



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**МСЭ-Т**

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

**Y.1413**

(03/2004)

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

Аспекты межсетевого протокола (IP) –  
Взаимодействие

---

**Взаимодействие сетей TDM и MPLS –  
Взаимодействие в плоскости пользователя**

Рекомендация МСЭ-Т Y.1413

---

## РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ  
МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА (IP) И СЕТИ СЛЕДУЮЩИХ 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 управление ресурсом	Y.1200–Y.1299
Транспортирование	Y.1300–Y.1399
<b>Взаимодействие</b>	<b>Y.1400–Y.1499</b>
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
<b>СЕТИ СЛЕДУЮЩИХ 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.1413**

### **Взаимодействие сетей TDM и MPLS – Взаимодействие в плоскости пользователя**

#### **Резюме**

Настоящая Рекомендация посвящена функциям, которые требуются для взаимодействия сетей TDM, до скоростей DS3 или E3 включительно, и сетей MPLS. Эта Рекомендация посвящена механизмам и процедурам взаимодействия в плоскости пользователя. Подробно описываются модель взаимодействия и требуемые функции взаимодействия.

#### **Источник**

Рекомендация МСЭ-Т Y.1413 утверждена 15 марта 2004 года 13-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

#### **Ключевые слова**

Взаимодействие, плоскость пользователя, сеть, MPLS, TDM.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

## ПРИМЕЧАНИЕ

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

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

## ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

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

© ITU 2005

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

## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения .....	1
2 Ссылки .....	1
3 Определения .....	3
4 Сокращения .....	3
5 Соглашения.....	4
6 Взаимодействие TDM и MPLS .....	4
7 Общие требования .....	6
7.1 Требования в плоскости пользователя.....	6
7.2 Аспекты плоскости управления .....	7
7.3 Аспекты обнаружения неисправностей.....	7
7.4 Аспекты управления трафиком .....	8
7.5 Управление допуском к соединению для IWF.....	8
8 Рассмотрение функциональных групп для взаимодействия сетей TDM и MPLS .....	9
8.1 Метка транспортирования .....	9
8.2 Метка взаимодействия .....	9
8.3 Общие индикаторы взаимодействия.....	9
8.4 Факультативная информация о синхронизации .....	12
9 Форматы полезной нагрузки.....	12
9.1 Транспортирование без учета структуры .....	12
9.2 Транспортирование с учетом структуры.....	13
10 Аспекты синхронизации.....	16
10.1 Сценарии распространения синхронизации.....	16
11 Аспекты потери пакетов.....	18
12 Поддержка сигнализации CAS и CCS.....	18
12.1 Поддержка сигнализации CAS .....	18
12.2 Поддержка сигнализации CCS .....	18
13 Соображения о безопасности.....	18
Добавление I – Альтернативные методы для взаимодействия TDM и MPLS.....	19
I.1 Использование Рекомендации МСЭ-Т Y.1411 .....	19
I.2 Использование AAL типа 2 .....	19
Добавление II – Факультативная обработка сигналов CCS, базирующихся на HDLC .....	19
Добавление III – Примеры функциональных диаграмм .....	20
Добавление IV – Показатели эффективности функционирования сети MPLS .....	21
IV.1 Ошибки в сети MPLS, которые влияют на службу TDM.....	22
IV.2 Взаимосвязь с показателями ухудшения службы TDM.....	22
IV.3 Требования к готовности .....	23
IV.4 Требования к качеству голоса .....	23

	<b>Стр.</b>
Добавление V – Предлагаемые частоты общих тактовых импульсов для RTP .....	23
Добавление VI – Предлагаемые величины полезной нагрузки для транспортирования без учета структуры.....	24
Добавление VII – Предлагаемое количество PDU SAR AAL1 в пакете .....	24

## **Введение**

Существует потребность в определении взаимодействия между обычными синхронными или плезиохронными сетями (в дальнейшем они называются сети TDM) с сетями MPLS. Такое взаимодействие должно обеспечивать поддержание целостности синхронизации, сигнализации, качества голоса и аварийной сигнализации TDM.





## Рекомендация МСЭ-Т Y.1413

### Взаимодействие сетей TDM и MPLS – Взаимодействие в плоскости пользователя

#### 1 Область применения

Настоящая Рекомендация посвящена функциям, требующимся для взаимодействия между сетями TDM и MPLS, более точно, механизмам взаимодействия и процедурам для транспортирования в плоскости пользователя. В частности, она задает перечень требований, сценариев взаимодействия, форматов и семантики инкапсуляции взаимодействия для взаимодействия сетей TDM и MPLS. Так как соединения TDM принципиально являются соединениями "точка-точка", это взаимодействие определяет одиночное соединение между двумя функциями взаимодействия (IWF). Эта Рекомендация адресована только скоростям TDM до T3 и E3 включительно.

#### 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.

- [1] Рекомендация МСЭ-Т G.705 (2000), *Характеристики функциональных блоков оборудования плейзохронной цифровой иерархии (PDH)*.
- [2] ITU-T Recommendation G.702 (1988), *Digital hierarchy bit rates*.
- [3] ITU-T Recommendation G.704 (1998), *Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels*.
- [4] ITU-T Recommendation G.751 (1988), *Digital multiplex equipments operating at the third order bit rate of 34 368 kbit/s and the fourth order bit rate of 139 264 kbit/s and using positive justification*.
- [5] ANSI T1.107-2002, *Digital Hierarchy, Formats Specification*.
- [6] ETSI TS 100 592 V8.0.0 (2000-06), *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+) (GSM); Base Station Controller – Base Transceiver Station (BSC – BTS) interface; General aspects. (GSM 08.51 version 8.0.0 Release 1999.)*
- [7] ITU-T Recommendation Y.1411 (2003), *ATM-MPLS network interworking – Cell mode user plane interworking*.
- [8] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.
- [9] ITU-T Recommendation G.805 (2000), *Generic functional architecture of transport networks*.
- [10] ITU-T Recommendation V.36 (1988), *Modems for synchronous data transmission using 60-180 kHz group band circuits*.
- [11] ITU-T Recommendation V.37 (1988), *Synchronous data transmission at a data signalling rate higher than 72 kbit/s using 60-108 kHz group band circuits*.
- [12] ITU-T Recommendation I.231.1 (1988), *Circuit-mode bearer service categories: Circuit-mode 64 kbit/s unrestricted, 8 kHz structured bearer service*.
- [13] ITU-T Recommendation Q.700 (1993), *Introduction to CCITT Signalling System No. 7*.

- [14] ITU-T Recommendation Q.931 (1998), *ISDN user-network interface layer 3 specification for basic call control*.
- [15] ITU-T Recommendation G.823 (2000), *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy*.
- [16] ITU-T Recommendation G.824 (2000), *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 1544 kbit/s hierarchy*.
- [17] ITU-T Recommendation Y.1711 (2004), *Operation & Maintenance mechanism for MPLS networks*.
- [18] IETF RFC 3270 (2002), *Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services*.
- [19] IETF RFC 3209 (2001), *RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels*.
- [20] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.
- [21] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*.
- [22] ITU-T Recommendation I.363.1 (1996), *B-ISDN ATM Adaptation Layer specification: Type 1 AAL*.
- [23] ATM af-vtoa-0078.000 (1997), *Circuit Emulation Service (CES) 2.0*.
- [24] ITU-T Recommendation G.802 (1988), *Interworking between networks based on different digital hierarchies and speech encoding laws*.
- [25] ITU-T Recommendation I.363.2 (2000), *B-ISDN ATM Adaptation Layer specification: Type 2 AAL*.
- [26] ITU-T Recommendation I.366.2 (2000), *AAL type 2 service specific convergence sublayer for narrow-band services*.
- [27] ITU-T Recommendation G.826 (2002), *End-to-End error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections*.
- [28] ITU-T Recommendation Q.921 (1997), *ISDN user network interface – Data link layer specification*.
- [29] ITU-T Recommendation G.703 (2001), *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*.
- [30] ITU-T Recommendation G.827 (2003), *Availability performance parameters and objectives for end-to-end international constant bit-rate digital paths*.
- [31] ITU-T Recommendation G.1020 (2003), *Performance parameter definitions for quality of speech and other voiceband applications using IP networks*.
- [32] ITU-T Recommendation P.562 (2004), *Analysis and interpretation of INMD voice-service measurements*.
- [33] ITU-T Recommendation P.862 (2001), *Perceptual evaluation of speech quality (PESQ): An objective method for end-to-end speech quality assessment of narrow-band telephone networks and speech codecs*.
- [34] ITU-T Recommendation G.114 (2003), *One-way transmission time*.

### 3 Определения

В данной Рекомендации определены следующие термины:

**3.1 TDM:** Термин, который обычно относится к изохронным битовым потокам, используемым в сетях телефонии; в частности, в таких сетях, которые относятся к PDH (плезиохронная цифровая иерархия), как описывается В Рекомендации МСЭ-Т G.705 [1]. Битовые скорости, традиционно используемые в разных регионах мира, подробно рассмотрены в Рекомендации МСЭ-Т G.702 [2].

**3.2 структурированная TDM:** TDM с каким-либо уровнем структур, задаваемым FAS (сигнал кадровой синхронизации), например, таким как определен в [3], [4], [5] или [6].

**3.3 неструктурированная TDM:** Битовый поток TDM без введенной структуры, так что все биты доступны для данных пользователя.

**3.4 транспортирование без учета структуры:** Транспортирование неструктурированной TDM или структурированной TDM, когда структура полностью игнорируется транспортным механизмом. При транспортировании без учета структуры обеспечивается передача точной последовательности данных и любого структурного заголовка, который может присутствовать. Инкапсуляция не обеспечивает механизмов для обнаружения или использования FA.

**3.5 транспортирование с учетом структуры:** Транспортирование структурированной TDM, при котором учитывается, по меньшей мере, некоторый уровень структуры. При транспортировании с учетом структуры не требуется переносить через сеть MPLS все биты битового потока TDM; более точно, FAS может быть удалено на входе и восстановлено на выходе.

**3.6 инкапсуляция с сохранением структуры:** Инкапсуляция, используемая для транспортирования TDM с учетом структуры, когда границы структуры TDM указываются границами полезной нагрузки пакета.

**3.7 инкапсуляция с указанием структуры:** Инкапсуляция, используемая для транспортирования с учетом структуры TDM, когда границы структуры TDM задаются указателями.

**3.8 сегмент TDM:** Октеты, извлеченные из непрерывного потока TDM. Каждый октет в сегменте TDM заполняется битами, начиная со старшего значащего бита, и октеты помещаются в сегмент в порядке их приема.

**3.9 взаимодействие:** См. Рекомендацию МСЭ-Т Y.1411 [7].

**3.10 функция взаимодействия (IWF):** См. Рекомендацию МСЭ-Т Y.1411 [7].

**3.11 входная IWF:** IWF, которая выполняет сегментирование непрерывного потока TDM и инкапсуляцию сегментов в пакеты MPLS (направление от TDM к MPLS).

**3.12 выходная IWF:** IWF, которая выполняет извлечение сегментов TDM из пакетов MPLS и обратное объединение их в непрерывный поток TDM (направление от MPLS к TDM).

### 4 Сокращения

В данной Рекомендации используются следующие сокращения:

AAL	Уровень адаптации ATM
AIS	Сигнал индикации аварии
AP	Точка доступа
ATM	Асинхронный способ передачи
CAS	Сигнализация по выделенному каналу
CCS	Сигнализация по общему каналу
CES	Услуга эмуляции канала
CP	Точка соединения

EXP	Пробный бит
FAS	Сигнал кадровой синхронизации
HDLC	Высокоуровневое управление каналом передачи данных
IWF	Функция взаимодействия
LOF	Пропадание кадровой синхронизации
LOS	Пропадание сигнала
LSP	Тракт с коммутацией по меткам
LSR	Маршрутизатор с коммутацией по меткам
MPLS	Многопротокольная коммутация по меткам
MTU	Максимальный размер транспортируемого блока
OAM	Эксплуатация и техническое обслуживание
PDB	Режим работы домена
PDU	Протокольный блок данных
PHB	Режим работы транзитного участка
PM	Контроль характеристик
PSC	Категория планирования PHB
QoS	Качество обслуживания
RDI	Индикация удаленного повреждения
RFC	Запрос замечаний
RTP	Транспортный протокол реального времени
SAR	Сегментирование и объединение
TCP	Конечная точка соединения
TDM	Мультиплексирование с временным разделением каналов
TTL	Время существования

## 5 Соглашения

В данной Рекомендации используется традиционная терминология для цифровых сигналов различных уровней иерархии скоростей G.702. В частности, цифровой сигнал первого уровня со скоростью 2048 кбит/с (P12 в терминологии G.705) обозначается E1, а сигнал третьего уровня со скоростью 34 368 кбит/с, полученный из него (P31), обозначается E3. Аналогично, сигнал первого уровня со скоростью 1544 кбит/с (P11) обозначается T1, его производная второго уровня со скоростью 6312 кбит/с (P21) обозначается T2, а его производная третьего уровня со скоростью 44 736 кбит/с (P32) обозначается T3.

## 6 Взаимодействие TDM и MPLS

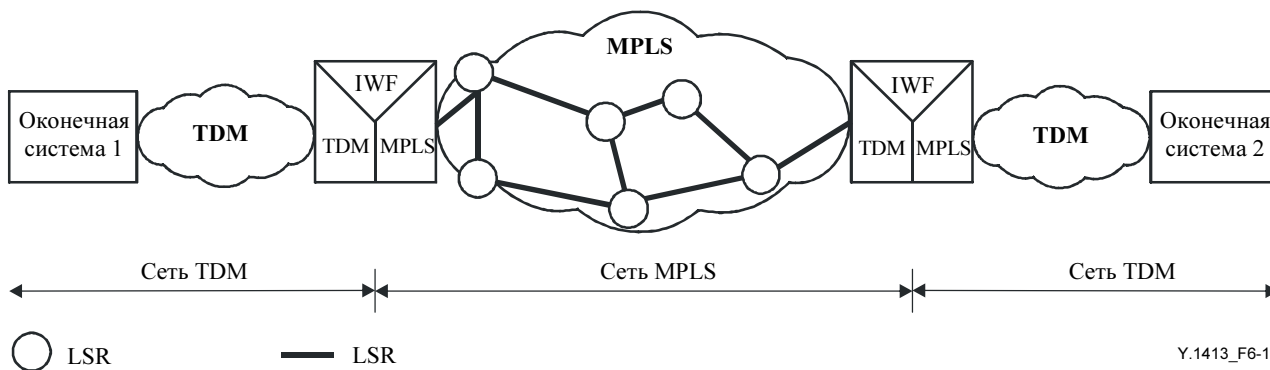
Технология многопротокольной коммутации по меткам (MPLS) [8] позволяет поддерживать в единой сетевой инфраструктуре несколько служб (таких как IP, ATM, ретрансляция кадров и TDM).

Данная Рекомендация определяет взаимодействие со службами TDM до скорости T3 или E3 включительно. Взаимодействие MPLS с более высокоскоростными службами TDM, такими как SONET/SDH, выходит за рамки данной Рекомендации.

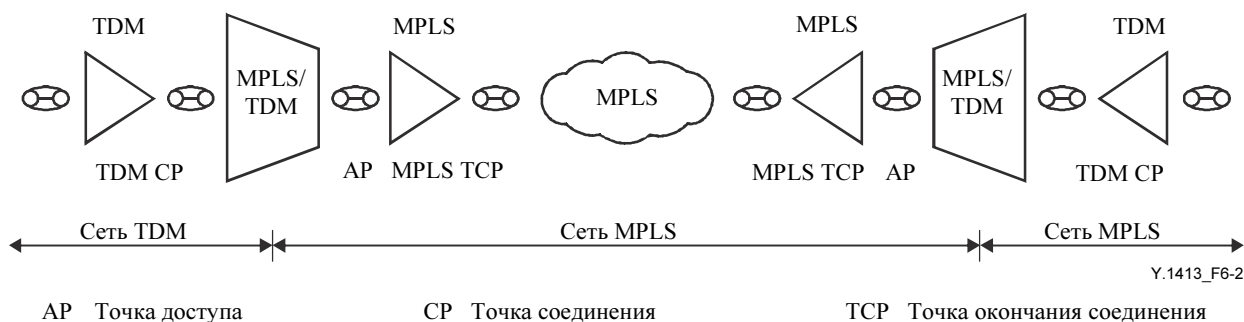
На рисунке 6-1 представлена общая сетевая архитектура для взаимодействия сетей TDM и MPLS, в которой сети TDM соединяются между собой через сеть MPLS. Для направления от TDM к MPLS функцией взаимодействия (IWF) осуществляется сегментирование непрерывного потока TDM и инкапсулирование его в пакеты MPLS. Для направления от MPLS к TDM производится извлечение сегментов TDM из пакетов MPLS и объединение их в непрерывный поток TDM.

На рисунке 6-2 показана сетевая функциональная архитектура взаимодействия TDM и MPLS с использованием схематических методов Рекомендации МСЭ-Т G.805 [9]. Примеры конкретных сценариев приведены в Добавлении III.

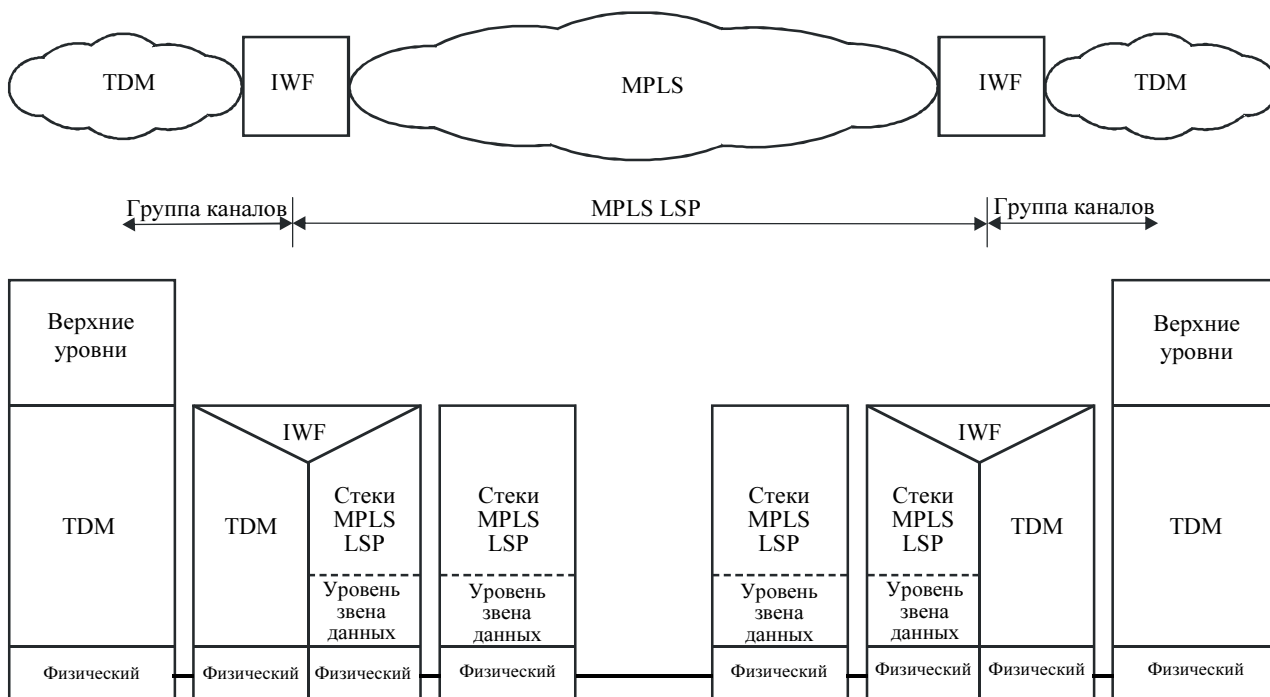
На рисунке 6-3 показана эталонная модель сети и уровни протокола для взаимодействия TDM и MPLS в плоскости пользователя.



**Рисунок 6-1/У.1413 – Эталонная архитектура для взаимодействия сетей TDM и MPLS**



**Рисунок 6-2/У.1413 – Функциональная архитектура взаимодействия TDM и MPLS, изображенная с использованием схематических соглашений Рекомендации МСЭ-Т G.805**



Y.1413\_F6-3

**Рисунок 6-3/У.1413 – Эталонная модель сети и уровни протокола для взаимодействия TDM и MPLS в плоскости пользователя**

## 7 Общие требования

### 7.1 Требования в плоскости пользователя

Для прозрачной передачи TDM в плоскости пользователя требуются следующие возможности:

- a) Способность транспортирования нескольких потоков TDM по взаимодействующему LSP.
- b) Поддержка двунаправленных соединений с симметричной пропускной способностью и с привязкой к дуплексному TDM.
- c) Способность транспортирования следующих неструктурированных типов TDM:
  - 1) T1 на скорости 1544 кбит/с;
  - 2) E1 на скорости 2048 кбит/с;
  - 3) T2 на скорости 6312 кбит/с;
  - 4) синхронные последовательные данные, как определено в Рекомендациях МСЭ-Т V.36 [10] и V.37 [11];
  - 5) Данные  $N \times 64k$  (т.е. 64 кбит/с, 128 кбит/с, 192 кбит/с), как определено в Рекомендации МСЭ-Т I.231.1 [12];
  - 6) T3 на скорости 44 736 кбит/с, как определено в документе ANSI T1.107 [5];
  - 7) E3 на скорости 34 368 кбит/с, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.751 [4].
- d) Способность транспортирования следующих структурированных типов TDM:
  - 1) T1, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.704 [3];
  - 2) частичный T1, переносящий N временных интервалов со значениями N от 1 до 23, как определено в документе ANSI T1.107;
  - 3) E1, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.704;
  - 4) частичный E1, переносящий N временных интервалов со значениями N от 1 до 30, как определено в G.704;

- 5) несколько синхронных DS;
- 6) T2, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.704.
- e) Способность транспортирования структурированных типов TDM подпунктов 1, 2, 3, 4, 6 пункта d с сигнализацией CAS, как определено в документе ANSI T1.107 и в Рекомендации МСЭ-Т G.704.
- f) Способность транспортирования связанной с магистральным каналом сигнализации CCS, например, как определено в Рекомендациях МСЭ-Т Q.700 [13] и Q.931 [14].
- g) Способность входной IWF устанавливать синхронизацию по внешним тактовым импульсам или использовать общий источник тактовых импульсов, или восстанавливать синхронизацию TDM с помощью адаптивных устройств.
- h) Соответствие восстановленной синхронизации спецификациям на джиттер и "блуждание" из [15] и [16].
- i) Способность к взаимодействию с существующими службами CES.
- j) Способность надежно обнаруживать потери пакетов и нарушения порядка следования пакетов.
- k) Способность вставлять заполняющие данные для компенсации потерянных пакетов.
- l) Способность функционировать надлежащим образом с развернутыми устройствами коммутации MPLS, которые различают пакеты IP и пакеты взаимодействующих LSP на основании начальных четырех битов содержимого пакета.
- m) Способность функций взаимодействия (IWF) поддерживать кадровую синхронизацию TDM (и многокадровую синхронизацию, когда это применимо) для транспортирования с учетом структуры.
- n) Способность поддерживать длину полезной нагрузки такой, чтобы длина пакета не превышала тракт MTU.

## 7.2 Аспекты плоскости управления

Для прозрачной передачи связанных с TDM служб должна обеспечиваться следующая сигнализация или следующие функции:

- a) Установка и конфигурирование транспортирующих и взаимодействующих LSP.
- b) Запрос двух соединений "точка-точка" с равной пропускной способностью и связывание их меток взаимодействия для создания двунаправленного соединения.
- c) Нужное количество октетов полезной нагрузки на пакет MPLS для данного взаимодействующего LSP.
- d) Скорость и тип трафика TDM.

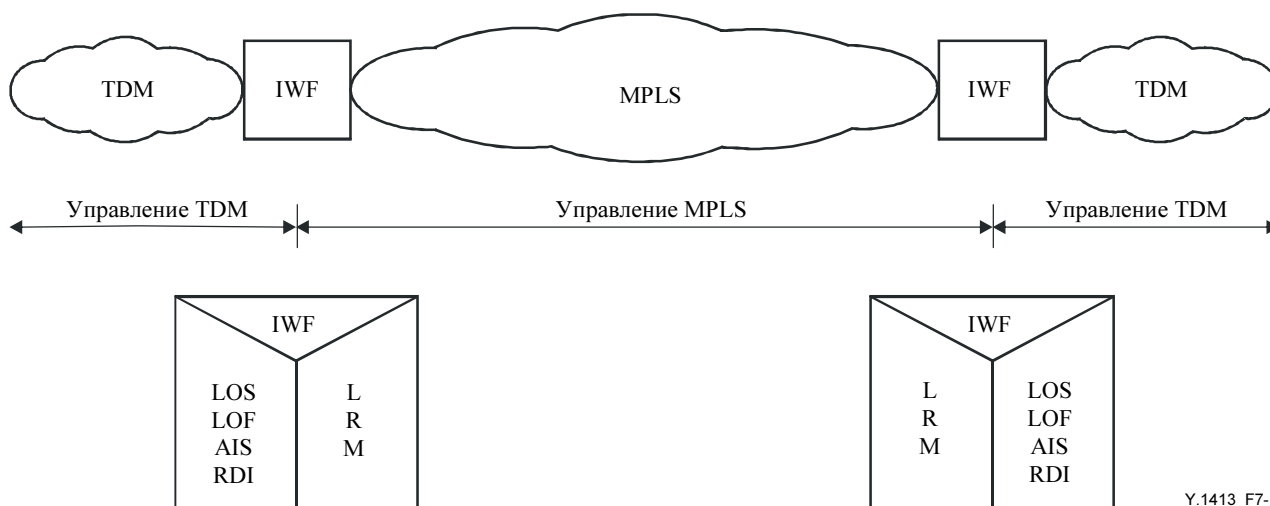
## 7.3 Аспекты обнаружения неисправностей

Функция взаимодействия поддерживает перенос информации о повреждении между сетями MPLS и TDM, как показано на рисунке 7-1. В частности, о местных повреждениях TDM, таких как пропадание сигнала или пропадание синхронизации, должна передаваться сигнализация с входной IWF на выходную IWF; а о повреждениях MPLS, таких как нарушение порядка следования или явный индикатор повреждения MPLS, должна передаваться сигнализация с выходной IWF на входную IWF.

Функция взаимодействия передает индикаторы повреждения TDM через сеть MPLS посредством установки надлежащих флагов в общих индикаторах взаимодействия. При этом не требуется кодирование "один к одному", т.е. один индикатор недействительных данных TDM может использоваться для указания о нескольких повреждениях TDM или о нескольких индикаторах (например, LOS, LOF или AIS). Дополнительно, если это применяется, на уровень управления должен быть послан надлежащий аварийный сигнал. Взаимодействия "клиент-сервер" между OAM TDM и MPLS [17] оставлены для дальнейшего изучения.

Когда выходная IWF обнаруживает удаленные повреждения MPLS, дополнительно к информированию о повреждении входной IWF и поддержанию целостности синхронизации местного интерфейса TDM она посылает надлежащий аварийный сигнал уровню управления.

Должна обеспечиваться способность различать неисправности в сети MPLS и неисправности в удаленной сети TDM.



- AIS Сигнал индикации аварии
- LOF Пропадание кадровой синхронизации (только обнаружение)
- LOS Неисправность "пропадание сигнала" (только обнаружение)
- RDI Индикация удаленного повреждения

**Рисунок 7-1/Y.1413 – Функциональное представление обнаружения неисправностей TDM-MPLS**

#### 7.4 Аспекты управления трафиком

Транспортный LSP должен обладать способностью обеспечивать требуемое QoS для всех соединений TDM. Транспортный LSP должен выполнять совокупные требования к пропускной способности для всех транспортируемых соединений TDM.

Если в сети MPLS разрешено Diffserv согласно RFC 3270 [18], то для обеспечения малой задержки и минимального джиттера службы должна использоваться категория EF-PHB (быстрая передача), базирующаяся на PDB. Предполагается, что при этом возникнут некоторые перегрузки транспортного LSP.

Если в сети MPLS разрешено Intserv согласно RFC 3209 [19], то для обеспечения гарантированной пропускной способности, равной или большей, чем совокупный трафик TDM, должно использоваться GS (Гарантированное обслуживание) с надлежащим резервированием пропускной способности.

Перед подачей трафика для оценки задержки должна быть измерена задержка, вносимая сетью MPLS.

#### 7.5 Управление допуском к соединению для IWF

Если могут быть обеспечены гарантии пропускной способности, то IWF следует обеспечить управление допуском к соединению. Решение о допуске должно основываться на полном распределении пропускной способности транспортного LSP, на пропускной способности, уже закрепленной за существующими взаимодействующими LSP, и на запрошенной пропускной способности. Когда имеется достаточная пропускная способность, запрос может быть удовлетворен. Когда пропускной способности недостаточно, запрос соединения TDM отклоняется или для того, чтобы допустить соединение TDM, IWF может запросить в транспортном LSP увеличение пропускной способности.



## 8 Рассмотрение функциональных групп для взаимодействия сетей TDM и MPLS

На рисунке 8-1 показано группирование функций для взаимодействия сетей TDM и MPLS.

Метка транспортирования
Метка взаимодействия
Общие индикаторы взаимодействия
Факультативная информация о синхронизации
Полезная нагрузка TDM

Рисунок 8-1/У.1413 – Функциональные группы для взаимодействия TDM и MPLS

### 8.1 Метка транспортирования

Так как LSP являются однонаправленными, в то время как TDM является принципиально двунаправленным, требуется связывание двух транспортных LSP, действующих в противоположных направлениях. LSP могут иметь разные значения меток.

4-октетная метка транспортирования определяет LSP, используемый для транспортирования трафика между двумя IWF. Метка транспортирования является стандартным промежуточным заголовком MPLS [20], который обрабатывается в каждом LSR. Для этой метки бит S сбрасывается, указывая, что это еще не дно стека меток. Настройка полей EXP и TTL транспортной метки выходит за рамки данной Рекомендации.

### 8.2 Метка взаимодействия

Так как LSP являются однонаправленными, в то время как TDM является принципиально двунаправленным, требуется связывание двух транспортных LSP, действующих в противоположных направлениях. LSP могут иметь разные значения меток.

Функция взаимодействия обеспечивает обработку контекстной информации, которая связывает соединения TDM с взаимодействующим LSP.

4-октетная метка взаимодействия уникально идентифицирует один взаимодействующий LSP, переносимый внутри транспортного LSP. Один транспортный LSP может поддерживать более одного взаимодействующего LSP.

Метка взаимодействия является стандартным промежуточным заголовком MPLS [20] со своим битом S, который устанавливается для указания дна стека меток. Так как взаимодействие TDM и MPLS является строго приложением "точка-точка", значение TTL должно быть установлено в 2. Настройка поля EXP метки взаимодействия оставлена для дальнейшего изучения.

### 8.3 Общие индикаторы взаимодействия

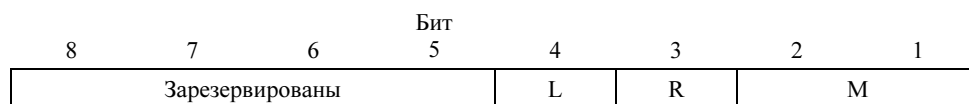
Функции общих индикаторов взаимодействия связаны с взаимодействующим LSP и не зависят от какой-либо конкретной службы или инкапсуляции. Вообще общие индикаторы взаимодействия содержат поле управления, поле фрагментирования (FRG), поле длины и поле порядкового номера, как показано на рисунке 8-2.

Бит							
8	7	6	5	4	3	2	1
Управление							
FRG		Индикатор длины					
Порядковый номер (2 октета)							

Рисунок 8-2/У.1413 – Общие индикаторы взаимодействия

### 8.3.1 Поле управления

Формат поля управления показан на рисунке 8-3.



**Рисунок 8-3/У.1413 – Поле управления**

Зарезервированное поле должно быть установлено в нуль для обеспечения правильной работы при развернутых коммутаторах MPLS, которые различают пакеты IP и пакеты взаимодействующего LSP на основании этих четырех битов.

Поля L, R и M предоставляют средства для прозрачного переноса индикаторов повреждения TDM между IWF. Они должны использоваться в соответствии с подходящими Рекомендациями МСЭ-Т серии G в отношении OAM.

**L** Местная неисправность TDM: Установленный бит L указывает, что входная IWF обнаружила повреждение TDM, влияющее на данные TDM, или получила информацию о таком повреждении. Если бит L установлен, то содержимое пакета может не иметь смысла, а полезная нагрузка может быть отброшена для сохранения пропускной способности. Установленный бит L должен быть сброшен, если неисправность TDM устранена.

**R** Нарушение удаленного приема: Установленный бит R указывает, что источник пакетов не получает пакеты из сети MPLS. Следовательно, установка бита R указывает на неисправность противоположного направления. Этот индикатор может использоваться для сигнализации о перегрузке сети MPLS или о других связанных с сетью неисправностях. Бит R должен быть установлен после неприема установленного заранее числа последовательных пакетов и должен быть сброшен после того, как восстановился прием пакетов.

**M** Модификатор повреждения: Использование поля M является факультативным, и в случае его использования оно дополняет значение бита L.

Когда L сброшен (указывает, что данные TDM являются действительными), поле M используется следующим образом:

#### **M**

- 0 0 Указывает, что нет изменения местного повреждения.
- 0 1 Зарезервировано.
- 1 0 Приняты отчеты о RDI на входе TDM к входной IWF.
- 1 1 Зарезервировано.

Когда бит L установлен (указывает, что данные TDM являются недействительными), поле M используется следующим образом:

#### **M**

- 0 0 Указывает на повреждение TDM, которое должно включить генерацию AIS на дальнем конце.
- 0 1 Указывает на "пустые" данные TDM, которые не должны вызывать никакого аварийного сигнала. Если полезная нагрузка была отброшена, то на выходе должен генерироваться соответствующий "пустой" код.
- 1 0 Указывает на поврежденные, но потенциально восстановимые данные TDM. Использование этого индикатора оставлено для дальнейшего изучения.
- 1 1 Зарезервировано.

### 8.3.2 Поле фрагментирования

Это поле используется для фрагментирования многокадровых структур в несколько пакетов, как описывается в 9.2.1. Это поле используется следующим образом:

#### FRG

- |     |   |
|-----|---|
| 0 0 | Указывает, что полная (нефрагментированная) многокадровая структура переносится в одном пакете. |
| 0 1 | Указывает, что пакет переносит первый фрагмент.   |
| 1 0 | Указывает, что пакет переносит последний фрагмент.  |
| 1 1 | Указывает, что пакет переносит промежуточный фрагмент.  |

### 8.3.3 Поле длины

Когда тракт LSP включает в себя канал Ethernet, требуется минимальная длина пакета 64 октета. Это может потребовать применения заполнения полезной нагрузки взаимодействующего пакета, чтобы достичь этой минимальной длины пакета. Величина заполнения может быть определена по полю длины, так что на выходе возможно извлечение заполнения.

Поле длины содержит величину полезной нагрузки пакета MPLS в октетах, и ее значение является суммой:

- величины общих индикаторов взаимодействия;
- величины факультативной информации о синхронизации; и
- величины полезной нагрузки,

пока эта сумма не становится равной 64 октетам или больше, в таком случае поле длины должно быть сброшено в нуль.

### 8.3.4 Поле порядкового номера

Поле порядкового номера является двухоктетным полем, которое используется для обнаружения потери пакетов и нарушения их порядка следования.

Пространство значений порядкового номера является 16-битовым, циклическим пространством без знака, его установка и обработка описывается ниже.

#### 8.3.4.1 Установка порядковых номеров

Следующие процедуры применяются на входе IWF (направление от TDM к MPLS):

- Для первого пакета MPLS, переданного во взаимодействующий LSP, должно быть установлено случайное значение порядкового номера.
- Для каждого последующего пакета MPLS порядковый номер должен увеличиваться на 1 по модулю  $2^{16}$ .

#### 8.3.4.2 Обработка порядковых номеров

Целью обработки порядковых номеров является обнаружение потерянных пакетов и пакетов, идущих не по порядку. Обработка потерянных пакетов обсуждается в разделе 11. Пакеты, идущие не по порядку, должны быть переставлены на свои места, если это возможно. Механизм, посредством которого определяется, что пакет потерян, зависит от реализации.

Следующие процедуры применяются на входе IWF (направление от MPLS к TDM):

- Выходная IWF производит определение ожидаемого порядкового номера.
- Первый пакет, принятый из сети MPLS, всегда рассматривается как ожидаемый пакет, и ожидаемый порядковый номер устанавливается равным его порядковому номеру.
- Если порядковый номер равен или больше (с учетом цикличности) ожидаемого номера, то значение ожидаемого порядкового номера устанавливается равным принятому порядковому номеру, увеличенному на единицу по модулю  $2^{16}$ , иначе ожидаемый номер не изменяется.

## 8.4 Факультативная информация о синхронизации

Факультативная информация о синхронизации может переноситься с использованием заголовка RTP, определенного в [21].

В случае использования заголовков RTP появляется в каждом пакете взаимодействия непосредственно после поля общих индикаторов взаимодействия и непосредственно перед полезной нагрузкой.

Поля заголовка RTP должны использоваться следующим образом:

- 1) V (версия) всегда установлено в значение 2.
- 2) P (заполнение), X (расширение заголовка), CS (подсчет CSRC) и M (маркер) всегда установлены в значение 0. Следовательно, расширения заголовка RTP, заполнение и вспомогательные источники синхронизации никогда не используются.
- 3) PT (тип полезной нагрузки) используется следующим образом:
  - a) Значение PT должно назначаться из диапазона динамических значений для каждого направления взаимодействующего LSP.
  - b) Входная IWF устанавливает в назначенное значение поле PT в заголовке RTP.
- 4) Порядковый номер в заголовке RTP должен быть равен порядковому номеру в общих индикаторах взаимодействия.
- 5) Метки времени используются для переноса через сеть информации о синхронизации, как это разъясняется в разделе 9:
  - a) Их значения генерируются в соответствии с правилами, установленными в [21].
  - b) Частота тактовых импульсов, используемых для генерации меток времени, должна быть целым числом, кратным 8 кГц. Руководство по правильному выбору этой частоты тактовых импульсов приведено в Добавлении V.
- 6) Поле SSRC (источник синхронизации) в заголовке RTP может быть использовано для обнаружения неправильных соединений.

## 9 Форматы полезной нагрузки

В разделе 9.1 задан формат полезной нагрузки для транспортирования без учета структуры, а в 9.2 определены два формата полезной нагрузки для транспортирования с учетом структуры. В подразделе 9.2.1 задана инкапсуляция с сохранением структуры, а в подразделе 9.2.2 – инкапсуляция с указанием структуры, основанные на AAL типа 1, как определено в [22] и [23].

### 9.1 Транспортирование без учета структуры

При транспортировании без учета структуры полностью игнорируется какая-либо структура TDM, в частности, структура, определяемая стандартным формированием кадров TDM [3].

Формат полезной нагрузки для транспортирования без учета структуры поддерживает все службы TDM из 7.1, подпункты c, d и e.

Для транспортирования без учета структуры используются сегменты TDM произвольной фиксированной длины без использования выравнивания по байтам или кадрам. Количество октетов в сегменте TDM:

- должно быть определено при инициализации;
- может быть получено путем обмена с использованием протокола сигнализации;
- должно быть одним и тем же для обоих направлений; и
- должно оставаться неизменным в течение существования соединения для действительных данных TDM.

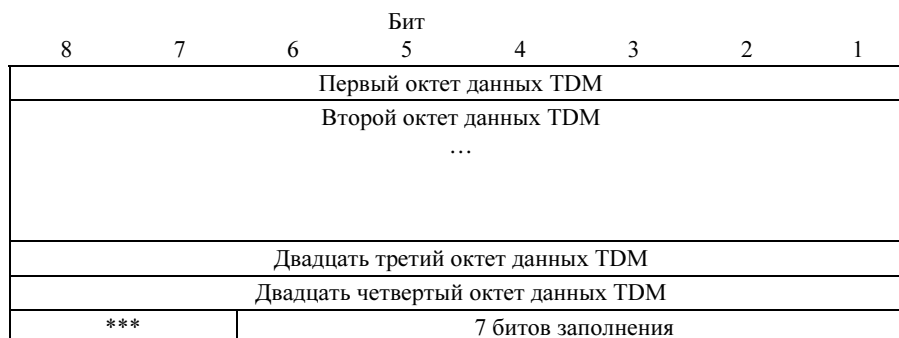
Руководство по правильному выбору количества октетов в пакете приведено в Добавлении VI.

Когда установлен бит L, для экономии пропускной способности в пакетах TDM-MPLS могут пропускаться недействительные полезные нагрузки TDM.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Использование AAL типа 1, как описывается ниже в 9.2.2, возможно также для транспортирования без учета структуры. Примерами областей, где это может быть полезно, являются взаимодействие с системами эмуляции каналов на основе ATM или восстановление тактовых импульсов на основе SRTS.

### 9.1.1 Выровненный по октетам формат полезной нагрузки T1

Каналы T1 могут поставляться входной IWF дополненными до целого числа байтов, как описывается в Приложении В/G.802 [24]. В этом формате полезная нагрузка содержит целое число 25-байтовых субкадров, каждый субкадр содержит 193 байта данных TDM и 7 битов заполнения, как показано ниже на рисунке 9-1:



\*\*\* Последний бит данных TDM

**Рисунок 9-1/У.1413 – Выровненный по октетам формат полезной нагрузки T1**

## 9.2 Транспортирование с учетом структуры

При транспортировании с учетом структуры правильная работа удаленного интерфейса TDM обеспечивается посредством удаления заголовка структуры на входе и восстановления ее на выходе, а сохранение целостности структуры осуществляется путем сохранения структуры или указания структуры.

Форматы полезной нагрузки для транспортирования с учетом структуры поддерживают все службы TDM из 7.1, подпункты d и e.

### 9.2.1 Инкапсуляция с сохранением структуры

Все пакеты переносят одно и то же количество данных TDM в обоих направлениях взаимодействующих LSP. Следовательно, время, требующееся для заполнения пакета данными TDM, всегда одно и то же.

Если входная IWF подставляет данные заполнения в связи с приемом пакета с установленным битом L, то она обеспечивает передачу надлежащих битов FAS в сеть TDM.

Для служб, заданных в 7.1, подпункт d, полезная нагрузка пакета содержит целое число кадров и выровнена по первому октету первого кадра. Если полезная нагрузка пакета содержит M кадров, то задержка пакетирования будет M раз по 125 мкс.

Для служб, заданных в 7.1, подпункт e, полезная нагрузка пакета содержит целый мультикадр. В качестве альтернативы мультикадр может быть фрагментирован в целое число фрагментов одинаковой длины, при этом первый октет каждого фрагмента является первым октетом кадра. Каждый фрагмент помещается в отдельный пакет и о фрагментировании указывается в поле FRG в общих индикаторах взаимодействия, как описывается в 8.3.2. Информация сигнализации CAS должна быть добавлена как выделенная субструктура сигнализации следующим образом:

- четыре бита CAS, относящиеся к каждому последовательному временному интервалу, помещаются в субструктуру сигнализации, как показано на рисунке 9-3;
- биты A, B, C и D CAS расположены в порядке от старшего значащего бита к младшему значащему биту полубайта;
- если количество временных интервалов нечетное, то для выравнивания по октетам должен быть добавлен полубайт заполнения;

- если структура мультикадра фрагментирована в несколько пакетов, то субструктура сигнализации всегда добавляется к последнему фрагменту структуры.

Указанные форматы полезной нагрузки приведены на рисунках 9-2 и 9-3.

Кадр	Бит							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Биты, относящиеся к временному интервалу 1							
	Биты, относящиеся к временному интервалу 2							
	...							
	Биты, относящиеся к временному интервалу N							
2	Биты, относящиеся к временному интервалу 1							
	Биты, относящиеся к временному интервалу 2							
	...							
	Биты, относящиеся к временному интервалу N							
...	...							
M	Биты, относящиеся к временному интервалу 1							
	Биты, относящиеся к временному интервалу 2							
	...							
	Биты, относящиеся к временному интервалу N							

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Бит 8 является старшим значащим битом.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Пакеты содержат кадры M TDM с количеством N временных интервалов на кадр.

**Рисунок 9-2/У.1413 – Формат полезной нагрузки для инкапсуляции с сохранением структуры без CAS (пакет MPLS не переносит субструктуру сигнализации)**

Кадр	Бит							
	8	7	6	5	4	3	2	1
1	Биты, относящиеся к временному интервалу 1							
	Биты, относящиеся к временному интервалу 2							
	...							
	Биты, относящиеся к временному интервалу N							
2	Биты, относящиеся к временному интервалу 1							
	Биты, относящиеся к временному интервалу 2							
	...							
	Биты, относящиеся к временному интервалу N							
...	...							
M	Биты, относящиеся к временному интервалу 1							
	Биты, относящиеся к временному интервалу 2							
	...							
	Биты, относящиеся к временному интервалу N							
Субструктура сигнализации	Биты сигнализации для врем. интервала 1				Биты сигнализации для врем. интервала 2			
	Биты сигнализации для врем. интервала 3				...			
	Биты сигнализации для врем. интервала N				Заполнение (Примечание 2)			

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Бит 8 является старшим значащим битом.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Пакеты содержат кадры M TDM с числом N временных интервалов на кадр плюс субструктура сигнализации.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Если число N нечетное, добавляются четыре бита заполнения.

**Рисунок 9-3/У.1413 – Формат полезной нагрузки для инкапсуляции с сохранением структуры с CAS (пакет MPLS переносит субструктуру сигнализации)**

## 9.2.2 Инкапсуляция с указанием структуры

Для этой инкапсуляции битовый поток TDM адаптируется с использованием AAL типа 1, как описывается в [22] и [23], для формирования 48-октетных PDU SAR AAL типа 1, как описывается в 2.4.2/I.363.1 [22].

Полезная нагрузка пакета содержит один или больше PDU, как показано на рисунках 8-2 и 8-3. Количество PDU в пакете:

- должно быть определено при инициализации;
- может быть определено посредством обмена с использованием протокола сигнализации;
- должно быть одним и тем же в обоих направлениях; и
- должно оставаться неизменным во время существования соединения.

Руководство по выбору надлежащего количества PDU в пакете приведено в Добавлении VII.

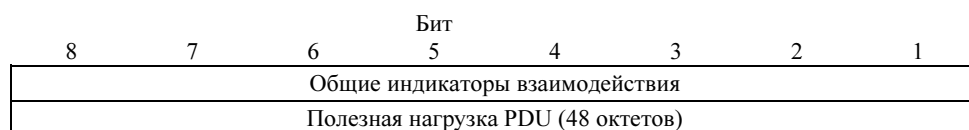


Рисунок 9-4/У.1413 – Инкапсуляция с указанием структуры с одним PDU в пакете

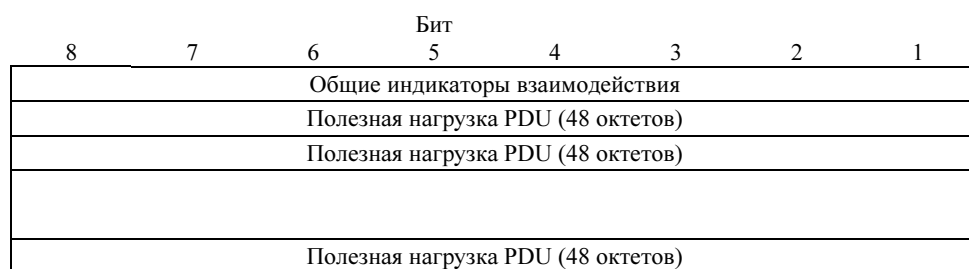


Рисунок 9-5/У.1413 – Инкапсуляция с указанием структуры с несколькими PDU в пакете

AAL типа 1 различает перенос неструктурированных и структурированных данных, что соответствует транспортированию с учетом структуры и транспортированию без учета структуры в данной Рекомендации.

Для транспортирования без учета структуры AAL типа 1 не обеспечивает присущих ему преимуществ по сравнению с методом из 9.1; однако здесь возможны сценарии, для которых его использование желательно. Например, когда необходимо взаимодействие с существующими системами эмуляции каналов ATM AAL типа 1 или когда предпочтительно восстановление тактовых импульсов на основе специфических механизмов AAL1.

Каждый 48-октетный SAR-PDU содержит заголовок SAR-PDU и полезную нагрузку SAR-PDU. Заголовок SAR-PDU содержит бит CSI, который извещает о появлении указателя структуры для переноса структурированных данных и может быть использован для восстановления тактовых импульсов (см. ниже раздел 10).

Для неструктурированного AAL типа 1 48 октетов каждого субкадра содержат заголовок SAR-PDU из одного октета и 47 октетов (376 битов) данных TDM.

Для транспортирования с учетом структуры [23] определяются два режима – структурированный и структурированный с CAS. Структурированный AAL типа 1 переносит выровненное по байтам TDM и поддерживает кадровую синхронизацию TDM путем введения указателя в заголовок SAR-PDU в начале следующего кадра. Структурированный AAL типа 1 с CAS переносит выровненное по байтам TDM и поддерживает кадровую и мультикадровую синхронизацию TDM путем введения указателя в начало следующего мультикадра; кроме того, он содержит субструктуру, включающую в себя биты сигнализации CAS (см. 9.2.1).

## 10 Аспекты синхронизации

Сети TDM являются синхронными и иерархически распространяют точную синхронизацию для обеспечения требуемых характеристик в части возникновения ошибок. Сети MPLS не предназначались для транспортирования TDM, и в них отсутствует исходный механизм распространения синхронизации, поэтому должен быть обеспечен некоторый другой метод распространения синхронизации.

Могут быть рассмотрены четыре главных сценария распространения синхронизации, которые различаются между собой наличием и размещением источников синхронизации. Выбор механизма распространения синхронизации может быть произведен независимо для LSP, обеспечивающих взаимодействие TDM и MPLS.

### 10.1 Сценарии распространения синхронизации

В этом разделе дано описание четырех сценариев распространения синхронизации.

#### 10.1.1 Эталонные тактовые импульсы имеются в оконечных системах TDM

На рисунке 10-1 показан сценарий, при котором оконечные системы TDM совместно используют эталонные тактовые импульсы, распространяемые с помощью средств, выходящих за рамки данной Рекомендации. В качестве альтернативы основные эталонные тактовые импульсы могут быть доступны в обоих пунктах и благодаря своей точности обе эти последовательности тактовых импульсов могут считаться идентичными.

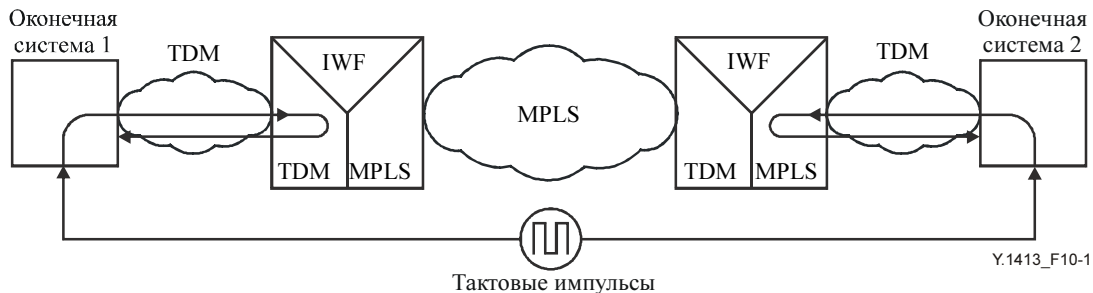


Рисунок 10-1/Y.1413 – Эталонные тактовые импульсы имеются в оконечных системах

В этом сценарии каждая оконечная система использует эталонные тактовые импульсы для формирования синхронизации, используемой для передачи данных TDM к IWF. IWF подстраивают свои устройства синхронизации под этот входной сигнал TDM, когда передают TDM к оконечным системам.

#### 10.1.2 Эталонные тактовые импульсы имеются в IWF

На рисунке 10-2 показан сценарий, в котором две IWF совместно используют эталонные тактовые импульсы, распространяемые с помощью средств, выходящих за рамки данной Рекомендации. Каждая IWF использует эталонные тактовые импульсы для формирования синхронизации, используемой для передачи данных TDM к оконечной системе. Оконечные системы подстраивают свои устройства синхронизации под этот входной сигнал TDM, когда передают TDM к IWF.

Возможен также сценарий, в котором одна сеть TDM функционирует в соответствии с 10.1.1, а другая сеть – в соответствии с этим подразделом.

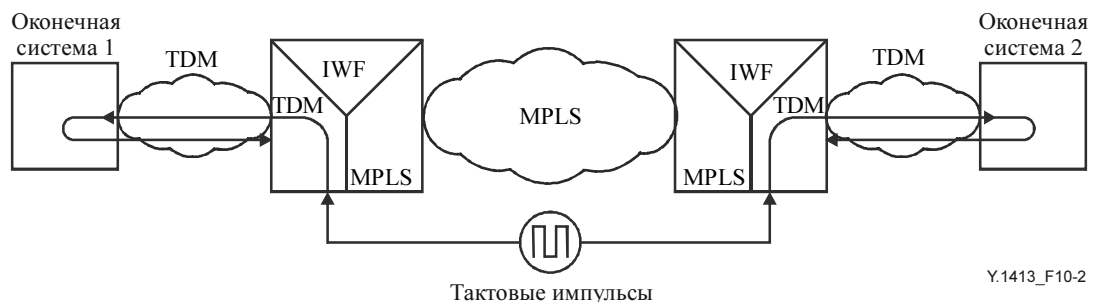


Рисунок 10-2/Y.1413 – Эталонные тактовые импульсы имеются в IWF



### 10.1.3 Общие тактовые импульсы имеются в IWF

На рисунке 10-3 показан сценарий, в котором требуется, чтобы одна оконечная система TDM подстраивала свое устройство синхронизации под устройство синхронизации другой оконечной системы, а IWF использовали общие тактовые импульсы независимо от синхронизации TDM. В этом случае соотношение между частотами главных тактовых импульсов TDM и общих тактовых импульсов может быть закодировано некоторым способом и передано по пакетной сети. Главная частота может быть затем восстановлена в удаленной IWF посредством изменения частоты общих тактовых импульсов на основании принятого кодированного соотношения.

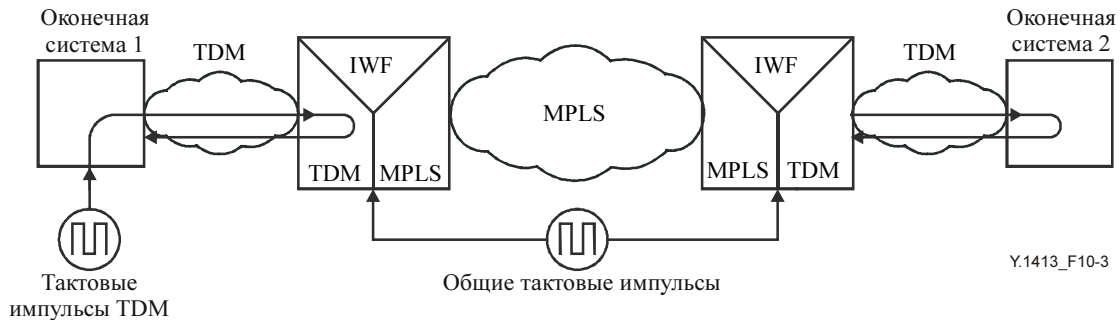


Рисунок 10-3/Y.1413 – Общие тактовые импульсы имеются в обеих IWF

Хорошо известны два механизма кодирования соотношения между тактовыми импульсами TDM, которые должны быть восстановлены, и общими эталонными тактовыми импульсами. Описанный в Рекомендации МСЭ-Т I.363.1 механизм SRTS кодирует остаток отношения эталонной частоты к частоте TDM, в то время как временные метки RTP могут использоваться для кодирования разности между главными тактовыми импульсами TDM и общим эталоном.

В варианте этого сценария обе оконечные системы TDM могут иметь точные, но независимые тактовые импульсы источника, а обе IWF могут независимо выделять свои тактовые импульсы на основании принятого кодированного соотношения.

### 10.1.4 Адаптивное восстановление тактовых импульсов

На рисунке 10-4 показан сценарий, в котором одной из оконечных систем TDM требуется подстраивать свою схему синхронизации под схему синхронизации другой системы, и отсутствуют общие эталонные тактовые импульсы. В этом случае в выходной IWF должна использоваться адаптивная функция восстановления тактовых импульсов. Адаптивной функцией восстановления тактовых импульсов используются только наблюдаемые характеристики пакетов, поступающих через сеть MPLS, такие как точное время поступления пакета в IWF и уровень заполнения буфера джиттера как функция времени. Из-за вариации задержки пакетов в сети MPLS должны использоваться процессы фильтрации, которые противодействуют статистической природе наблюдаемых характеристик. Для этой задачи хорошо подходит автоподстройка частоты (FLL) и фазы (PLL).

В варианте этого сценария обе оконечные системы TDM могут иметь точные, но независимые тактовые импульсы источника, а обе IWF могут использовать адаптивное восстановление тактовых импульсов.

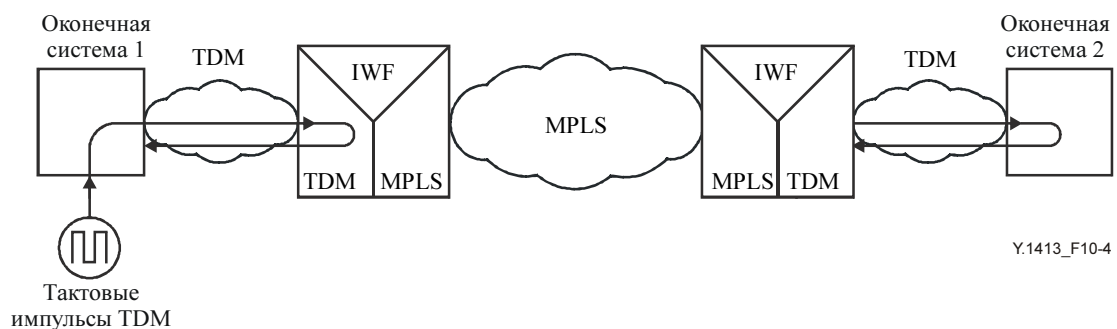


Рисунок 10-4/Y.1413 – Адаптивное восстановление тактовых импульсов

## **11      Аспекты потери пакетов**

Невозможно избежать потери некоторой части пакетов в сети MPLS, поэтому должен обеспечиваться некоторый механизм поддержания целостности порядка следования пакетов. Деформированные пакеты и пакеты, поступающие не в порядке следования, также могут рассматриваться как потерянные. Повторная передача не является подходящим вариантом для взаимодействия TDM и MPLS, поэтому для компенсации потери пакетов должны быть предприняты соответствующие действия.

При обнаружении потери пакетов IWF вводит требуемое количество заполняющих данных в направлении оконечной системы для сохранения синхронизации TDM. Когда используется сигнализация CAS, должны быть предприняты меры для поддержания состояния сигнализации.

При транспортировании без учета структуры не может быть идентифицирован заголовок структуры, и транспортирование осуществляется прозрачно в сегментах TDM. При наличии потери пакета возможно улучшение целостности FAS посредством соответствующего выравнивания длительности пакета с периодом FAS. Однако теперь интерфейсом оконечной системы будет наблюдаться соответствующее количество блоков с ошибками [25].

При транспортировании с учетом структуры заголовков будет восстанавливаться IWF. Как следствие, потеря пакета в сети MPLS будет полностью скрыта от интерфейса TDM оконечной системы.

Для TDM, переносящей каналы телефонии, вставка заполняющих данных может ухудшить воспринимаемое качество аудио.

## **12      Поддержка сигнализации CAS и CCS**

Телефонная сигнализация CAS или CCS может использоваться в сетях TDM, и эти сигналы должны надежно транспортироваться через сеть MPLS для надлежащего функционирования оконечной системы.

Обработка сигнализации CAS и CCS должна быть прозрачной, т. е. IWF не требуется детальное распознавание протоколов сигнализации оконечной системы для надлежащего транспортирования этой сигнализации.

### **12.1    Поддержка сигнализации CAS**

CAS переносится в кадрах TDM как последовательность битов, которые уникально связаны с конкретными временными интервалами.

При транспортировании без учета структуры согласно 9.1 не могут быть идентифицированы биты CAS, и поэтому они прозрачно транспортируются в сегментах TDM. Поэтому при наличии потери пакета невозможно обеспечить целостность битов CAS, и при транспортировании без учета структуры используется способность оконечной системы выдерживать некоторый интервал состояния ошибки.

Метод с сохранением структуры из 9.2.1 обеспечивает целостность CAS посредством добавления к пакету явной субструктуры CAS, как показано на рисунке 9-3. При методе с указанием структуры из 9.2.2 также может добавляться такая субструктура CAS, или для защиты битов CAS может использоваться выравнивание мультикадров.

### **12.2    Поддержка сигнализации CCS**

CCS может переноситься в одном или нескольких временных интервалах сигнала TDM как асинхронный поток сообщений, часто как кадры HDLC.

Такие каналы могут быть "пустыми" в течение длительных периодов. В таких случаях может использоваться режим HDLC, определенный в Добавлении II.

## **13      Соображения о безопасности**

В данной Рекомендации не определены проблемы, связанные с безопасностью.

## Добавление I

### Альтернативные методы для взаимодействия TDM и MPLS

В дополнение к методам, описанным в данной Рекомендации, для транспортирования трафика TDM через сети MPLS могут использоваться другие стандартизированные протоколы. В этом Добавлении описывается использование этих протоколов.

#### I.1 Использование Рекомендации МСЭ-Т Y.1411

Так как трафик TDM может переноситься через службы эмуляции каналов ATM с использованием AAL типа 1, протоколы, описанные в Рекомендации МСЭ-Т Y.1411 [7], могут быть использованы для косвенного транспортирования TDM через взаимодействующие LSP. В таком случае TDM сначала преобразуется в поток ATM AAL типа 1 согласно [22] и [23], а затем этот поток ATM инкапсулируется так, как описывается в [7].

В режиме "N к одному" производится объединение ячеек ATM, включая их заголовки, за исключением НЕС. Поэтому для возможности использования этого режима за группой каналов TDM предварительно должен быть закреплен действительный и локально уникальный VPI/VCI.

Хотя поддержка Рекомендации МСЭ-Т Y.1411 разрешает использование сетевых устройств, предназначенных для взаимодействия ATM и MPLS, и упрощает взаимодействие службы с существующими системами эмуляции каналов ATM, при этом имеется заголовок более высокого порядка (дополнительные 4 байта на 48-байтовую ячейку), и его применение препятствует использованию некоторых возможностей, присущих указанному выше режиму. Например, из-за вынесения обработки TDM из оконечных устройств может быть потерян доступ к информации, относящейся к синхронизации, в результате чего будет обеспечиваться худшее подавление джиттера и "блужданий", чем может быть получено в адаптивном режиме. Также имеет место ухудшение интерполяции пакетов и обработки аварийных сигналов TDM.

#### I.2 Использование AAL типа 2

Для TDM, переносящего мультиплексированные каналы телефонии, может использоваться транспортирование голосовых служб посредством адаптации в AAL2 с переменной скоростью ([25] и [26]) для переноса TDM через MPLS. В этом случае на входе производится разложение структуры TDM на отдельные каналы и затем ее восстановление на выходе.

Применение этого метода более эффективно по использованию пропускной способности, когда производится динамическое распределение временных интервалов или когда возможно обнаружение и подавление пауз речи, или используется компрессия речи и передача факсмодемом. Измерения ошибок TDM, как это делается в G.826 [27], в этом случае не имеют смысла.

## Добавление II

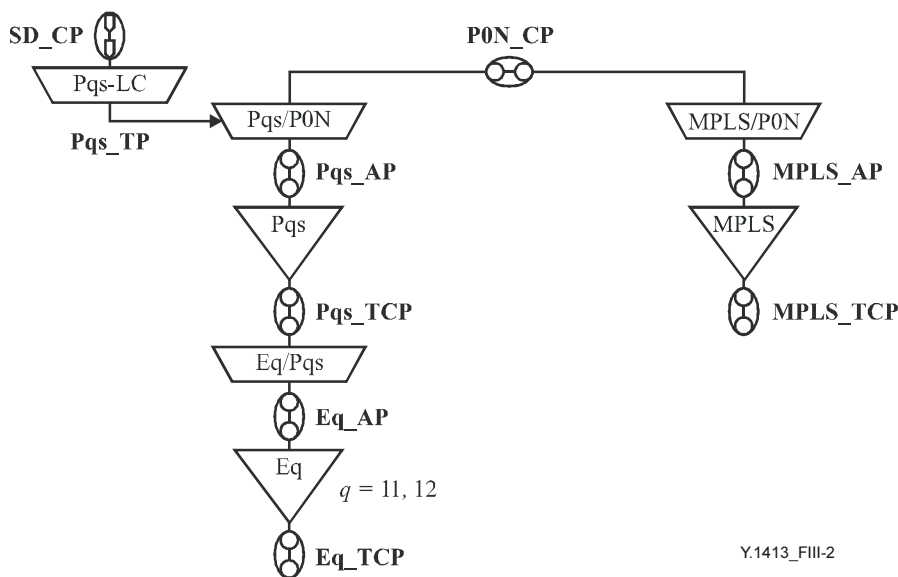
### Факультативная обработка сигналов CCS, базирующихся на HDLC

Для эффективного транспортирования относящейся к магистрали, базирующейся на HDLC CCS, таких как сигнализации SS7 [13] и ISDN PRI [14], может использоваться режим HDLC в сочетании с транспортированием TDM с учетом структуры. Этот механизм не предназначен для общих полезных нагрузок HDLC и поддерживает только сообщения HDLC, которые короче максимальной величины PDU.

Режим HDLC следует использовать только тогда, когда большая часть пропускной способности потока HDLC занята "пустыми" флагами. В других случаях канал CCS следует рассматривать как обычный единичный временной интервал.

При взаимодействии HDLC-MPLS осуществляется прозрачный пропуск всех данных HDLC и управляющих сообщений через отдельный взаимодействующий LSP.

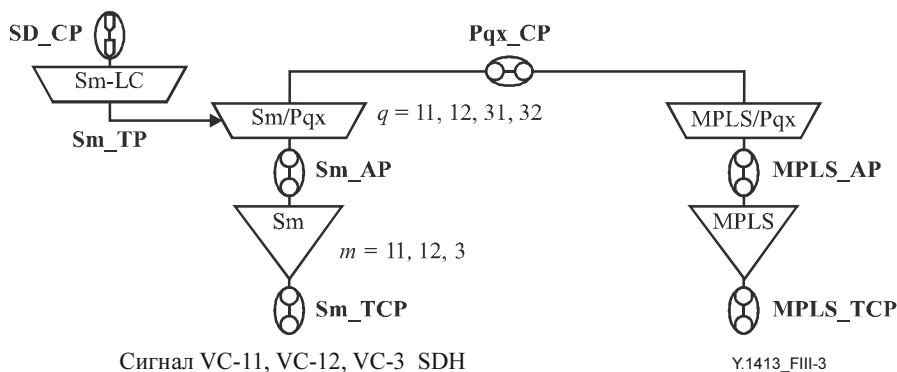




Сигнал интерфейса G.703 + G.704,  
1544, 2048 кбит/с

ПРИМЕЧАНИЕ. – PON представляет сигнал  $n \times 64$  кбит/с (с или без CAS/CCS).

**Рисунок III.2/Y.1413 – Функциональная модель транспортирования TDM с учетом структуры над MPLS для сигналов PDH 1544, 2048 кбит/с**



Сигнал VC-11, VC-12, VC-3 SDH

**Рисунок III.3/Y.1413 – Функциональная модель транспортирования TDM без учета структуры над MPLS для сигналов PDH 1544, 2048, 34 368 и 44 736 кбит/с, переносимых над VC-m SDH**

## Добавление IV

### Показатели эффективности функционирования сети MPLS

В этом Добавлении рассмотрены искажения эмулированной службы TDM, вызываемые ошибками внутри сети MPLS. В основном оно посвящено соотношениям между параметрами технических характеристик нижележащей сети MPLS и показателями ухудшения качества обслуживания для служб TDM, а именно "секундам с ошибками" и "секундам с очень большим числом ошибок", как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.826 [27], и коэффициенту готовности, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.827 [30]. Дополнительно рассмотрены конкретные значения характеристик для голосовых каналов.

## **IV.1 Ошибки в сети MPLS, которые влияют на службу TDM**

Существуют три основных рабочих параметра сети MPLS, которые влияют на показатели ухудшения качества служб TDM, а именно коэффициент потерь пакетов (Packet Loss Ratio), коэффициент ошибок по пакетам (Packet Error Ratio) и изменение задержки пакетов (Packet Delay Variation). Эти показатели определены в других Рекомендациях МСЭ-Т.

### **IV.1.1 Коэффициент потерь пакетов**

Каждый потерянный пакет вызывает пакет ошибок по битам в восстановленном потоке TDM.

### **IV.1.2 Изменение задержки пакетов (PDV)**

Изменение задержки пакетов лучше всего характеризуется с использованием квинтилей, т. е. малого количества пакетов, имеющих изменение задержки, выходящее за пределы установленного уровня. Так как PDV используется для задания величины буфера джиттера, то эти пакеты могут поступать слишком поздно или слишком рано, чтобы попасть в буфер. Такие пакеты сбрасываются и считаются потерянными, вызывая еще раз пакет ошибок по битам в восстановленном потоке TDM. В некоторых реализациях все пакеты, поступившие не по порядку, сбрасываются и считаются потерянными.

### **IV.1.3 Коэффициент ошибок по пакетам**

Ошибки по битам, возникшие в сети MPLS, нормально обнаруживаются механизмом обнаружения ошибок уровня 2, вызывая сброс пакета. Это вызывает пакет ошибок по битам в потоке TDM. Более редко пакет, содержащий ошибки по битам, не обнаруживается этим механизмом и непосредственно вызывает ошибки по битам в TDM.

### **IV.1.4 Общие потери пакетов**

Каждая из указанных выше ошибок (потеря пакета, ошибка в пакете и излишнее изменение задержки пакета) может привести к потерям или сбросу пакетов, вызывающим пакет ошибок по битам в службе TDM. В Рекомендации МСЭ-Т G.1020 [31] определен суммарный критерий для этих типов ошибок в IP-сети, называемый "общие потери пакетов".

Для поддержания целостности синхронизации выходная IWF вставляет надлежащее количество заполняющих данных в восстановленный поток TDM. Вид вводимых для этого данных зависит от реализации.

## **IV.2 Взаимосвязь с показателями ухудшения службы TDM**

В Рекомендации МСЭ-Т G.826 [27] определены "секунды с ошибками" и "секунды с очень большим числом ошибок", рабочие параметры, связанные с целостностью данных, переносимых в канале TDM. Приведенное ниже рассмотрение определяет связь этих рабочих характеристик TDM с общим коэффициентом потерь пакетов в сети MPLS.

### **IV.2.1 Коэффициент секунд с ошибками**

Секунда с ошибками – это односекундный интервал с одной или большим числом ошибок по битам. В Рекомендации МСЭ-Т G.826 для каждого типа TDM заданы требования от конца до конца на долю в процентах секунд, которые могут содержать ошибки.

Если большинство потерь или сбросов пакетов MPLS являются изолированными событиями, тогда каждая отдельная потеря или сброс пакета могут вызвать "секунду с ошибками", и только чрезвычайно малый общий коэффициент потерь пакетов может соответствовать ограничениям G.826. Если, с другой стороны, большинство потерь пакетов носит групповой характер, то многие последовательные события потери относятся к одной и той же "секунде с ошибками", и допустим более высокий коэффициент потери пакетов. Количественное моделирование такого режима может быть выполнено с использованием моделей сети, какие, например, описаны в Добавлении I/G.1020 [31].

### **IV.2.2 Требование к секундам с очень большим числом ошибок**

Секунды с очень большим числом ошибок определены как односекундный период, на котором 30% или более блоков принятых данных TDM содержат ошибки. В Рекомендации МСЭ-Т G.826 заданы требования от конца до конца на долю в процентах секунд, которые могут содержать большое число ошибок.

Если большинство потерь или сбросов пакетов MPLS возникают группами, и эти группы имеют достаточную продолжительность, то это может вызвать появление в восстановленном потоке TDM секунд с очень большим числом ошибок. С другой стороны, события изолированных потерь создают малую долю секунд с очень большим числом ошибок. Здесь моделирование сети также может позволить определить численную взаимосвязь между потерями пакетов и соответствием G.826.

#### **IV.3 Требования к готовности**

"Состояние неготовности", как определено в [Рек. МСЭ-Т G.827], вводится в начале периода из 10 последовательных секунд с очень большим числом ошибок. "Состояние готовности" возобновляется в начале периода из 10 последовательных секунд, ни в одной из которых не содержится очень большого числа ошибок.

Готовность сети MPLS может быть определена таким же способом, считая началом неготовности начало периода из десяти последовательных секунд, в каждую из которых коэффициент потерь пакетов превышает 15%. Отсюда можно сделать вывод, что определения готовности MPLS и TDM хорошо коррелированы.

#### **IV.4 Требования к качеству голоса**

Мы видели, что в зависимости от величины потерь пакетов в нижележащей сети MPLS TDM, переносимое через сети MPLS, может не соответствовать требованиям к ошибкам из Рекомендации МСЭ-Т G.826.

Однако голосовой трафик, переносимый в потоках TDM, может тем не менее удовлетворять стандартным требованиям к качеству голоса. Особенно важными являются снижение качества голоса, заданное в Рекомендациях МСЭ-Т P.562 [32] и P.862 [33], и требования к задержке, установленные в Рекомендации МСЭ-Т G.114 [34].

В Рекомендации МСЭ-Т G.114 определено, что время односторонней передачи до 150 миллисекунд приемлемо повсюду в предположении, что обеспечена соответствующая регулировка эха (в некоторых случаях приемлемы большие по величине задержки). Это ограничение должно учитываться при планировании сети и задании конфигурации буферов джиттера.

Потери пакетов в голосовом трафике могут создавать прерывы или помехи, приводящие к прерывистой, искаженной и даже неразборчивой речи. Субъективные показатели качества речи приведены в [32], а объективные показатели – в [33]. Взаимодействие TDM и MPLS должно обеспечивать, чтобы воспринимаемое качество голоса было таким же, как и в GSTN, даже при наличии приемлемого общего коэффициента потерь пакетов.

## **Добавление V**

### **Предлагаемые частоты общих тактовых импульсов для RTP**

Существуют четыре основных критерия для выбора частоты общих эталонных тактовых импульсов:

- 1) эталонная частота должна быть легко получаемой;
- 2) эталонная частота должна быть кратной частоте 8 кГц;
- 3) эталонная частота должна быть высокой, но не настолько высокой, чтобы вызывать частое "прокручивание" метки времени;
- 4) частота не должна быть слишком близкой к целой кратной служебной тактовой частоте.

На основании этих критериев предлагаются следующие частоты.

Для систем с доступом к общей сети SONET/SDH – 19,44 МГц (2430\*8 кГц).

Для систем с доступом к общей сети ATM – 9,72 МГц (1215\*8 кГц) или 19,44 МГц (2430\*8 кГц).

Для систем, использующих GPS, – 8,184 МГц (1023\*8 кГц).

Для систем, соединенных с помощью одиночного транзитного участка Ethernet 100 Мбит/с, где возможна автоподстройка тактовых импульсов физического уровня, – 25 МГц (3125\*8 кГц).

Для систем, соединенных с помощью одиночного транзитного участка Gigabit Ethernet, где возможна автоподстройка тактовых импульсов физического уровня, – 10 МГц (1250\*8 кГц).

## **Добавление VI**

### **Предлагаемые величины полезной нагрузки для транспортирования без учета структуры**

Реализации для транспортирования без учета структуры должны обладать способностью поддерживать следующие величины полезной нагрузки:

- синхронные последовательные данные – 64 байта;
- E1 – 256 байтов;
- T1 – 192 байта;
- E3 и T3 – 1024 байта;
- величины полезной нагрузки, кратные 47 байтам, могут использоваться в сочетании с неструктурированной ATM-CES [22] и [23].

После согласования с входной и выходной IWF может использоваться любая величина полезной нагрузки, которая не вызывает фрагментирования пакета.

Посредством выбора величин, которые являются целым кратным периодов FAS или делителями нацело FAS, можно повысить устойчивость к потере пакетов.

## **Добавление VII**

### **Предлагаемое количество PDU SAR AAL1 в пакете**

Количество PDU, содержащееся в пакете MPLS устанавливается заранее и, как правило, выбирается с учетом ограничений на задержку и пропускную способность. Использование одиночного PDU сокращает задержку до минимума, но вызывает использование самого большого заголовка.

Использование восьми или более PDU в пакете делает недействующим механизм порядковых номеров AAL1 и усложняет тем самым взаимодействие с системами CES, базирующимися на ATM.





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