Это соглашение используется в настоящей Рекомендации.

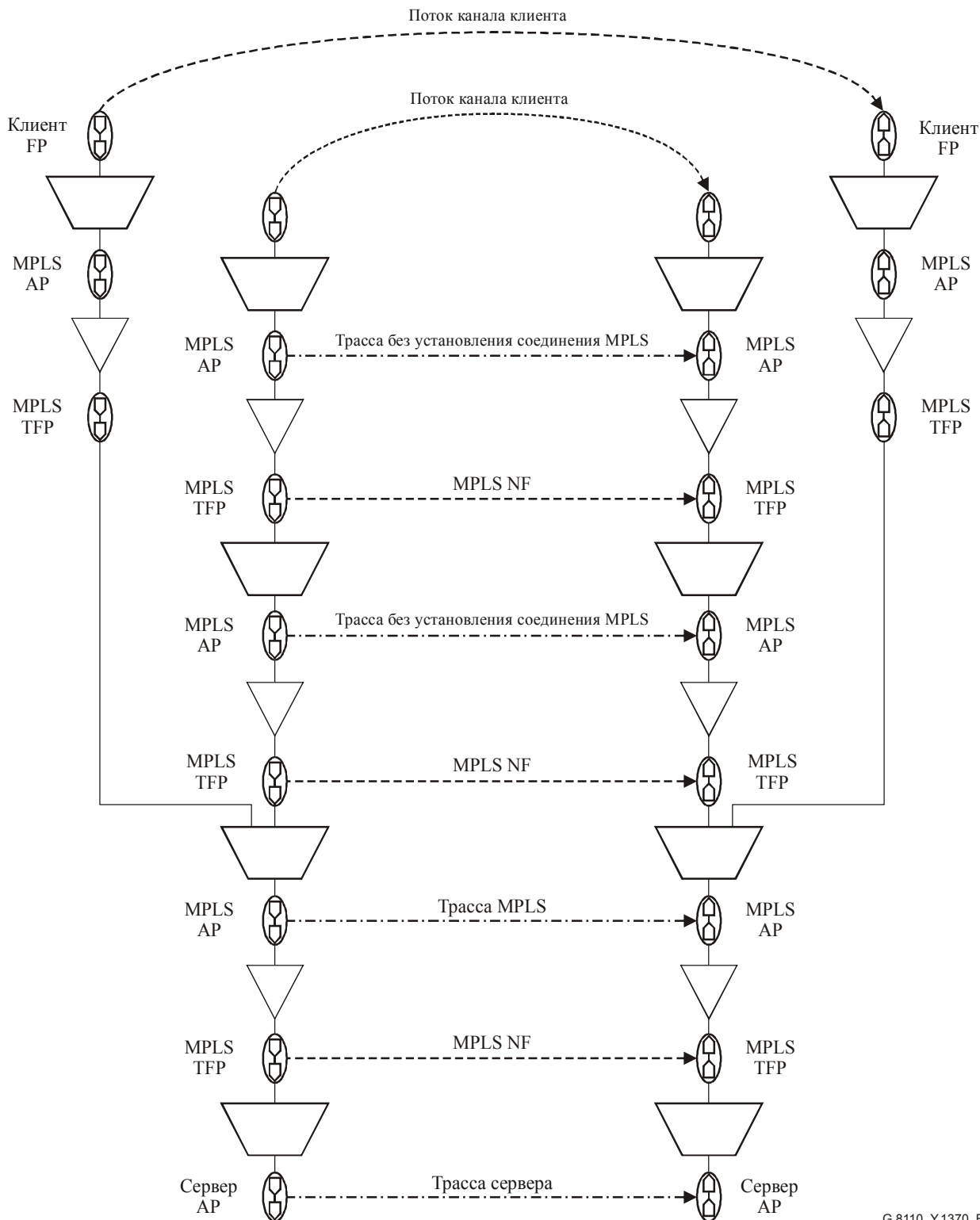
Стек меток связывается с подуровнем MPLS таким образом, что дно стека связывается с подуровнем MPLS в верхней части диаграммы (где клиент – не MPLS), в то время как вершина стека связывается с подуровнем MPLS в нижней части диаграммы.



ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом примере показаны два уровня. При необходимости могут быть добавлены дополнительные подуровни. Дно стека находится наверху.

Рисунок 4/G.8110/Y.1370 – Пример иерархии MPLS, иллюстрируемый посредством использования деления на подуровни

MPLS допускает создание произвольной глубины подуровней, или стеков меток. Пример приведен на рисунке 5.



G.8110_Y.1370_F05

ПРИМЕЧАНИЕ. – Внешний поток клиента поддерживается иерархией MPLS с глубиной стека, равной двум, а внутренний поток клиента поддерживается иерархией MPLS с глубиной стека, равной трем. По существу, подуровень MPLS, отличный от подуровня дна стека, не имеет назначенной глубины.

Рисунок 5/G.8110/Y.1370 – Пример глубин стека MPLS

7.1.1 Топологические компоненты MPLS

Топологическими компонентами MPLS являются:

- сеть уровня MPLS;
- область потока MPLS;
- канал MPLS;
- группа доступа MPLS.

Сеть уровня MPLS разделена на несколько областей потока MPLS, соединенных между собой каналами MPLS.

7.1.1.1 Сеть уровня MPLS

Сеть уровня MPLS определяется полным набором групп доступа MPLS, которые могут быть объединены для цели переноса информации. Переносимая информация является характеристической для сети уровня MPLS и называется характеристической информацией MPLS. Объединения окончаний потока (которые образуют трассу без установления соединения) в сети уровня MPLS определяются на базе единицы трафика, которой является единица трафика MPLS_CI. Топология сети уровня MPLS описывается посредством групп доступа MPLS, областей потока MPLS и каналов группы точек потока между ними. Структуры внутри сети уровня MPLS и их сети уровня сервера и клиента описываются посредством приведенных ниже компонентов.

7.1.1.2 Область потока MPLS

Область потока MPLS определяется набором точек потока MPLS, которые доступны для целей переноса информации. Единица трафика MPLS_CI переносится через область потока MPLS, которая соответствует конкретному объединению между входящей и исходящей точками потока MPLS, постоянное существование которого не требуется. В общем случае области потока MPLS могут быть разделены на области потока меньших размеров соединенные между собой каналами группы точек потока MPLS. Матрица является особым случаем области потока, которая не может быть далее разделена. Если иное особо не оговорено, описание областей потока в настоящей Рекомендации производится на уровне матрицы.

7.1.1.3 Канал группы точек потока MPLS

Канал группы точек потока MPLS состоит из поднабора точек потока MPLS на границе одной области потока MPLS или группы доступа MPLS, которые связаны с соответствующим поднабором точек потока MPLS или группой доступа MPLS на границе другой области потока MPLS для цели переноса характеристической информации MPLS. Канал группы точек потока MPLS (канал FPP) представляет собой топологическую взаимосвязь и доступную пропускную способность между парой областей потока MPLS, или между областью потока MPLS и группой доступа MPLS, или между парой групп доступа MPLS.

Между любой данной областью потока MPLS и группой доступа MPLS, или между парой областей потока MPLS, или между парой групп доступа MPLS может существовать несколько каналов группы точек потока. Каналы группы точек потока MPLS создаются в масштабе времени сети уровня сервера MPLS.

7.1.1.4 Группа доступа MPLS

Группа доступа MPLS – это группа совместно расположенных функций окончания потока MPLS, которые соединены с одной и той же областью потока MPLS или с одним и тем же каналом группы точек потока MPLS.

7.1.2 Транспортирующие объекты MPLS

Транспортирующими объектами MPLS являются:

- поток канала MPLS;
- поток области потока MPLS;
- поток сети MPLS;
- трасса без установления соединения MPLS.

7.1.3 Функции обработки процесса транспортирования MPLS

Функциями обработки процесса транспортирования MPLS являются:

- функция окончания потока MPLS;
- функции адаптации MPLS к сети уровня клиента.

7.1.3.1 Окончание потока MPLS

Функция MPLS_FT_So вставляет 8-битовое поле TTL в единицу трафика MPLS_CI. Единица трафика MPLS_CI выводится через MPLS TFP.

MPLS_FT_Sk завершает и обрабатывает 8-битовое поле TTL, как описывается в п. 13.2.

Следует учитывать, что окончание потока связано с одним экземпляром LSP.

7.1.3.2 Функции адаптации MPLS к сети уровня клиента

Функции адаптации MPLS/клиент описываются в Разделе 10.

7.1.4 Эталонные точки MPLS

Эталонными точками MPLS (рисунок 3) являются:

- точка доступа (AP) MPLS;
- конечная точка потока (TFP) MPLS;
- точка потока (FP) MPLS;
- группа точек потока (FPP) MPLS;
- группа конечных точек потока (TFPP) MPLS.

7.1.4.1 Точка доступа MPLS

Точка доступа MPLS (MPLS AP) представляет собой связь между функцией окончания потока MPLS и одной или более функциями адаптации MPLS/клиент или MPLS/MPLS.

7.1.4.2 Конечная точка потока MPLS

Конечная точка потока MPLS (MPLS TFP) соединяет функцию окончания потока MPLS (MPLS FT) с каналом MPLS.

7.1.4.3 Точка потока MPLS

Канал MPLS подсоединяется к области потока MPLS или к другому каналу MPLS через точку потока MPLS. Эта точка потока обеспечивается посредством функции адаптации сервер/MPLS или MPLS/MPLS.

7.1.4.4 Группа точек потока MPLS

Группа точек потока MPLS обозначается как MPLS Flow Point Pool (FPP). FPP обладает теми же свойствами, что и ее точки потока.

7.1.4.5 Группа конечных точек потока MPLS

Группа конечных точек потока MPLS обозначается как MPLS Termination Flow Point Pool (TFPP). TFPP обладает теми же свойствами, что и ее конечные точки потока.

7.2 Разделение сети уровня MPLS

Разделение сети уровня MPLS может быть представлено в одноуровневой сети посредством геометрического преобразования иерархии MPLS. Это проиллюстрировано на рисунке 6. На рисунке 6 а) приведен пример иерархии MPLS – показаны только функции источника. TFP MPLS могут быть показаны на диаграмме на том же горизонтальном уровне посредством простого преобразования, как показано на рисунке 6 б). Это представление может быть расширено для представления стека меток произвольной глубины. Результатом этого преобразования является

некоторое число TFP MPLS, и поэтому FP, потоки канала, потоки области потока, области потока и каналы могут быть показаны в одноуровневой сети. Пример показан на рисунке 7.

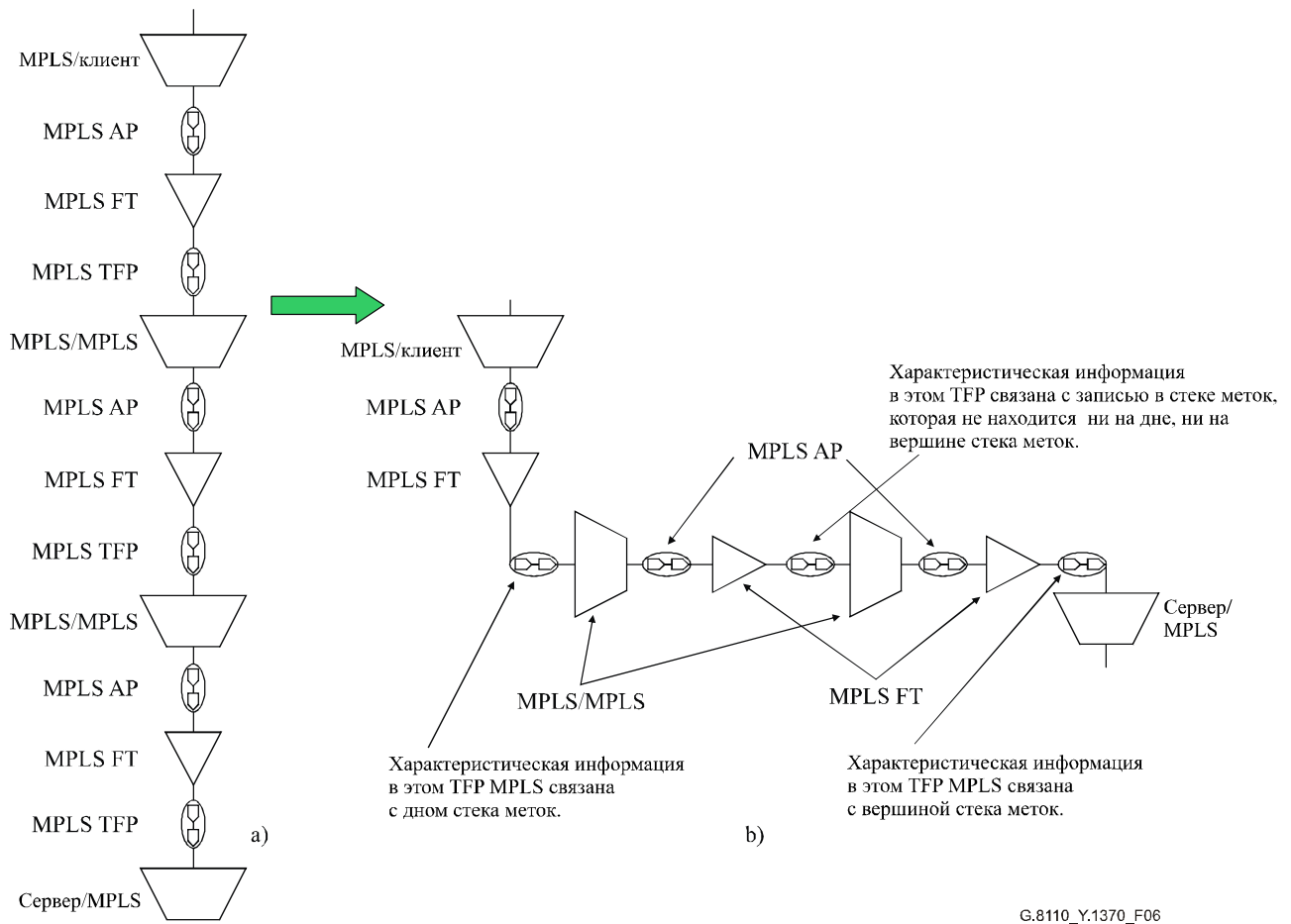


Рисунок 6/G.8110/Y.1370 – Преобразование между точками представления сети подуровня и уровня (показано только направление источника)

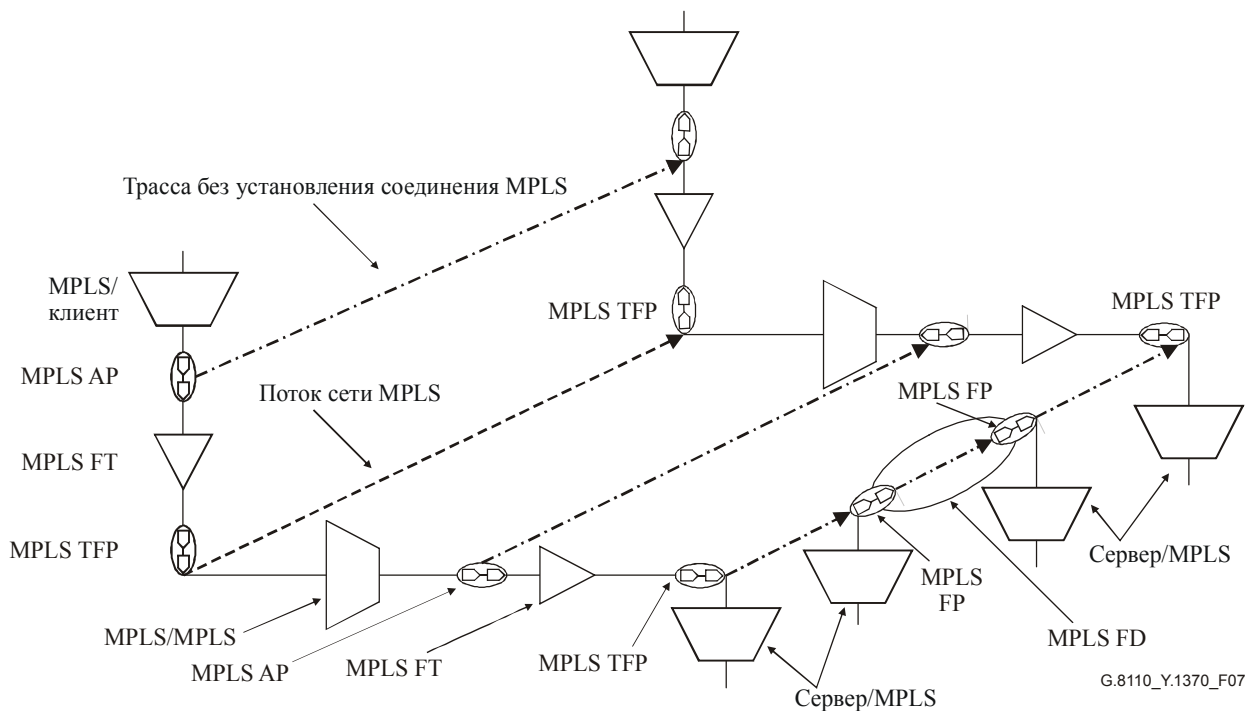


Рисунок 7/G.8110/Y.1370 – Представление потоков сети MPLS и трасс без установления соединения в одной сети уровня MPLS

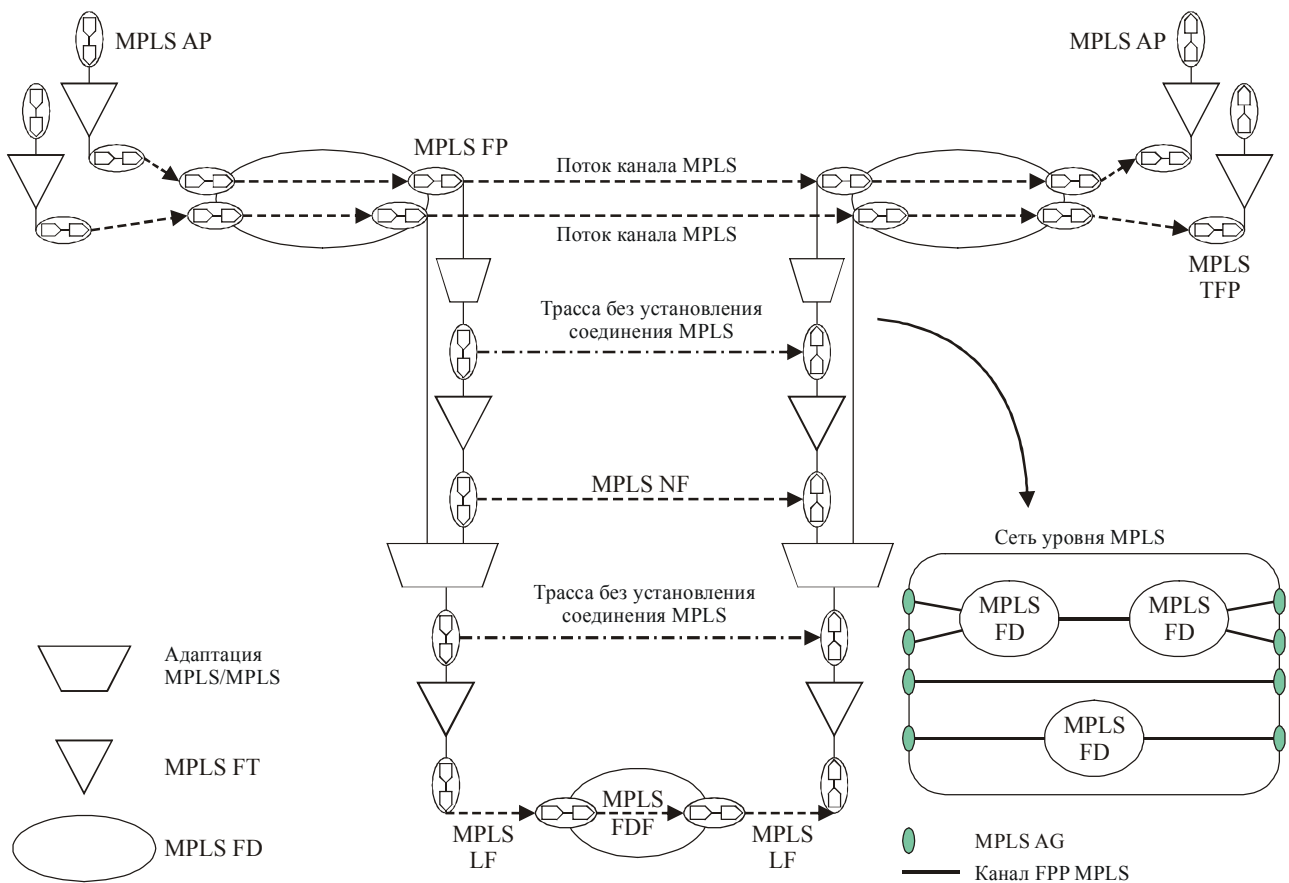
ПРИМЕЧАНИЕ. – В настоящей Рекомендации считается, что создание подуровней используется для иллюстрации взаимосвязей между транспортирующими объектами (иерархия), в то время как представление одноуровневой сети используется для иллюстрации топологии и разделения. Преобразование, посредством которого все подуровни MPLS могут быть показаны в одноуровневой сети, только возможно, так как все подуровни MPLS имеют одну и ту же характеристическую информацию и принадлежат к одному пространству адресов. Точки потока (или точки соединения), связанные с различными типами характеристической информации, всегда показываются в различных сетях уровня.

Взаимосвязь между сетью уровня MPLS и подуровнями MPLS следующая:

- Сеть уровня MPLS может поддерживать иерархию, в рамках которой сеть уровня MPLS содержит один или несколько подуровней. Подуровни, связанные с сетью уровня, должны все входить в одно и то же пространство адресов. Контекстом пространства адресов являются адреса точек доступа MPLS.
- Если два подуровня MPLS имеют различные пространства адресов, каждый подуровень связан с разными сетями уровня MPLS.

Внутри любого канала группы точек MPLS могут быть точки потока от различных уровней стека меток, в зависимости от структуры стеков меток, поддерживающих окончания каналов. На рисунке 8 приведен пример вместе с изображением результирующей топологии сети уровня.

Сетевая топология сети уровня MPLS может быть разделена согласно правилам разделения, описанным в Рек. МСЭ-Т G.809.



G.8110_Y.1370_F08

Рисунок 8/G.8110/Y.1370 – Точки потока в канале MPLS и их взаимосвязи внутри иерархии MPLS

7.3 Действие меток MPLS

7.3.1 Резервированные метки

Значения меток от 0 до 15 являются резервированными. Четыре резервированных значения меток определены в RFC 3032 и описаны в таблице 1. Следует отметить, что значение метки 3 посылается только в плоскости управления и никогда не посылается в плоскости переноса. Пакеты MPLS, помеченные метками со значениями 0, 1 и 2, направляются функцией адаптации приемника прямо в FTP.

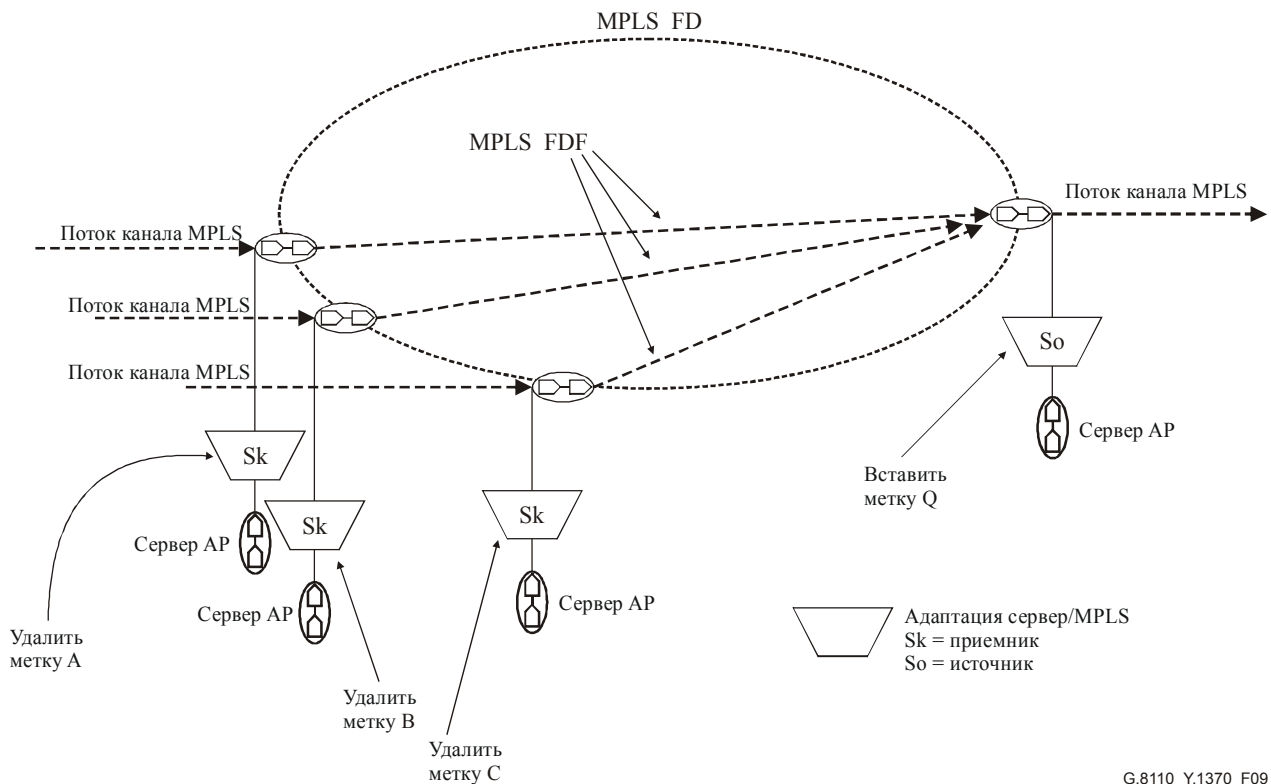
Функциональные модели каждой из резервированных меток описываются в Приложении В.

Таблица 1/G.8110/Y.1370 – Резервированные значения меток

Значение метки	Наименование метки	Описание
0	Метка "явный нуль IPv4" (Explicit Null Label)	Она указывает, что должно быть произведено продвижение стека меток и что пересылка полезной нагрузки, пакета IPv4, должна производиться на основе заголовка IPv4. Это значение метки действительно только на дне стека.
1	Метка "предупреждение маршрутизатора" (Router Alert Label)	При получении пакета производится его обработка на месте. Пересылка определяется заголовком клиента, но метку "предупреждение маршрутизатора" следует продвинуть на выход. Это значение допускается в любом месте стека меток, за исключением дна.
2	Метка "явный нуль IPv6" (IPv6 Explicit Null Label)	Она указывает, что должно быть произведено продвижение стека меток и что пересылка полезной нагрузки, пакета IPv6, должна производиться на основе заголовка IPv6. Это значение метки действительно только на дне стека.
3	Метка "неявный нуль" (Implicit Null Label)	В плоскости управления на последнем шаге пересылки LSP объявляется значение метки 3 для указания, что заголовок MPLS должен быть удален и пересылка должна производиться на основе полезной нагрузки MPLS. Значение "неявный нуль" никогда не появляется в заголовке MPLS.
4–13		Зарезервированы
14	Метка "предупреждение OAM" (OAM Alert Label)	Метка для пакетов OAM MPLS, как описывается в Рек. МСЭ-Т Y.1711. Она не используется в модели G.809.
15		Зарезервирована

7.3.2 Слияние меток

Как уже описывалось в функциональной модели, поле метки связано с каналом MPLS, а не с характеристической информацией MPLS. Поэтому разные значения поля метки могут использоваться в разных каналах. Это также относится и к замене меток. Слияние происходит, когда единицы трафика MPLS_CI, направленные в исходящем канале MPLS в одну точку потока MPLS, прибывают в область потока MPLS по разным каналам MPLS. Всем единицам трафика, проходящим через эту точку потока, соответствующим источником адаптации сервер/MPLS назначается одна и та же исходящая метка. Это иллюстрируется на рисунке 9. Поток "многие пункты–пункт", который возникает в результате слияния, называется также деревом LSP "многие пункты–пункт".



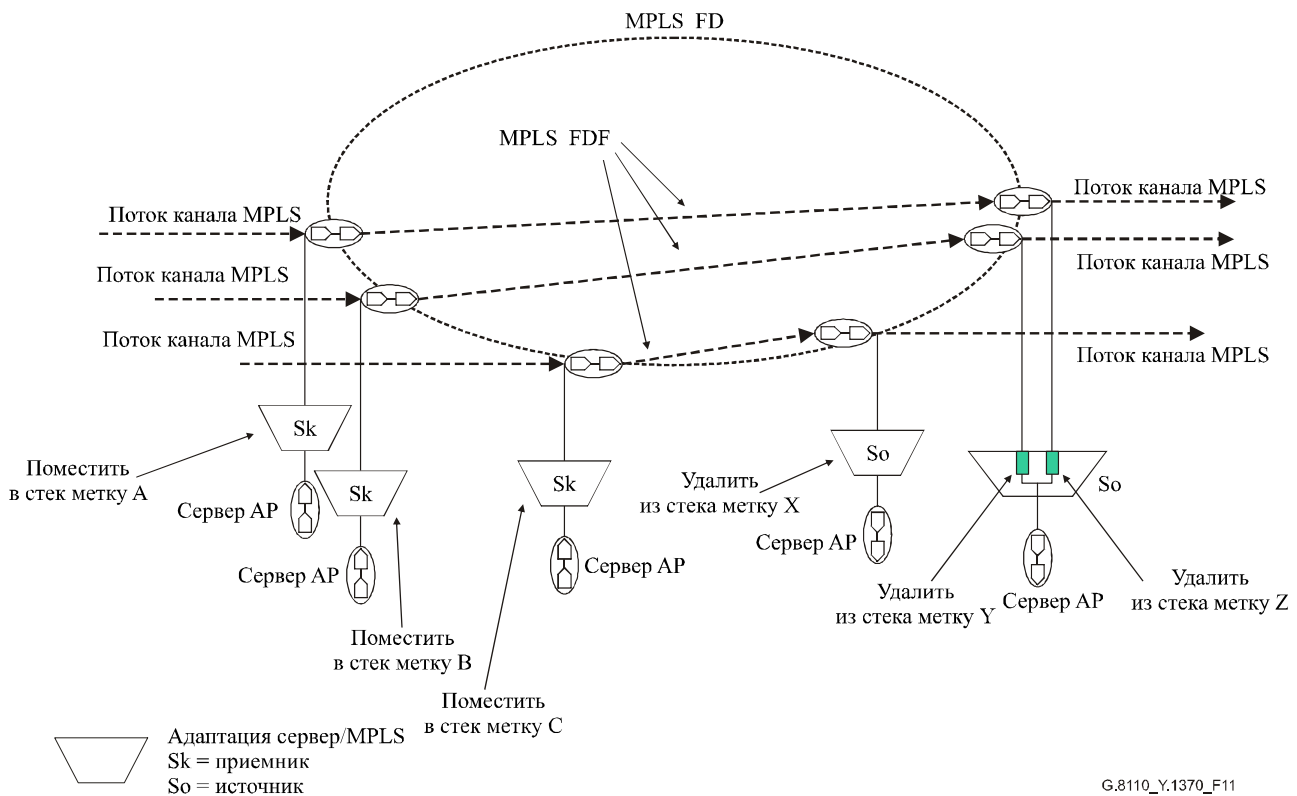
G.8110_Y.1370_F09

ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом примере уровни сервера указаны как не MPLS. Возможно также наличие уровней сервера MPLS, в таком случае функции адаптации будут MPLS/MPLS, а точки доступа будут AP MPLS.

Рисунок 9/G.8110/Y.1370 – Слияние потоков канала MPLS

Слияние в сеть уровня MPLS устраняет способность различать источники трафика в этой сети уровня. Разборка слившегося потока достижима только посредством демультимплексирования в сеть (под)уровня клиента (это клиент (под)уровня, который осуществил это слияние). Для этого требуется, чтобы уровень клиента либо:

- не устанавливал соединение, в том смысле, что каждая единица характеристической информации содержит как адрес источника, так и адрес приемника. В этом случае просто определить источник и приемник;
- либо обеспечивал возможность соединения пункта с пунктом между каждым источником и приемником. Это достигается обычно в сети уровня клиента MPLS посредством потоков канала "пункт-пункт" над подуровнем MPLS, который осуществил слияние. Это иллюстрируется на рисунке 10.



ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом примере уровни сервера указываются как не MPLS. Возможно также наличие уровней сервера MPLS, в таком случае функцией адаптации будет MPLS/MPLS, а точками доступа будут AP MPLS.

Рисунок 11/G.8110/Y.1370 – Область потока MPLS, которая не поддерживает слияние

7.3.3 Глобальное пространство меток

Когда какие-либо входящие единицы трафика с одной и той же меткой, независимо от канала, по которому они прибывают в матрицу MPLS, пересылаются одинаковым способом по отношению к исходящей точке потока (или точкам потока, в которых присутствует ECMP), считается, что метка должна быть меткой из глобального пространства меток.

Например, на рисунке 9 любые единицы трафика MPLS, прибывающие с одной и той же меткой, независимо от того, по какому каналу они прибывают, пересылаются одинаковым способом, в данном случае в одну выходную точку потока. Метка Q, вставленная в выходную функцию адаптации, может иметь или не иметь то же значение, что и у входящей метки.

Глобальное пространство меток также известно как пространство меток, приходящееся на платформу. Словом "область" можно заменить слово "пространство", чтобы термины "глобальное пространство меток" и "глобальная область меток" были взаимозаменяемыми.

7.3.4 Пространство меток интерфейса

Поинтерфейсное пространство меток – это пространство меток, где значение метки MPLS является уникальным только для точки потока внутри канала. На рисунке 11, например, значения меток А, В и С устанавливаются независимо и могут иметь одинаковые или разные значения. Метки X, Y и Z обладают тем свойством, что они могут быть установлены в любое действительное значение с единственным ограничением: Y не должен быть равен Z.

7.3.5 Поддержка нескольких пространств меток

Метки, представляемые в канале, могут быть взяты из глобального или из поинтерфейсного пространств меток. Отдельная метка может принадлежать только одному пространству меток по отношению к каналу. В канале могут быть несколько экземпляров глобальных или поинтерфейсных пространств меток.

7.4 "Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки (PHP)

"Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки (PHP) – это функция обработки стека меток, которая при наличии разрешения "выталкивает" (или сбрасывает) заголовок MPLS и пересылает полезную нагрузку по следующему каналу. Когда "выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки не используется, коммутируемый по метке тракт (LSP) MPLS эквивалентен потоку сети MPLS, образованному из непрерывного канала MPLS и потоков области потока, как показано на рисунке 12.

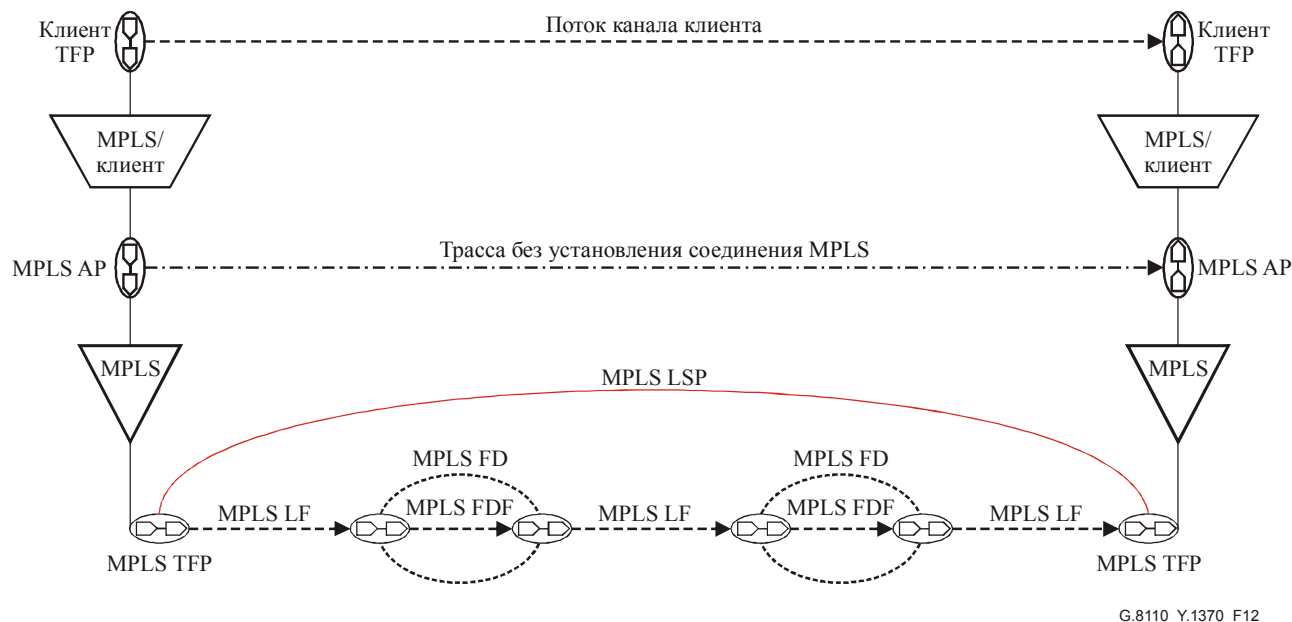


Рисунок 12/G.8110/Y.1370 – MPLS с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки

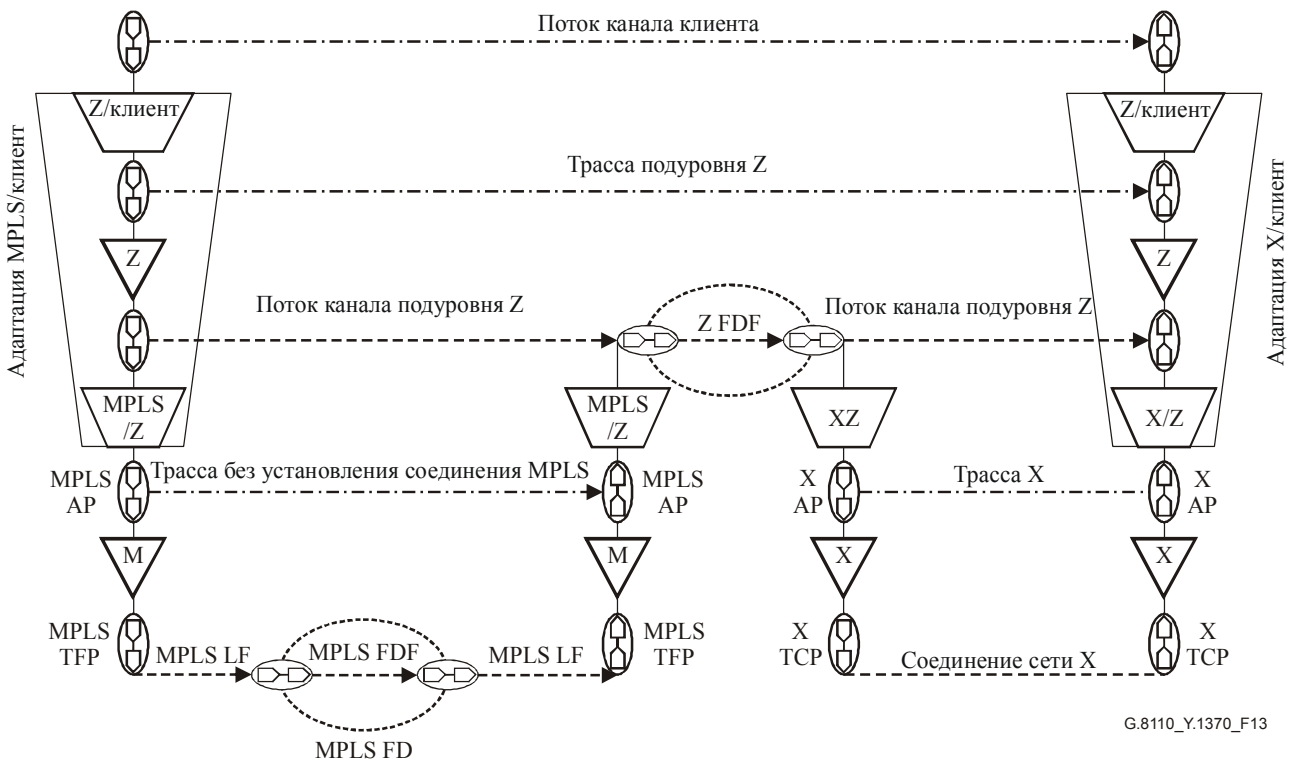
Когда используется "выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки (PHP), каждый из шагов пересылки в LSP, за исключением последнего, эквивалентен транзиту канала MPLS. Однако в PHP последний шаг пересылки связан с каналом в другой сети уровня. Эта сеть уровня становится видимой посредством расширения функции адаптации MPLS/клиент, как показано на рисунке 13. Эта результирующая сеть уровня обозначается как Z. Характеристическая информация сети уровня Z эквивалентна полезной нагрузке нерасширенной функции адаптации MPLS/клиент. Она состоит из характеристической информации клиента плюс любая относящаяся к клиенту информация, добавляемая как часть нерасширенной функции адаптации MPLS/клиент. Поэтому характеристическая информация подуровня Z эквивалентна записи стека меток или пакету IP. Последний канал Z поддерживается технологией, не основанной на MPLS и обозначаемой как X. В примере на рисунке 13 это технология, ориентированная на соединение, и вследствие этого поток Z поддерживается трассой в сети уровня X.

LSP для случая PHP показан на рисунке 14.

Взаимосвязь между записями стека меток в RFC 3032, характеристической информацией единицы трафика MPLS и характеристической информацией, передаваемой в последнем канале LSP, когда присутствует PHP, показана на рисунке 15.

Следует отметить, что адаптация MPLS/клиент в источнике LSP не имеет информации о том, что возникло "выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки и, по существу, все три функции, источник адаптации Z/клиент, источник окончания потока Z и источник адаптации MPLS/Z, вложены внутрь функции адаптации MPLS/клиент. Они показаны здесь для целей моделирования, но их совокупные действия те же, что и самой адаптации MPLS/клиент.

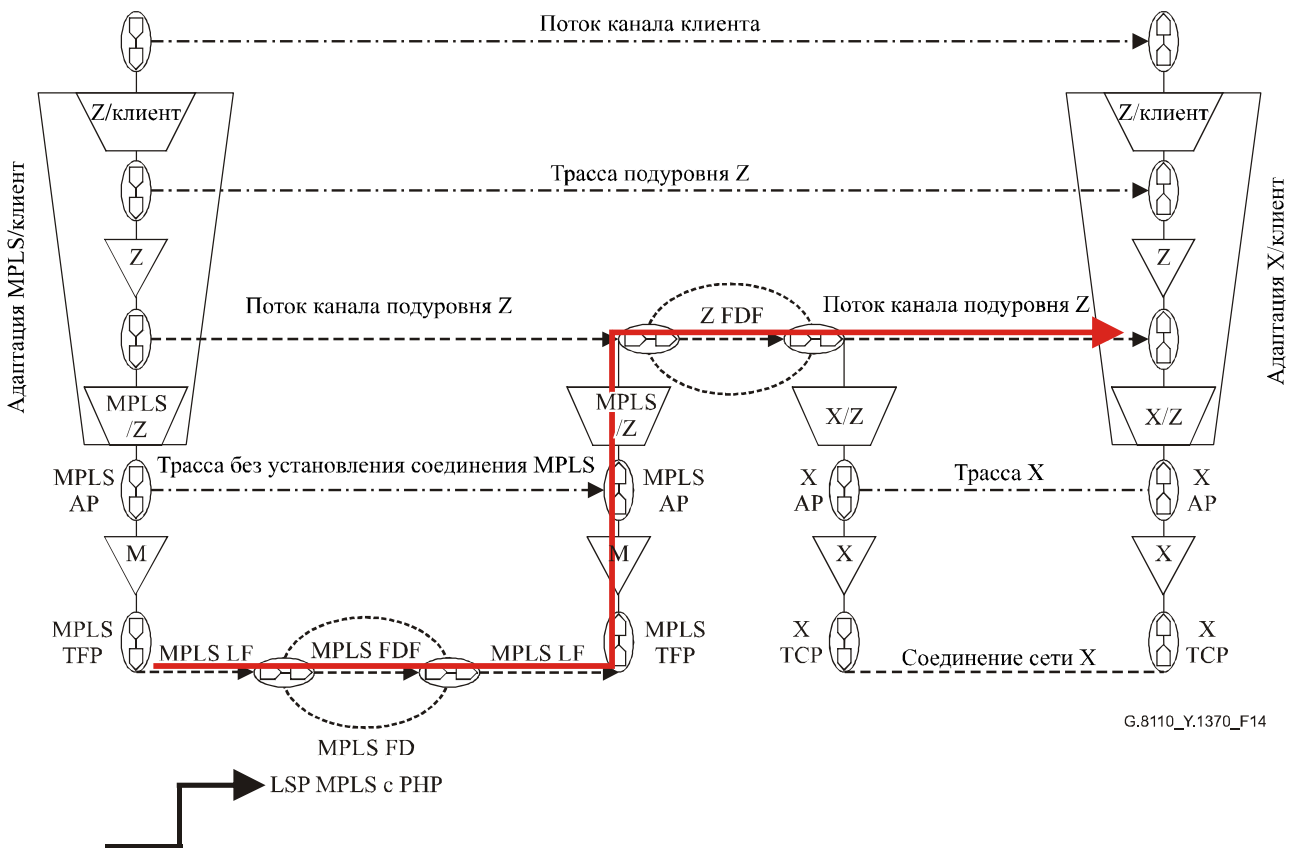
Трасса Z не предоставляет заголовка трассы. Поэтому поток канала клиента обеспечивает свою целостность на основе трасс сервера Z, которые сами разделены и таким образом не могут обеспечивать достоверный сквозной перенос информации в качестве услуги для клиента.



G.8110_Y.1370_F13

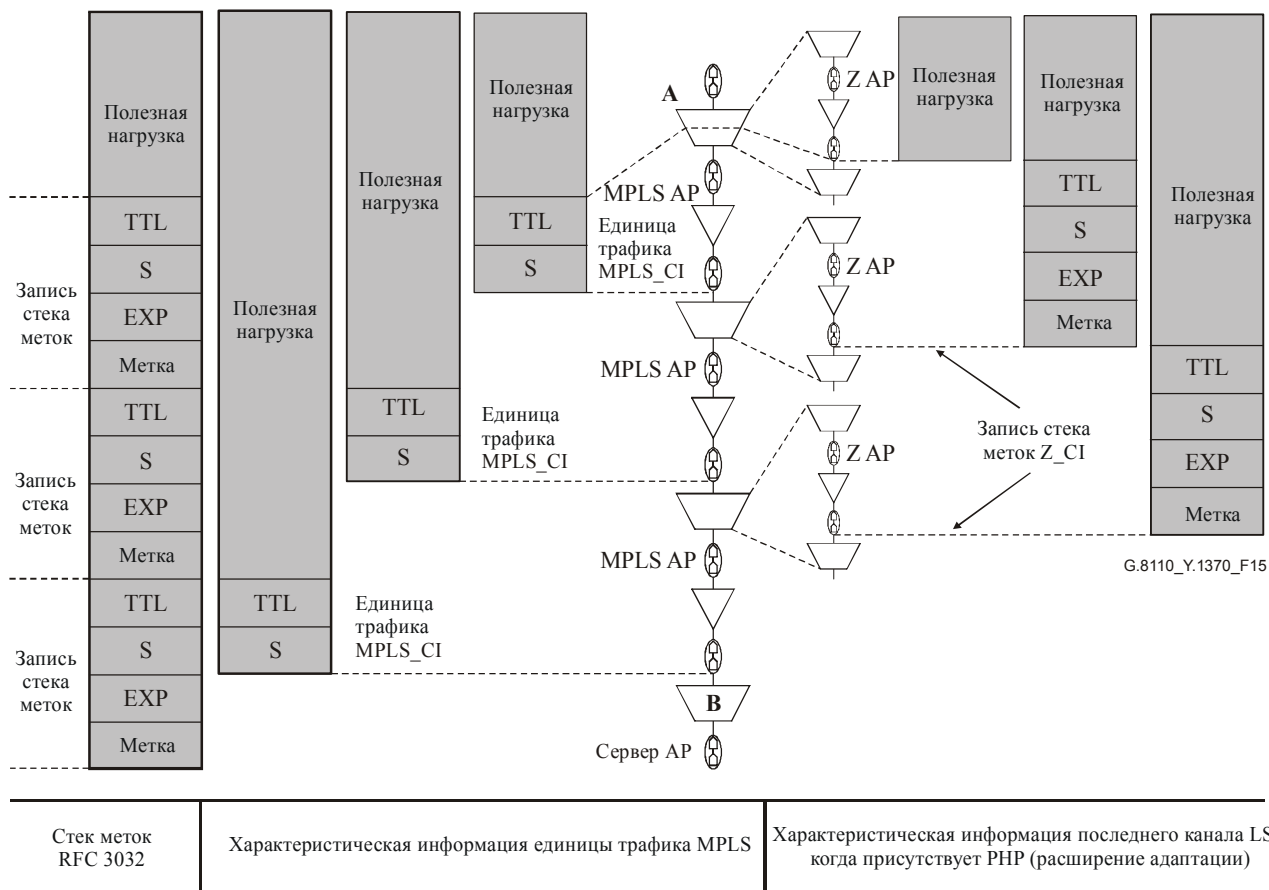
ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом примере поток канала подуровня Z поддерживается трассой, ориентированной на соединение, в технологии X.

Рисунок 13/G.8110/Y.1370 – "Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки в MPLS



G.8110_Y.1370_F14

Рисунок 14/G.8110/Y.1370 – LSP MPLS с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки (следует отметить, что для наглядности LSP показан с небольшим сдвигом в сторону)



- A** Клиент MPLS или клиент IP. Адаптация расширяется согласно относящимся к клиенту/серверу MPLS процессам.
- B** Сервер MPLS или сервер не MPLS. Если PHP присутствовало на этом уровне, адаптация будет расширяться так же, как и в других случаях.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Направление обработки информации – от дна к вершине. Характеристическая информация, присутствующая в последнем канале LSP с PHP, соответствует границе стека меток.

Рисунок 15/G.8110/Y.1370 – Взаимосвязь между записями стека меток и характеристической информацией

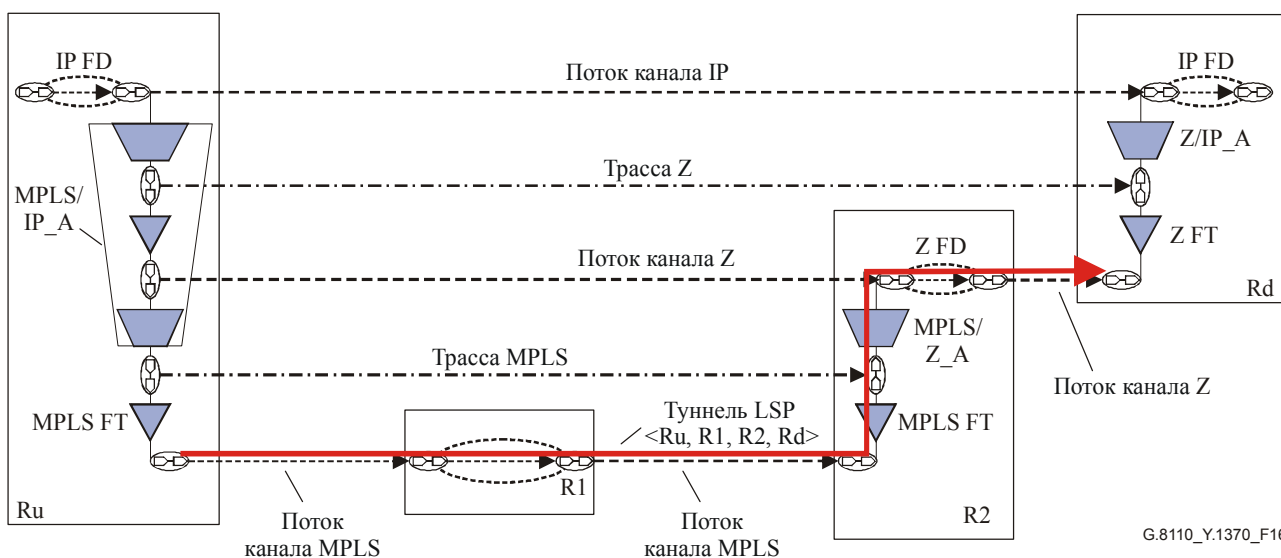
С позиции сети видимы только адаптации MPLS/Z и X/Z в предпоследнем LSR, так как все другие функции, связанные с сетью уровня Z, вложены в MPLS/client_A_So или в X/client_A_Sk. Процессы, связанные с MPLS/Z_A_Sk и X/Z_A_S0, описываются в таблице 2.

Таблица 2/G.8110/Y.1370 – Назначение процессов в MPLS/Z_A_Sk и X/Z_A_So

Функция обработки процесса транспортирования	Процессы
MPLS/Z_A_Sk Клиент CI – запись стека меток MPLS	Извлекает и обрабатывает бит S из предварительного заголовка MPLS, связанного с сервером MPLS Обрабатывает поля TTL и EXP в соответствии с пп. 13.2 и 13.3 для предварительного заголовка MPLS, связанного с Z
MPLS/Z_A_Sk Клиент CI – пакет IP	Извлекает и обрабатывает бит S из предварительного заголовка MPLS, связанного с сервером MPLS Обрабатывает поля TTL и EXP в соответствии с пп. 13.2 и 13.3 заголовка IP, связанного с Z
X/Z_A_So	Отображает характеристическую информацию клиента Z для создания X_AI. Процессы относятся к X

7.5 Туннели LSP

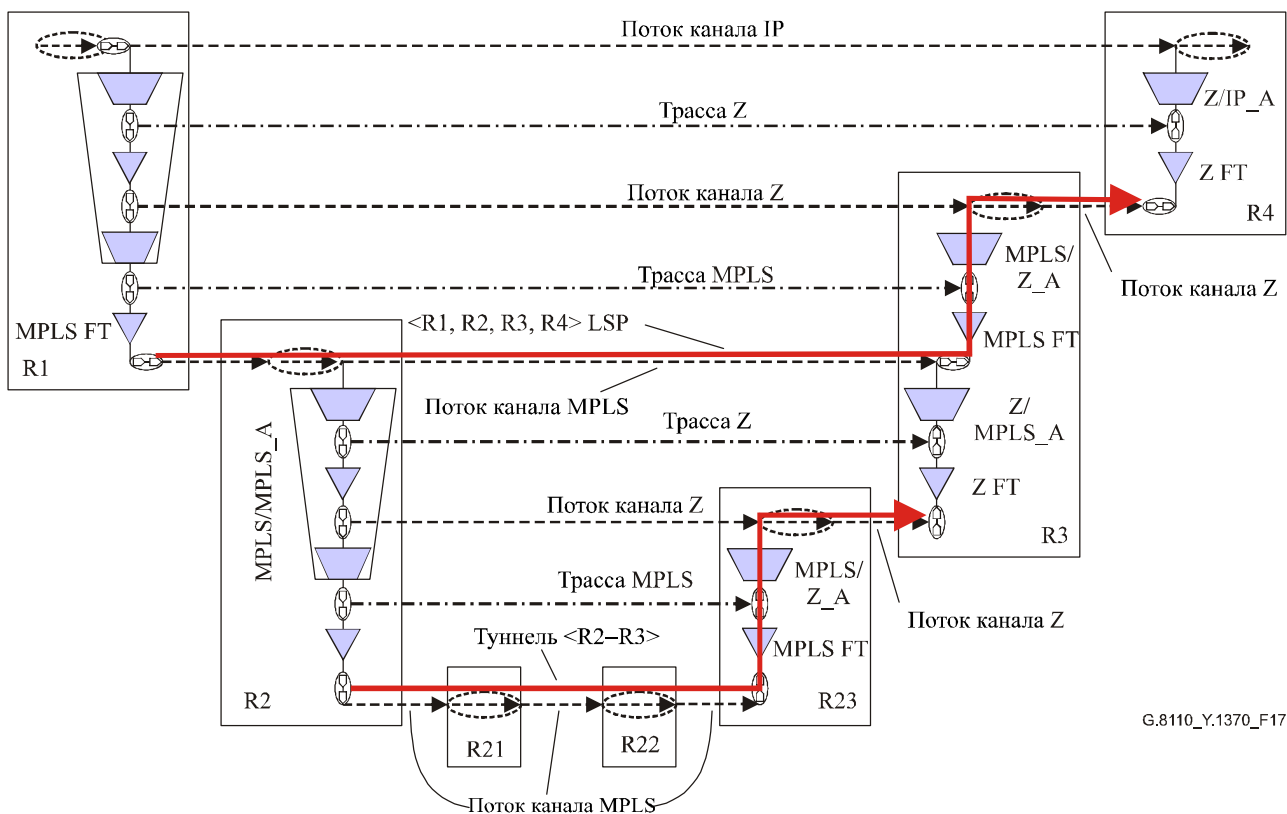
Для образования туннеля между маршрутизаторами, которые непосредственно не соединены друг с другом, может использоваться LSP. Пример показан на рисунке 16, где имеется поток канала IP между маршрутизаторами Ru и Rd, где Rd является транзитным маршрутизатором, и маршрутизаторы соединены через промежуточные маршрутизаторы с коммутацией по меткам R1 и R2. Поток IP между маршрутизаторами Ru и Rd проходит в LSP, который образует туннель LSP <Ru, R1, R2, Rd>, где Ru является передающим концом туннеля, а Rd – приемным концом туннеля. В этом примере туннель LSP включает в себя "выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки в R2.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Туннель показан немного в стороне от потоков канала для удобства графического изображения.

Рисунок 16/G.8110/Y.1370 – Пример туннеля LSP

На рисунке 17 показан LSP с трактом <R1, R2, R3, R4>. "Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки возникает в R3. Этот LSP представляет собой туннель между конечными точками потока канала IP между R1 и R4. Этот поток канала поддерживается трассой Z, в которой характеристическая информация уровня Z представляет собой пакет IP.



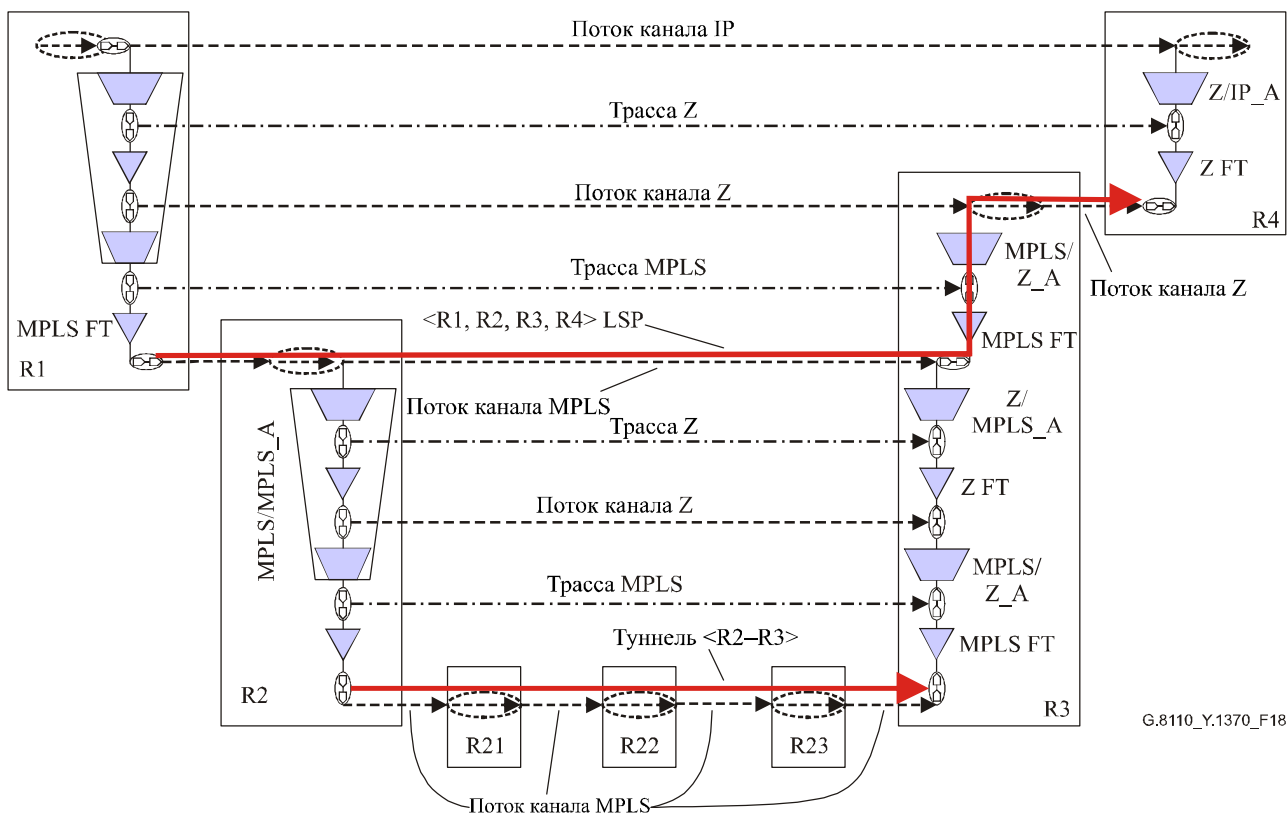
ПРИМЕЧАНИЕ. – Туннель показан немного в стороне от потоков канала для удобства графического изображения.

Рисунок 17/G.8110/Y.1370 – Туннель LSP внутри LSP, где в LSP уровня сервера имеется PHP

Конечные точки потока канала MPLS между R2 и R3 представляют собой конечные точки туннеля LSP R2–R3, образованного LSP с помощью тракта <R2, R21, R22, R23, R3>. В этом LSP в R23 имеет место "выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки. Поток канала MPLS между R2 и R3 поддерживается трассой Z, где характеристическая информация уровня Z представляет собой запись стека меток.

Следует отметить, что в то время как на рисунке 17 показаны конечные точки одиночного потока канала MPLS как конечные точки туннеля, в общем случае туннель может поддерживать множество потоков канала, которые мультиплексируются в туннель и демultipлексируются из туннеля посредством функций адаптации. Туннель также может быть составлен из любой действительной структуры LSP, например LSP "пункт-пункт" или дерево LSP "многие пункты–пункт".

На рисунке 18 показан LSP с трактом <R1, R2, R3, R4>. "Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки возникает в R3. Этот LSP представляет собой туннель между конечными точками потока канала IP, между R1 и R4. Этот поток канала поддерживается трассой Z, в которой характеристическая информация уровня Z представляет собой пакет IP.



G.8110_Y.1370_F18

ПРИМЕЧАНИЕ. – Туннель показан немного в стороне от потоков канала для удобства графического изображения.

Рисунок 18/G.8110/Y.1370 – Туннель LSP внутри LSP, где в LSP уровня сервера нет PHP

Конечные точки потока канала MPLS между R2 и R3 представляют собой конечные точки туннеля LSP R2–R3, образованного LSP с помощью тракта <R2, R21, R22, R23, R3>. "Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки отсутствует в этом LSP, который эквивалентен потоку сети. Поток канала MPLS между R2 и R3 поддерживается трассой MPLS.

Концепция туннеля LSP mo17

жет быть применена рекурсивно, когда поток канала MPLS, который является частью LSP, на уровне клиента туннелируется через LSP уровня сервера.

8 Функциональная архитектура на основе предварительного заголовка MPLS, базирующаяся на Рек. МСЭ-Т G.805

8.1 Сеть уровня MPLS

Сеть уровня MPLS обеспечивает транспортирование адаптированной информации по трассе MPLS между точками доступа MPLS.

Характеристическая информация сети уровня MPLS транспортируется через соединение сети MPLS. Сеть уровня MPLS содержит следующие функции обработки процесса транспортирования, транспортирующие объекты и топологические компоненты (см. рисунок 19):

- трасса MPLS;
- источник окончания трассы MPLS (MPLS_TT_So);
- приемник окончания трассы MPLS (MPLS_TT_Sk);
- соединение сети (NC) MPLS;
- соединение канала (LC) MPLS;

- соединение подсети (SNC) MPLS;
- подсеть (SN) MPLS;
- канал MPLS.

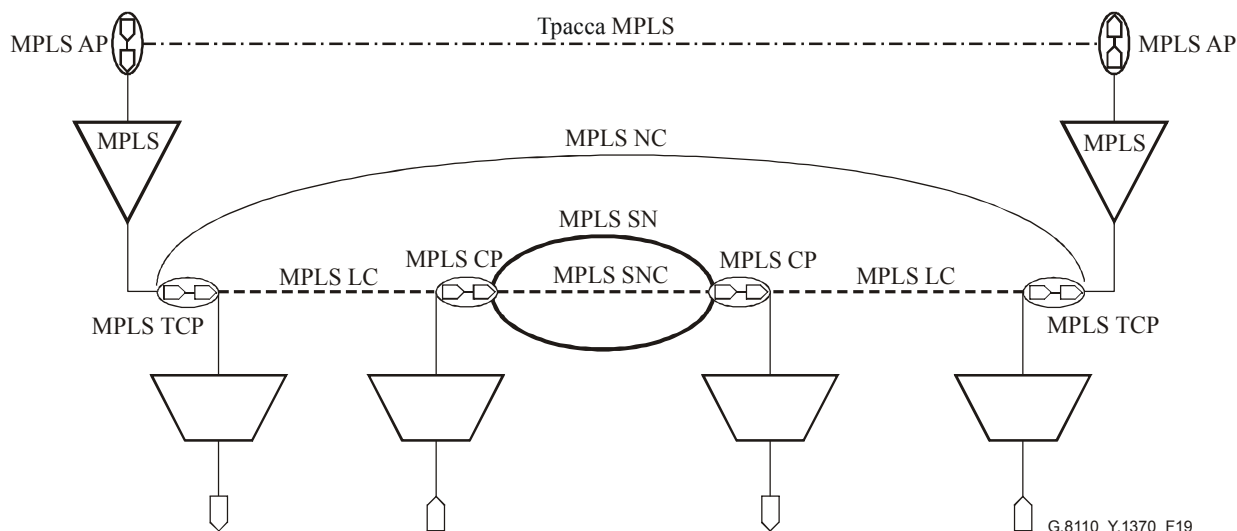
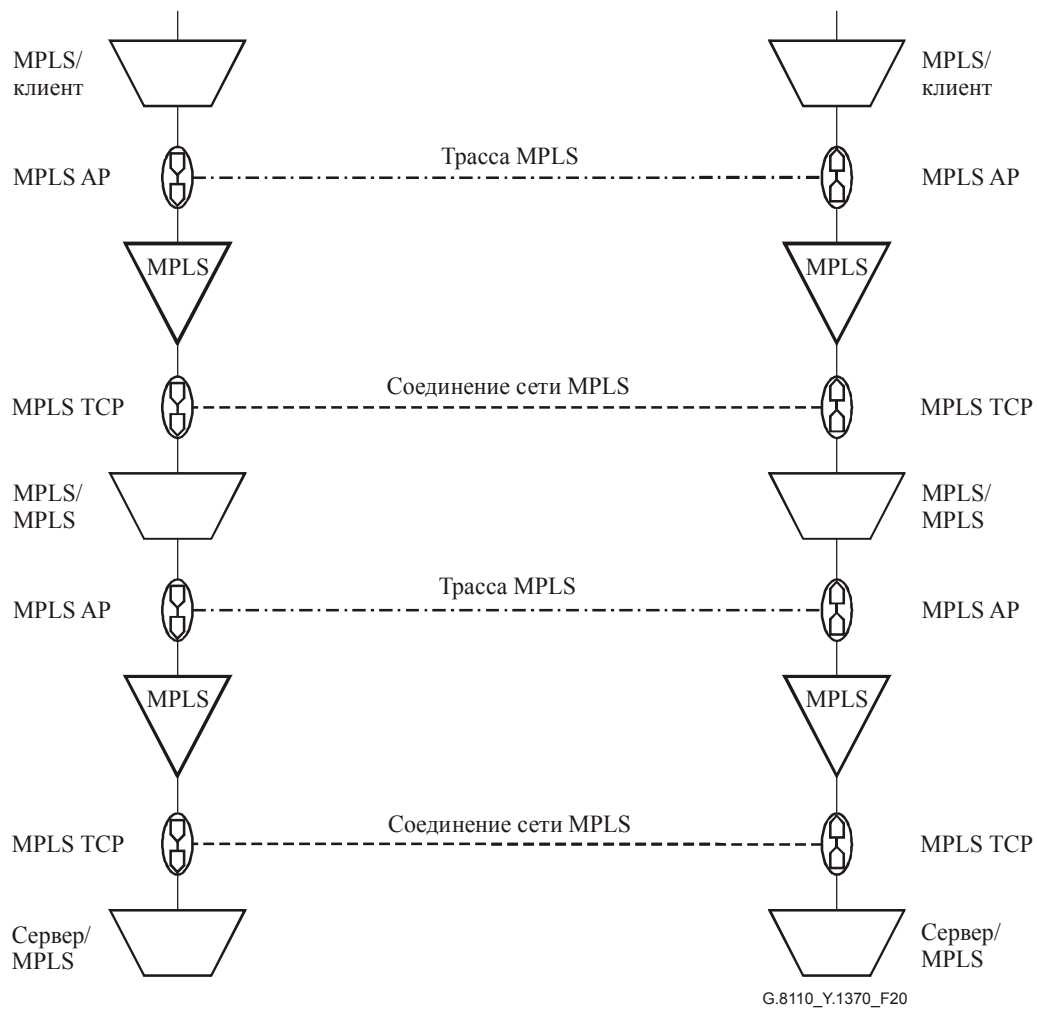


Рисунок 19/G.8110/Y.1370 – Пример сети уровня MPLS

Сеть уровня MPLS может быть использована рекурсивно для описания иерархии MPLS, реализованной как стек меток. Это описывается посредством использования разделения на подуровни. Транспортная сеть на основе MPLS может быть разложена на ряд независимых транспортных сетей подуровня с взаимосвязью клиент/сервер между соседними сетями подуровня. Пример подуровней MPLS и их структуры и функций адаптации показан на рисунке 20.

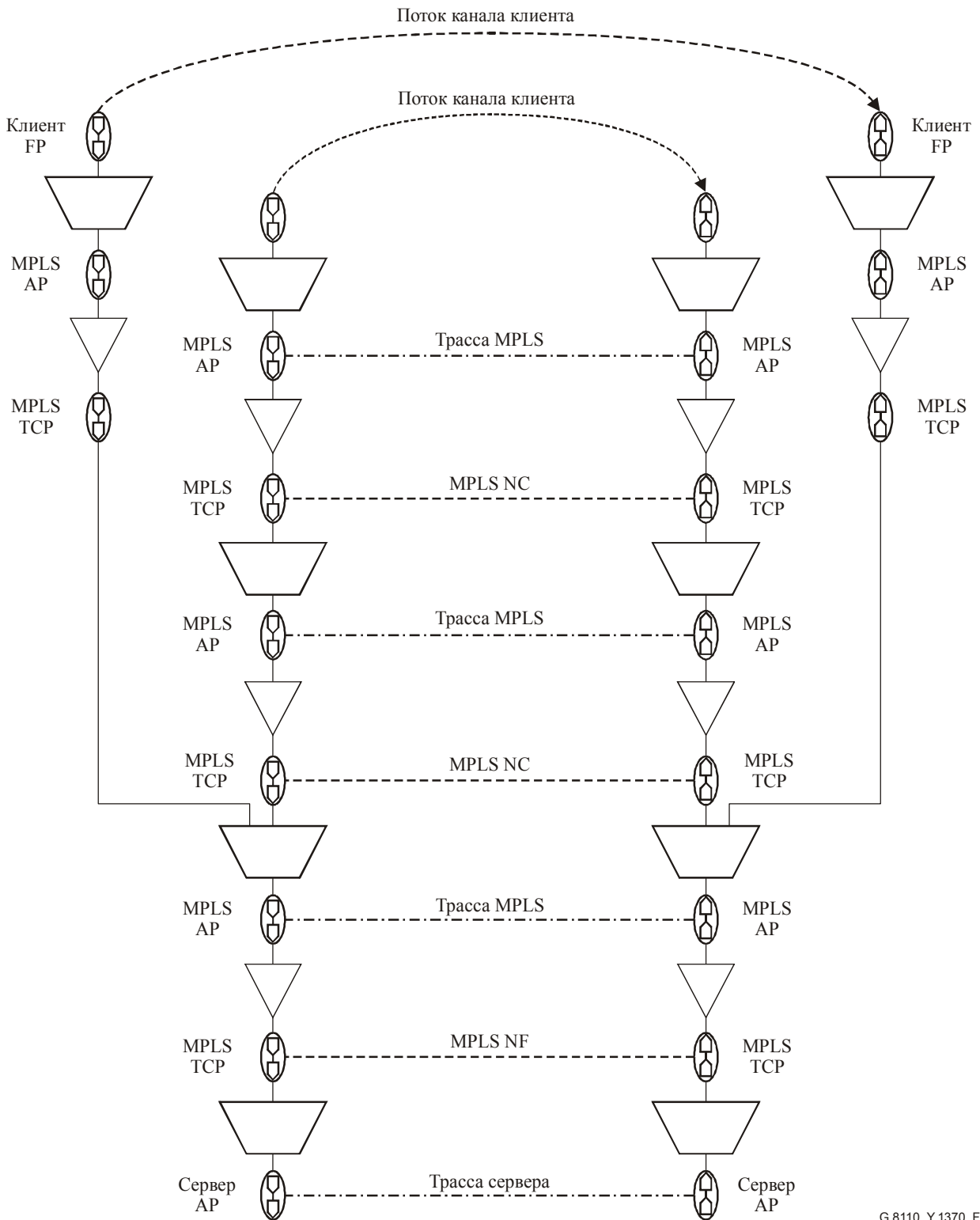
Стек меток связан с подуровнями MPLS так, что на схеме дно стека связано с подуровнем MPLS в верхней части диаграммы (там, где клиент – не MPLS), в то время как вершина стека меток связана с подуровнем MPLS в нижней части диаграммы.

MPLS допускает создание подуровней произвольной глубины, формируемых стеком меток. Пример показан на рисунке 21.



ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом примере показаны два уровня. При необходимости могут быть добавлены дополнительные подуровни. Дно стека находится наверху.

Рисунок 20/G.8110/Y.1370 – Пример иерархии MPLS, иллюстрирующий разделение на подуровни



G.8110_Y.1370_F21

ПРИМЕЧАНИЕ. – Внешнее соединение клиента (или поток) поддерживается иерархией MPLS с глубиной стека, равной двум, а внутреннее соединение клиента (или поток) поддерживается стеком MPLS с глубиной, равной трем. По существу, подуровень MPLS, отличный от подуровня дна стека, не имеет назначенной глубины.

Рисунок 21/G.8110/Y.1370 – Пример глубин стека MPLS

8.1.1 Топологические компоненты MPLS

Топологическими компонентами MPLS являются:

- сеть уровня MPLS;
- подсеть MPLS;
- канал MPLS;
- группа доступа MPLS.

Сеть уровня MPLS может быть разделена на одну или более подсетей MPLS, соединенных между собой каналами MPLS.

8.1.1.1 Сеть уровня MPLS

Сеть уровня MPLS определяется полным набором групп доступа, которые могут быть объединены для цели переноса информации. Переносимая информация является характеристикой сети уровня MPLS и называется характеристической информацией MPLS. Топология сети уровня MPLS описывается группами доступа MPLS, подсетями MPLS и каналами MPLS. Структуры внутри сети уровня MPLS и ее сетей уровня клиента и сервера описываются компонентами, приведенными ниже.

8.1.1.2 Подсеть MPLS

Подсеть MPLS определяется набором точек соединения MPLS, которые доступны для цели переноса информации. В общем случае подсети MPLS могут быть разделены на меньшие подсети, соединенные между собой каналами MPLS. Матрица является особым случаем подсети MPLS, которая не может быть разделена дальше.

8.1.1.3 Канал MPLS

Канал MPLS состоит из поднабора точек соединения MPLS на границе одной подсети MPLS или группы доступа MPLS, которые связаны с соответствующим поднабором точек соединения MPLS на границе другой подсети MPLS или с группой доступа MPLS для цели переноса характеристической информации MPLS. Канал MPLS представляет собой топологическую взаимосвязь и доступную пропускную способность между парой подсетей MPLS, или между подсетью MPLS и группой доступа MPLS, или между парой групп доступа MPLS.

Между любой данной подсетью MPLS и группой доступа MPLS, или между парой подсетей MPLS, или между группами доступа MPLS могут существовать несколько каналов MPLS.

8.1.1.4 Группа доступа MPLS

Группа доступа MPLS – это группа совместно расположенных функций окончания трассы MPLS, которые соединены с одной и той же подсетью MPLS или каналом MPLS.

8.1.2 Транспортирующие объекты MPLS

Транспортирующими объектами MPLS являются:

- соединение канала MPLS;
- соединение сети MPLS;
- соединение подсети MPLS;
- трасса MPLS.

8.1.3 Функция обработки процессов транспортирования MPLS

Функциями обработки процессов транспортирования MPLS являются:

- функция окончания трассы MPLS;
- функции адаптации MPLS к сети уровня клиента.

8.1.3.1 Окончание трассы MPLS

Источник окончания трассы MPLS (MPLS_TT_So) выполняет между своим входом и выходом следующие процессы:

- вставляет 8-битовое поле TTL;
- выводит результирующий MPLS_CI.

Приемник окончания трассы MPLS (MPLS_TT_Sk) выполняет между своим входом и выходом следующие функции:

- извлекает и завершает передачу 8-битового поля TTL;
- выводит результирующий MPLS_AI.

8.1.3.2 Функции адаптации MPLS к сети уровня клиента

Функции адаптации MPLS/клиент описываются в Разделе 10.

8.1.4 Эталонные точки MPLS

Эталонными точками MPLS (рисунок 19) являются:

- точка доступа (AP) MPLS;
- точка соединения (CP) MPLS;
- конечная точка соединения (TCP) MPLS.

8.1.4.1 Точка доступа MPLS

Точка доступа MPLS (MPLS AP) представляет собой связь между функцией окончания трассы MPLS и одной или несколькими функциями адаптации MPLS/клиент или MPLS/MPLS.

8.1.4.2 Точка соединения MPLS

Канал MPLS соединяется с подсетью MPLS или с другим каналом MPLS через точку соединения MPLS. Эта точка соединения обеспечивается через функцию адаптации сервер/MPLS или MPLS/MPLS.

8.1.4.3 Соединение окончания MPLS

Конечная точка соединения MPLS (MPLS TCP) соединяет функцию окончания трассы (MPLS_TT) с каналом MPLS.

8.2 Разделение сети уровня MPLS

Описание разделения сети уровня MPLS такое же, как и в п. 7.2, со следующими исключениями:

- объекты G.809 преобразованы в объекты G.805 согласно таблице С.1.

8.3 Режим работы подсети MPLS

8.3.1 Резервированные метки

Пространство резервированных меток такое же, как описывается в п. 7.3.1, за исключением того, что:

- в случае поддержки Y.1711 используется метка со значением 14 – метка "предупреждение OAM".

8.3.2 Слияние меток

В архитектуре на основе предварительного заголовка MPLS, базирующейся на Рек. МСЭ-Т G.805, слияние меток не поддерживается.

8.3.3 Глобальное пространство меток

Метки, которые принадлежат глобальному пространству меток (известному как пространство меток, приходящееся на платформу), не имеют контекста, определяемого каналом, по которому они

получены. В результате они являются уникальными для матрицы. В контексте с установлением соединения только один LSP связан с конкретным значением метки, взятым из глобального пространства меток.

8.3.4 Поинтерфейсное пространство меток

Альтернативой к использованию глобального пространства меток является поинтерфейсное пространство меток, где значение метки MPLS является уникальным только для точки соединения внутри канала.

8.3.5 Поддержка множества пространств меток

Множество пространств меток может поддерживаться, как это описывается в п. 7.3.5.

8.4 "Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки (PHR)

"Выталкивание" на предпоследнем шаге пересылки осуществляется так, как это описывается в п. 7.4, со следующими исключениями:

- объекты G.809 преобразуются в объекты G.805 согласно таблице С.1.

8.5 Туннели LSP

Описание туннелей LSP то же, что и в п. 7.5, со следующими исключениями:

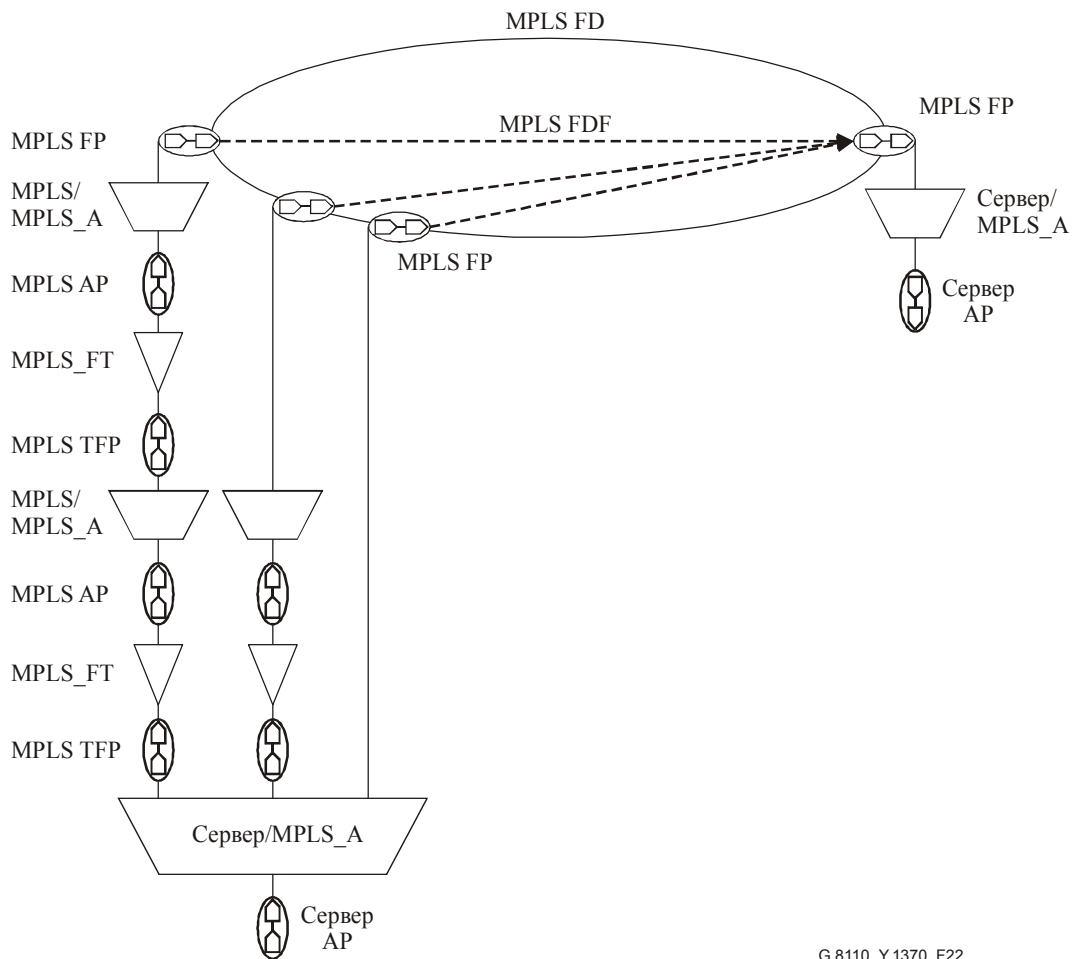
- объекты G.809 преобразованы в объекты G.805 согласно таблице С.1;
- туннели LSP имеют вид "пункт-пункт".

9 Иерархии MPLS

9.1 Иерархии G.809 MPLS

Иерархии MPLS, реализованные как стеки меток согласно модели G.809, описываются в Разделе 7. В Разделе 7 сделано допущение, что вся иерархия MPLS и поэтому все сети подуровней MPLS описываются с использованием модели G.809.

Пример взаимосвязи области потока MPLS с точками потока в таком стеке меток показан на рисунке 22. Рекурсивная природа разделения на подуровни такова, что область потока связывается с точками потока на нескольких подуровнях.



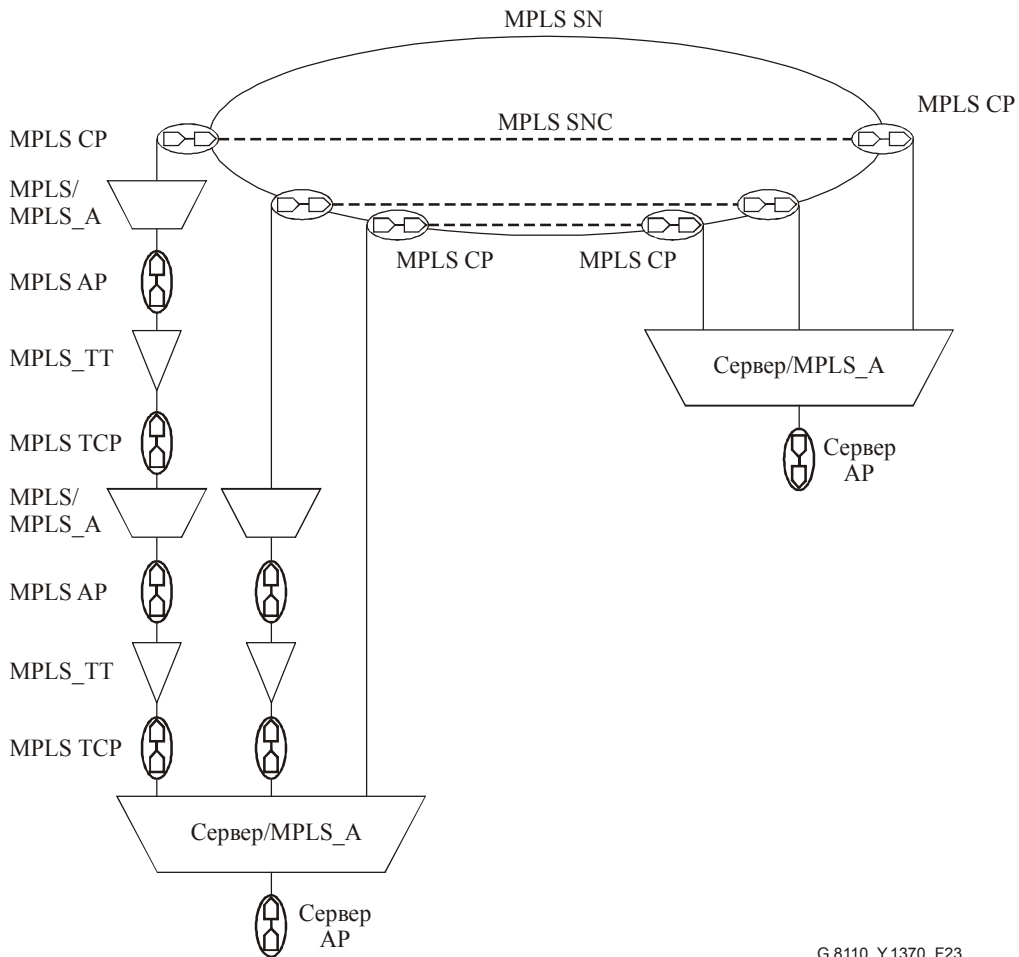
G.8110_Y.1370_F22

Рисунок 22/G.8110/Y.1370 – Взаимосвязь между областью потока MPLS и подуровнями стека меток

9.2 Иерархии G.805 MPLS

Иерархии MPLS, реализованные как стеки меток согласно модели G.805, описываются в Разделе 8. В разделе 8 сделано допущение, что вся иерархия MPLS и поэтому все сети подуровней MPLS описываются с использованием модели G.805.

Пример взаимосвязи области подсети MPLS с точками соединения в таком стеке меток показан на рисунке 23. Рекурсивная природа разделения на подуровни такова, что подсеть связана с точками соединения на нескольких подуровнях.



G.8110_Y.1370_F23

Рисунок 23/G.8110/Y.1370 – Взаимосвязь между подсетью MPLS и подуровнями стека меток

9.3 Неоднородные иерархии MPLS

Иерархия MPLS также может быть реализована таким образом, чтобы сети подуровней на базе Рек. МСЭ-Т G.805 и подуровней на базе Рек. МСЭ-Т G.809 существовали внутри одной иерархии MPLS.

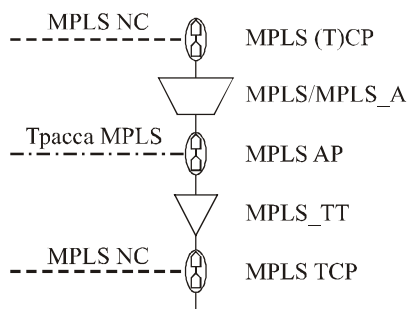
Таким образом, для подуровней между дном и вершиной стека меток подуровень G.805 может иметь:

- либо клиента G.805; либо
- клиента G.809.

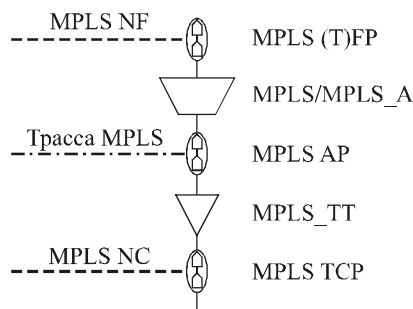
Аналогичным образом, для подуровней между дном и вершиной стека меток подуровень G.809 может иметь:

- либо клиента G.805; либо
- клиента G.809.

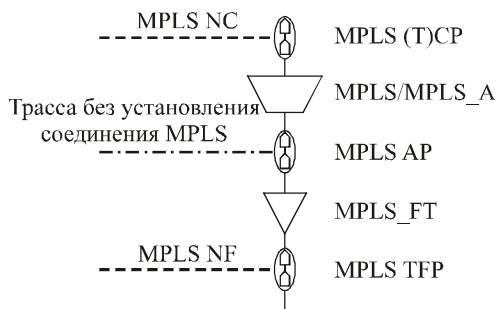
Эти взаимосвязи проиллюстрированы на рисунке 24.



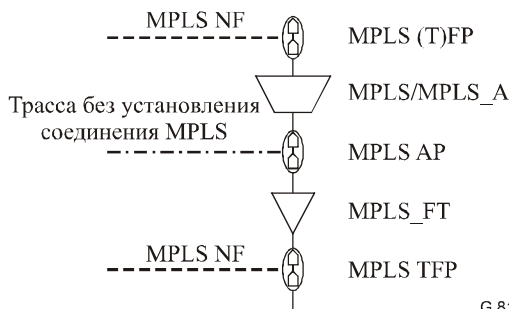
а) Клиент MPLS G.805, сервер MPLS G.805



б) Клиент MPLS G.809, сервер MPLS G.805



в) Клиент MPLS G.805, сервер MPLS G.809



г) Клиент MPLS G.809, сервер MPLS G.809

G.8110_Y.1370_F24

Рисунок 24/G.8110/Y.1370 – Взаимосвязи клиент/сервер MPLS/MPLS

Эти взаимосвязи клиент/сервер воздействуют на функции MPLS/MPLS_A следующими путями:

- Для подуровня MPLS, описанного с использованием Рек. МСЭ-Т G.809, MPLS/MPLS_A к этому подуровню/от этого подуровня могут быть ограничены:
 - конечными точками потока или точками потока, как описывается в Разделе 7 для клиента MPLS G.809;
 - конечными точками соединения или точками соединения для клиента G.805.
- Для подуровня MPLS, описанного с использованием Рек. МСЭ-Т G.805, MPLS/MPLS_A к этому подуровню/от этого подуровня могут быть ограничены:
 - конечными точками соединения или точками соединения, как описывается в Разделе 8 для клиента G.805;
 - конечными точками потока или точками потока для клиента G.809.

В общем случае подуровень MPLS, базирующийся либо на Рек. МСЭ-Т G.805, либо на Рек. МСЭ-Т G.809, может поддерживать:

- подуровни клиента MPLS G.809;
- подуровни клиента MPLS G.805;
- подуровни клиента MPLS G.805 и G.809.

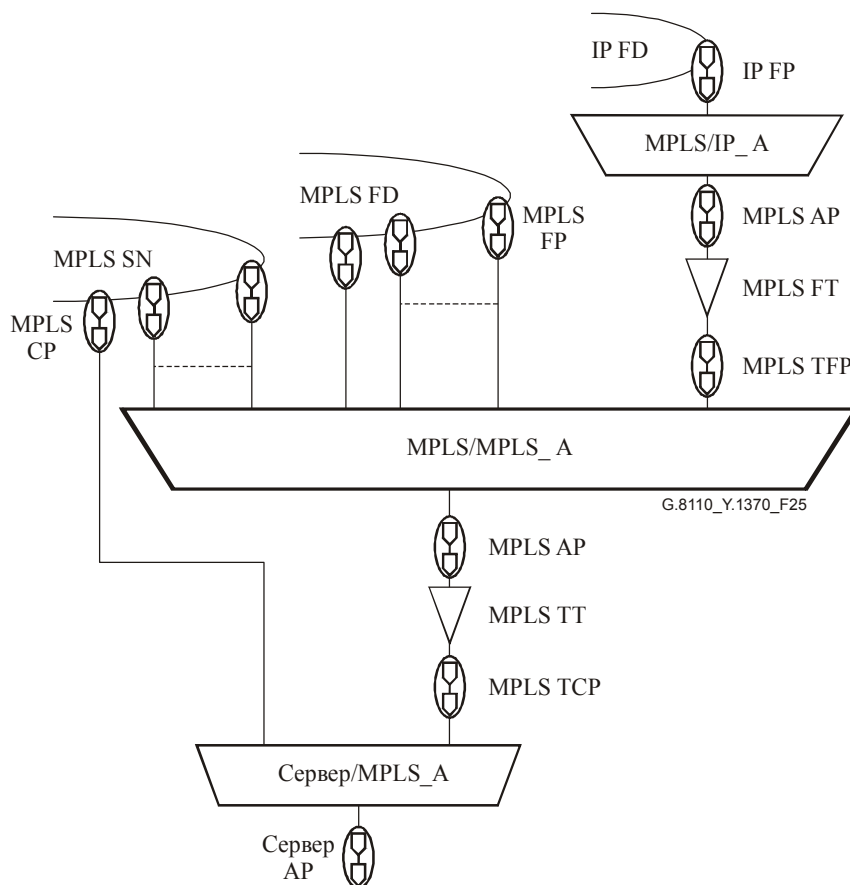
На вершине стека меток уровень сервера не-MPLS может поддерживать:

- подуровни клиента MPLS G.809;
- подуровни клиента MPLS G.805;
- подуровни клиента MPLS G.805 и G.809.

На дне стека меток уровень клиента не-MPLS может поддерживаться:

- подуровнями клиента MPLS G.809;
- подуровнями клиента MPLS G.805;
- подуровнями клиента MPLS G.805 и G.809.

Пример иерархии MPLS, содержащей как подуровни G.805, так и подуровни G.809, иллюстрируется на рисунке 25.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Функция адаптации в этом примере связана как с (T)CP, так и с (T)FP.

Рисунок 25/G.8110/Y.1370 – Иерархия MPLS, содержащая подуровни как на базе G.805, так и на базе G.809

Следующие правила применимы внутри иерархии MPLS, содержащей сети уровня как на базе G.805, так и на базе G.809:

- FP MPLS могут быть ограничены только областями потока и никогда – подсетями.
- Область потока MPLS совместно используется всеми подуровнями G.809 внутри уровня иерархии.
- TFP MPLS могут быть ограничены только окончаниями потока и никогда – окончаниями трассы.
- CP MPLS могут быть ограничены только подсетями и никогда – областями потока.
- Подсеть MPLS совместно используется всеми подуровнями G.805 внутри иерархии.
- TCP MPLS могут быть ограничены только окончаниями трассы и никогда – окончаниями потока.
- (T)FP и (T)CP MPLS никогда не существуют вместе в сети одного уровня.

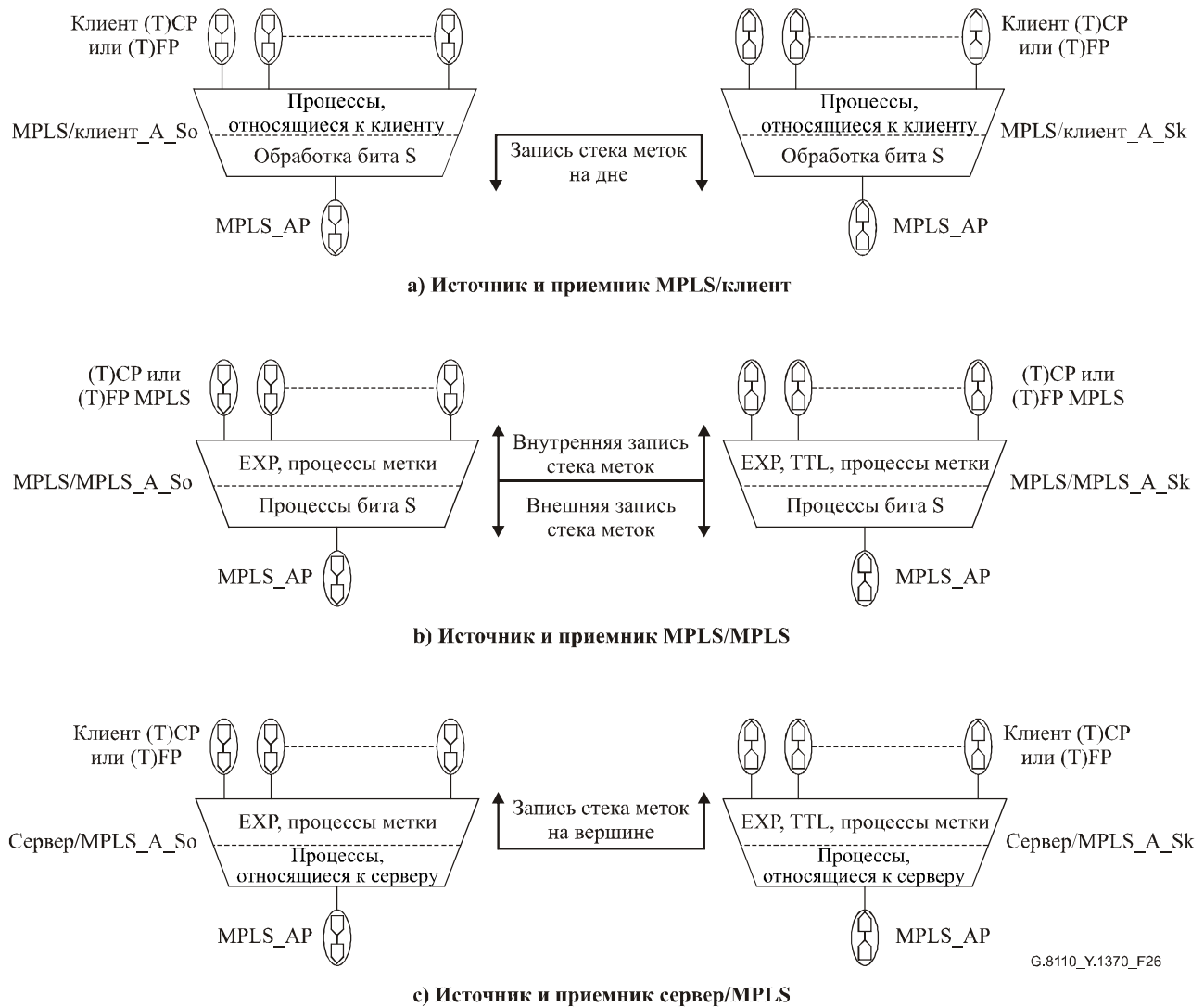
Набор точек доступа, связанных с подуровнями MPLS на базе G.805 совершенно отделен от набора точек доступа, связанных с подуровнями MPLS на базе G.809.

10 Взаимосвязи сервер/клиент

В настоящей Рекомендации рассматриваются три вида функции адаптации:

- адаптация MPLS/клиент, когда клиент – не MPLS: В этом случае функция адаптации связана с дном стека меток;
- адаптация MPLS/MPLS, когда клиент – MPLS;
- адаптация сервер/MPLS, когда сервер – не MPLS: В этом случае функция адаптации связана с вершиной стека меток.

Функции адаптации и их основные процессы показаны на рисунке 26.



G.8110_Y.1370_F26

Рисунок 26/G.8110/Y.1370 – Взаимосвязи сервер/клиент и основные процессы

10.1 Адаптация MPLS/клиент

Считается, что адаптация MPLS/клиент (MPLS/Client_A) состоит из процессов двух типов: процессов, относящихся к клиенту, и процессов, относящихся к серверу. Описание процессов, относящихся к клиенту, не входит в область охвата настоящей Рекомендации, за исключением случаев, когда они связаны с режимом обработки, относящимся к TTL и Diff-Serv для клиента IP, как описывается в Разделе 13.

10.1.1 Адаптация MPLS/IP

Источник адаптации MPLS/IP (MPLS/IP_A_So) выполняет между своим входом и выходом следующие относящиеся к серверу процессы:

- Преобразует пакет IP в полезную нагрузку пакета MPLS.
- Вставляет 1-битовое поле S, установленное в 1. Это указывает, что клиент – не MPLS.
- Выводит результирующую MPLS_AI.

Приемник адаптации MPLS/IP (MPLS/IP_A_Sk) выполняет между своим входом и выходом следующие относящиеся к серверу процессы:

- Извлекает и обрабатывает 1-битовое поле S.
- Извлекает пакет IP из полезной нагрузки MPLS_AI.

Следует отметить, что сеть уровня IP может быть либо IP версии 4, либо IP версии 6. Там, где это не имеет значения для цели описания, используется обозначение MPLS/IP. Там, где следует быть точнее, используется обозначение MPLS/IPv4 или MPLS/IPv6, соответственно.

10.1.2 Адаптация MPLS/MPLS

Функция адаптации MPLS/MPLS обеспечивает функциональные возможности окончания канала MPLS.

Источник адаптации MPLS/MPLS (MPLS/MPLS_So) выполняет следующие процессы между своим входом и своим выходом:

- Относящиеся к клиенту процессы
 - Вставляет одно и то же значение 20-битовой метки MPLS в каждую единицу трафика MPLS_CI, связанную с конкретной (конечной) точкой потока или (конечной) точкой соединения.
 - Вставляет 3-битовое поле EXP в соответствии с процессами, определенными в п. 13.3. MPLS_CI плюс 20-битовая метка плюс поле EXP представляют собой эквивалент записи стека меток.
 - Мультиплексирует пакеты с метками MPLS.
- Относящиеся к серверу процессы
 - Вставляет 1-битовое поле S, установленное в 0. Это указывает, что клиент – MPLS, и поэтому вершина стека не достигнута.
 - Преобразует пакет с меткой MPLS в полезную нагрузку единицы трафика MPLS_AI подуровня MPLS сервера.

Приемник адаптации MPLS/MPLS (MPLS/MPLS_Sk) выполняет следующие процессы между своим входом и своим выходом:

- Относящиеся к серверу процессы
 - Извлекает и обрабатывает 1-битовое поле S.
 - Извлекает пакет с меткой MPLS подуровня MPLS клиента из полезной нагрузки MPLS_AI.
- Относящиеся к клиенту процессы
 - Демультиплексирует MPLS_AI с помощью 20-битового значения метки.
 - Удаляет 20-битовую метку.
 - Обрабатывает 3-битовое поле EXP, как описывается в п. 13.3.
 - Обрабатывает TTL в соответствии с процессами, описанными в п. 13.2. Когда TTL уменьшается и исчерпывается, единица трафика отбрасывается.
 - Выводит единицу трафика MPLS_CI.

10.2 Адаптация сервер не MPLS/MPLS

Функция адаптации сервер/MPLS обеспечивает функциональные возможности окончания канала MPLS.

Считается, что функция адаптации сервер/MPLS состоит из процессов двух типов: процессов, относящихся к клиенту, и процессов, относящихся к серверу. Относящиеся к клиенту процессы связаны с единицами трафика MPLS_CI, которые входят/выходят через (T)FP/FPP MPLS. Относящиеся к серверу процессы не входят в область охвата настоящей Рекомендации.

Источник адаптации сервер/MPLS (Srv/MPLS_A_So) выполняет следующие процессы между своим входом и выходом:

- Вставляет одно и то же значение 20-битовой метки MPLS в каждую единицу трафика MPLS_CI, связанную с конкретным потоком или точкой соединения.
- Вставляет поле EXP в соответствии с процессами, определенными в п. 13.3.
- Мультиплексирует пакеты с метками MPLS.
- Конкретные процессы, связанные с уровнем сервера.

Приемник адаптации сервер/MPLS (Srv/MPLS_A_Sk) выполняет один из следующих процессов между своим входом и выходом:

- Конкретные процессы, связанные с уровнем сервера.
- Демультиплексирует пакеты с меткой MPLS, используя 20-битовое значение метки.
- Удаляет 20-битовую метку.
- Обрабатывает EXP согласно п. 13.3.
- Обрабатывает TTL согласно п. 13.2. Когда TTL уменьшается и исчерпывается, единица трафика отбрасывается.

11 Управление сетью MPLS

Подлежит дальнейшему изучению.

12 Методы обеспечения живучести MPLS

12.1 Методы защиты

Подлежит дальнейшему изучению.

12.2 Восстановление сети

Подлежит дальнейшему изучению.

13 MPLS и поддержка архитектуры Diff-Serv

Использование MPLS для поддержки дифференциального обслуживания (Diff-Serv) описывается в RFC 3270. В терминологии DiffServ рассмотрены как трафик, так и обработка трафика и разбиение его по иерархическому принципу.

Соответствующими определениями трафика являются:

- Агрегат поведения (BA): Это набор пакетов с "общей кодовой точкой Diff-Serv" (DSCP), проходящих по каналу в конкретном направлении.
- Упорядоченный агрегат (OA): Это набор BA, имеющих общее ограничение упорядочения.

Соответствующими определениями обработки являются:

- Режим для каждого шага пересылки (PHB): Это порядок обработки ВА в LSR.
- Группа PHB: Это набор PHB с общим ограничением и, по этой причине, должен быть реализован по отношению к каждому другому набору.
- Класс расписания PHB (PSC): Группа PHB с минимальным общим ограничением в части требований упорядочения микропотока. Это порядок обработки ОА в LSR.

Описываются три модели туннелирования Diff-Serv (если и как информация PHB распространяется между уровнями):

- однородная модель, с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки или без него;
- модель "труба", без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки;
- модель "короткая труба", с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки или без него.

Эти модели обсуждаются в п. 13.3.

Информация Diff-Serv, закодированная в заголовке IP или в предварительном заголовке MPLS, используется для выбора режима для каждого шага пересылки (PHB), как описывается в RFC 3270, который определяет обработку расписания и, там где это требуется, приоритет вывода пакета.

В RFC 3270 определены две формы LSP:

- E-LSP: LSP класса расписания PHB (PSC) на основе EXP. PSC и приоритет вывода переносятся из поля EXP непосредственно в предварительный заголовок MPLS.
- L-LSP: LSP класса расписания PHB (PSC) только на основе метки. Порядок обработки расписания переносится из 20-битовой метки в предварительный заголовок MPLS. Подлежащий использованию приоритет вывода переносится в поле EXP, содержащееся в заголовке MPLS.

Информация Diff-Serv LSP содержится в заголовке MPLS, как показано в таблице 3.

Таблица 3/G.8110/Y.1370 – Взаимосвязь между типом LSP, режимом для каждого шага пересылки и полями заголовка MPLS

Тип LSP	Режим для каждого шага пересылки	
	Класс расписания PHB	Приоритет вывода
E-LSP	Поле EXP	
L-LSP	Метка	Поле EXP

Взаимосвязь между PHB и информацией Diff-Serv LSP определяется посредством отображений, которые выполняются путем предварительного конфигурирования отображения или путем отображения, о котором выводится явная сигнализация при установке метки. Это иллюстрируется в таблице 4.

Таблица 4/G.8110/Y.1370 – Отображение класса расписания режима для каждого шага пересылки и приоритет вывода по PNB как функция

Тип LSP	Компонент информации Diff-Serv LSP	Отображение	Механизм отображения
E-LSP	PSC плюс приоритет вывода	EXP ↔ PNB	Явная сигнализация при установке метки ИЛИ Предварительно сконфигурированное отображение
L-LSP	PSC	Метка – PSC	О PSC выводится явная сигнализация в момент создания метки
	Приоритет вывода	Отображение EXP ↔ PNB Это функция от PSC, поддерживаемая в LSP	Обязательно задаваемое отображение EXP/PSC ↔ PNB

Каждая из моделей туннелирования Diff-Serv использует информацию Diff-Serv LSP (EXP для E-LSP, метка и EXP для L-LSP) в предварительном заголовке MPLS разными способами. Обработка Diff-Serv LSP может быть описана комбинацией из:

- эталонных диаграмм, иллюстрирующих представляющие интерес транспортируемые объекты и функции обработки процесса транспортирования;
- описаний обработки информации Diff-Serv LSP, которые имеют место в каждом типе функции обработки процесса транспортирования в эталонных моделях.

Эталонные диаграммы описываются в п. 13.1, обработка TTL для каждой модели туннелирования описывается в п. 13.2, в то время как обработка информации Diff-Serv LSP для каждой модели туннелирования описывается в п. 13.3.

13.1 Эталонные диаграммы для однородной модели, моделей "труба" и "короткая труба"

Используются две эталонные диаграммы, одна для всех трех моделей без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки и одна для однородной модели и модели "труба" с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки.

13.1.1 Эталонная диаграмма для однородной модели, моделей "труба" и "короткая труба" без PNB

Эталонная модель для описания однородной модели, моделей "труба" и "короткая труба" при отсутствии "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки показана на рисунке 27. Соответствующий туннель представлен обработкой, связанной с записью стека меток туннеля, в то время как туннелируемая информация (клиент) представлена туннелируемой записью стека меток или заголовком IP. Когда уровень клиента – MPLS, адаптация MPLS/клиент соответствует адаптации MPLS/MPLS, и обработка полностью производится на основе MPLS. Когда клиент – IP, адаптация MPLS/клиент соответствует адаптации MPLS/IP, и обработка включает обработку Diff-Serv IP.

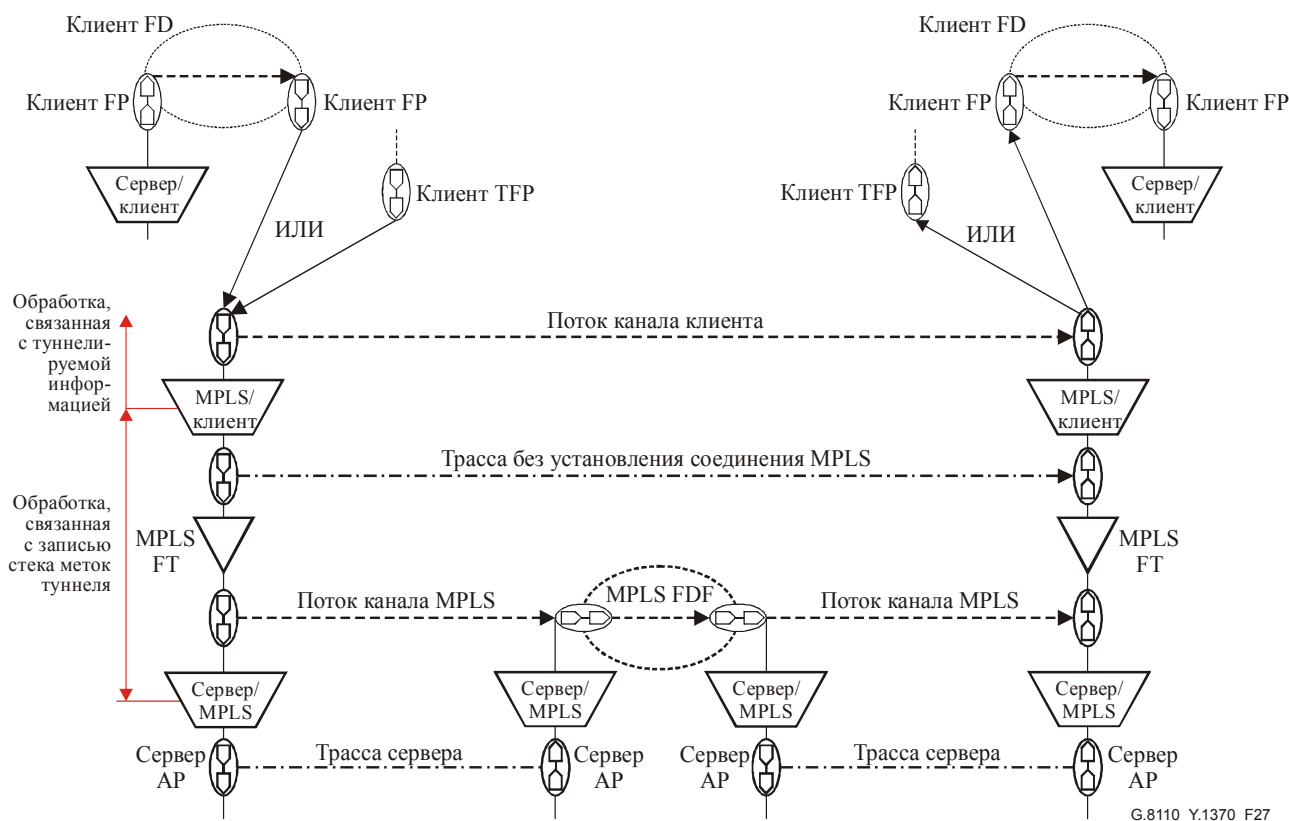


Рисунок 27/G.8110/Y.1370 – Эталонная диаграмма для однородной модели, моделей "труба" и "короткая труба" без PHP

Для адаптации сервер/MPLS применимы следующие положения:

- Сеть уровня сервера – MPLS, а функция адаптации имеет форму адаптации MPLS/MPLS. В этом случае процессы функции адаптации приемника MPLS/MPLS зависят от вида режима туннеля сервера MPLS. Механизм стека меток позволяет осуществлять туннелирование на любой глубине. Также отсутствует требование согласования моделей туннелирования между уровнями, так что каждый туннель может работать в режиме туннелирования, отличном от режима своего клиента или своего сервера. Следует отметить, что на эталонной диаграмме процессы, связанные с функцией адаптации источника MPLS/клиент, где клиент – MPLS, зависят от режима туннелирования сервера.
- Сеть уровня сервера – IP. Это в настоящей Рекомендации далее не рассматривается.

Сервер – не MPLS и не IP. Этот случай описывается для каждой модели туннеля с использованием нотации сервер/MPLS (сервер не MPLS). Сеть уровня сервера может быть ориентирована на соединение или без установления соединения. На эталонной диаграмме она показана как ориентированная на соединение. Связанные с функцией адаптации процессы уровня сервера не описываются.

Для адаптации сервер/клиент применимы следующие положения:

- Клиент – MPLS и сервер – MPLS, поэтому адаптация – MPLS/MPLS_A.
- Клиент – IP. Тогда сервер может быть:
 - MPLS, поэтому адаптация – MPLS/IP_A.
 - любая другая технология, поддерживающая IP, поэтому адаптация – сервер/IP_A.

13.1.2 Эталонная диаграмма для однородной модели и модели "короткая труба" с PHP

Эталонная модель для описания однородной модели и модели "короткая труба" в присутствии "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки показана на рисунке 28. Соответствующий

туннель представлен обработкой, связанной с записью стека меток туннеля, в то время как туннелируемая информация (клиент) представлена туннелируемой записью стека меток или заголовком IP. Когда уровень клиента – MPLS, адаптация MPLS/клиент соответствует адаптации MPLS/MPLS, и обработка полностью производится на основе MPLS. Когда клиент – IP, адаптация MPLS/клиент соответствует адаптации MPLS/IP, и обработка включает обработку Diff-Serv IP.

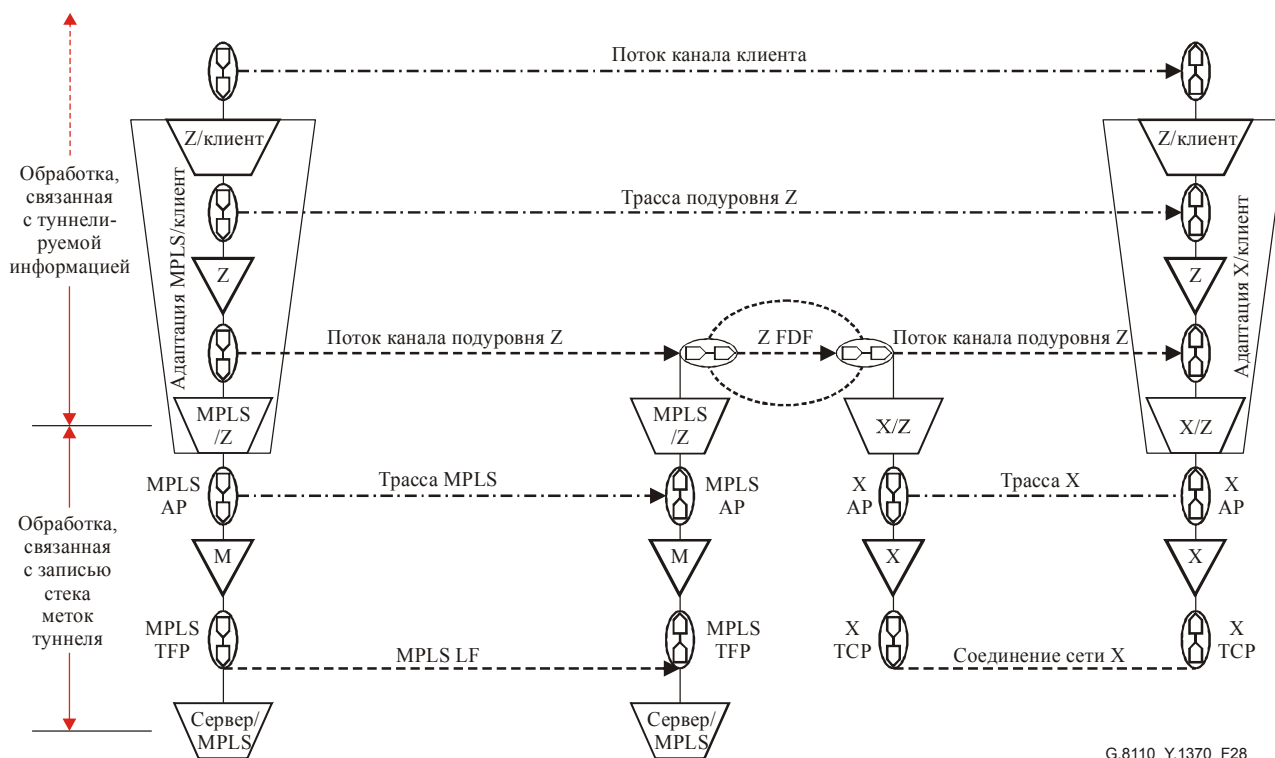


Рисунок 28/G.8110/Y.1370 – Эталонная диаграмма для однородной модели и модели "короткая труба" с RHP

Использование "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки создает подуровень Z. Характеристическая информация этого подуровня зависит от клиента и от результирующего расширения адаптации MPLS/клиент. Если клиент – MPLS, то характеристическая информация соответствует границе записи стека меток, если клиент – IP, то она соответствует пакету IP.

Для адаптации сервер/ MPLS применимы следующие положения:

- Сеть уровня сервера – MPLS, и функция адаптации имеет форму адаптации MPLS/MPLS. В этом случае процессы функции приемника MPLS/MPLS зависят от вида режима туннеля сервера MPLS. Механизм стека меток позволяет осуществлять туннелирование на любой глубине. Здесь также отсутствует требование согласования моделей туннелирования между уровнями, поэтому каждый туннель может работать в режиме туннелирования, отличном от режима своего клиента или своего сервера. Следует отметить, что на эталонной диаграмме процессы, связанные с функцией адаптации источника MPLS/клиент, где клиент – MPLS, зависят от режима туннелирования серверов.
- Сеть уровня сервера – IP. Это далее не рассматривается в настоящей Рекомендации.
- Сервер – не MPLS и не IP. Этот случай описывается для каждой модели туннеля с использованием нотации сервер/MPLS (сервер – не MPLS). Сеть уровня сервера может быть ориентирована на соединение или без установления соединения. На эталонной диаграмме она показана как сеть, ориентированная на соединение. Связанные с функцией адаптации процессы уровня сервера не описываются.

Уровень сервера X представляет собой любую действительную технологию уровня сервера, на которую может быть отображен CI Z, и в этом качестве может быть ориентирован на соединение или без установления соединения. На эталонной диаграмме он показан как ориентированный на соединение.

Процессы, связанные с функциями обработки процесса транспортирования, те же, что и для однородной модели и модели "короткая труба" без PHP, за исключением адаптации MPLS/Z и функций обработки процесса транспортирования, которые имеют место после этих функций адаптации и обработки процесса транспортирования. Следует отметить, что функции адаптация Z/клиент, окончание потока Z и адаптация MPLS/Z в адаптации MPLS/клиент не описываются, так как все они все вложены внутрь содержащей их адаптации MPLS/клиент.

13.2 Режим работы TTL MPLS

Поле "время жизни" (Time-To-Live, TTL) может обрабатываться несколькими разными способами в зависимости от типа LSP, как описывается в RFC 3443.

Режим работы TTL для каждой модели туннелирования Diff-Serv, однородной, "труба" и "короткая труба", представлен в настоящем разделе с помощью таблиц, которые описывают порядок обработки TTL, действующий в каждой из функций обработки процесса транспортирования в соответствующей эталонной диаграмме.

Следующие присоединяемые спереди сигналы, `_AI_TTLVALUE` и `_CI_TTLVALUE`, являются сигналами, содержащими информацию, которая связана со значениями TTL, и используются для описания информационных потоков между функциями обработки процесса транспортирования, как описывается в следующих разделах. Эти сигналы передаются между функциями обработки процесса транспортирования в аппаратуре, но не транспортируются между различными устройствами в трассах или в потоках. В этом качестве они не описываются отдельно от характеристической информации и адаптированной информации, которые транспортируются в транспортирующих объектах. `AI_TTLVALUE` и `CI_TTLVALUE` не являются частью единиц трафика MPLS. Они обеспечивают функции обработки процесса транспортирования в одноуровневой сети с информацией, связанной со значением TTL, полученным от другой сети уровня. В зависимости от модели Diff-Serv они могут использоваться или не использоваться сетью уровня в качестве части ее собственной обработки TTL.

Функции адаптации клиент/сервер на рисунке 27 не описываются в следующих таблицах, так как они не требуются для объяснения режима работы.

13.2.1 Однородная модель без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки

Функции обработки процесса транспортирования и процессы для однородной модели без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки описываются в таблице 5.

Таблица 5/G.8110/Y.1370 – Функции обработки процесса транспортирования и обработка TTL Diff-Serv в однородной модели без PHP

Функция обработки процесса транспортирования	Обработка TTL
MPLS/client_A_So (клиент – IP)	Генерирует MPLS_AI_TTLVALUE из полученного IP_CI_TTLVALUE.
MPLS/client_A_So (клиент – MPLS)	Генерирует MPLS_AI_TTLVALUE из полученного MPLS_CI_TTLVALUE.
MPLS_FT_So	Полученное MPLS_AI_TTLVALUE копируется в поле TTL единицы трафика MPLS_CI. Генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из поля TTL единицы трафика MPLS.
Server/MPLS_A_So (сервер – не MPLS)	Завершает MPLS_CI_TTLVALUE и дальше не обрабатывает его.

Таблица 5/G.8110/Y.1370 – Функции обработки процесса транспортирования и обработка TTL Diff-Serv в однородной модели без РНР

Функция обработки процесса транспортирования	Обработка TTL
Server/MPLS_A_So (сервер – MPLS)	Генерирует MPLS_AI_TTLVALUE из полученного MPLS_CI_TTLVALUE.
Server/MPLS_A_Sk (сервер – не MPLS)	Уменьшает на 1 значение поля TTL в предварительном заголовке MPLS. Если $TTL \leq 0$, то тогда пакет не пересылается. Если пакет пересылается, то для генерации MPLS_CI_TTLVALUE используется уменьшенное значение TTL.
Server/MPLS_A_Sk (сервер – MPLS)	<p>Если уровень сервера работает в режиме "труба" или "короткая труба", то:</p> <ul style="list-style-type: none"> – завершает полученное MPLS_AI_TTLVALUE и больше его не обрабатывает; – уменьшает на 1 значение в поле TTL в единице трафика MPLS_AI. Если $TTL \leq 0$, то пакет не пересылается; – генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из уменьшенного поля TTL в единице трафика MPLS_AI; <p>Если уровень сервера работает в однородном режиме, тогда:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в поле TTL в единице трафика MPLS_AI вместо старого значения записывает полученное MPLS_AI_TTLVALUE; – генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из MPLS_AI_TTLVALUE.
MPLS_FT_Sk	Завершает полученное MPLS_CI_TTLVALUE и больше его не обрабатывает. Удаляет поле TTL из единицы трафика MPLS_CI и генерирует его копию как MPLS_AI_TTLVALUE.
MPLS/client_A_Sk (клиент – MPLS)	<p>В поле TTL в единице трафика MPLS_AI вместо старого значения записывает полученное MPLS_AI_TTLVALUE.</p> <p>Генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из MPLS_AI_TTLVALUE.</p>
MPLS/client_A_Sk (клиент – IP)	<p>В поле TTL в заголовке IP вместо старого значения записывает полученное MPLS_AI_TTLVALUE.</p> <p>Генерирует IP_CI_TTLVALUE из MPLS_AI_TTLVALUE.</p>

13.2.2 Модели "труба" и "короткая труба" без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки

Функции обработки процесса транспортирования и процессы для моделей "труба" и "короткая труба" без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки описываются в таблице 6.

Таблица 6/G.8110/Y.1370 – Функции обработки процесса транспортирования и обработка TTL Diff-Serv для моделей "труба" и "короткая труба" без PHP

Функция обработки процесса транспортирования	Обработка TTL
MPLS/client_A_So (клиент – IP)	Генерирует MPLS_AI_TTLVALUE из полученного IP_CI_TTLVALUE.
MPLS/client_A_So (клиент – MPLS)	Генерирует MPLS_AI_TTLVALUE из полученного MPLS_CI_TTLVALUE.
MPLS_FT_So	Завершает полученное MPLS_AI_TTLVALUE и больше его не обрабатывает. Устанавливает в административном порядке значение TTL в единице трафика MPLS_CI, меньшее или равное 255. Генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из установленного в административном порядке значения TTL.
Server/MPLS_A_So (сервер – не MPLS)	Завершает полученное MPLS_CI_TTLVALUE и больше его не обрабатывает.
Server/MPLS_A_So (сервер – MPLS)	Генерирует MPLS_AI_TTLVALUE из полученного MPLS_CI_TTLVALUE.
Server/MPLS_A_Sk (сервер – не MPLS)	Уменьшает на 1 значение в поле TTL в единице трафика MPLS_AI. Если $TTL \leq 0$, то пакет не пересылается. Если пакет пересылается, то используется уменьшенное значение TTL для генерации MPLS_CI_TTLVALUE.
Server/MPLS_A_Sk (сервер – MPLS)	Если уровень сервера работает в режиме "труба" или "короткая труба", то: <ul style="list-style-type: none"> – завершает полученное MPLS_AI_TTLVALUE и больше его не обрабатывает; – уменьшает на 1 значение в поле TTL в единице трафика MPLS_AI. Если $TTL \leq 0$, то пакет не пересылается; – генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из уменьшенного значения поля TTL в единице трафика MPLS_AI. Если уровень сервера работает в однородном режиме: <ul style="list-style-type: none"> – в поле TTL в единице трафика MPLS_AI вместо старого значения записывает полученное MPLS_AI_TTLVALUE; – генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из MPLS_AI_TTLVALUE.
MPLS_FT_Sk	Завершает полученное MPLS_CI_TTLVALUE и больше его не обрабатывает. Удаляет поле TTL из единицы трафика MPLS_CI и генерирует его копию как MPLS_AI_TTLVALUE.
MPLS/client_A_Sk (клиент – MPLS)	Завершает полученное MPLS_AI_TTLVALUE и больше его не обрабатывает. Уменьшает на 1 значение поля TTL в единице трафика MPLS_AI. Если $TTL \leq 0$, то пакет не пересылается. Генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из уменьшенного значения поля TTL в единице трафика MPLS.
MPLS/client_A_Sk (клиент – IP)	Завершает полученное MPLS_AI_TTLVALUE и больше его не обрабатывает. Уменьшает на 1 значение поля TTL в заголовке IP. Если $TTL \leq 0$, то пакет не пересылается. Генерирует IP_CI_TTLVALUE из уменьшенного значения поля TTL в заголовке IP.

13.2.3 Однородная модель с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки

Функции обработки процесса транспортирования и процессы для однородной модели с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки описываются в таблице 7.

С позиции уровня сети достаточно описания процессов, связанных с функциями адаптации MPLS/клиент и X/клиент, а не с функциями, которые вложены в них.

Таблица 7/G.8110/Y.1370 – Функции обработки процесса транспортирования и обработка TTL Diff-Serv для однородной модели с PHP

Функция обработки процесса транспортирования	Обработка TTL
MPLS/client_A_So (клиент – IP) MPLS/client_A_So (клиент – MPLS) MPLS_FT_So Server/MPLS_A_So (сервер – не MPLS) Server/MPLS_A_So (сервер – MPLS) Server/MPLS_A_Sk (сервер – не MPLS) Server/MPLS_A_Sk (сервер – MPLS) MPLS_FT_Sk	В этих функциях обработка TTL точно такая же, как и в однородной модели без PHP.
MPLS/Z_A_Sk Z эквивалентен пакету IP	Перезаписывает полученное MPLS_AI_TTLVALUE в поле TTL заголовка IP, производит перерасчет CRC.
MPLS/Z_A_Sk Z эквивалентен записи стека меток MPLS	Перезаписывает полученное MPLS_AI_TTLVALUE в поле TTL предварительного заголовка MPLS.
X/Z_A_So X_TT_So X_TT_Sk	TTL не обрабатывается.
X/client_A_So (клиент – MPLS)	Уменьшает на 1 поле TTL в предварительном заголовке MPLS. Если $TTL \leq 0$, то пакет не пересылается. Генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из уменьшенного поля TTL в заголовке MPLS.
X/client_A_So (клиент – IP)	Уменьшает на 1 поле TTL в заголовке IP. Если $TTL \leq 0$, то пакет не пересылается. Генерирует IP_CI_TTLVALUE из уменьшенного поля TTL в заголовке IP.

13.2.4 Модель "короткая труба" с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки

Функции обработки процесса транспортирования и процессы для модели "короткая труба" с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки описываются в таблице 8.

С позиции уровня сети достаточно описания процессов, связанных с функциями адаптации MPLS/клиент и X/клиент, а не с функциями, которые вложены в них.

Таблица 8/G.8110/Y.1370 – Функции обработки процесса транспортирования и обработка TTL Diff-Serv для модели "короткая труба" с PNH

Функция обработки процесса транспортирования	Обработка TTL
MPLS/client_A_So (клиент – IP) MPLS/client_A_So (клиент – MPLS) MPLS_FT_So Server/MPLS_A_So (сервер – не MPLS) Server/MPLS_A_So (сервер – MPLS) Server/MPLS_A_Sk (сервер – не MPLS) Server/MPLS_A_Sk (сервер – MPLS) MPLS_FT_Sk	В этих функциях обработка TTL точно такая же, как и в модели "короткая труба" без PNH.
MPLS/Z_A_Sk Z эквивалентен пакету IP	MPLS_AI_TTLVALUE завершается без дальнейшей обработки.
MPLS/Z_A_Sk Z эквивалентен записи стека меток MPLS	TTL единицы трафика Z не изменяется.
X/Z_A_So X_TT_So X_TT_Sk	TTL не обрабатывается.
X/client_A_So (клиент – MPLS)	Уменьшает на 1 поле TTL в предварительном заголовке MPLS. Если $TTL \leq 0$, то пакет не пересылается. Генерирует MPLS_CI_TTLVALUE из уменьшенного поля TTL в заголовке MPLS.
X/client_A_So (клиент – IP)	Уменьшает на 1 поле TTL заголовке IP. Если $TTL \leq 0$, то пакет не пересылается. Генерирует IP_CI_TTLVALUE из уменьшенного поля TTL в заголовке IP.

13.3 Режим работы EXP MPLS

В RFC 3032 поле EXP описывается как зарезервированное для экспериментального использования. В RFC 3270 описывается применение поля EXP для MPLS-поддержки Diff-Serv. В настоящей Рекомендации рассмотрено описание использования EXP в соответствии с описанием в RFC 3270, а другие виды применения оставлены для дальнейшего изучения.

Режим работы EXP для каждой из моделей туннелирования Diff-Serv: однородной, "труба" и "короткая труба", задается в этом разделе посредством диаграмм, которые описывают обработку EXP, имеющую место в каждой из функций обработки процессов транспортирования, в соответствующей эталонной диаграмме.

Замечания по PNH в связи с функциями улучшения трафика оставлены для дальнейшего изучения.

В диаграммах используются следующие соглашения:

Входящий PNH обозначается как iPNH, а исходящий PNH обозначается как oPNH.

M представляет информацию Diff-Serv, переносимую во вложенном заголовке – "туннелируемая информация Diff-Serv", в то время как m представляет информацию Diff-Serv, переносимую в заголовке, в который выполняется вложение – "информация Diff-Serv LSP", как описывается в Разделе 2.6 RFC 3270.

M_i или (m_i) представляет кодирование синтаксиса информации Diff-Serv в соответствующем заголовке MPLS или IP. В LSR, где разрешено изменение значения EXP (как описывается в Разделе 3.2.1 RFC 3270), входящая информация Diff-Serv заменяется на исходящую информацию M_j Diff-Serv (M_j может быть равно или не равно M_i). Там, где изменение битов EXP не поддерживается, входящая информация M_i Diff-Serv копируется в исходящую информацию Diff-Serv (и равняется M_i).

Примечания к рисункам к пп. 13.3.1–13.4:

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – На приведенных ниже рисунках предполагается уровень сервера не-MPLS для функции адаптации источника сервер/MPLS. Когда уровень сервера – туннель MPLS, режим работы зависит от модели туннеля, о чем говорится в пп. 13.3.1 (однородная модель), 13.3.2 (модель "труба") и 13.3.3 (модель "короткая труба") для функции адаптации источника MPLS/клиент. Исключение имеет место только тогда, когда уровнем сервера для входящей функции адаптации приемника сервер/MPLS является туннель MPLS, использующий модель "труба": в этом случае функция адаптации источника сервер/MPLS должна установить поле EXP, равным входящему значению (как задано в п. 13.3.2 для функции адаптации источника сервер/клиент).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – На приведенных ниже рисунках предполагается уровень сервера не MPLS для функции адаптации приемника сервер/MPLS.

Когда уровень сервера – туннель MPLS, режим работы зависит от модели туннеля, о чем говорится в пунктах 13.3.1 (однородная модель), 13.3.2 (модель "труба") и 13.3.3 (модель "короткая труба") для функции адаптации источника MPLS/клиент.

13.3.1 Однородная модель без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки

Функции обработки процесса транспортирования и процессы для однородной модели без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки описываются на рисунке 29.

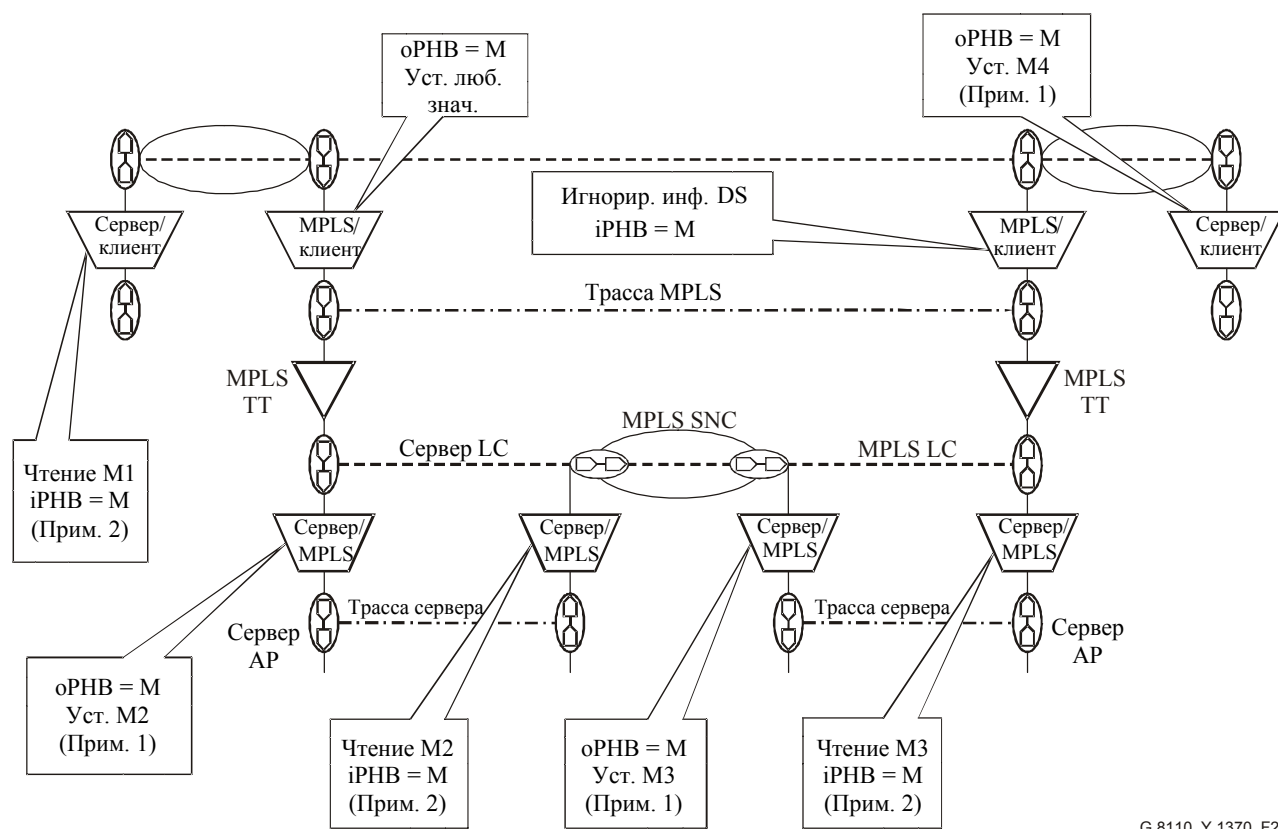
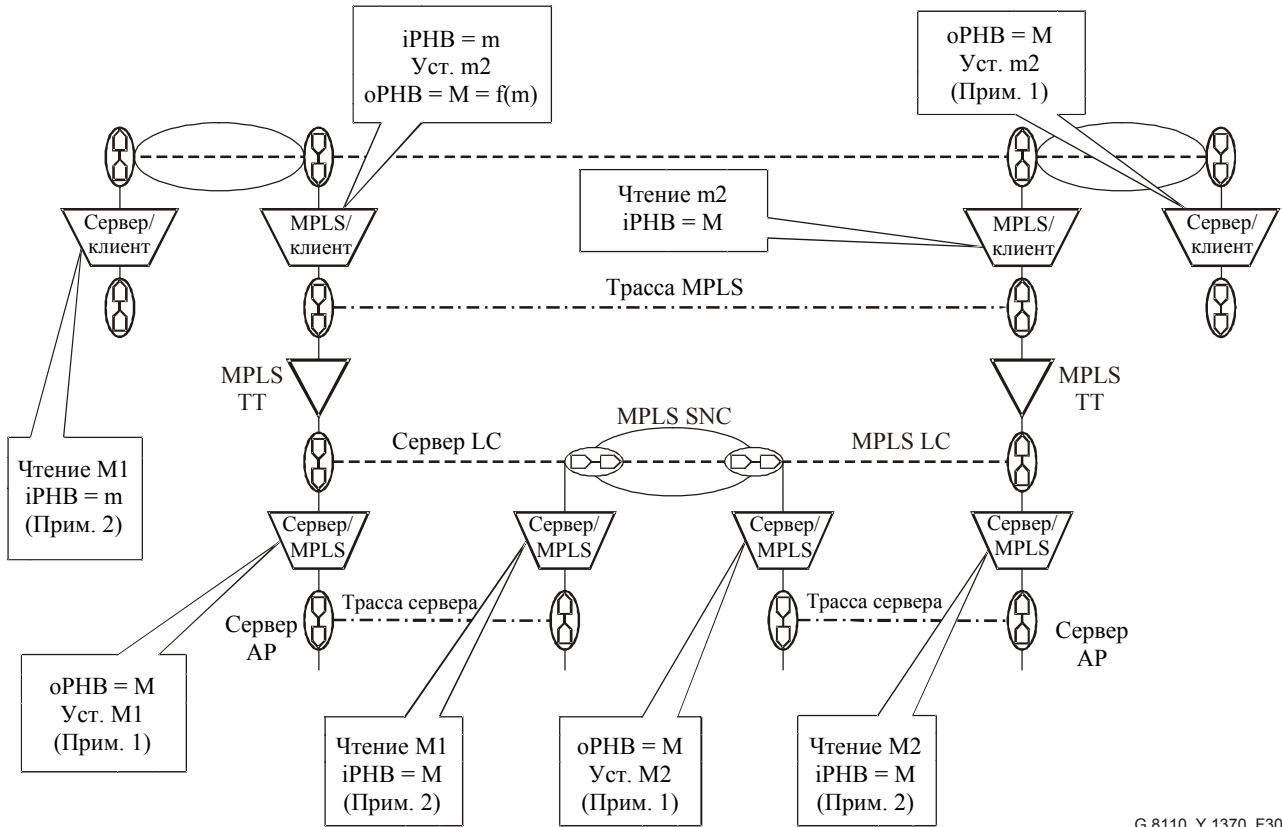


Рисунок 29/G.8110/Y.1370 – Эталонная диаграмма для однородной модели без РНР

13.3.2 Модель "труба" без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки

Функции обработки процесса транспортирования и процессы для модели "труба" без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки описываются на рисунке 30.

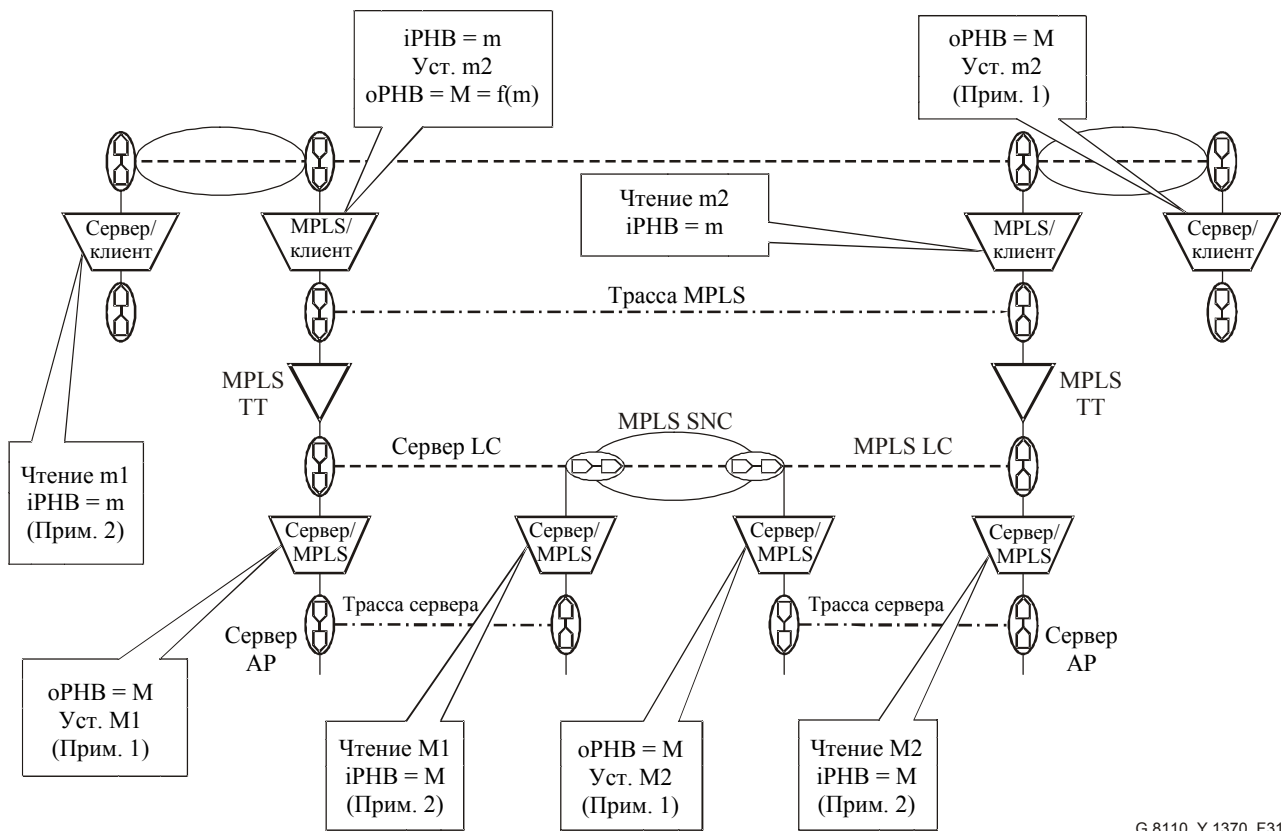
Рисунок 30/G.8110/Y.1370 – Эталонная диаграмма для модели "труба" без РНР



G.8110_Y.1370_F30

13.3.3 Модель "короткая труба" без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки

Функции обработки процесса транспортирования и процессы для модели "короткая труба" без "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки описываются на рисунке 31.

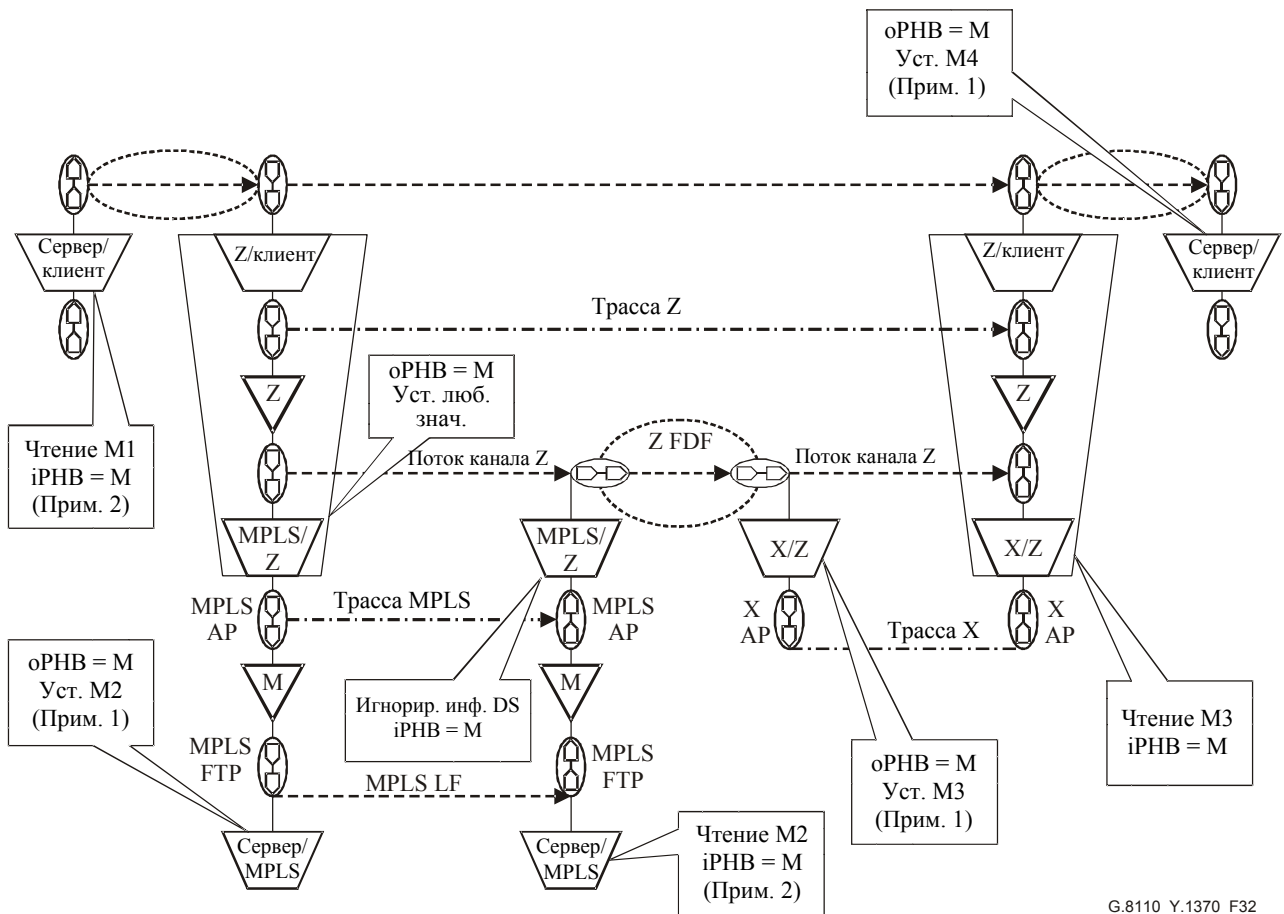


G.8110_Y.1370_F31

Рисунок 31/G.8110/Y.1370 – Эталонная диаграмма для модели "короткая труба" без PHP

13.3.4 Однородная модель с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки

Функции обработки процесса транспортирования и процессы для однородной модели с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки описываются на рисунке 32.

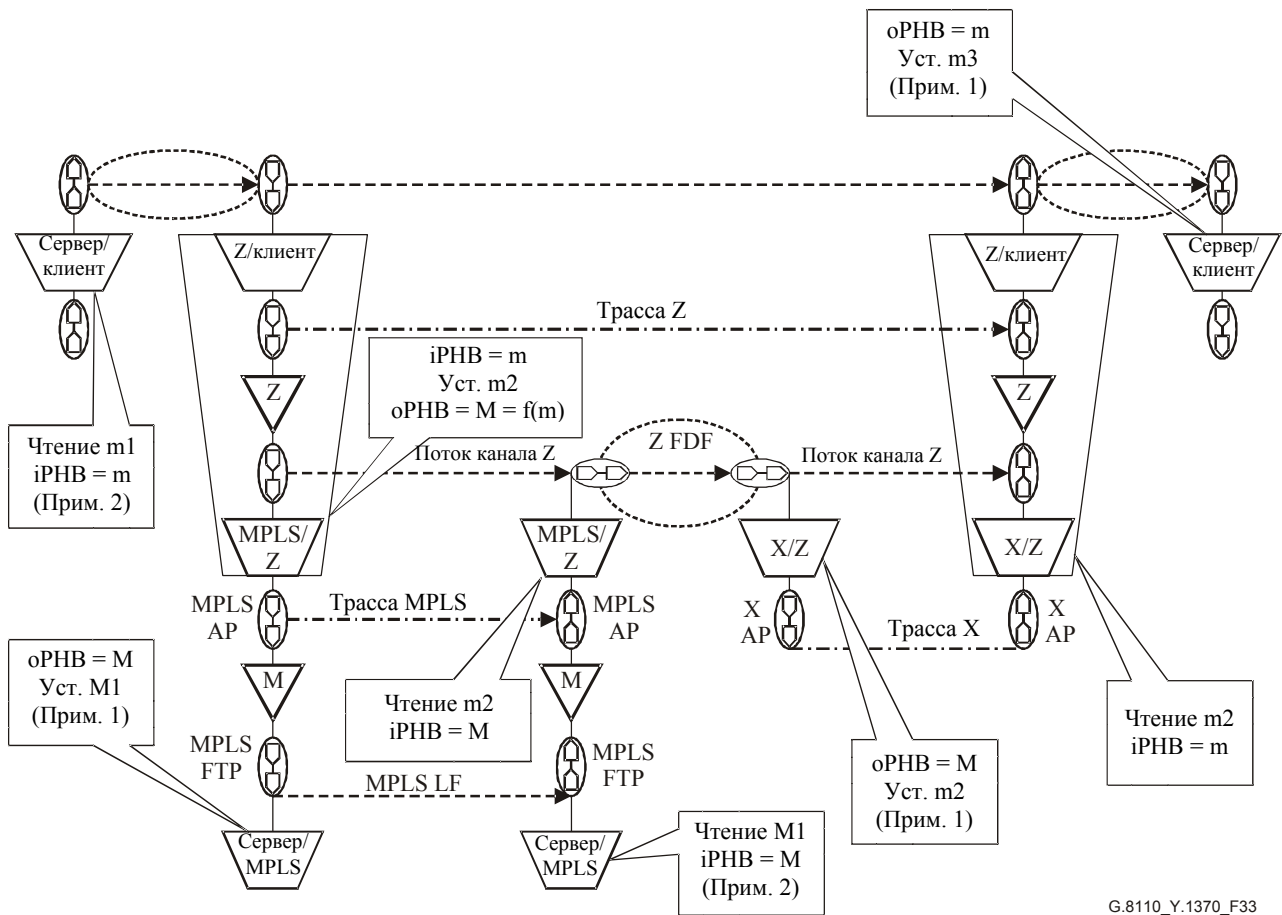


G.8110_Y.1370_F32

Рисунок 32/G.8110/Y.1370 – Эталонная диаграмма для однородной модели с РНР

13.3.5 Модель "короткая труба" с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки

Функции обработки процесса транспортирования и процессы для модели "короткая труба" с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки описываются на рисунке 33.



G.8110_Y.1370_F33

Рисунок 33/G.8110/Y.1370 – Эталонная диаграмма для модели "короткая труба" с PHP

13.4 Слияние LSP и поддержка Diff-Serv

В модели G.809 слияние E-LSP и L-LSP поддерживается со следующими ограничениями:

- E-LSP могут сливаться в один E-LSP только в том случае, если они поддерживают абсолютно одинаковые агрегаты поведения (Behaviour Aggregate, BA).
- L-LSP могут сливаться в один L-LSP только в том случае, если они поддерживают абсолютно одинаковый класс расписания режима для каждого шага пересылки (Per Hop Behaviour Scheduling Class, PSC).

В модели G.805 не поддерживается слияние E-LSP или L-LSP.

Приложение А

Функциональная модель для фрагментации пакетов в сети MPLS

В IP-сети возможен прием пакетов IP, которые слишком велики для передачи по исходящему каналу. Для создания возможности переноса пакетов по каналу пакеты IP могут фрагментироваться. Аналогичная ситуация может возникать в MPLS, где пакеты с метками слишком велики для исходящего канала. Однако MPLS не предусматривает процесса внутри самой MPLS для обеспечения этого, а для преодоления этой ситуации использует механизм фрагментации IP. В RFC 3032 "Кодирование стека меток MPLS" описываются процессы реализации фрагментации пакетов MPLS. Если не установлен DF (Don't Fragment – не фрагментировать), то пакет с меткой может быть отброшен без уведомления или может быть предпринята попытка фрагментации. Если бит DF установлен, пакет должен быть отброшен и должно быть послано сообщение об ошибке в соответствии с процессами, описанными в RFC 3032.

Описание, приведенное в предыдущем абзаце, показывает, что связанная с каналом MPLS функция адаптации не прозрачна для содержимого информации ее сетей уровня клиента. Целостность трассы клиента компрометируется за счет обработки информации от сетей уровня клиента без окончания трассы уровня клиента.

Для обеспечения семантической и синтаксической последовательности переноса информации функция адаптации должна выполнять процессы, которые эквивалентны прохождению через сети уровня (чтение информации) до достижения функции адаптации MPLS/IP, фрагментируя пакеты согласно процессам из RFC 3032 и затем восстанавливая стек меток (посредством присоединения спереди фрагментов с одинаковыми заголовками метки, которые имелись бы, если бы здесь отсутствовала фрагментация) в противоположном направлении.

Функциональная модель этого процесса показана на рисунке А.1. Прохождение стека меток в обоих направлениях вложено внутрь функции адаптации.

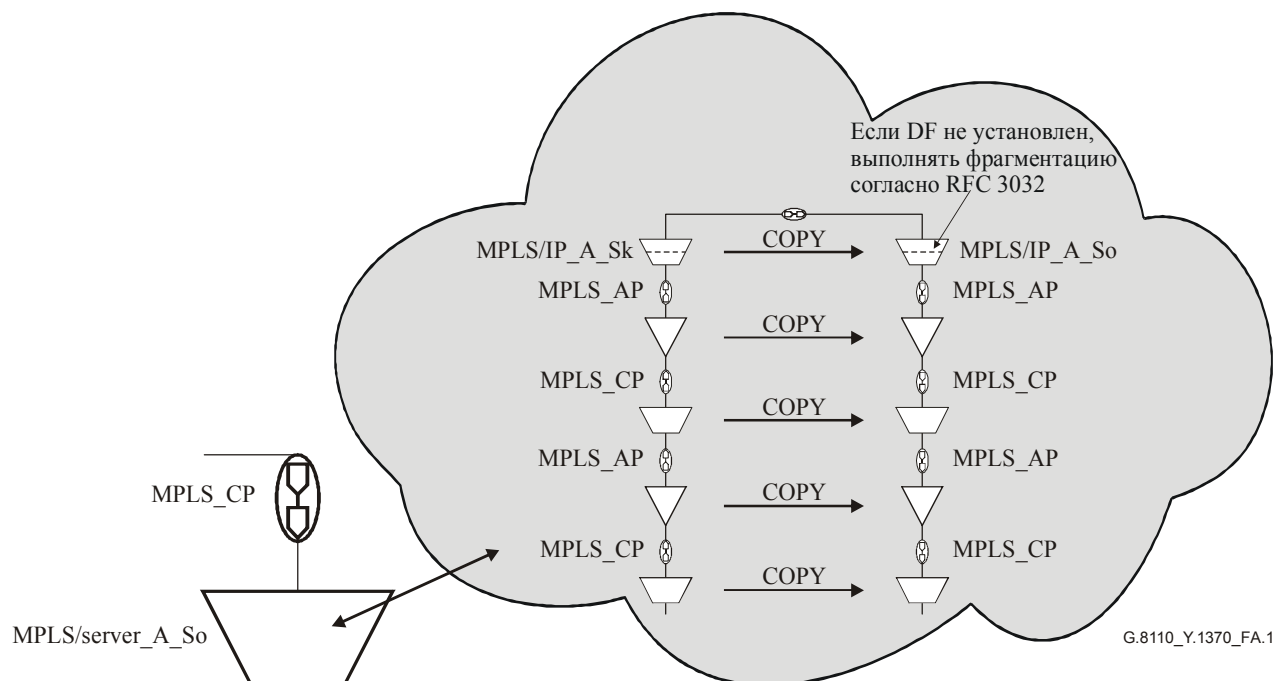


Рисунок А.1/G.8110/Y.1370 – Фрагментация в MPLS

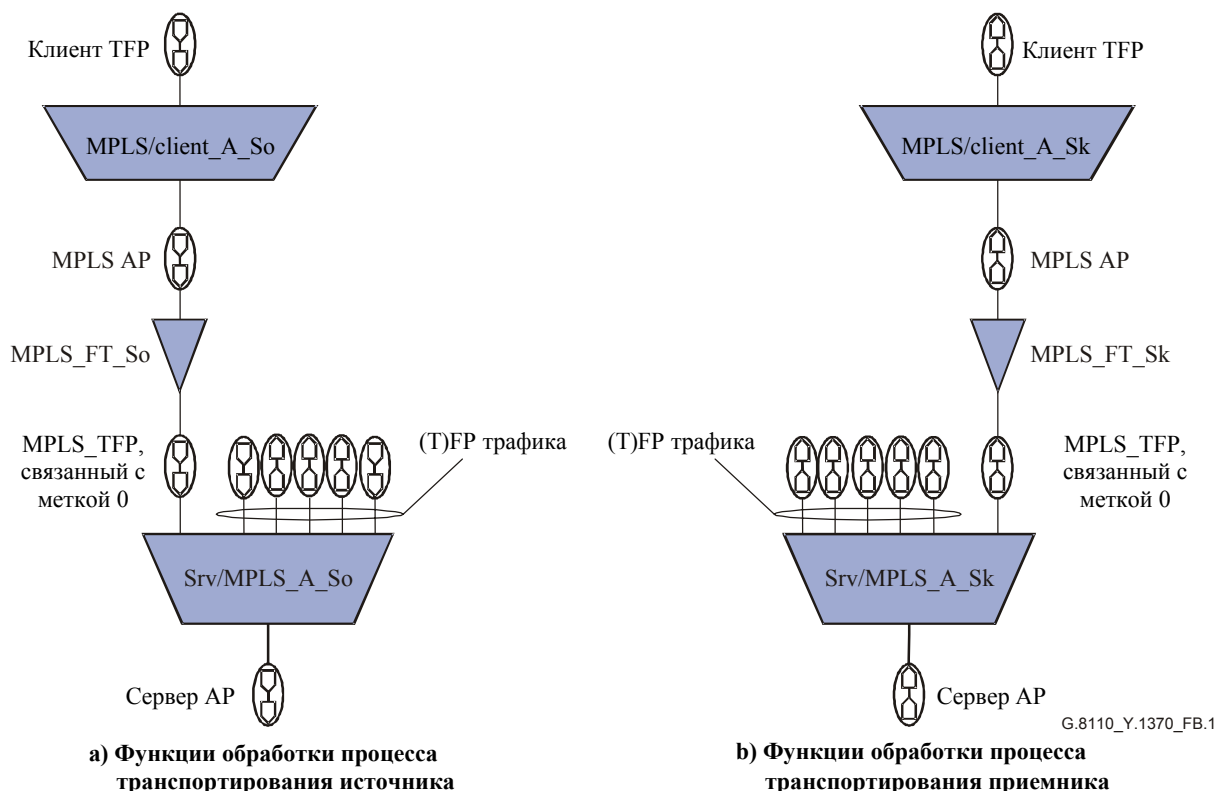
Приложение В

Обработка резервированной метки

В настоящем Приложении описываются функциональные модели, связанные с резервированными метками MPLS.

Резервированная метка – 0: "Явный ноль IPv4" (IPv4 Explicit Null)

Обработка единиц трафика MPLS со значением 0 метки функциями обработки процесса транспортирования показана на рисунке В.1. Модель для описания G.805 та же, за исключением того, что (T)FP заменяются на (T)CP, функции окончания потока заменяются на функции окончания трассы, а потоки заменяются на соединения.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Уровнем сервера может быть либо MPLS, либо не MPLS. На рисунке показан сервер не MPLS.

Рисунок В.1/G.8110/Y.1370 – Обработка резервной метки "явный ноль IPv4" (IPv4 Explicit Null)

Единицы трафика MPLS с меткой 0 мультиплексируются источником адаптации сервер/MPLS через:

- TFP, связанный с меткой 0 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.809; или
- TCP, связанный с меткой 0 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.805.

Единицы трафика MPLS с меткой 0 демультиплексируются приемником адаптации сервер/MPLS и направляются:

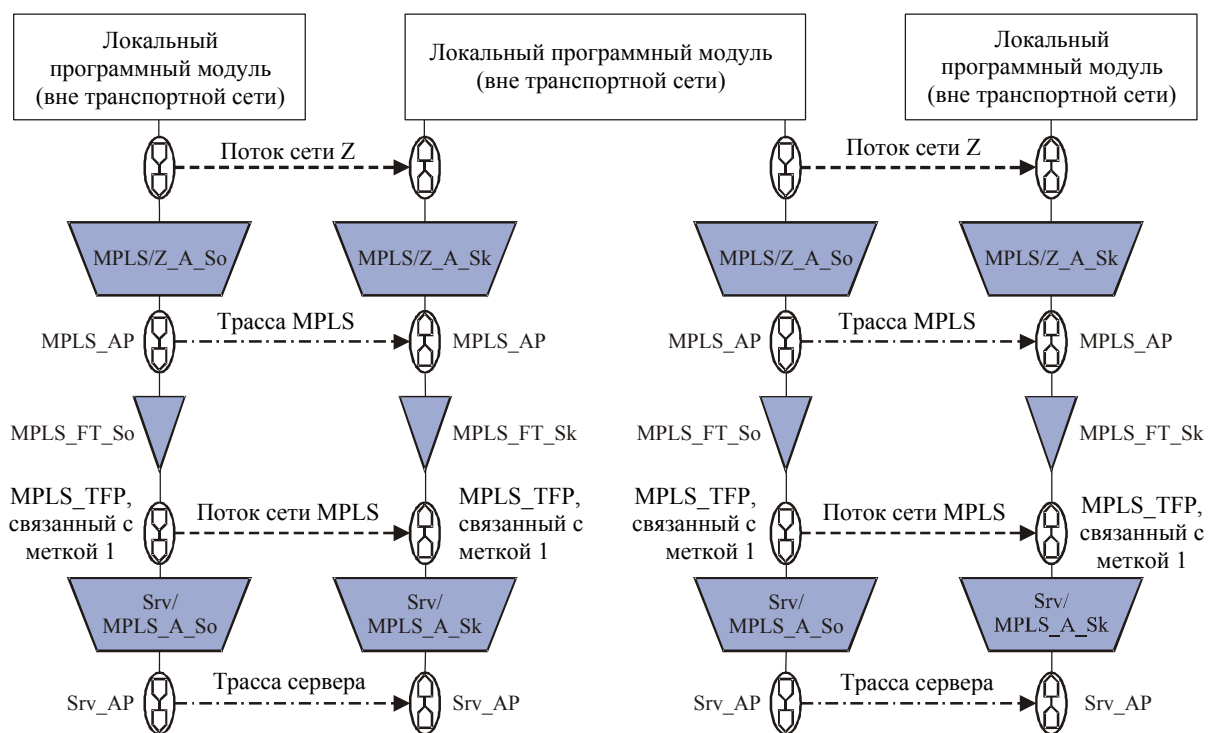
- TFP, связанному с меткой 0 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.809; или
- TCP, связанному с меткой 0 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.805.

Если клиент функции MPLS/Client_A_Sk – IPv4, то бит S равен 1, и достигнуто дно стека. Затем пакет пересылается согласно обработке по протоколу IPv4, содержащемуся внутри функции адаптации. Это разрешенная операция согласно RFC 3032.

Если клиент функции MPLS/Client_A_Sk – MPLS, то бит S равен 0, и дно стека не достигнуто. Такой пакет является не разрешенным согласно RFC 3032.

Резервированная метка – 1: Метка "предупреждение маршрутизатора" (Router Alert Label)

Обработка единиц трафика MPLS со значением 1 метки функциями обработки процесса транспортирования показана на рисунке В.2. Модель для описания G.805 та же, за исключением того, что (T)FP заменяются на (T)CP, функции окончания потока заменяются на функции окончания трассы, а потоки заменяются на соединения.



G.8110_Y.1370_FB.2

ПРИМЕЧАНИЕ. – В зависимости от обработки не требуется, чтобы CI в первом потоке Z был тем же во втором потоке на рисунке.

Рисунок В.2/G.8110/Y.1370 – Обработка "предупреждения маршрутизатора" (Router Alert)

Метка "предупреждение маршрутизатора" (Router Alert Label) дает возможность программному модулю в одном элементе сети связываться с программным модулем в другом элементе сети. Локальный программный модуль генерирует пакет MPLS, который представляется транспортной сети как запись стека меток (соответствующая характеристической информации потока сети Z) и дополнительный заголовок MPLS со значением 1 метки.

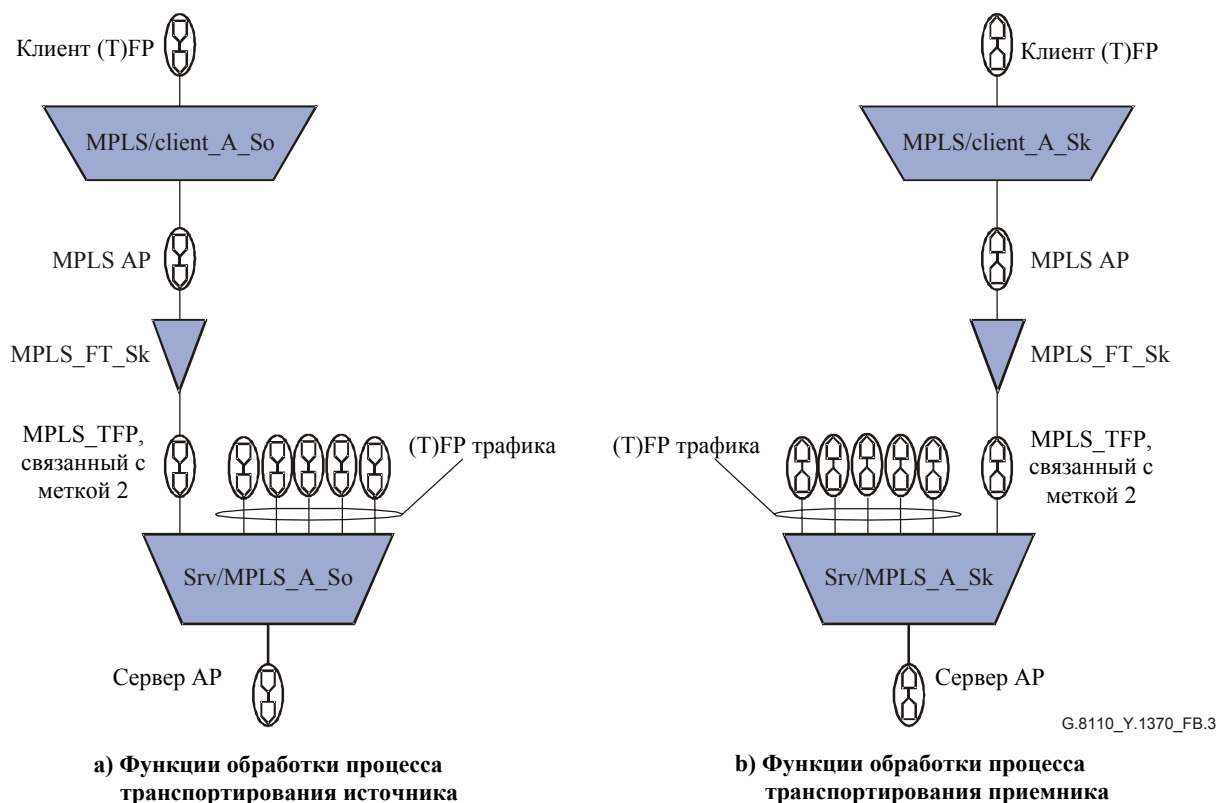
Единицы трафика MPLS с меткой 1 демультиплексируются приемником адаптации сервер/MPLS и направляются:

- TFP, связанному с меткой 1 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.809; или
- TCP, связанному с меткой 1 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.805.

Выходной сигнал записи стека меток из MPLS/Z_A_Sk передается на локальный программный модуль для обработки. Считается, что эта обработка осуществляется вне транспортной сети. Если после обработки пакет должен быть переслан, то пересылка определяется меткой на вершине стека меток, представленного программному модулю. Затем локальный программный модуль представляет транспортную сеть с записью стека, и производится вывод дополнительного заголовка MPLS со значением метки 1.

Резервированная метка – 2: "Явный нуль IPv6" (IPv6 Explicit Null)

Обработка единиц трафика MPLS со значением метки 2 функциями обработки процесса транспортирования показана на рисунке В.3. Модель для описания G.805 та же, за исключением того, что (T)FP заменяются на (T)CP, функции окончания потока заменяются на функции окончания трассы, а потоки заменяются на соединения.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Уровнем сервера может быть либо MPLS, либо не MPLS. На рисунке показан сервер не MPLS.

Рисунок В.3/G.8110/Y.1370 – Обработка "явного нуля IPv6" (IPv6 Explicit Null)

Единицы трафика MPLS с меткой 2 мультиплексируются источником адаптации сервер/MPLS через:

- TFP, связанный с меткой 2 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.809; или
- TCP, связанный с меткой 2 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.805.

Единицы трафика MPLS с меткой 2 демультиплексируются приемником адаптации сервер/MPLS и направляются:

- TFP, связанному с меткой 2 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.809; или
- TCP, связанному с меткой 2 для сети уровня MPLS, описанной с использованием G.805.

Если клиент функции MPLS/Client_A_Sk – IPv6, то бит S равен 1, и достигнуто дно стека. Затем пакет пересылается согласно обработке по протоколу IPv6, содержащемуся внутри функции адаптации. Это разрешенная операция согласно RFC 3032.

Если клиент функции MPLS/Client_A_Sk – MPLS, то бит S равен 0, и дно стека не достигнуто. Такой пакет является не разрешенным согласно RFC 3032.

Резервированная метка – 3: "Неявный нуль" (Implicit Null)

Эта метка появляется только в плоскости управления и никогда не появляется в плоскости транспортирования.

Другие значения резервированной метки

Подлежат дальнейшему изучению.

Приложение С

Преобразование G.809 в G.805

Описание "выталкивания" на предпоследнем шаге пересылки, туннелей LSP и поддержки архитектуры Diff-Serv в модели G.809 может быть применено в модели G.805 с использованием преобразований, приведенных в таблице С.1.

Таблица С.1/G.8110/Y.1370 – Преобразование между G.809 и G.805

Структурный компонент G.809	Структурный компонент G.805
MPLS_FT, MPLS_FT_So, MPLS_FT_Sk	MPLS_TT, MPLS_TT_So, MPLS_TT_Sk
Трасса без установления соединения MPLS	Трасса MPLS
Поток канала MPLS	Соединение канала MPLS
Поток сети MPLS	Соединение сети MPLS
Поток области потока MPLS	Соединение подсети MPLS
TFP MPLS	TCP MPLS
MPLS FP	TFP MPLS
Канал FPP MPLS	Канал MPLS
Область потока MPLS	Подсеть MPLS

Следует отметить, что для группы точек потока G.809 нет определенного соответствия в G.805. Однако группа точек потока аналогична в G.805 набору точек соединения, связанных с каналом.

Приложение D

Мультиплексирование MPLS и IP

Там, где MPLS используется для поддержки трафика IP, технология уровня сервера, которая поддерживает иерархию MPLS, может также использоваться для транспортирования трафика IP. Следовательно, уровень сервера должен обеспечивать функцию адаптации, которая поддерживает нескольких клиентов. Пример такой функции адаптации в форме комбинированной функции адаптации источника показан на рисунке D.1. Характеристическая информация, представляемая функции адаптации, может быть одного или нескольких видов из следующих:

- A Трафик с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки, где характеристическая информация соответствует пакету IP.
- B Трафик с "выталкиванием" на предпоследнем шаге пересылки, где характеристическая информация соответствует записи стека меток.
- C Характеристическая информация MPLS.
- D Характеристическая информация IP.

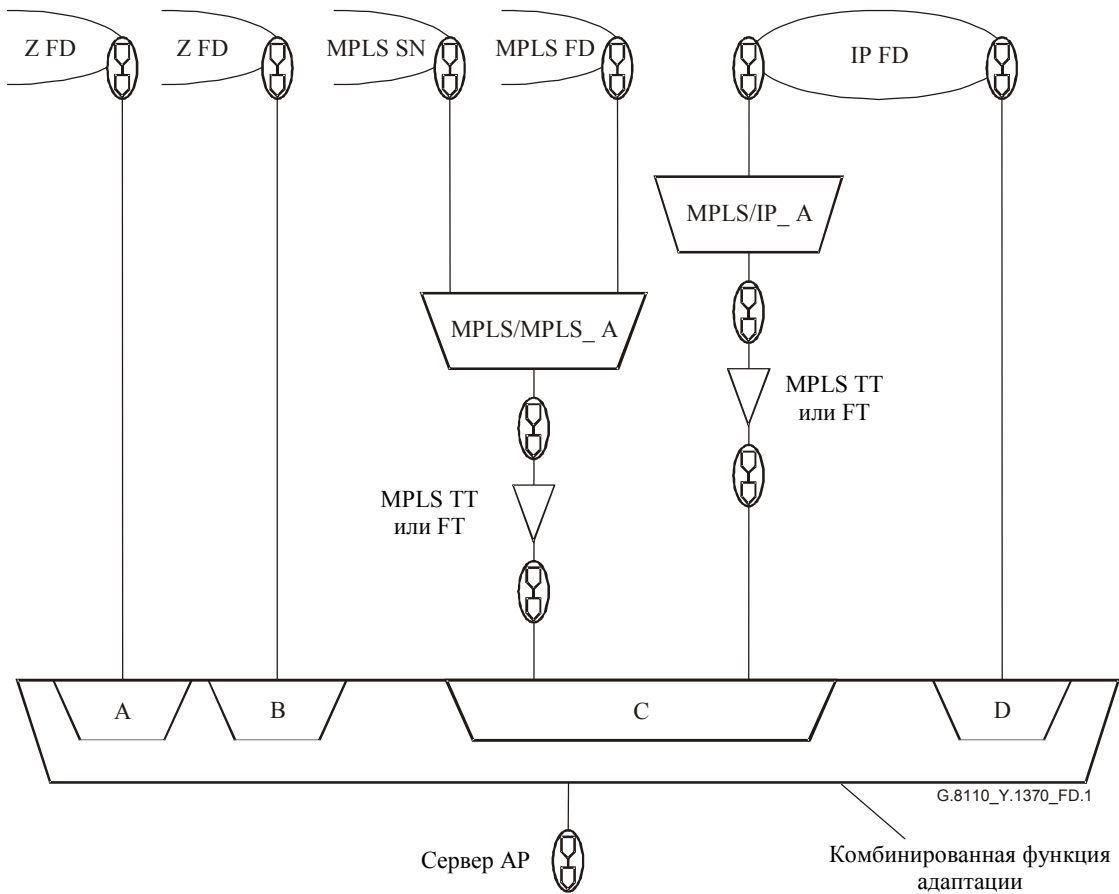


Рисунок D.1/G.8110/Y.1370 – Пример мультиплексирования MPLS и IP в общем сервере в направлении источника

Пример такой функции адаптации в форме комбинированной функции адаптации приемника показан на рисунке D.2. Характеристическая информация, представляемая функции адаптации, может быть одного или более видов из следующих:

- C Характеристическая информация MPLS.
- D Характеристическая информация IP.

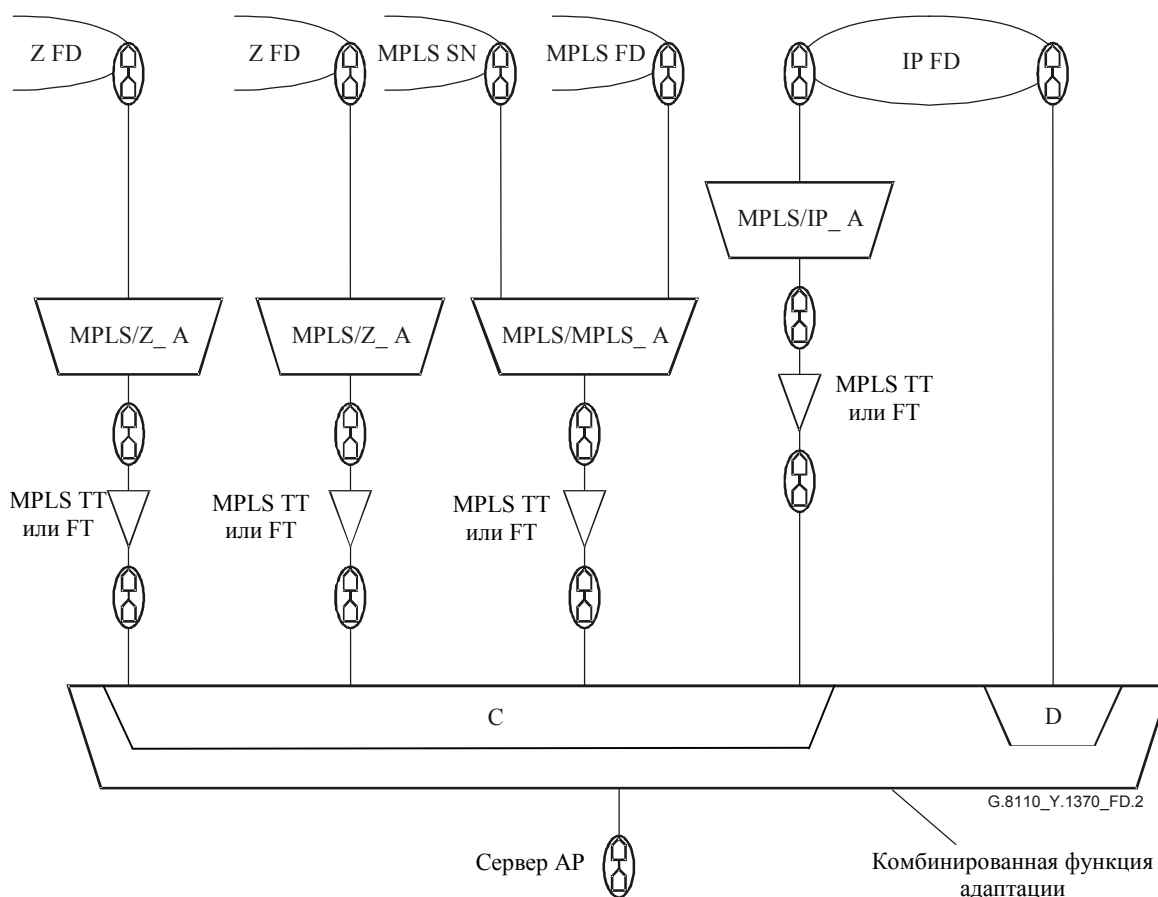


Рисунок D.2/G.8110/Y.1370 – Пример демультиплексирования MPLS и IP в направлении приемника

Следует отметить, что при составлении сетевой диаграммы как C, так и D, если необходимо, могут быть расширены для демонстрации субструктуры, которая позволяет показывать любые потоки и трассы, связанные с RNP. Такое расширение не изменяет функциональные возможности C или D.

Дополнение I

Функциональная модель для описания использования ECMP в сетях MPLS

Перенос по многим трактам равной стоимости (Equal Cost Multi-Path, ECMP) – это не имеющий точного определения механизм, который позволяет всем участникам использовать набор путей равной стоимости между узлом источника и узлом пункта назначения.

Хотя стандартизованных механизмов нет, общие средства его реализации включают:

- произвольный выбор исходящего канала для каждого пакета. Это может вызвать неупорядоченный прием пакетов;
- циклический выбор исходящего канала для каждого пакета. Это может вызвать неупорядоченный прием пакетов;
- выбор на основе потока с использованием хеширования в полях основного пакета, транспортируемого в MPLS. Это сохраняет порядок следования пакетов для данного потока;
- выбор на основе потока с использованием хеширования основных меток на более низком уровне стека меток.

В реализациях ЕСМР часто ограничивается предельное число многих трактов равной стоимости, которые могут поддерживаться, и это, при необходимости, может устанавливаться независимо от количества узлов следующих пересылок.

Пример приведен на рисунке I.1. Механизм ЕСМР в А задает два тракта равной стоимости через В и С в направлении G. Аналогично, механизм ЕСМР в В задает два тракта равной стоимости в направлении G через D и E. Тогда трафик направляется, как показано на рисунке. Следует отметить, что реализации ЕСМР часто ограничивают количество трактов равной стоимости, которое может поддерживаться.

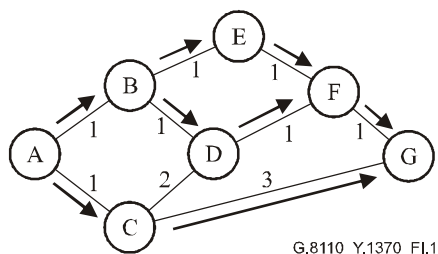


Рисунок I.1/G.8110/Y.1370 – Балансировка нагрузки при помощи ЕСМР

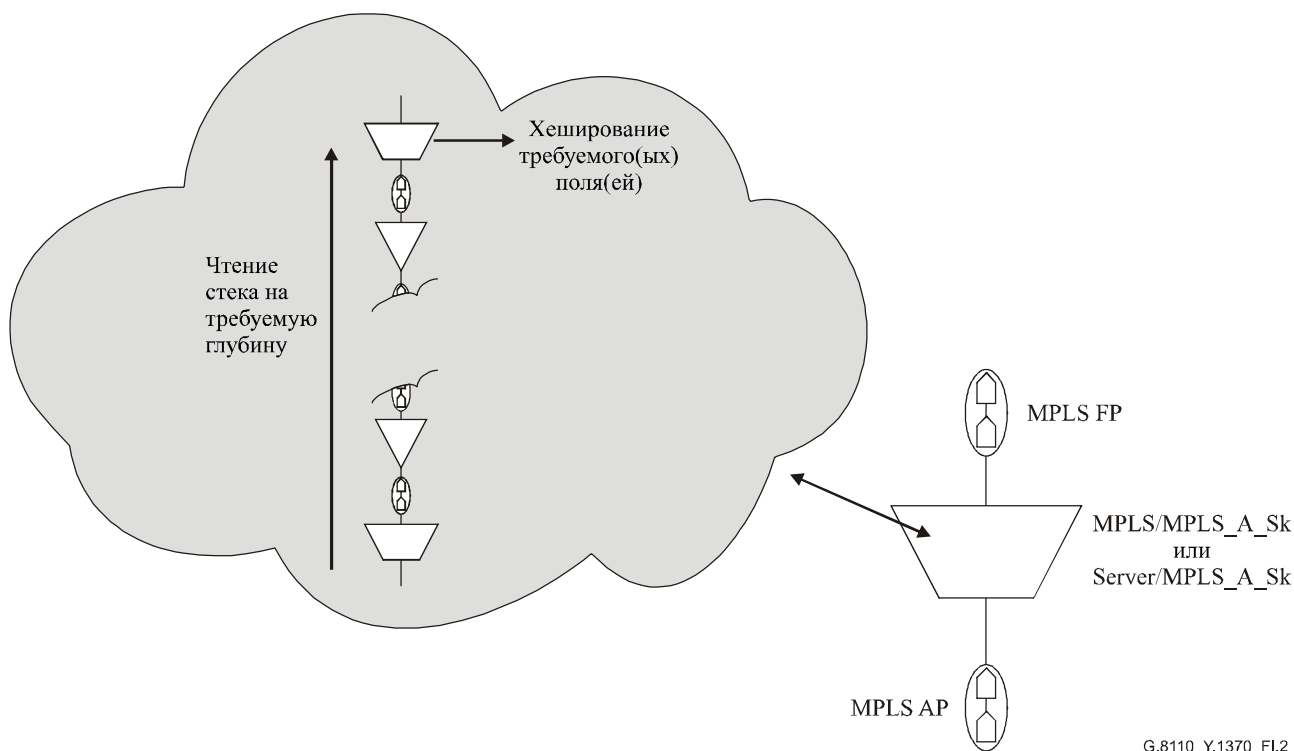
Так как при ЕСМР используются только альтернативные маршруты равной стоимости, он может применяться для копирования с параллельными каналами между двумя узлами в сети.

ЕСМР как процесс, связанный с функцией адаптации

Для циклической пересылки не требуется подробное разъяснение на сетевом уровне. Соответствующий выходной канал выбирается согласно используемому алгоритму, и пересылка соответствующего пакета осуществляется надлежащим образом.

Процесс хеширования ЕСМР происходит внутри функций MPLS/MPLS_A_Sk или Server/MPLS_A_Sk. Для осуществления этого функция адаптации не может быть прозрачной по отношению к содержимому информации ее сетей уровня клиента.

Для обеспечения семантической и синтаксической согласованности переноса информации функция адаптации должна выполнять процессы, которые эквивалентны прохождению через сети уровня (чтение информации) до достижения надлежащей функции адаптации, так чтобы хешировалось надлежащее поле (поля). Это достигается посредством копирования пакета с меткой MPLS, который должен быть переслан, и последующего чтения полей копированного пакета, до тех пор пока не будет достигнута надлежащая точка, как показано на рисунке I.2. Оригинальный пакет пересылается затем как требуется.



G.8110_Y.1370_FI.2

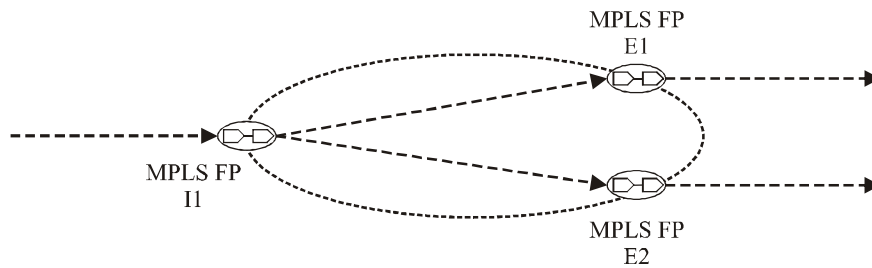
Рисунок I.2/G.8110/Y.1370 – Обработка ECMP

Функции адаптации источника сервер/MPLS или MPLS/MPLS не участвуют в процессе ECMP. Они просто назначают пакетам надлежащую метку в соответствии с точкой потока, используемой для ввода функции адаптации.

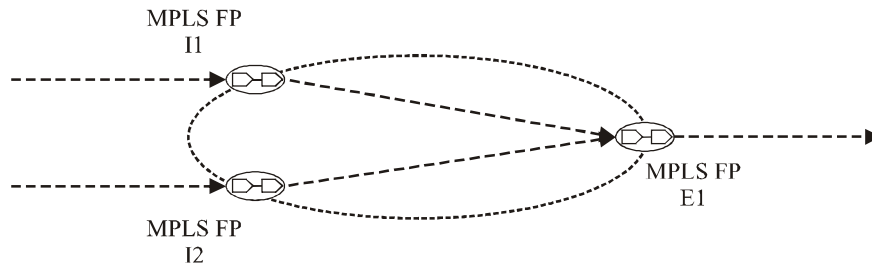
Соглашения по диаграммам для иллюстрации ECMP

При отсутствии ECMP поток, показанный на рисунке I.3а), представляет собой поток "пункт–многие пункты", где информация во входной точке потока копируется в обе выходные точки потока. Поэтому информация, проходящая через I1, E1 и E2, одна и та же. Здесь нет балансировки нагрузки. Для потока "многие пункты–пункт", как показано на рисунке I.3б), потоки в I1 и I2 объединяются (мультиплексируются) в E1.

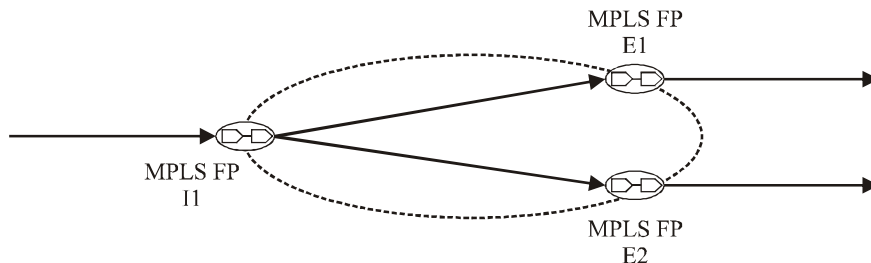
Эти потоки представлены с использованием соглашений по диаграммам Рек. МСЭ-Т G.809.



а) Моделирование потоков без ECMP, "пункт–многие пункты"



б) Моделирование потоков без ECMP, "многие пункты–пункт"



с) Моделирование потоков с ECMP

G.8110_Y.1370_FI.3

Рисунок I.3/G.8110/Y.1370 – Моделирование потоков

В сети без установления соединения, где каждый пакет содержит как адрес источника, так и адрес пункта назначения, например в IP-сети, поток, вводимый I1, может быть описан или назначен как объединение кортежей, которые включают адрес источника и пункта назначения, а потоки I1–E1 и I1–E2 могут быть описаны при помощи поднаборов кортежей, присутствующих на входе I1. Когда пакеты в потоке передаются на основе меток, пересылка выполняется так, что каждый пакет, вводимый в область потока через конкретную точку потока, пересылается по области потока совершенно одинаковым способом.

Когда присутствует ECMP, единицы трафика MPLS, связанные с точкой потока, пересылаются на основе информации, отличной от информации метки, связанной с функцией адаптации. Информация, проходящая между I1 и E1 на рисунке I.3а), более не является той же информацией, что проходит между I1 и E2. Поток, приходящий в I1, демультиплексируется в меньшие потоки на основе используемого механизма ECMP.

Для различения потоков, на которые воздействует ECMP, от тех, на которые он не воздействует, подвергающиеся воздействию ECMP потоки изображены на рисунке I.3с) сплошной стрелкой.

ЕСМР в сети MPLS, описанной с использованием G.809

Сети уровня, содержащие LSP, которые были установлены с использованием протокола распределения меток (Label Distribution Protocol, LDP), могут моделироваться с использованием G.809, как описывается в Разделе 7. Когда LDP используется без ЕСМР, трафик не разделяется. Когда ЕСМР используется с LDP, тогда возникает разделение трафика, как показано на рисунке I.4.

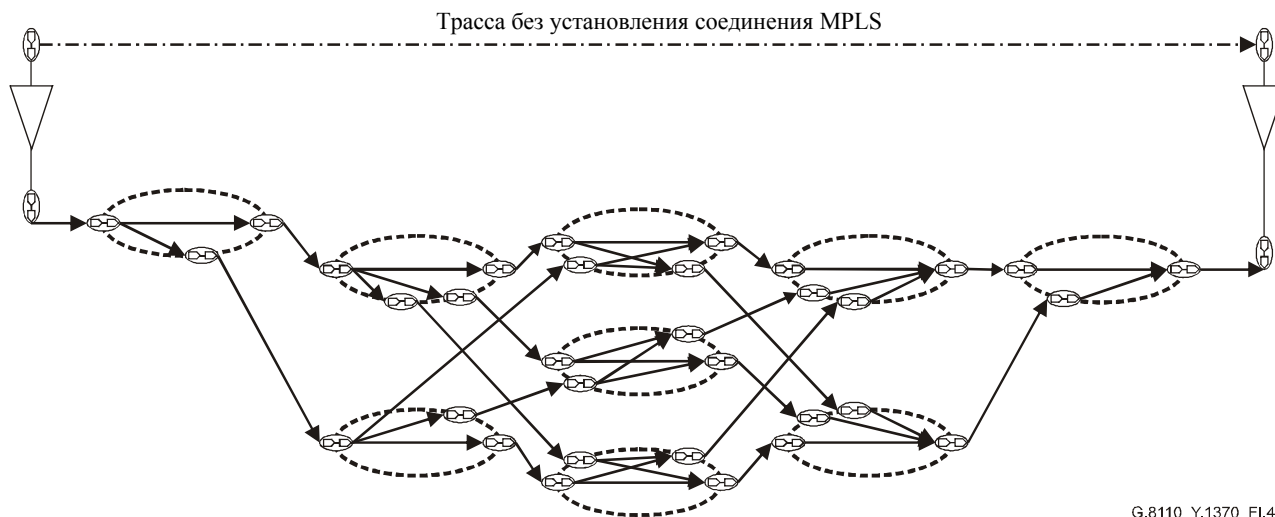
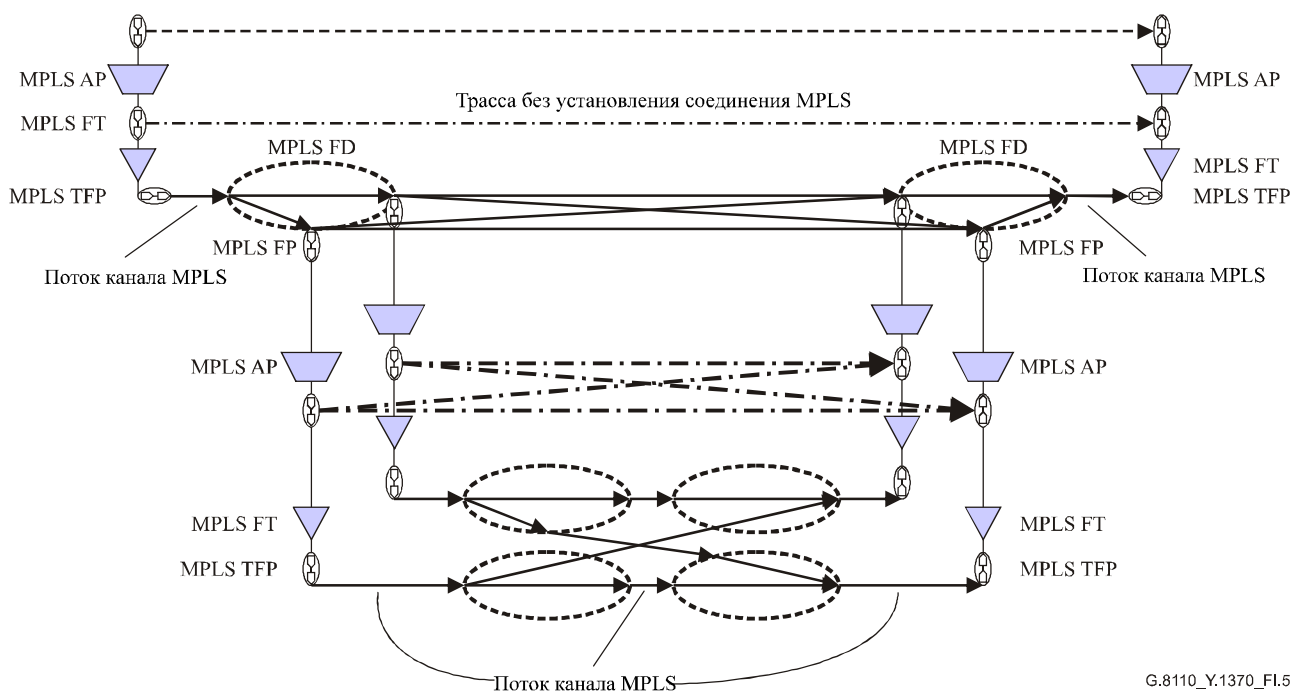


Рисунок I.4/G.8110/Y.1370 – Пример LSP на основе ЕСМР

Следует отметить, что в этом примере ЕСМР активирован в каждой области потока. Эффект от ЕСМР можно рассматривать как инверсное мультиплексирование канала клиента.

Этот процесс может быть повторен при помощи взаимосвязи клиент/сервер, где поток канала в клиенте поддерживается трассой без установления соединения в сети уровня сервера. Однако здесь отсутствует требование к уровню сервера, использующему ЕСМР, о доставке трафика в одну точку потока одной области потока пункта назначения – также могут поддерживаться две отдельные точки потока в одной и той же области потока. Это показано на рисунке I.5. Результатом является создание динамических каналов, которые реагируют на службу, предоставляемую сервером.



G.8110_Y.1370_FL.5

Рисунок I.5/G.8110/Y.1370 – Пример влияния ECMP в иерархии G.809 MPLS

Этот режим можно понять, приняв в рассмотрение тот факт, что трасса без установления соединения MPLS действует на пакетной основе. Влияние ECMP на самый нижний уровень заключается в изменении взаимосвязи между источником и приемником трассы без установления соединения. Теперь трасса без установления соединения попеременно переключается между двумя точками доступа приемника и это осуществляется процессом ECMP. Для любого конкретного пакета здесь имеется только одна точка доступа источника и одна точка доступа приемника. При любой конкретной реакции на процесс ECMP все пакеты с одинаковой реакцией имеют объединение трассы с одним и тем же приемником. Это приводит к созданию динамического канала между точками потока в сети уровня клиента. Этот канал создается в ответ на процесс уровня сервера – службы, предоставляемой трассой.

ECMP в сети MPLS, описываемой с использованием G.805

В сети уровня MPLS, где соединения установлены с использованием RSVP-TE, использование ECMP может быть рассмотрено двумя способами:

- Там, где нет иерархии LSP: В этом случае, если к одному и тому же пункту назначения сконфигурировано более одного LSP с равной стоимостью, ECMP предварительно разрешается для этих LSP сетью уровня клиента, которая затем надлежащим образом распределяет трафик между LSP. Поэтому здесь разделение внутри такого LSP отсутствует.
- Там, где есть иерархия LSP: Это подлежит дальнейшему изучению.

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

**ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ
МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ**

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	
Общие положения	Y.100–Y.199
Службы, 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 МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА	
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
СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ	
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты служб: возможности служб и архитектура служб	Y.2200–Y.2249
Аспекты служб: взаимодействие служб 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
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899

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	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевых протоколов и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи