

# МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

# Y.1561

(05/2004)

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

Аспекты межсетевого протокола (IP) – Качество  
обслуживания и сетевые показатели качества

---

**Рабочие параметры и параметры  
доступности для сетей MPLS**

Рекомендация МСЭ-Т Y.1561

---

## РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ  
МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА (IP) И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

|   |                      |
|---|----------------------|
| <b>ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА</b>                                 |                      |
| 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          |
| <b>АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА (IP)</b>                                       |                      |
| Общие положения   | Y.1000–Y.1099        |
| Услуги и приложения   | Y.1100–Y.1199        |
| Архитектура, доступ, сетевые возможности и административное управление ресурсом | Y.1200–Y.1299        |
| Транспортирование   | Y.1300–Y.1399        |
| Взаимодействие  | Y.1400–Y.1499        |
| <b>Качество обслуживания и сетевые показатели качества</b>                      | <b>Y.1500–Y.1599</b> |
| Сигнализация  | Y.1600–Y.1699        |
| Эксплуатация, управление и техническое обслуживание                             | Y.1700–Y.1799        |
| Начисление платы  | Y.1800–Y.1899        |
| <b>СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ (NGN)</b>   |                      |
| 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 сетей в NGN                               | 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.

## Рекомендация МСЭ-Т Y.1561

### Рабочие параметры и параметры доступности для сетей MPLS

#### Резюме

В настоящей Рекомендации определяются параметры, которые могут быть использованы при спецификации и оценке таких рабочих характеристик, как скорость, точность, надежность и доступность передачи пакетов по коммутируемому по меткам маршруту в сети многопротокольной коммутации с использованием меток (MPLS). Определяемые здесь параметры относятся к сквозным двухточечным и многоточечным LSP, а также к любому региону MPLS, который обеспечивает услуги передачи пакетов или вносит в них свой вклад.

Рассматриваются две категории сетей MPLS:

- 1) TE-LSP: Коммутируемый по меткам маршрут трафика технических данных, или конфигурируемый LSP. Это двухточечные маршруты.
- 2) LSP на основе LDP: Сюда относятся как двухточечные, так и многоточечные LSP.

#### Источник

Рекомендация МСЭ-Т Y.1561 утверждена 7 мая 2004 года 13-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг. ) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

## ПРИМЕЧАНИЕ

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

Соблюдение положений данной Рекомендации носит добровольный характер. Однако в публикации могут содержаться определенные обязательные положения (например, для обеспечения возможности взаимодействия или применимости), и соответствие 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 то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

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

© ITU 2005

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

## СОДЕРЖАНИЕ

|     | Стр.  |
|-----|---|
| 1   | Область применения ..... 1  |
| 2   | Ссылки ..... 2  |
| 3   | Определения ..... 3   |
| 4   | Сокращения ..... 3  |
| 5   | Эталонная модель уровневых протоколов и модель характеристик для MPLS ..... 4 |
| 5.1 | Сетевые компоненты ..... 5  |
| 5.2 | Звенья обмена и секции сети ..... 7   |
| 5.3 | Пункты измерения и измеряемые секции ..... 7                                  |
| 5.4 | Эталонные события передачи пакетов (PRE) ..... 8                              |
| 5.5 | Результаты передачи пакетов ..... 9   |
| 6   | Рабочие параметры передачи пакетов ..... 13                                   |
| 6.1 | Представляющая интерес совокупность ..... 13                                  |
| 6.2 | Задержка передачи пакетов (PTD) ..... 14                                      |
| 6.3 | Коэффициент ошибочных пакетов (PER) ..... 16                                  |
| 6.4 | Коэффициент потери пакетов (PLR) ..... 16                                     |
| 6.5 | Коэффициент случайных пакетов (SPR) ..... 16                                  |
| 6.6 | Коэффициент блоков с серьезными потерями пакетов (PSLBR) ..... 16             |
| 6.7 | Время восстановления ..... 17   |
| 7   | Доступность ..... 17  |
| 7.1 | Функция доступности услуг в службах, ориентированных на соединения ..... 17   |
| 7.2 | Параметры доступности ..... 17  |
| 8   | Защита информации ..... 18  |
|     | БИБЛИОГРАФИЯ ..... 18   |



Рабочие параметры и параметры доступности для сетей MPLS

1 Область применения

В настоящей Рекомендации определяются параметры, которые могут быть использованы при спецификации и оценке таких рабочих характеристик, как скорость, точность, надежность и доступность передачи пакетов (помеченных или нет – во втором случае выталкивание на предпоследнем транзитном участке (PHP) может привести к потере идентификаторов коммутируемых по меткам маршрутов (LSP) на границах сети) по LSP в сети многопротокольной коммутации с использованием меток (MPLS). Определяемые параметры применимы к сквозным двухточечным и многоточечным LSP и к любым регионам MPLS, которые обеспечивают услуги передачи пакетов или вносят в них вклад в соответствии с нормативными ссылками, приведенными в п. 2.

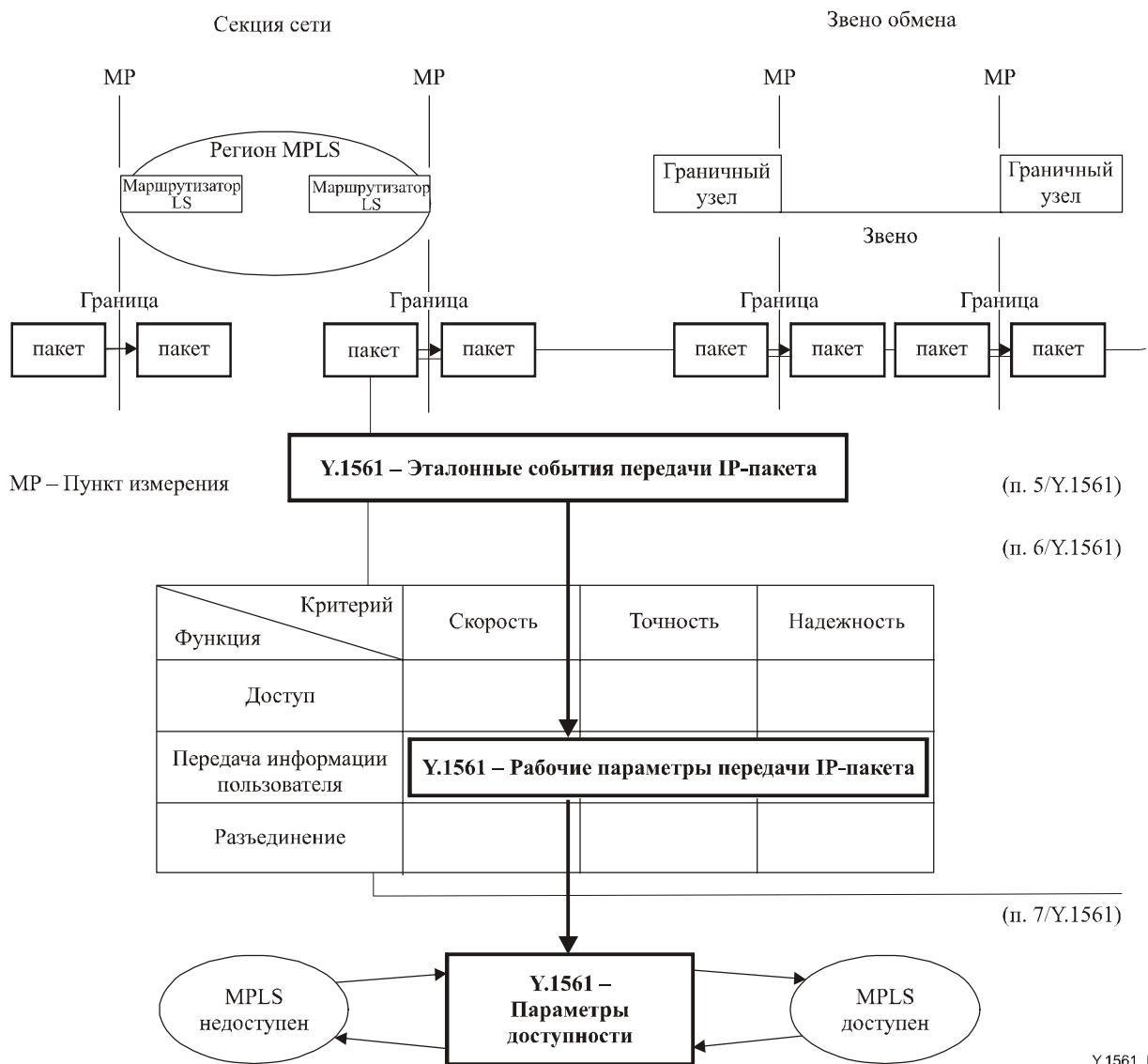


Рисунок 1/Y.1561 – Область применения настоящей Рекомендации

Область применения настоящей Рекомендации отображена на рисунке 1. Рабочие параметры сети MPLS определены на основе эталонных событий передачи пакетов, которые могут наблюдаться в пунктах измерения (MP), связанных с заданными функциональными границами и границами юрисдикций. Пункты измерения могут находиться на концах LSP. В целях совместимости и полноты рабочие параметры сети MPLS рассматриваются в контексте матрицы характеристик 3 × 3,

определенной в Рекомендации МСЭ-Т I.350. В матрице идентифицированы три независимые от протокола функции связи: доступ, передача информации пользователя и разъединение. Каждая функция рассматривается относительно трех общих рабочих параметров (или "параметрических критериев"): скорость, точность и надежность. Соответствующая модель двух состояний создает основу для описания доступности сети MPLS.

Рабочие параметры сетей MPLS, обеспечивающих функции доступа и разъединения (например, протокол резервирования ресурсов – трафик технических данных, RSVP-TE) и вспомогательные возможности (например, протокол распространения меток (LDP) согласно RFC 3036), могут рассматриваться в других Рекомендациях.

Здесь будут рассмотрены две категории сетей MPLS:

- 1) TE-LSP: Коммутируемый по меткам маршрут трафика технических данных, или конфигурируемый LSP. Это двухточечные маршруты. Они ориентированы на соединения, явно устанавливаются и являются фиксированными.
- 2) LSP, основанные на LDP: Сюда относятся двухточечные и многоточечные LSP. Маршруты ведут себя во многом подобно IP, используя при маршрутизации внутришлюзовой протокол (IGP), такой как открытый протокол маршрутизации с определением кратчайшего маршрута (OSPF) или протокол между промежуточными системами (IS-IS). LSP относятся к режиму без установления соединения.

Двухточечные и многоточечные топологии адаптируются через концепцию *представляющих интерес совокупностей*, определенную в п. 6.1. Случай RHP, приводящий к потере идентификатора LSP, специально рассматривается в п. 5.4, где установлены три факультативных критерия для эталонных событий передачи пакетов. Соответствие между входящими и исходящими эталонными событиями рассматривается здесь в такой же степени, как и в других Рекомендациях (например, в Рекомендации МСЭ-Т. Y.1540), в п. 5.5.2.

В настоящей Рекомендации общий термин *пакет* означает IP-пакет с заголовком и полем информации или другие протоколы с комбинациями заголовка и полей информации в той мере, в какой существующий стандарт описывает инкапсуляцию пакета MPLS.

## 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 I.350 (1993), *General aspects of quality of service and network performance in digital networks, including ISDNs*.
- ITU-T Recommendation I.353 (1996), *Reference events for defining ISDN and B-ISDN performance parameters*.
- ITU-T Recommendation Y.1540 (2002), *Internet protocol data communication service – IP packet transfer and availability performance parameters*.
- ITU-T Recommendation Y.1711 (2004), *Operation and maintenance mechanism for MPLS networks*.
- IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.
- IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.
- IETF RFC 3036 (2001), *LDP Specification*.
- IETF RFC 3107 (2001), *Carrying Label Information in BGP-4*.



- IETF RFC 3429 (2002), *Assignment of the 'OAM Alert Label' for Multiprotocol Label Switching Architecture (MPLS) Operation and Maintenance (OAM) Functions*.

### 3 Определения

В настоящей Рекомендации определяются следующие термины:

**3.1 класс эквивалентности продвижения (FEC):** Категория IP-пакетов, которые имеют одну и ту же обработку, связанную с продвижением.

**3.2 коммутируемый по меткам маршрут (LSP):** Путь через один или несколько LSR на одном уровне иерархии, по которому следуют пакеты конкретного FEC.

**3.3 выталкивание на предпоследнем транзитном участке (PHP):** Факультативная возможность в MPLS, когда стек меток может быть вытолкнут (удален) в предпоследнем маршрутизаторе коммутации по меткам LSP, а не на выходе LSP.

### 4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

|         |   |
|---------|---|
| CE      | Граничный маршрутизатор пользователя                                |
| CR-LDP  | Маршрутизация на основе ограничений – протокол распределения меток  |
| DSCP    | Кодовое представление дифференцированных услуг                      |
| DST     | Получатель  |
| EL      | Звено обмена  |
| EXP     | Экспериментальный   |
| FEC     | Класс эквивалентности продвижения                                   |
| IGP     | Внутришлюзовой протокол   |
| IP      | Межсетевой протокол (IP-протокол)                                   |
| IS-IS   | Промежуточная система–промежуточная система                         |
| LDP     | Протокол распределения меток  |
| LSP     | Коммутируемый по меткам маршрут (тракт)                             |
| LSR     | Маршрутизатор коммутации по меткам                                  |
| MP      | Пункт измерения   |
| MPLS    | Многопротокольная коммутация с использованием меток                 |
| NS      | Секция сети   |
| NSE     | Совокупность сетевых секций   |
| OSPF    | Открытый протокол маршрутизации с определением кратчайшего маршрута |
| PDV     | Вариация задержек пакетов   |
| PE      | Граничный маршрутизатор коммутации по меткам поставщика             |
| PER     | Коэффициент ошибочных пакетов                                       |
| PHP     | Выталкивание на предпоследнем транзитном участке                    |
| PIA     | Доля доступности услуг (в %)  |
| PIU     | Доля недоступности услуг (в %)                                      |
| PLR     | Коэффициент потери пакетов  |
| PRE     | Эталонное событие передачи пакетов                                  |
| PSLBR   | Коэффициент блоковых потерь пакетов                                 |
| PTD     | Задержка передачи пакетов   |
| RSVP-TE | Протокол резервирования ресурсов – трафик технических данных        |

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| RTPTD | Круговая задержка передачи пакетов |
| SLB   | Блок с серьезными потерями         |
| SPR   | Частота случайных пакетов          |
| SRC   | Отправитель                        |
| TLV   | Кортеж "тип, длина и значение"     |
| ToS   | Тип услуги                         |
| TTL   | Время существования                |
| UDP   | Протокол дейтаграмм пользователя   |
| UNI   | Интерфейс "пользователь–сеть"      |

## 5 Эталонная модель уровневых протоколов и модель характеристик для MPLS

На рисунке 2 показана уровневая структура транспортных услуг MPLS. Характеристики, обеспечиваемые уровнями выше MPLS, зависят как от характеристик уровня MPLS, так и от уровней ниже MPLS:

- Нижние уровни, которые обеспечивают ориентированную на соединения или без установления соединения транспортировку данных со стороны уровня MPLS.
- Уровень MPLS, который транспортирует пакеты. Этот уровень имеет значимость по всему региону (регионам) MPLS и обеспечивает коммутируемый по меткам маршрут (LSP). В случае когда реализуется выталкивание на предпоследнем транзитном участке, стек меток выдается до глубины входа в предпоследнем узле.
- Вышерасположенные уровни, включая уровень IP, которые далее обеспечивают возможность сквозной связи.

В этом пункте определяется общая модель рабочих характеристик транспортной сети MPLS, охватывающая секции сети и звенья обмена, соединяющие секции сети. Определяемые здесь рабочие параметры могут быть применены к однонаправленной передаче пакетов по какой-либо секции сети или через отдельный регион MPLS, как определено ниже (это относится к области измерений OA&M, таких как измерения, определенные в Рекомендации МСЭ-Т. Y.1711). Эти параметры могут быть также применены к комбинации сетевых секций и звеньев обмена, когда отображение между метками и маршрутами распределяется между AS согласно стандартизованным протоколам, таким как определенные в RFC 3107. Ниже приведены также рабочие параметры, основанные на эталонных событиях и на результатах передачи пакетов.

В частности, на рисунке 2 приведен один из примеров архитектуры MPLS, где уровень MPLS может отсутствовать на всем тракте измерений.

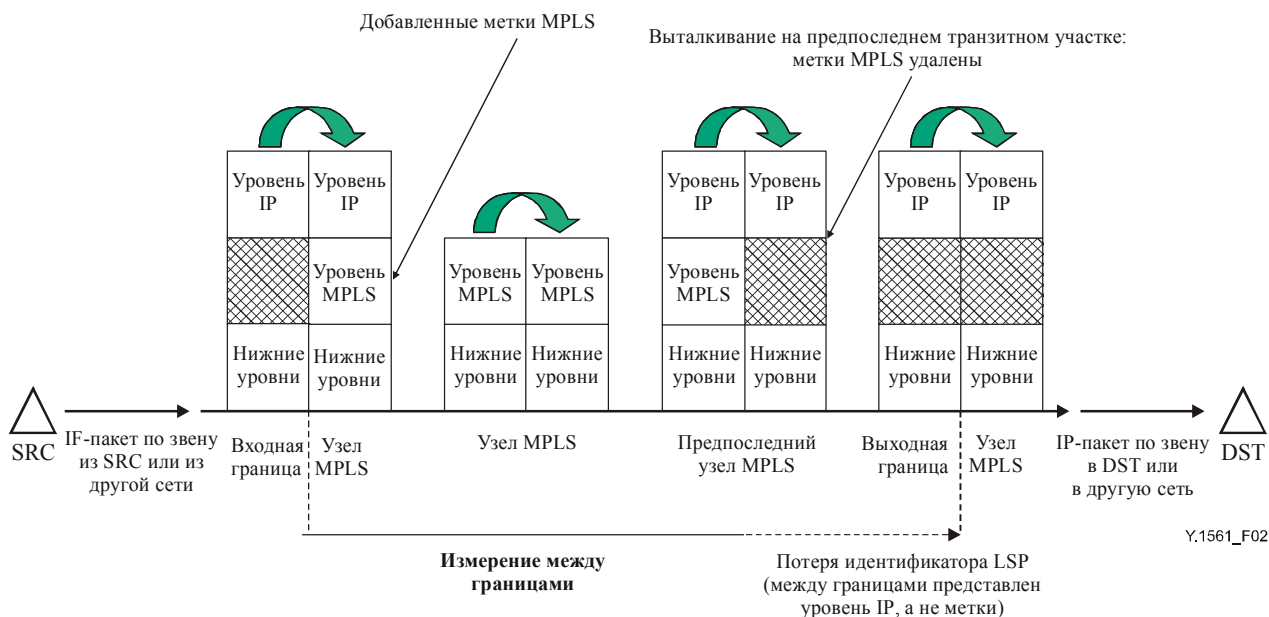


Рисунок 2/У.1561 – Уровневая модель рабочих характеристик для MPLS

Как уже отмечалось выше, пакеты, использующие протоколы, отличные от IP-протоколов, могут инкапсулироваться с метками MPLS и транспортироваться по сети MPLS, однако факультативная возможность RHP может не использоваться, и метки могут иметь место между границами сети. В некоторых случаях сети MPLS могут обеспечивать транспортировку между интерфейсами "пользователь–сеть" (UNI) и предоставлять сквозные транспортные услуги для протоколов вышерасположенных уровней.

## 5.1 Сетевые компоненты

Основные компоненты сетей IP определены в Рекомендации МСЭ-Т. У.1540.

Следующие сетевые компоненты определены в RFC 3031:

**5.1.1 LSR (маршрутизатор коммутации по меткам):** Узел MPLS, способный продвигать собственные пакеты L3.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Здесь и в последующих определениях L3 относится к уровню IP.

**5.1.2 регион MPLS:** Набор смежных узлов, которые осуществляют маршрутизацию и продвижение MPLS и которые находятся также в регионе маршрутизации или административном регионе.

**5.1.3 граничный узел MPLS:** Узел MPLS, который соединяет регион MPLS с узлом, расположенным вне региона потому, что он не реализует MPLS, и/или потому, что он находится в другом регионе. Следует отметить, что если LSR имеет соседний хост, который не реализует MPLS, этот LSR является граничным узлом MPLS.

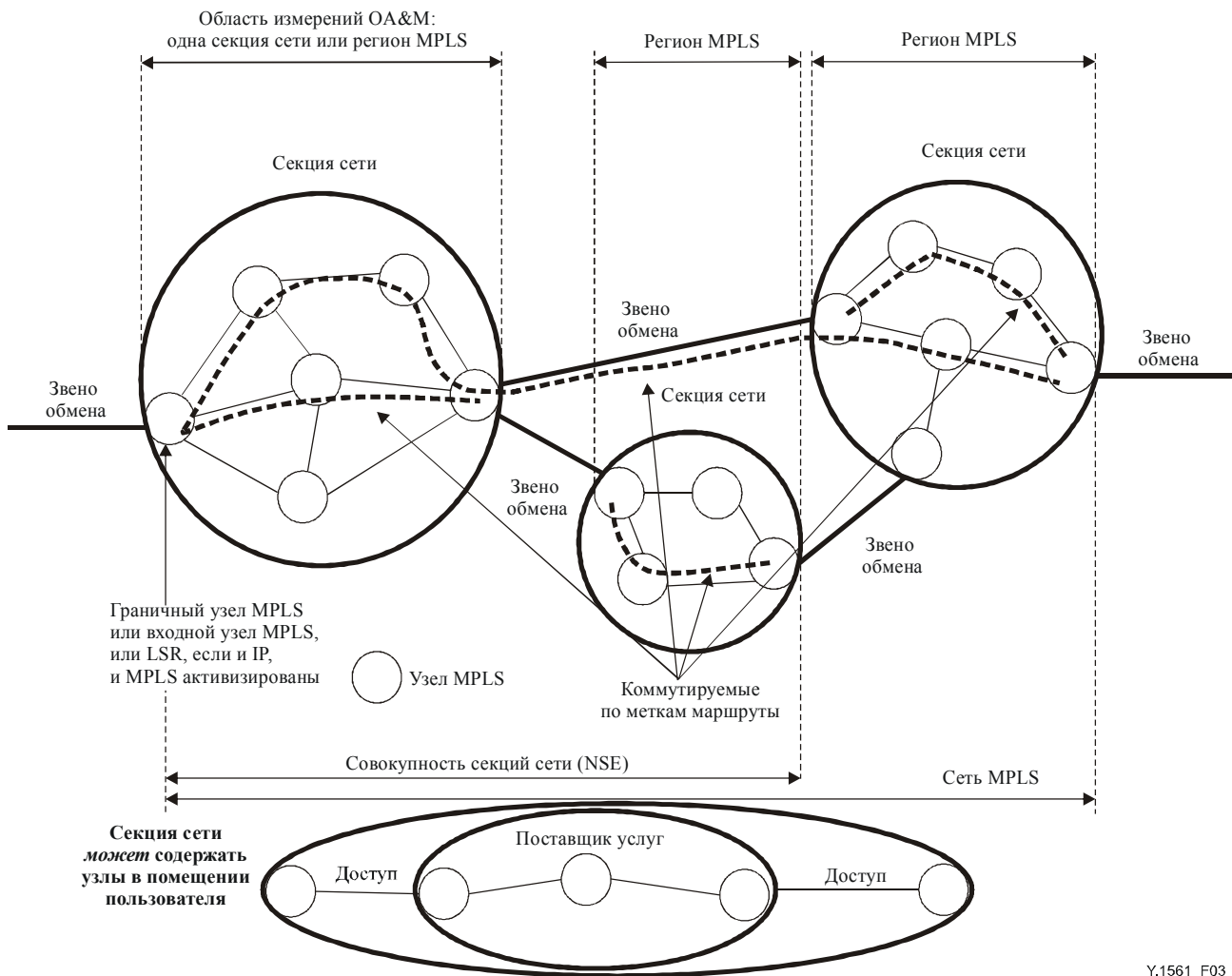
**5.1.4 выходной узел MPLS:** Граничный узел MPLS, выполняющий функцию обработки трафика на выходе из региона MPLS.

**5.1.5 входной узел MPLS:** Граничный узел MPLS, выполняющий функцию обработки трафика на входе в регион MPLS.

**5.1.6 узел MPLS:** Узел, реализующий MPLS. Узел MPLS осведомлен о протоколах управления MPLS, выполняет один или несколько протоколов маршрутизации L3 и может продвигать пакеты, основываясь на метках. Узел MPLS может факультативно продвигать также собственные пакеты L3.

В настоящей Рекомендации определяется также:

**5.1.7 сеть MPLS:** Сеть, состоящая из одного или нескольких регионов MPLS и имеющая один или несколько LSP от входного узла сети до выходного узла сети.



Y.1561\_F03

**Рисунок 3/Y.1561 – Связность сети MPLS**

В таблице 1 показана иерархическая связь используемой здесь терминологии.

**Таблица 1/Y.1561 – Терминология узла**

| Узел MPLS      |        |          |        |                 |  |  |  |
|----------------|--------|----------|--------|-----------------|--|--|--|
| Граничный узел |        |          |        | Внутренний узел |  |  |  |
| Входной        |        | Выходной |        |                 |  |  |  |
| LSR(IP)        | He-LSR | LSR(IP)  | He-LSR |                 |  |  |  |
|                |        |          |        |                 |  |  |  |

## 5.2 Звенья обмена и секции сети

### 5.2.1 Звено обмена (EL)

Звено, соединяющее:

- 1) хост-отправитель или хост-получатель (или маршрутизатор) со смежным с ним маршрутизатором, возможно, в другой юрисдикции, которое иногда называется также звеном доступа, входным звеном или выходным звеном; либо
- 2) маршрутизатор одной секции сети с маршрутизатором другой секции сети.

Следует отметить, что ответственность за звено обмена, его пропускную способность и его характеристики обычно распределяется между соединенными сторонами.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Термин "звено обмена" эквивалентен термину "коммутируемый по меткам транзитный участок", определенному в RFC 3031.

### 5.2.2 Секция сети (NS)

Наборы узлов MPLS вместе с соединяющими их звеньями, которые в совокупности образуют всю сеть MPLS или ее часть между входным и выходным узлами и находятся под одной (или совместной) юрисдикцией. Некоторые сетевые секции содержат один хост без связующих звеньев. NS-отправитель и NS-получатель являются конкретными примерами секций сети. Пары секций сети соединяются звеньями обмена.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Термин "секция сети" является синонимом термина "регион MPLS", определенного в RFC 3031.

## 5.3 Пункты измерения и измеряемые секции

### 5.3.1 Пункт измерения (MP)

Граница между хостом или граничным узлом MPLS и смежным звеном, на которой могут наблюдаться и измеряться эталонные рабочие параметры. В пункте измерения может соблюдаться любой стандартный межсетевой протокол, согласующийся с Рекомендацией МСЭ-Т I.353.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Вопрос точного местоположения MP MPLS в стеке протокола подлежит дальнейшему изучению.

Секцию или комбинацию секций можно измерить, если она ограничена набором MP. Согласно настоящей Рекомендации можно измерять следующие секции.

### 5.3.2 Базовая секция

EL, NS, SRC или DST. Базовые секции ограничиваются MP.

Рабочие характеристики любой EL или NS можно измерить относительно любой конкретной однонаправленной сквозной сети MPLS. *Входные MP* представляют собой набор MP, через которые проходят пакеты из FEC при их вхождении в базовую секцию. *Выходные MP* представляют собой набор MP, через которые проходят пакеты из этой FEC при выходе из базовой секции.

### 5.3.3 Сквозная транспортировка пакетов MPLS по коммутируемому по меткам маршруту

Набор EL и NS, которые обеспечивают транспортировку пакетов, передаваемых между граничными узлами MPLS в сети MPLS. Пункты MP, которые связывают сквозные сети MPLS – это MP на входном узле первого региона MPLS и на выходном узле последнего региона MPLS, образующие коммутируемый по меткам маршрут (LSP).

Сквозные рабочие параметры сети MPLS могут измеряться относительно любого конкретного однонаправленного коммутируемого по меткам маршрута. К *входным MP* относятся те MP, через которые проходят пакеты из FEC при их поступлении в LSP. К *выходным MP* относятся те MP, через которые проходят пакеты из этой FEC при выходе из данного LSP.

### 5.3.4 Совокупность секций сети (NSE)

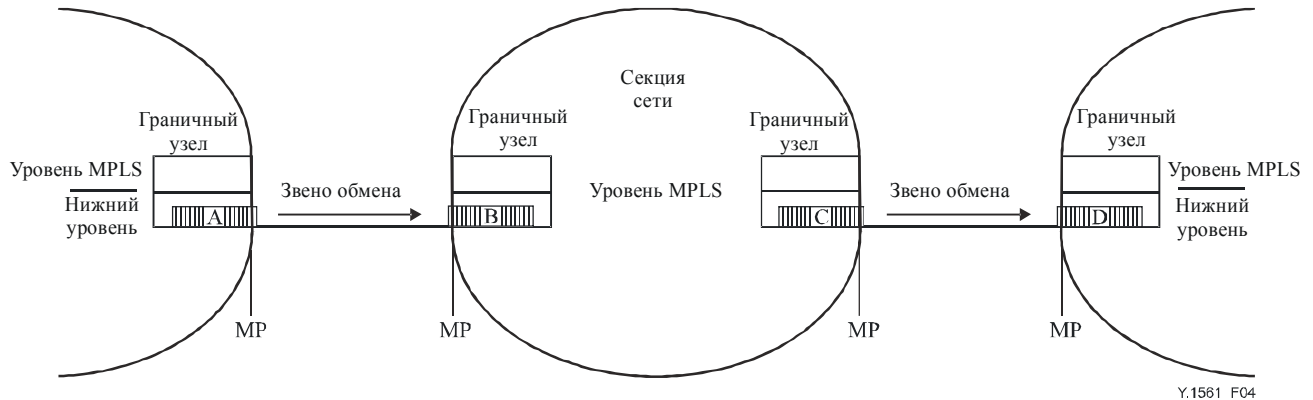
NSE называется любой соединенный набор NS вместе со всеми соединяющими их EL. Термин NSE может использоваться для обозначения одной NS, двух NS или любого числа NS и соединяющих их EL.

Пара различных NSE соединяется звеньями обмена. Термин NSE может использоваться также для представления всего сквозного транспортного средства MPLS. NSE ограничиваются MP.

Рабочие характеристики любой конкретной NSE могут измеряться относительно любого конкретного однонаправленного коммутируемого по меткам маршрута, обеспечиваемого NSE. *Входные MP* представляют собой набор MP, через которые проходят пакеты от службы при их вхождении в NSE. *Выходные MP* представляют собой набор MP, через которые проходят пакеты от этой службы при выходе из данной NSE.

#### 5.4 Эталонные события передачи пакетов (PRE)

В контексте настоящей Рекомендации к заданной сквозной сети MPLS применимы следующие определения. Определяемые термины показаны на рисунке 4.



ПРИМЕЧАНИЕ 1. – События выхода пакета для пакетов А и С.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – События входа пакета для пакетов В и D.

**Рисунок 4/У.1561 – Пример эталонных событий передачи пакетов**

Событие передачи пакетов происходит, когда:

- пакет проходит через пункт измерения (MP);
- стандартные процедуры подтверждают, что заголовок пакета является действительным, например, для проверки действительности метки (меток) применяются процедуры MPLS и/или другие подходящие процедуры проверки заголовка;
- пакет является членом представляющего интерес FEC, как определяется любым из следующих факторов:
  - значение метки в метке содержит ожидаемое значение, и TTL не равно нулю; либо (приводимые ниже случаи применимы, если PHP удаляет метку с идентификатором LSP);
  - в случае потока пакетов по Y.1711 "проверка связности (CV) OAM" полезная нагрузка пакета содержит кодовое представление типа функции OAM, полезную нагрузку OAM, согласующуюся с типом функции, а поле "идентификатор источника завершения трассы" содержит ожидаемый идентификатор LSP и IP-адрес предполагаемого SRC; либо
  - поля адресов отправителя и получателя в заголовке IP-пакета представляют собой IP-адреса предполагаемого SRC и DST (в рамках FEC). Информация в полезной нагрузке пакета (например, введенная системой измерения) может дополнять информацию заголовка; либо
  - в случае пакета LSP-PING пакет запроса отражения (эхо) MPLS должен быть хорошо сформированным (действительным) на всех поддерживающих уровнях, включая уровень UDP и формат запроса в полезной нагрузке UDP с необходимым кортежем "тип, длина и значение стека FEC" (TLV).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Применимость сообщений OAM согласно Y.1711 с PHP указана в RFC 3429. Короче говоря, конечный узел, принимающий пакет OAM, должен быть маршрутизатором LSR MPLS, с тем чтобы правильно интерпретировать метки и полезную нагрузку согласно Y.1711. Если конечный узел не обладает способностью просматривать или обрабатывать метки MPLS, то Y.1711 здесь неприменима.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Метка MPLS содержит 3 бита EXP, а заголовок IP-пакета – информацию, включающую тип услуги (ToS) или кодовое представление дифференцированных услуг (DSCP). Эта информация может влиять на рабочие параметры передачи пакетов и поэтому должна быть определена, если она используется (установлена в значение, не являющееся значением по умолчанию).

Эталонные события передачи пакетов определяются безотносительно фрагментации пакетов. Они относятся к каждому пакету, проходящему через любой MP, независимо от значения, содержащегося в флаге "дополнительные фрагменты". Если необходима фрагментация, LSR может аннулировать пакет без уведомления об этом (согласно RFC 3032).

Определены четыре типа событий передачи пакетов:

#### **5.4.1 Событие входа пакета в узел**

Событие входа пакета в узел при передаче пакетов происходит, когда пакет проходит через MP на входе в узел (LSR или граничный узел MPLS) из подключенного EL.

#### **5.4.2 Событие выхода пакета из узла**

Событие выхода пакета из узла при передаче пакетов происходит, когда пакет проходит через MP, выходя из узла (LSR или граничный узел MPLS) в подключенное EL.

#### **5.4.3 Событие входа пакета в базовую секцию или NSE**

Событие входа пакета в базовую секцию или NSE при передаче пакетов происходит, когда пакет проходит через входной MP в базовую секцию или NSE.

#### **5.4.4 Событие выхода пакета из базовой секции или NSE**

Событие выхода пакета из базовой секции или NSE при передаче пакета происходит, когда пакет проходит через выходной MP из базовой секции или NSE.

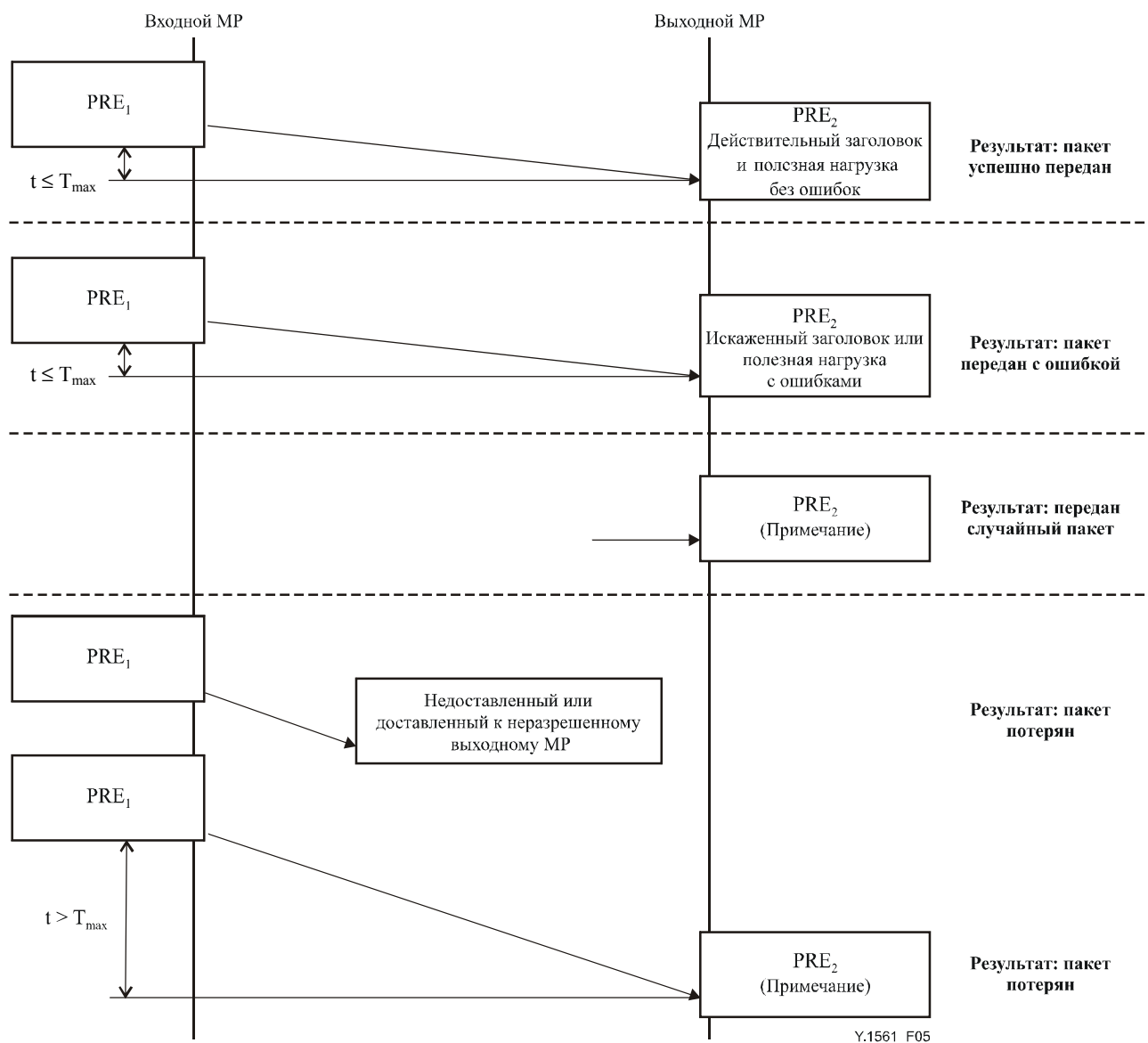
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – События входа и выхода пакета всегда представляют собой вход в узел и выход из узла, соответственно. События входа пакета и события выхода пакета всегда представляют собой вход в секцию или NSE и выход из секции или NSE. Для иллюстрации этого следует заметить, что вход в EL создает событие выхода из предыдущего узла, тогда как вход в NS является событием входа, поскольку по определению NS всегда имеют узлы на своих границах.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для целей практических измерений эталонные события передачи пакетов не должны наблюдаться в рамках стека протоколов узла. Вместо этого время появления таких эталонных событий может быть приблизительно определено путем наблюдения пакетов, проходящих через соответствующий физический интерфейс. Однако такой физический интерфейс должен быть расположен как можно ближе к требуемому MP. В тех случаях когда эталонные события контролируются на физическом интерфейсе, время возникновения события выхода из хоста приближенно определяется путем наблюдения первого бита пакета, поступающего из хоста или из испытательного оборудования. Время возникновения события входа в хост приближенно определяется путем наблюдения последнего бита пакета, поступающего в хост или в испытательное оборудование.

### **5.5 Результаты передачи пакетов**

Рассматривая эталонные события передачи пакетов, можно определить ряд возможных результатов передачи для любого пакета, пытающегося пройти через базовую секцию или NSE. Передаваемый пакет будет *либо успешно передан, либо передан с ошибкой, либо потерян*. Доставленный пакет, для которого не было выдано соответствующего исходного пакета, считается *случайным*. На рисунке 5 показаны результаты передачи пакетов.

Определение результатов передачи пакетов основывается на концепциях *разрешенных входных MP, разрешенных выходных MP и соответствующих пакетов*.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Результат определяется независимо от содержимого пакета.

**Рисунок 5/Y.1561 – Результаты передачи пакетов**

### 5.5.1 Информация глобальной маршрутизации и допустимые выходные звенья

Все пакеты (и фрагменты пакетов), выходящие из базовой секции, должны продвигаться только к другим базовым секциям, как это *допускается* имеющейся глобальной информацией маршрутизации.

С точки зрения рабочих характеристик транспортировка IP-пакета совокупностью NSE может рассматриваться как успешная только в том случае, если данная NSE продвигает все содержимое пакета к другим базовым секциям, как это допускается имеющейся в настоящее время глобальной информацией маршрутизации. Если адрес получателя соответствует адресу хоста, подключенного непосредственно к данной NSE, то единственно допустимый успешный результат состоит в том, чтобы продвинуть пакет к хосту-получателю.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Процедуры протокола маршрутизации включают обновление информации глобальной маршрутизации. NS, которая раньше была допустимой, может оказаться больше недопустимой после обновления этой информации маршрутизации, которая совместно используется NS. И наоборот, NS, которая прежде была недопустимой, может стать допустимой после обновления этой информации маршрутизации.

В любой заданный момент времени относительно заданной сквозной сети MPLS и базовой секции или NSE:

- входной МР является *разрешенным входным МР*, если прохождение через этот МР в данную базовую секцию или в NSE разрешено глобальной информацией маршрутизации;



- выходной МР является *разрешенным выходным МР*, если прохождение через этот МР ведет к другой базовой секции, что разрешено глобальной информацией маршрутизации.

### 5.5.2 Соответствующие события

Для анализа рабочих характеристик необходимо увязывать пакеты, проходящие через один МР, с пакетами, проходящими через другой МР. Маршрутизация без установления соединения означает, что пакет может выйти из базовой секции по любому одному из (возможно) нескольких разрешенных выходных МР. Фрагментация пакета означает, что пакет, входящий в базовую секцию, может поступить из нее в фрагментах в несколько других базовых секций. И наконец, при маршрутизации в режиме без установления соединения пакет или его фрагмент может быть даже послан обратно в базовую секцию, которую он уже прошел (возможно, из-за обновления таблиц маршрутизации).

Считается, что событие выхода *соответствует* более раннему событию входа, если они были обусловлены "одним и тем же пакетом". Эта концепция применима независимо от того, является ли пакет на выходном МР целым пакетом или только фрагментом первоначального пакета. На рисунке 6 приведен пример, где пакет входит в NS С из NS В и фрагментируется на две части в NS С. Один из фрагментов передается в NS D, а другой – в NS F. Оба этих события выхода *соответствуют* одному событию входа. Во избежание путаницы из-за повторного входа пакетов в NSE, данная концепция *соответствия* требует также, чтобы это был первый раз (с момента входа), когда конкретное содержимое было выведено из NSE.

Определение на практике соответствия эталонных событий обычно является *специальным* и часто может основываться на адресах, информации глобальной маршрутизации, поле идентификации пакета, другой информации заголовка и содержимом пакета (например, уровень UDP LSP-PING и формат запроса в полезной нагрузке UDP с требуемым TLV стека FEC либо полезная нагрузка потока CV по Y.1711).

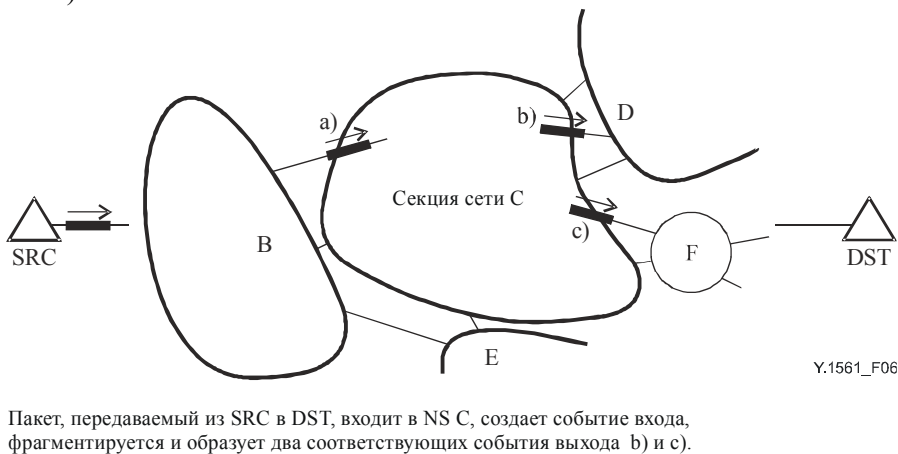


Рисунок 6/Y.1561 – Соответствующие события при выполнении фрагментации

### 5.5.3 Замечания относительно определений результатов успешной передачи пакетов, ошибочных, потерянных и случайных пакетов

Каждое из следующих определений результатов передачи отдельных пакетов основывается на наблюдении эталонных событий передачи пакетов в пунктах измерения MPLS. Путем выбора подходящих пунктов измерений каждое определение можно использовать для оценки характеристик конкретного EL, конкретной NS, конкретной NSE, и эти определения можно применить к оценке рабочих характеристик сквозных сетей.

Эти результаты определяются без наложения ограничений на конкретный тип пакета (EXP, ToS, DSCP, протокол и т. д.). Рабочие характеристики сети MPLS будут различаться в зависимости от типа пакетов.

В каждом определении возможность фрагментации пакетов принимается во внимание путем учета возможности того, что отдельное эталонное событие передачи пакета может привести к нескольким последующим событиям. Следует отметить, что если какой-либо фрагмент потерян, весь исходный пакет считается потерянным. Если ни один из фрагментов не потерян, но некоторые из них получены с ошибками, весь исходный пакет считается ошибочным. Для того чтобы доставка исходного пакета

рассматривалась как успешная, каждый фрагмент должен быть успешно доставлен на один из разрешенных выходов EL.

#### 5.5.4 Результат "успешная передача пакетов"

Успешная передача пакетов происходит тогда, когда одно эталонное событие передачи пакета на разрешенном входном  $MP_0$  приводит к появлению одного соответствующего эталонного события (или нескольких таких событий) на одном (или нескольких) выходном  $MP_i$ , в пределах максимального периода времени  $T_{max}$  исходного эталонного события, и:

- 1) все выходные  $MP_i$ , где возникает соответствующее эталонное событие, являются разрешенными; и
- 2) в состав доставленного пакета (пакетов) входит все содержимое исходного пакета, наблюдаемое в  $MP_0$ ; и
- 3) двоичное содержимое поля (полей) информации доставленного пакета в точности соответствует содержимому исходного пакета; и
- 4) поле (поля) заголовка доставленного пакета (пакетов) действительны.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Величина  $T_{max}$  предварительно устанавливается в значение 3 секунды. Для некоторых глобальных сквозных маршрутов может потребоваться большее значение  $T_{max}$ . На практике используется значение 3 секунды.

#### 5.5.5 Результат "ошибочный пакет"

Результат "ошибочный пакет" получается, когда отдельное эталонное событие передачи пакета на разрешенном входном  $MP_0$  приводит к появлению одного соответствующего эталонного события (или нескольких таких событий) на одном (или нескольких) выходном  $MP_i$ , в пределах максимального периода времени  $T_{max}$  исходного эталонного события, и:

- 1) все выходные  $MP_i$ , где возникает соответствующее эталонное событие, являются разрешенными; и
- 2) в состав доставленного пакета (пакетов) входит все содержимое исходного пакета, наблюдаемое в  $MP_0$ ; и
- 3) либо:
  - двоичное содержимое поля (полей) информации доставленного пакета не соответствует в точности содержимому исходного пакета; либо
  - одна или несколько меток поля (полей) заголовка доставленного пакета (пакетов) искажены.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Большая часть пакетов с ошибочными метками могут быть аннулированы или переадресованы другими процедурами уровня MPLS (например, на основании искажения значения метки или других полей). В соответствующих случаях пакеты с ошибками в IP-заголовках, которые не обнаруживаются контрольной суммой заголовка на уровне IP, могут быть аннулированы или переадресованы другими процедурами уровня IP. В результате ни одно из эталонных событий не будет создано для протоколов более высоких уровней, ожидающих поступления данного пакета. По причине отсутствия эталонного события эта передача пакетов может быть классифицирована как результат "потерянный пакет". Ошибочные метки или заголовки, которые не приводят к аннулированию или неправильной адресации, могут рассматриваться как результат "ошибочный пакет".

#### 5.5.6 Результат "потерян пакет"

Определение результата "потерян пакет" основывается на определении *неправильно адресованного пакета*.

Неправильная адресация пакета происходит, когда отдельное эталонное событие передачи пакета на разрешенном входном  $MP_0$  приводит к возникновению одного соответствующего эталонного события (или нескольких таких событий) на одном (или нескольких) выходном  $MP_i$ , в пределах максимального периода времени  $T_{max}$  исходного входного события, и:

- 1) в состав доставленного пакета (пакетов) входит все содержимое исходного пакета, наблюдаемое в  $MP_0$ ; но
- 2) один или несколько выходных  $MP_i$ , где возникают соответствующие эталонные события, не являются разрешенными выходными MP.

Результат "потерян пакет" имеет место, когда отдельное эталонное событие передачи пакета на разрешенном входном  $MP_0$  приводит к результату неправильной адресации пакета или когда часть или все содержимое пакета не вызывает никакого эталонного события передачи пакета ни на одном выходном MP в период времени  $T_{max}$ .

### 5.5.7 Результат "случайный пакет"

Результат "случайный пакет" имеет место для базовой секции или NSE в сквозной сети, когда отдельный пакет создает выходное событие, для которого не было соответствующего входного события.

### 5.5.8 Результат "блок с серьезными потерями пакетов"

Результат "блок с серьезными потерями" (SLB) имеет место для блока пакетов, наблюдаемого в интервале времени  $T_{lb}$  на входном  $MP_0$ , когда отношение потерянных пакетов в выходном  $MP_1$  к общему числу пакетов в блоке превышает величину  $s1$ .

Интервал времени  $T_{lb}$  предварительно устанавливается в значение 1 секунда. Пороговая величина  $s1$  предварительно устанавливается в значение 0,15. Оценка последовательных блоков (интервалов времени) не должна перекрывать эти значения.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти значения могут быть изменены после проведения дальнейших исследований и накопления опыта. Установленные в настоящее время значения  $T_{lb}$  и  $s1$  охватывают события сети, которые могут влиять на работу чувствительных к связности применений. Например, ухудшение работы аудио- и видеоприложений может быть хорошо скоррелировано с результатом SLB, как это определено здесь.

Минимальное число пакетов, которое должно использоваться при оценке результата "блок с серьезными потерями", равно  $M_{lb}$ , и эти пакеты должны быть распределены в интервале  $T_{lb}$ . Определение конкретного значения  $M_{lb}$  подлежит дальнейшему изучению.

### 5.5.9 Последовательные SLB

Если условия, необходимые для получения результата "блок с серьезными потерями" (SLB), появляются в последовательные (не перекрывающиеся) интервалы времени  $T_{lb}$  на входном  $MP_0$ , то имеет место результат "последовательные SLB".

## 6 Рабочие параметры передачи пакетов

В этом пункте определяется набор рабочих параметров передачи информации с использованием результатов передачи пакетов, определенных в п. 5.5. Все другие параметры могут быть оценены на основе наблюдений в  $MP$ , которые ограничивают базовую секцию или испытываемую NSE.

### 6.1 Представляющая интерес совокупность

Большая часть рабочих параметров определяется через наборы пакетов, называемых *представляющие интерес совокупности*. Для случая *сквозной связи* представляющая интерес совокупность – это обычно полный набор пакетов, проходящих по коммутируемому по меткам маршруту. В случае *сквозной связи* точками измерения служат  $MP$  во входном узле (узлах) MPLS, где пакеты входят в LSP, и в выходном узле MPLS, где пакеты выходят из LSP.

Для базовой секции или NSE и относительно конкретного LSP представляющая интерес совокупность в конкретном разрешенном входном  $MP$  – это набор пакетов, проходящих по LSP, которые маршрутизируются в базовую секцию или NSE через конкретный  $MP$ . Эта ситуация получила название *специфический для входа случай* и применима к любым двухточечным LSP, таким как созданные для обеспечения LSP MPLS-TE/RSVP-TE.

Суммарная представляющая интерес совокупность для базовой секции или NSE относительно конкретного LSP – это полный набор пакетов, проходящих по LSP, которые доставляются в секцию или NSE через любой из разрешенных входных  $MP$ . Эта ситуация получила название *независимый от входа случай* и неприменима к двухточечным MPLS-TE. Эта совокупность лучше всего подходит для характеристик многоточечной (точка–много точек) топологии LSP.

Каждый из этих рабочих параметров определен без ссылки на конкретный тип пакетов (EXP, ToS, DSCP, протокол и т. д.). Рабочие параметры будут различаться по типам пакетов, и любые сообщения об измеренных параметрах должны содержать информацию относительно типа или типов пакетов, входящих в данную совокупность.

## 6.2 Задержка передачи пакетов (PTD)

Задержка передачи пакетов определена для всех результатов успешной передачи (пакетов) и ошибочных пакетов в базовой секции или NSE. Параметр PTD представляет собой период времени ( $t_2 - t_1$ ) между появлением двух соответствующих эталонных событий передачи пакетов – входным событием  $PRE_1$  в момент  $t_1$  и выходным событием  $PRE_2$  в момент  $t_2$ , где ( $t_2 > t_1$ ) и  $(t_2 - t_1) \leq T_{max}$ . Если пакет фрагментируется в пределах NSE,  $t_2$  – это время последнего соответствующего выходного события. Задержка сквозной передачи пакетов – это однонаправленная задержка между MP на противоположных концах LSP, как показано на рисунке 7.

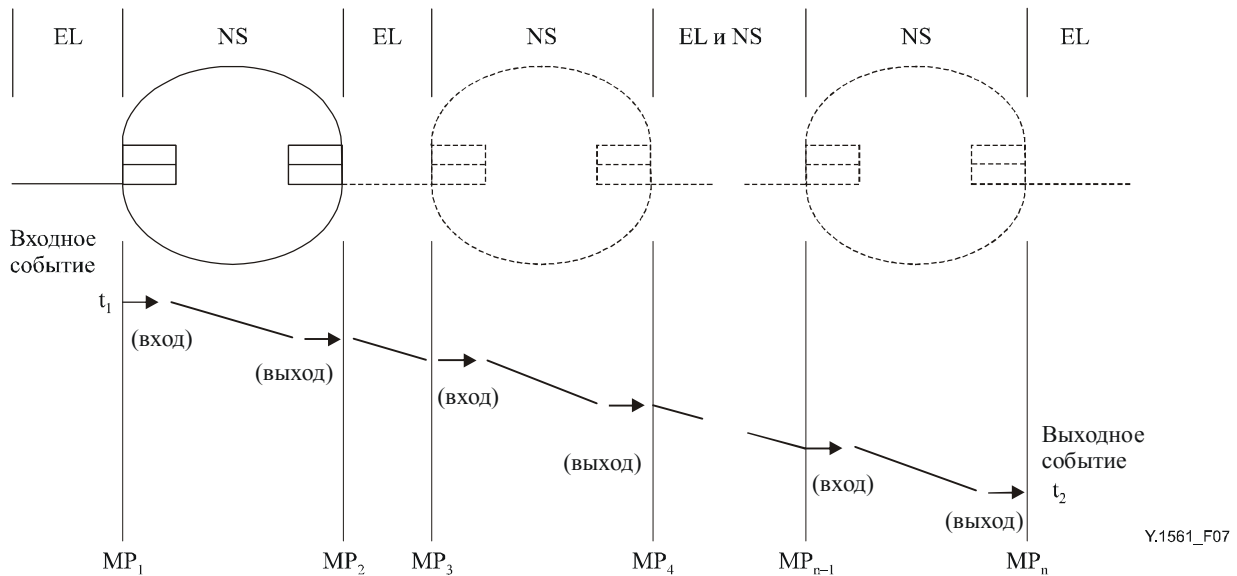


Рисунок 7/Y.1561 – События задержки при передаче пакетов (показана сквозная передача по LSP одного пакета)

### 6.2.1 Средняя задержка передачи пакетов

Средняя задержка передачи пакетов представляет собой среднее арифметическое задержек передачи пакетов для представляющей интерес совокупности.

### 6.2.2 Вариации задержек сквозной двухточечной передачи пакетов (PDV)

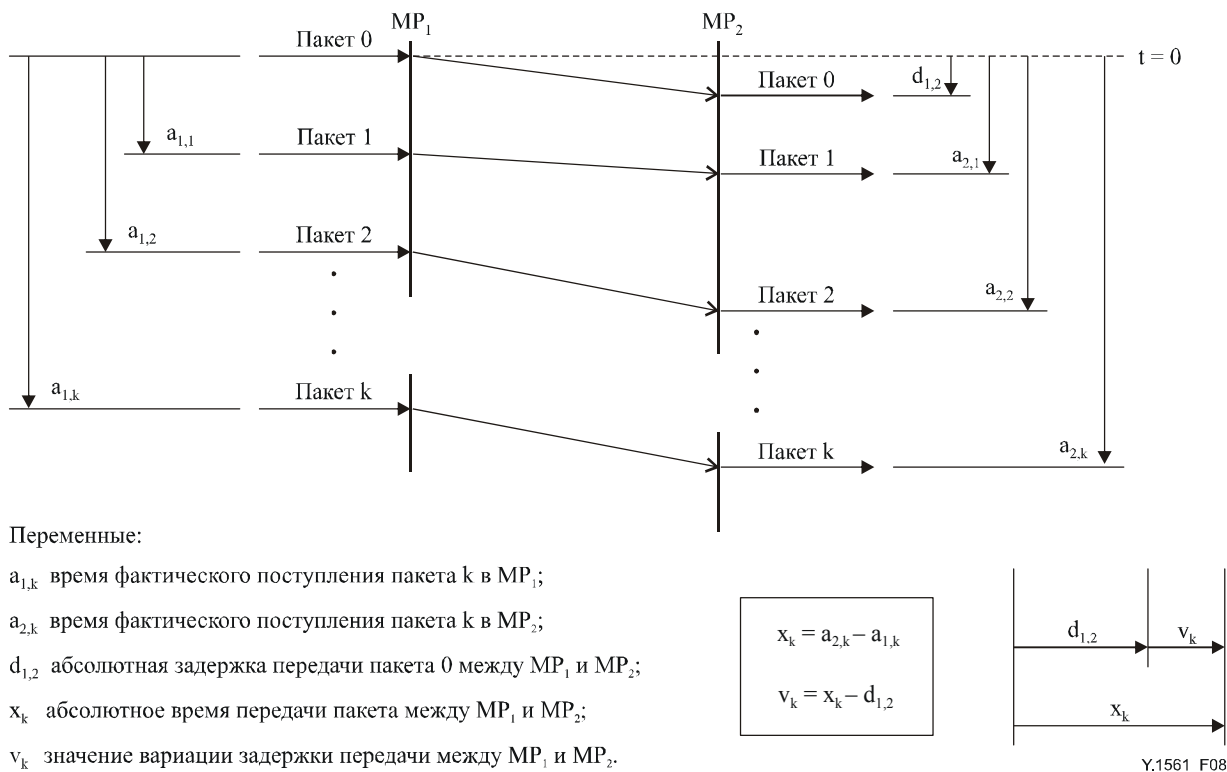
Вариации задержки передачи пакетов также являются важным фактором. Поточковые приложения могут использовать информацию о всем диапазоне вариаций задержек для исключения недогрузки и перегрузки буферов. Вариации задержек могут привести к увеличению порогов таймера повторных передач TCP, а также задержать повторные передачи пакетов или вызвать ненужную повторную передачу пакетов.

Вариации задержек сквозной двухточечной передачи определяются на основе наблюдений поступления соответствующих пакетов на входные и выходные MP (например,  $MP_{DST}$ ,  $MP_{SRC}$ ). Эти наблюдения характеризуют варьруемость в комбинации эталонных событий поступления пакетов на выходных MP относительно комбинации соответствующих эталонных событий на входном MP.

Вариация задержек двухточечной передачи пакетов ( $v_k$ ) для пакета  $k$  между SRC и DST представляет собой разницу между абсолютной задержкой передачи пакетов ( $x_k$ ) данного пакета и определенной эталонной задержкой передачи пакетов  $d_{1,2}$  между теми же MP (см. рисунок 8):  $v_k = x_k - d_{1,2}$ .

Эталонная задержка передачи пакетов,  $d_{1,2}$  – это абсолютная задержка передачи пакетов, которой подвергается первый пакет между этими двумя MP (в данном примере допустимы другие эталонные задержки).

Положительные значения PDV при двухточечной передаче соответствуют задержкам передачи пакетов, превышающим те, которым подвергается эталонный пакет; отрицательные значения при двухточечной передаче соответствуют задержкам передачи пакетов меньше тех, которым подвергается эталонный пакет. Распределение PDV при двухточечной передаче идентично распределению абсолютных задержек передачи пакетов, выражаемых постоянным значением, равным  $d_{1,2}$ .



**Рисунок 8/Y.1561 – Вариации задержки двухточечной передачи пакета**

### 6.2.2.1 Использование минимальной и средней задержек в качестве основы для определения вариаций задержек

Как показано на рисунке 8, вариация задержек отдельного пакета естественно определяется как разница между фактической задержкой, которой подвергается пакет, и номинальной (ожидаемой) задержкой. Альтернативой использованию задержки первого пакета в качестве номинальной задержки является использование в качестве таковой средней задержки совокупности пакетов. Это сказывается на центрировании распределения значений вариации задержек на нулевом уровне (если распределение является симметричным).

Это упрощает анализ диапазона вариации задержек для использования пакета с минимальной задержкой в качестве эталонной задержки, и это признанная альтернатива.

### 6.2.2.2 Пределы вариации задержек передачи пакетов, основанные на интервале

Одним из методов обобщения вариаций задержек передачи пакетов, которым подвергается совокупность пакетов, служит предварительное определение интервала вариации задержек, например  $\pm 30$  мс, и последующее наблюдение процента вариаций задержек отдельного пакета, которые находятся внутри и за пределами этого интервала. При использовании интервала  $\pm 30$  мс приложение с буфером фиксированного размера, равного или близкого к 60 мс, может затем приблизительно узнать, сколько пакетов может вызвать перегрузку или недогрузку буферов.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – Если этот метод используется для обобщения вариаций задержек пакетов, то вариант задержек отдельных пакетов должен быть вычислен с использованием определения (при применении средней задержки в качестве номинальной) в п. 6.2.2.1, вместо определения в п. 6.2.2. Используя определение по 6.2.2, предварительно определенный интервал (например,  $\pm 30$  мс) может быть случайно отцентрирован при необычно большом или малом значении.

Норма вариации задержек передачи пакета может быть установлена путем выбора нижней границы для процента вариаций задержек отдельного пакета, которые попадают в заранее определенный интервал при использовании минимальной задержки в качестве номинальной. Например, " $\geq 95\%$  вариаций задержек пакета должны находиться в интервале  $[0 \text{ мс}, +30 \text{ мс}]$ ".

### 6.2.2.3 Пределы вариации задержек пакетов, основанные на квантилях

Альтернативой обобщению вариаций задержек совокупности пакетов являются выбор верхнего и нижнего квантилей распределения вариаций задержек и затем измерение расстояния между этими квантилями. Например, выбрать 99,9%-ный квантиль, а затем 0,1%-ный квантиль, провести измерения и определить разницу между значениями вариаций задержек при этих двух квантилях. Этот пример может помочь разработчикам приложений решить, каким образом добиться, чтобы недогрузка и перегрузка общей буферной емкости не превышала 1%.

Норма вариации задержек передачи пакетов может быть установлена путем выбора верхней границы для разницы между заранее определенными квантилями распределения вариации задержек. Например, "Разница между 99,1%-ным квантилем и 0,1%-ным квантилем вариации задержек пакета не должна превышать 100 мс".

### 6.2.2.4 Вторичные параметры для вариации задержек передачи пакетов

Один или несколько параметров, которые охватывают влияние вариации задержек передачи пакетов на различные приложения, могут оказаться полезными. Они могут оказаться пригодными для дифференциации (обычно небольших) межпакетных вариаций задержек из потенциально более длительных перерывов в задержках, которые могут возникнуть в результате изменений в маршрутизации. В Добавлении П/У.1540 описаны дополнительные параметры вариации задержек.

### 6.2.3 Круговая задержка передачи пакетов

Круговая задержка передачи пакетов (RTPTD) определяется как сумма однонаправленных задержек (PTD) для двух LSP. Между двумя MP должна существовать пара LSP на противоположных концах базовой секции или NSE.

Поскольку PTD – это промежуток времени ( $t_2 - t_1$ ) между появлением двух соответствующих эталонных событий передачи пакета, то RTPTD включает только время передачи пакетов в каждом направлении. Время, необходимое для генерирования и повторного генерирования пакета, не должно входить в RTPTD. На практике этот вопрос решается добавлением нескольких отметок времени в испытываемые пакеты (см., например, "Формат запроса отметки времени"/ответа в RFC 792).

### 6.3 Коэффициент ошибочных пакетов (PER)

Коэффициент ошибочных пакетов – это отношение общих результатов передачи ошибочных пакетов к общим результатам успешной передачи пакетов плюс результаты "ошибочные пакеты" в представляющей интерес совокупности.

### 6.4 Коэффициент потери пакетов (PLR)

Коэффициент потери пакетов – это отношение результатов потерянных пакетов к общему количеству переданных пакетов в представляющей интерес совокупности.

### 6.5 Коэффициент случайных пакетов (SPR)

Коэффициент случайных пакетов на выходном MP представляет собой общее число случайных пакетов, наблюдаемых в данном выходном MP в течение заданного интервала времени, деленное на длительность интервала времени (эквивалентно, на число случайных пакетов на секунду обслуживания)<sup>1</sup>.

### 6.6 Коэффициент блоков с серьезными потерями пакетов (PSLBR)

Коэффициент блоков с серьезными потерями пакетов представляет собой отношение результатов "блоки с серьезными потерями пакетов" к общему количеству блоков в представляющей интерес совокупности.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Этот параметр может идентифицировать изменения маршрута, обусловленные обновлениями маршрутизации при отказах, и может привести к ухудшению качества приложений пользователя.

---

<sup>1</sup> Поскольку предполагается, что механизмы, которые вызывают появление случайных пакетов, слабо связаны с количеством пакетов, передаваемых через испытываемые секции, этот рабочий параметр рассматривается не как отношение, а только как коэффициент.

## 6.7 Время восстановления

Подсчитанное количество последовательных  $T_{lb}$ , которые образуют результат "последовательные SLB" на входном  $MP_0$ , определяется как время восстановления.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Как явствует из самого названия, этот параметр пытается охватить любую форму переходного события, которое прерывает передачу пакетов по LSP более чем на одну секунду. Такие события могут происходить, когда "быстрые" механизмы восстановления не восстанавливают связность с достаточно малым коэффициентом потерь.

## 7 Доступность

Доступность услуг MPLS относится к услугам между границами, к базовым секциям и NSE.

Функция доступности (определяемая ниже) служит для подразделения общего запланированного времени обслуживания для услуг MPLS на периоды доступности и недоступности. На основе этой классификации определяются доля доступности MPLS и доля недоступности MPLS. И наконец, модель двух состояний доступности услуг MPLS служит основой для определения соответствующих параметров доступности.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если только поставщиком услуг не оговорено иное, то планируемое время обслуживания для услуг MPLS предполагается равным 24 часам в сутки, 7 дням в неделю.

Эта функция услуг оценивает доступность для следующих применений:

- ориентированные на соединения услуги передачи пакетов;
- приложения непрерывной потоковой передачи в режиме реального времени, такой как передача речи и видео;
- службы передачи больших объемов пакетов в интерактивном режиме, где приостановка передачи пакетов может привести к тому, что оборудование пользователя предпримет попытку восстановления передачи с использованием других сетей.

Следует отметить, что даже некоторые участки сетей передачи пакетов в режиме без установления соединения могут быть ориентированы на передачу трафика с установлением соединения. Таким образом, здесь определяется единственная функция доступности.

### 7.1 Функция доступности услуг в службах, ориентированных на соединения

Службы, ориентированные на соединения, требуют более непрерывной передачи пакетов по сравнению с другими службами передачи пакетов. Выше был определен блок с серьезными потерями (SLB), где интервал времени  $T_{lb}$  установлен (предварительно) в значение 1 секунда, а порог потерь  $s1$  предварительно установлен в значение 0,15. Оценки последовательных блоков (интервалов времени) не должны перекрываться.

Относительно конкретной пары "входной узел и выходной узел MPLS" доступность базовой секции или NSE в специфическом для входа случае оценивается следующим образом:

Период недоступности начинается с появления десяти последовательных SLB. Эти десять секунд являются частью времени недоступности. Период недоступности заканчивается с появлением десяти последующих секунд, ни одна из которых не охватывает SLB. Эти десять секунд являются частью времени доступности. Критерий десяти секунд обеспечивается с использованием скользящего окна с дискретностью одна секунда.

### 7.2 Параметры доступности

#### 7.2.1 Доля недоступности услуг MPLS (PIU)

Это доля в процентах общего запланированного времени обслуживания, которая рассматривается как "недоступность" с использованием функции доступности услуг MPLS.

#### 7.2.2 Доля доступности услуг MPLS (PIA)

Это доля в процентах общего запланированного времени обслуживания, которая рассматривается как "доступность" с использованием функции доступности услуг MPLS.

$$PIU = 100 - PIA$$

ПРИМЕЧАНИЕ. – Поскольку PLR обычно увеличивается с возрастанием предлагаемой нагрузки в направлении от SRC к DST, то вероятность превышения порогового значения s1 также увеличивается с возрастанием предлагаемой нагрузки. Следовательно, значения PIA, вероятно, будут уменьшаться с ростом требований к пропускной способности между SRC и DST.

## 8 Защита информации

В настоящей Рекомендации не определяется протокол. Следовательно, имеется небольшое количество областей, где могут возникнуть вопросы защиты информации, и все они будут связаны с реализацией рабочих параметров в системах измерения.

Системы измерения, которые оценивают рабочие характеристики сетей в соответствии с определениями параметров, приведенными в настоящей Рекомендации, должны ограничивать измеряемый трафик соответствующими уровнями для исключения злоупотреблений (например, атака с отказом в обслуживании). Администрации или операторы должны заранее согласовывать приемлемые уровни трафика измерений.

Системы, контролирующие трафик пользователя с целью измерения, должны обеспечивать сохранение конфиденциальности информации пользователя.

Системы, пытающиеся провести измерения, могут использовать методы (например, криптографическое хэширование), чтобы определить, введен ли нарушителем дополнительный трафик, являющийся частью представляющей интерес совокупности.

## БИБЛИОГРАФИЯ

- IETF RFC 792: Internet Control Message Protocol, *J. Postel*, September 1981.
- Обнаружение неисправностей в плоскости данных MPLS, *Текущая работа IETF*.





## СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

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