



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

Y.1453

(03/2006)

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

Аспекты межсетевого протокола – Взаимодействие

**Взаимодействие TDM-IP – Взаимодействие в
плоскости пользователя**

Рекомендация МСЭ-Т Y.1453

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

| | |
|--|----------------------|
| ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА | |
| Общие положения | Y.100–Y.199 |
| Службы, приложения и промежуточные программные средства | Y.200–Y.299 |
| Сетевые аспекты | Y.300–Y.399 |
| Интерфейсы и протоколы | Y.400–Y.499 |
| Нумерация, адресация и присваивание имен | Y.500–Y.599 |
| Эксплуатация, управление и техническое обслуживание | Y.600–Y.699 |
| Безопасность | Y.700–Y.799 |
| Рабочие характеристики | Y.800–Y.899 |
| АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА | |
| Общие положения | Y.1000–Y.1099 |
| Услуги и приложения | Y.1100–Y.1199 |
| Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами | Y.1200–Y.1299 |
| Транспортирование | Y.1300–Y.1399 |
| Взаимодействие | Y.1400–Y.1499 |
| Качество обслуживания и сетевые показатели качества | Y.1500–Y.1599 |
| Сигнализация | Y.1600–Y.1699 |
| Эксплуатация, управление и техническое обслуживание | Y.1700–Y.1799 |
| Начисление платы | Y.1800–Y.1899 |
| СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ | |
| Структура и функциональные модели архитектуры | Y.2000–Y.2099 |
| Качество обслуживания и рабочие характеристики | Y.2100–Y.2199 |
| Аспекты служб: возможности служб и архитектура служб | Y.2200–Y.2249 |
| Аспекты служб: взаимодействие служб и СПП | Y.2250–Y.2299 |
| Нумерация, присваивание имен и адресация | Y.2300–Y.2399 |
| Управление сетью | Y.2400–Y.2499 |
| Архитектура и протоколы сетевого управления | Y.2500–Y.2599 |
| Безопасность | Y.2700–Y.2799 |
| Обобщенная мобильность | Y.2800–Y.2899 |

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

Рекомендация МСЭ-Т Y.1453

Взаимодействие TDM-IP – Взаимодействие в плоскости пользователя

Резюме

В настоящей Рекомендации рассматриваются функции, которые требуются для взаимодействия сетей TDM со скоростями до DS3 или E3 и IP-сетей, для того чтобы транспортировать трафик TDM через IP-сети. В данной Рекомендации рассматриваются механизмы взаимодействия в плоскости пользователя, мультиплексирование соединений и процедуры. Эти механизмы взаимодействия должны обеспечивать поддержание целостности синхронизации TDM, сигнализации, качества речи и аварийной сигнализации. Подробно описывается модель взаимодействия и требуемые функции взаимодействия. Настоящая Рекомендация может оказаться непригодной для использования признанными эксплуатирующими организациями ввиду возможного ухудшения показателей эффективности синхронизации в сети по сравнению с транспортированием TDM, присущим исходной системе.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т Y.1453 утверждена 29 марта 2006 года 13-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

Ключевые слова

Взаимодействие, IP, взаимодействие сетей, TDM, UDP, плоскость пользователя.

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ

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

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

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

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

© ITU 2006

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

СОДЕРЖАНИЕ

| | Стр. |
|---|------|
| 1 Сфера применения | 1 |
| 2 Справочные документы | 1 |
| 3 Определения | 3 |
| 4 Сокращения и аббревиатуры | 3 |
| 5 Соглашения по терминологии | 4 |
| 6 Взаимодействие TDM и IP | 5 |
| 7 Общие требования | 6 |
| 7.1 Требования в плоскости пользователя..... | 6 |
| 7.2 Аспекты плоскости управления | 7 |
| 7.3 Аспекты управления обработкой отказов | 8 |
| 7.4 Аспекты управления трафиком | 9 |
| 7.5 Управление допуском к соединению для IWF..... | 9 |
| 8 Рассмотрение функциональных групп для взаимодействия сетей TDM и IP | 10 |
| 8.1 IP..... | 10 |
| 8.2 Протокол UDP | 10 |
| 8.3 Общие индикаторы взаимодействия..... | 10 |
| 8.4 Факультативная информация о синхронизации | 12 |
| 8.5 Полезная нагрузка TDM..... | 12 |
| 8.6 Резюме формата инкапсуляции | 12 |
| 9 Форматы полезной нагрузки..... | 16 |
| 9.1 Транспортирование без учета структуры | 16 |
| 9.2 Транспортирование с учетом структуры | 17 |
| 10 Аспекты синхронизации..... | 20 |
| 11 Аспекты потери пакетов..... | 20 |
| 12 Поддержка CAS и CCS | 20 |
| 12.1 Поддержка CAS | 20 |
| 12.2 Поддержка CCS..... | 20 |
| 13 Соображения о безопасности..... | 21 |
| Дополнение I – Факультативная обработка сигналов CCS, основанных на HDLC | 21 |
| Дополнение II – Показатели эффективности функционирования сети IP | 21 |
| II.1 Ошибки в IP-сети, которые влияют на услугу TDM | 21 |
| II.2 Взаимосвязь с показателями ухудшения службы TDM..... | 22 |
| II.3 Требования к готовности | 23 |
| II.4 Требования к качеству передачи речи | 23 |
| Дополнение III – Предлагаемые величины полезной нагрузки для транспортирования без учета структуры..... | 24 |
| Дополнение IV – Предлагаемое число PDU SAR AAL1 в пакете | 24 |

Введение

Существует потребность в определении сетевого взаимодействия, при котором трафик из обычных синхронных или плезиосинхронных сетей (далее обозначаются как сети TDM) транспортируется через IP-сети. Такое взаимодействие должно обеспечивать поддержание целостности синхронизации, сигнализации, качества голоса и аварийной сигнализации TDM.

Рекомендация МСЭ-Т Y.1453

Взаимодействие TDM-IP – Взаимодействие в плоскости пользователя

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации рассматриваются функции, требующиеся для взаимодействия между сетями TDM со скоростями до DS3/E3 включительно и IP-сетями, для того чтобы транспортировать трафик TDM через IP-сети. Транспортирование услуг TDM на больших скоростях (например, СЦИ) по IP-сетям выходит за рамки настоящей Рекомендации. В данной Рекомендации рассматриваются механизмы взаимодействия в плоскости пользователя, мультиплексирование соединений и связанные с ними процедуры. Эти механизмы взаимодействия должны обеспечивать поддержание целостности синхронизации TDM, сигнализации, качества телефонной речи и аварийной сигнализации. Подробно описывается модель взаимодействия и требуемые функции взаимодействия. Эта Рекомендация может оказаться непригодной для использования признанными эксплуатирующими организациями (ROA) [1] ввиду возможного ухудшения показателей эффективности синхронизации в сети по сравнению с транспортированием TDM, присущим исходной системе.

2 Справочные документы

Нижеследующие 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 этой Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в данный момент Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не дает ему, как отдельно взятому документу, статус рекомендации.

- [1] ITU-T Recommendation F.110 (1996), *Operational provisions for the maritime mobile service*.
- [2] Recommendation Y.1411 (2003), *ATM-MPLS network interworking – Cell mode user plane interworking*.
- [3] Рекомендация МСЭ-Т Y.1413 (2004 г.), *Взаимодействие сетей TDM и MPLS – Взаимодействие в плоскости пользователя*.
- [4] Рекомендация МСЭ-Т G.809 (2003 г.), *Функциональная архитектура многоуровневых сетей без установления соединения*.
- [5] ITU-T Recommendation G.702 (1988), *Digital hierarchy bit rates*.
- [6] Рекомендация МСЭ-Т G.705 (2000 г.), *Характеристики функциональных блоков оборудования плезиохронной цифровой иерархии (PDH)*.
- [7] Рекомендация МСЭ-Т G.114 (2003 г.), *Время односторонней передачи*.
- [8] ITU-T Recommendation G.826 (2002), *End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections*.
- [9] ITU-T Recommendation G.823 (2000), *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy*.
- [10] ITU-T Recommendation G.824 (2000), *The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 1544 kbit/s hierarchy*.
- [11] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol – DARPA Internet Program – Protocol Specification*.
- [12] IETF RFC 2460 (1998), *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification*.

- [13] IETF RFC 768 (1980), *User Datagram Protocol*.
- [14] ITU-T Recommendation G.703 (2001), *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*.
- [15] ITU-T Recommendation V.36 (1988), *Modems for synchronous data transmission using 60-180 kHz group band circuits*.
- [16] 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*.
- [17] ITU-T Recommendation I.231.1 (1988), *Circuit-mode bearer service categories – Circuit-mode 64 kbit/s unrestricted, 8 kHz structured bearer service*.
- [18] ANSI T1.107 (2002), *Digital Hierarchy – Formats Specifications*.
- [19] 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*.
- [20] ITU-T Recommendation G.704 (1998), *Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels*.
- [21] ITU-T Recommendation Q.700 (1993), *Introduction to CCITT Signalling System No. 7*.
- [22] ITU-T Recommendation Q.931 (1998), *ISDN user-network interface layer 3 specification for basic call control*.
- [23] ITU-T Recommendation I.363.1 (1996), *B-ISDN ATM Adaptation Layer specification: Type 1 AAL*.
- [24] IETF RFC 3550 (2003), *RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications*.
- [25] Рекомендация МСЭ-Т Y.1540 (2002 г.), *Служба передачи данных с межсетевым протоколом (IP) – Параметры рабочих характеристик переноса и доступности IP-пакетов*.
- [26] IETF RFC 2474 (1998), *Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers*.
- [27] IETF RFC 3246 (2002), *An Expedited Forwarding PHB (Per-Hop Behavior)*.
- [28] IETF RFC 2210 (1997), *The Use of RSVP with IETF Integrated Services*.
- [29] IETF RFC 2212 (1997), *Specification of Guaranteed Quality of Service*.
- [30] ATM Forum af-vtoa-0078.000 (1997), *Circuit Emulation Service 2.0*.
- [31] ITU-T Recommendation G.802 (1988), *Interworking between networks based on different digital hierarchies and speech encoding laws*.
- [32] ITU-T Recommendation Q.921 (1997), *ISDN user network interface – Data link layer specification*.
- [33] ITU-T Recommendation G.827 (2003), *Availability performance parameters and objectives for end-to-end international constant bit-rate digital paths*.
- [34] Рекомендация МСЭ-Т G.1020 (2003 г.), *Определения рабочих характеристик применительно к качеству речи и другим приложениям в полосе тональных частот, использующим IP-сети*.
- [35] ITU-T Recommendation P.800 (1996), *Methods for subjective determination of transmission quality*.
- [36] 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*.

- [37] ITU-T Recommendation I.231.5 (1988), *Circuit-mode bearer service categories: Circuit-mode 2 × 64 kbit/s unrestricted, 8 kHz structured bearer service.*
- [38] ITU-T Recommendation I.231.10 (1992), *Circuit-mode bearer service categories: Circuit-mode multiple-rate unrestricted 8 kHz structured bearer service.*
- [39] ITU-T Recommendation I.231.6 (1996), *Circuit-mode bearer service categories: Circuit-mode 384 kbit/s unrestricted, 8 kHz structured bearer service.*

3 Определения

В данной Рекомендации используются или определяются следующие термины:

3.1 взаимодействие: См. Рек. МСЭ-Т Y.1411 [2].

3.2 поток взаимодействия: Пара потоков согласно G.809 [4], способных одновременно передавать информацию в противоположных направлениях через сеть IP в целях транспортирования трафика TDM.

3.3 функция взаимодействия (IWF): См. Рекомендацию МСЭ-Т Y.1411.

3.4 входная IWF: Точка, в которой непрерывный поток TDM сегментируется и инкапсулируется в пакеты IP (направление от сети TDM к IP).

3.5 выходная IWF: Точка, в которой происходит извлечение сегментов TDM из пакетов IP и обратное объединение в непрерывный поток TDM (направление от IP к TDM).

4 Сокращения и аббревиатуры

Эта Рекомендация использует следующие аббревиатуры и сокращения:

| | |
|----------|---|
| AAL | Уровень адаптации ATM |
| AIS | Сигнал индикации аварии |
| AP | Точка доступа |
| АСП | Асинхронный способ передачи |
| CAS | Сигнализация по выделенному каналу |
| CCS | Сигнализация по общему каналу |
| CES | Услуга эмуляции канала |
| CP | Точка соединения |
| CSI | Индикация подуровня конвергенции |
| CSRC | Информационный источник |
| dAIS | Дефект AIS |
| Diffserv | Дифференцированные услуги |
| dLOA | Дефект потери выравнивания кадров |
| dLOS | Дефект потери сигнала |
| DSn | Уровень цифрового сигнала n |
| EF PHB | PHB-политика немедленной передачи пакетов |
| En | Сигнал электрического интерфейса, уровень n |
| FAS | Сигнал кадровой синхронизации |
| FCS | Последовательность проверки кадра |

| | |
|---------|---|
| ГО | Гарантированное обслуживание |
| HDLC | Высокоуровневое управление линий передачи данных |
| Intserv | Интегрированные службы |
| IP | Протокол Internet |
| ЦСИС | Цифровая сеть с интеграцией служб |
| IWF | Функция взаимодействия |
| LOF | Пропадание кадровой синхронизации |
| LOS | Пропадание сигнала |
| MPLS | Многопротокольная коммутация по меткам |
| MTU | Максимальный размер транспортируемого блока |
| OAM | Эксплуатация, организационное управление и техническое обслуживание |
| PDU | Протокольный блок данных |
| PDV | Вариация задержки пакетов |
| PLC | Маскирование потери пакета |
| PM | Контроль за функционированием |
| PRI | Первичный интерфейс обмена |
| КТСОП | Коммутируемая телефонная сеть общего пользования |
| PT | Тип полезной нагрузки |
| КО | Качество обслуживания |
| ROA | Признанная эксплуатационная организация |
| RDI | Индикация удаленного дефекта |
| RFC | Запрос замечаний |
| RTP | Транспортный протокол реального времени |
| SAR | Сегментирование и сборка |
| SRTS | Синхронная остаточная временная метка |
| SSRC | Источник синхронизации |
| TDM | Мультиплексирование с временным разделением каналов |
| TFP | Точка прекращения потока |
| UDP | Протокол пользователей дейтаграмм |

5 Соглашения по терминологии

В настоящей Рекомендации используется традиционная терминология для цифровых сигналов различных уровней иерархии скоростей G.702 [5]. В частности, цифровой сигнал первого уровня со скоростью 2048 кбит/с (P12 в терминологии G.705 [6]) обозначается E1, а сигнал третьего уровня со скоростью 34 368 кбит/с, полученный из него (P31), обозначается E3. Аналогичным образом, сигнал первого уровня со скоростью 1544 кбит/с (P11) обозначается DS1, его производная второго уровня со скоростью 6312 кбит/с (P21) обозначается DS2, а его производная третьего уровня со скоростью 44 736 кбит/с (P32) обозначается DS3. Скорость сигнала DS0 составляет 64 кбит/с.

6 Взаимодействие TDM и IP

В настоящей Рекомендации определяется взаимодействие со службами TDM со скоростями до и включительно DS3 или E3. Транспортирование более высокоскоростных услуг TDM (таких, как СЦИ) выходит за рамки данной Рекомендации.

Услуги TDM традиционно транспортируются через сети, работающие в режиме коммутатора каналов.

Клиент TDM требует, чтобы уровень сервера обеспечивал точность, порядок и допускал временные искажения только в определенных пределах. Для уровня сервера без установления соединения опасность этих искажений может возрасти нелинейно при загрузке уровня сервера.

Поскольку о загрузке уровня сервера не может быть известно заранее, а время загрузки может колебаться, иерархическое представление клиента TDM через сервер IP ставит серьезную проблему перед производителями оборудования и поставщиками услуг с точки зрения соответствия Рекомендациям МСЭ-Т, касающимся рабочих характеристик TDM. Так, например, из-за потери пакетов, задержки и вариации задержки пакетов, сквозной задержки [7], ошибки [8], временной синхронизации [9] и [10], рабочие характеристики, в большинстве случаев, будут ухудшаться, по сравнению с теми, которые были присущи исходной инфраструктуре TDM. Рабочие характеристики IP-сети рассматриваются в Дополнении II.

Поэтому, при применении настоящей Рекомендации пользователи должны знать, что предсказать или гарантировать рабочие характеристики не представляется возможным.

На рисунке 6-1 представлена общая сетевая архитектура для взаимодействия сетей TDM и IP, в которой сети TDM соединяются между собой через сеть IP [11] и [12]. Следует отметить, что тракт через сеть IP со временем изменится в результате действия протоколов маршрутизации IP.

Для направления от TDM к IP функцией взаимодействия (IWF) осуществляется сегментирование непрерывного потока TDM и инкапсулирование его в пакеты UDP/IP [13]. Для направления от IP к TDM производится извлечение сегментов TDM из пакетов UDP/IP и их объединение в непрерывный поток TDM.

На рисунке 6-2 показана сетевая функциональная архитектура взаимодействия TDM и IP с использованием схематических методов Рекомендации МСЭ-Т G.809 [4]. Примеры конкретных сценариев приведены в Добавлении III к Рек. МСЭ-Т Y.1413 [3].

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

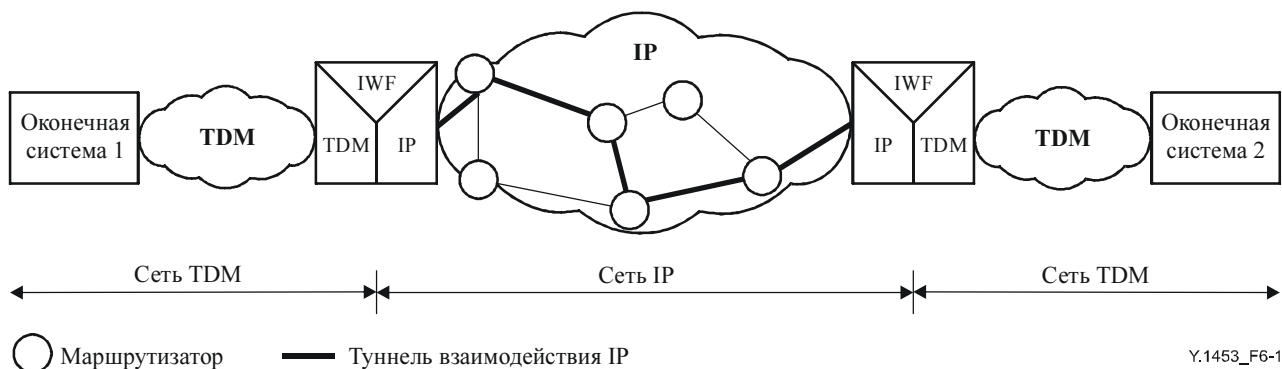


Рисунок 6-1/Y.1453 – Эталонная архитектура для взаимодействия сетей TDM и IP

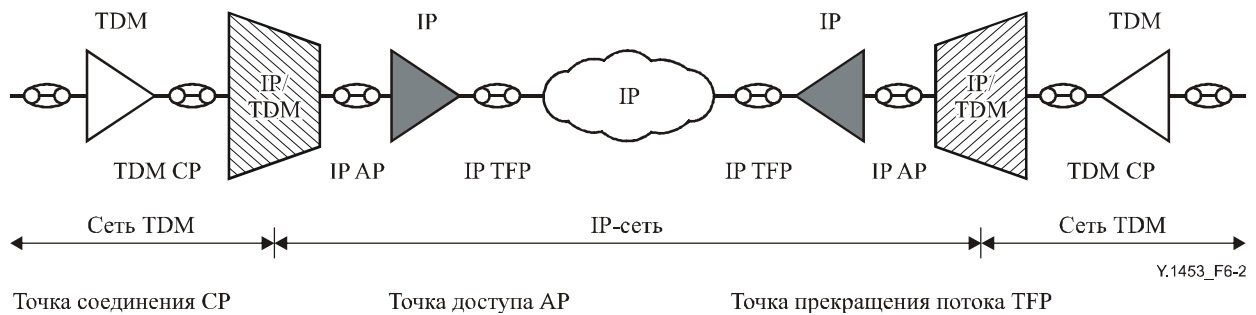


Рисунок 6-2/Y.1453 – Функциональная архитектура взаимодействия TDM и IP, изображенная с использованием схематических соглашений Рекомендации МСЭ-Т G.809

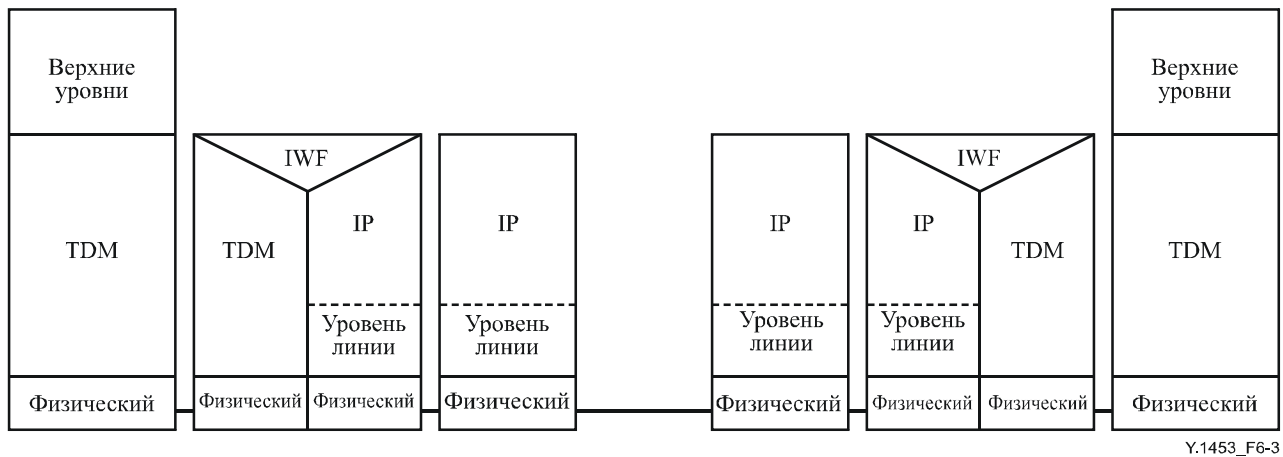


Рисунок 6-3/Y.1453 – Эталонная модель сети и уровни протокола для взаимодействия TDM и IP в плоскости пользователя

7 Общие требования

7.1 Требования в плоскости пользователя

Для передачи потоков TDM через IP-сети требуются следующие возможности:

- a) Способность транспортирования нескольких потоков TDM между двумя IWF.
- b) Поддержка двунаправленных потоков с симметричной полосой пропускания и с привязкой к дуплексному TDM.
- c) Способность транспортирования следующих неструктурированных типов TDM:
 - 1) DS1 на скорости 1544 кбит/с, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.703 [14];
 - 2) E1 на скорости 2048 кбит/с, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.703;
 - 3) DS2 на скорости 6312 кбит/с, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.703;
 - 4) Синхронные последовательные данные, как определено в Рекомендации МСЭ-Т V.36 [15] и МСЭ-Т V.37 [16];

- 5) $N \times 64$ к (т. е. для $N = 1$, как определено в Рекомендации МСЭ-Т I.231.1 [17], для $N = 2$, как определено в Рекомендации МСЭ-Т I.231.5 [37], для $N = 3$, как определено в Рекомендации МСЭ-Т I.231.10 [38] и для $N = 6$, как определено в Рекомендации МСЭ-Т I.231.6 [39]);
 - 6) DS3 на скорости 44 736 кбит/с, как определено в документе ANSI T1.107 [18];
 - 7) E3 на скорости 34 368 кбит/с, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.751 [19].
- d) Способность транспортирования следующих структурированных типов TDM:
- 1) DS1, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.704 [20];
 - 2) дробный DS1, 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) дробный E1, переносящий N временных интервалов со значениями N от 1 до 30, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.704;
 - 5) несколько синхронных DS;
 - 6) DS2, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.704.
- e) Способность транспортирования структурированных типов TDM подпунктов 1, 2, 3, 4, 6 пункта d с Сигнализацией по выделенному каналу (CAS), как определено в документе ANSI T1.107 и в Рекомендации МСЭ-Т G.704.
- f) Способность транспортирования связанной с магистральным каналом или с устройством Сигнализации по общему каналу (CCS), например, как определено в Рекомендациях МСЭ-Т Q.700 [21] и МСЭ-Т Q.931 [22].
- g) Способность выходной IWF устанавливать временную синхронизацию по внешним тактовым сигналам или использовать общий источник тактовых сигналов, или восстанавливать синхронизацию TDM с помощью адаптивных способов.
- h) Соответствие восстановленной синхронизации спецификациям "дрожания" и "блуждания" информационного интерфейса [9] и [10].
- i) Способность к взаимодействию с существующими услугами эмуляции канала (CES), переносимыми в сетях MPLS [3] или ATM [23].
- j) Способность надежно обнаруживать потери пакетов и нарушения порядка следования пакетов.
- k) Способность вставлять AIS или заполняющие данные для компенсации потерянных пакетов.
- l) Способность работать через произвольные IP-сети, но использовать возможности КО IP-сетей, если они имеются.
- m) Способность функций взаимодействия (IWF) поддерживать кадровую синхронизацию TDM (и многокадровую синхронизацию, когда это применимо) для транспортирования с учетом структуры.
- n) Способность устанавливать такую длину полезной нагрузки, чтобы длина пакета не превышала максимальный размер транспортируемого блока (MTU) тракта.

7.2 Аспекты плоскости управления

Для передачи услуг TDM по IP-сетям должны быть обеспечены следующие возможности:

- a) Источник UDP и значения порта назначения для обоих направлений.
- b) Тип трафика TDM в соответствии с п. 7.1 c) и d).
- c) Для последовательных данных (7.1 c) 4): битовая скорость.
- d) Для $N \times 64$ к (7.1 c) 4): значение N .
- e) Для дробного E1 или DS1 (7.1 d) 2 или 4): значение N .
- f) Формат полезной нагрузки (см. пункт 9).

- g) Для транспортирования без учета структуры: количество октетов полезной нагрузки на IP-пакет.
- h) Для неструктурированного DS1: если используется выровненный по октетам режим DS1.
- i) Для инкапсуляции с сохранением структуры: число кадров на IP-пакет.
- j) Для инкапсуляции с указанием структуры:
 - 1) число 48-октетных PDU на пакет;
 - 2) режим AAL 1: неструктурированный, структурированный или структурированный с CAS.
- k) Индикатор использования RTP [24].
 - l) Если RTP используется:
 - 1) определяется ли метка времени с помощью общего тактового сигнала;
 - 2) частота общих тактовых импульсов, разделенная на 8 кГц;
 - 3) тип полезной нагрузки (PT);
 - 4) значение SSRC.

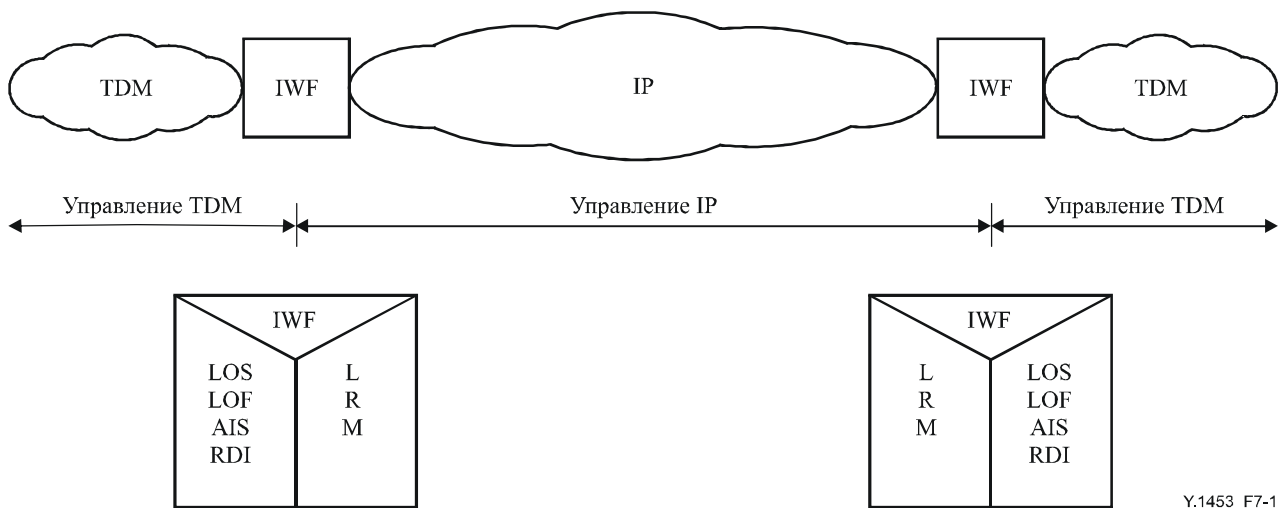
7.3 Аспекты управления обработкой отказов

Функция взаимодействия поддерживает перенос информации о повреждении между IP-сетями и сетями с TDM, как показано на рисунке 7-1. В частности, сообщения о местных повреждениях TDM [6], таких как пропадание сигнала или пропадание синхронизации, должны передаваться с входной IWF на выходную IWF; а такие аномалии IP [25], как нарушение порядка или потеря пакета, должны обнаруживаться выходной IWF.

Функция взаимодействия передает данные о повреждениях TDM через IP-сеть посредством установки надлежащих флагов в общих индикаторах взаимодействия. Определение состояния повреждений TDM и критерии наступления этого состояния и выхода из него определены в Рекомендации МСЭ-Т G.705 [6]. 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 различных данных (например, dLOS, dLOA или dAIS). Дополнительно, если это применяется, на уровень управления должен быть послан надлежащий аварийный сигнал.

Выходная IWF обнаруживает аномалии IP путем контроля за своевременным прибытием пакетов и с помощью порядкового номера в общих индикаторах взаимодействия. Независимо от характера аномалий, выходная IWF должна обеспечивать целостность синхронизации местного интерфейса TDM. Выходная IWF должна вести статистическую запись аномалий, и когда плотность аномалий становится такой, что может вызвать повреждение, она информирует входную IWF об этом дефекте и посылает надлежащий аварийный сигнал уровню управления.

Должна обеспечиваться возможность различать неисправности в IP-сети и неисправности в удаленной сети TDM.



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

Рисунок 7-1/Y.1453 – Функциональное представление управления обработкой отказов TDM и IP

7.4 Аспекты управления трафиком

IP-поток должен обладать способностью обеспечивать требуемое КО для всех соединений TDM и должен выполнять совокупные требования к пропускной способности для всех транспортируемых соединений TDM.

Если в IP-сети разрешены Diffserv согласно RFC 2474 [26], то для предоставления услуги с малым временем запаздывания и минимальным "дрожанием" должна использоваться PNB-политика немедленной передачи пакетов согласно RFC 3246 [27] с соответствующим согласованием трафика. Предполагается, что при этом возникнут некоторые перегрузки IP-сети.

Если в IP-сети задействуются Intserv согласно RFC 2210 [28], то для обеспечения достаточной ширины полосы и ограниченной задержки должно использоваться гарантированное обслуживание (ГО) согласно RFC 2212 [29] с резервированием ширины полосы большей, чем необходимо для передачи полного трафика TDM.

Перед подачей трафика для оценки задержки должна быть измерена ожидаемая задержка, вносимая сетью. Такое измерение имеет смысл только в том случае, если поставщик услуг справляется с нагрузкой на IP-сеть.

7.5 Управление допуском к соединению для IWF

Если могут быть обеспечены гарантии пропускной способности, то функция IWF должна обеспечить управление допуском к соединению. Решение о допуске должно основываться на полном распределении ширины полосы пропускания IP-сети, на ширине полосы, которая уже используется взаимодействующими потоками или другими клиентами IP-сети, и на запрошенной ширине полосы. Когда в распоряжении имеется достаточная ширина полосы, запрос может быть удовлетворен. Когда ширина полосы недостаточна, запрос соединения TDM должен быть отклонен.

8 Рассмотрение функциональных групп для взаимодействия сетей TDM и IP

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

| |
|---|
| IP |
| UDP |
| Факультативная информация о временной синхронизации |
| Общие индикаторы взаимодействия |
| Полезная нагрузка TDM |

ПРИМЕЧАНИЕ. – Бит 8 является старшим значащим битом.

Рисунок 8-1/У.1453 – Функциональные группы для взаимодействия TDM и IP

8.1 IP

Это поле является стандартным заголовком IPv4 [11] или IPv6 [12].

8.2 Протокол UDP

Поскольку может возникнуть необходимость транспортирования нескольких эмулированных потоков TDM между двумя IP-адресами, необходимо применять метод маркирования потоков TDM и IP. В настоящей Рекомендации рассматривается только маркирование вручную. Метка может быть проставлена в поле порта источника UDP или поле порта назначения UDP, согласно RFC 768 [13]. Если используется поле порта источника, поле порта назначения может содержать идентификатор, указывающий, что пакет содержит данные TDM.

8.3 Общие индикаторы взаимодействия

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

| | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---|-------|---|---|---|---|
| Бит | | | | | | | |
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Управление | | | | | | | |
| FRAG | | | Длина | | | | |
| Порядковый номер (2 октета) | | | | | | | |

ПРИМЕЧАНИЕ. – Бит 8 является старшим значащим битом.

Рисунок 8-2/У.1453 – Общие индикаторы взаимодействия

8.3.1 Поле управления

Формат поля управления показан на рисунке 8-3.

| | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Бит | | | | | | | |
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Зарезервированы | | | | L | R | M | |

ПРИМЕЧАНИЕ. – Бит 8 является старшим значащим битом.

Рисунок 8-3/У.1453 – Поле управления

Зарезервированное поле должно быть установлено в нуль.

Поля L, R и M предоставляют средства для передачи индикаторов повреждения TDM между функциями IWF. Они должны использоваться в соответствии с принципами, изложенными в

соответствующих Рекомендациях МСЭ-Т серии G в отношении эксплуатации, организационного управления и технического обслуживания (ОАМ).

L Местная неисправность TDM: Установленный бит L (т. е. L = 1) 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 значения, а полезная нагрузка может быть подавлена для сохранения полосы пропускания. Установленный бит L должен быть сброшен, если неисправность TDM устранена.

R Нарушение удаленного приема: Установленный бит R (т. е. R = 1) указывает, что источник пакетов не получает пакеты из IP-сети. Следовательно, установка бита R указывает на неисправность противоположного направления. Этот индикатор может использоваться для сигнализации о перегрузке IP-сети или о других связанных с сетью неисправностях. Бит R должен быть установлен после того, как не было принято установленное заранее число последовательных пакетов, и должен быть сброшен, как только прием пакетов восстановится.

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 подавлена, то на выходе должен генерироваться соответствующий "пустой" код.
- 1 0 Указывает на поврежденные, но потенциально допускающие восстановление данные TDM. Использование этого индикатора является предметом 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:

FRAG

- 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 IP-пакет транспортируется по сети 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 указывает величину полезной нагрузки IP-пакета в октетах, и ее значение является суммой:

- a) размера общих индикаторов взаимодействия;
- b) объема факультативной информации о синхронизации; и
- c) размера полезной нагрузки,

пока эта сумма не становится равной 64 октетам или больше, в таком случае поле длины должно быть установлено 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 описываются ниже.

8.3.4.1 Установка порядковых номеров

Следующие процедуры применяются для входной IWF (направление от TDM к IP):

- Для первого IP-пакета, переданного через взаимодействующий поток, должно быть установлено случайное значение порядкового номера.
- Для каждого последующего IP-пакета 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 обнаружения потери пакета зависит от реализации.

Следующие процедуры применяются для выходной IWF (направление от IP к TDM):

- Выходная IWF производит определение ожидаемого порядкового номера.
- Первый пакет, принятый из IP-сети, 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 RFC 3550 [24].

В случае использования заголовков RTP появляется в каждом пакете взаимодействия непосредственно после заголовка UDP/IP и перед общим полем индикаторов взаимодействия.

8.5 Полезная нагрузка TDM

Формат полезной нагрузки TDM подробно представлен в пункте 9.

8.6 Резюме формата инкапсуляции

В настоящем пункте рассматриваются два формата инкапсуляции: первый, при котором заголовок RTP отсутствует (см. рисунок 8-4), и второй, при котором заголовок RTP присутствует (см. рисунок 8-5).

| Бит | | | | Октеты | | | | |
|--------------------------------|---|---|---|--------------------------|---|---|---|-------|
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Вариант IP | | | | IHL (длина заголовка IP) | | | | 1 |
| IP TOS (тип обслуживания с IP) | | | | | | | | 2 |
| Общая длина | | | | | | | | 3–4 |
| Идентификация | | | | | | | | 5–6 |
| Флаги | | | | Коррекция фрагмента | | | | 7 |
| | | | | | | | | 8 |
| Время существования (TTL) | | | | | | | | 9 |
| Протокол | | | | | | | | 10 |
| Контрольная сумма заголовка IP | | | | | | | | 11–12 |
| IP-адрес источника | | | | | | | | 13–16 |
| IP-адрес назначения | | | | | | | | 17–20 |
| Номер порта источника UDP | | | | | | | | 21–22 |
| Номер порта назначения UDP | | | | | | | | 23–24 |
| Длина UDP | | | | | | | | 25–26 |
| Контрольная сумма UDP | | | | | | | | 27–28 |
| Зарезервировано | | | | L | R | M | | 29 |
| FRAG | | | | Длина | | | | 30 |
| Порядковый номер | | | | | | | | 31–32 |
| Адаптивная полезная нагрузка | | | | | | | | 33–n |

ПРИМЕЧАНИЕ. – Бит 8 является старшим значащим битом.

Рисунок 8-4/У.1453 – Формат инкапсуляции без использования RTP

Первые двадцать октет составляют заголовок IP; октеты с 21 по 28 составляют заголовок UDP. Октеты с 29 по 32 являются общими индикаторами взаимодействия.

Описания полей являются следующими:

Вариант IP, октет 1, биты с 8 по 5

Указывает номер варианта IP, например для IPv4 вариант IP = 4.

IHL, октет 1, биты с 4 по 1

Указывает длину (в 32-битовых словах) заголовка IP, например IHL = 5.

IP TOS, октет 2

Указывает тип обслуживания с IP.

Общая длина, октеты 3 и 4

Указывает длину (в октетах) заголовка и полезной нагрузки IP.

Идентификация, октеты 5 и 6

Поле идентификации фрагментирования IP [11].

Флаги, октет 7, биты с 8 по 6

Указывает контрольные флаги IP и должно быть установлено на флаги = 010, для того чтобы избежать фрагментации.

Смещение фрагмента, октет 7, биты с 5 по 1 и октет 8

Указывает, где в дейтаграмме находится фрагмент, который не используется.

Время существования, октет 9

Указывает поле IP-TTL. Дейтаграммы с нулевым значением в этом поле должны игнорироваться.

Протокол, октет 10

Указывает тип протокола и должен быть установлен на 0x11 (т. е. шестнадцатеричное 11) для обозначения UDP.

Контрольная сумма заголовка IP, октеты 11 и 12

Указывает контрольную сумму заголовка IP.

IP-адрес источника, октеты с 13 по 16

Указывает IP-адрес источника.

IP-адрес назначения, октеты с 17 по 20

Указывает IP-адрес назначения.

**Номер порта источника, октеты 21 и 22, и
Номер порта назначения, октеты 23 и 24**

Какое-либо из этих полей может использоваться только для определения конкретного транспортируемого потока TDM. Поток UDP должен конфигурироваться вручную.

Если порт источника используется для определения потока TDM, то номер порта назначения может быть использован для определения пакета UDP, в соответствии с настоящей Рекомендацией.

Если номер порта UDP используется в качестве идентификатора потока TDM, то он должен выбираться из диапазона динамически выделенных номеров портов UDP (с 49 152 по 65 535).

Вопрос о том, какое из полей, поле порта источника или поле порта назначения, будет выбрано в качестве идентификатора потока TDM, зависит от реализации, однако он должен быть согласован с входной и выходной IWF.

Длина UDP, октеты 25 и 26

Указывает длину заголовка UDP и полезной нагрузки в октетах.

Контрольная сумма UDP, октеты 27 и 28

Указывает контрольную сумму заголовка и полезной нагрузки UDP/IP. Если она не рассчитана, то она должна быть установлена на нуль.

Зарезервировано, октет 29, биты 8–5

Указывает зарезервированное поле, которое должно быть выставлено на нуль.

L, R, и M октет 29, биты с 4 по 1

См. 8.3.1.

FRAG, октет 30, биты 8 и 7

См. 8.3.2.

Длина, октет 30, биты с 6 по 1

См. 8.3.3.

Порядковый номер, октеты 31 и 32

См. 8.3.4.

Если появляется заголовок RTP, то формат пакета является таким, как это представлено на рисунке 8-5.

| Бит | | | | Октейты | | | | |
|--------------------------------|---|-------|---|---------------------|---|----|---|-------|
| 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| Вариант IP | | | | IHL | | | | 1 |
| IP TOS | | | | | | | | 2 |
| Общая длина | | | | | | | | 3–4 |
| Идентификация | | | | | | | | 5–6 |
| Флаги | | | | Коррекция фрагмента | | | | 7 |
| Время существования (TTL) | | | | | | | | 8 |
| Протокол | | | | | | | | 9 |
| Контрольная сумма заголовка IP | | | | | | | | 10 |
| IP-адрес источника | | | | | | | | 11–12 |
| IP-адрес назначения | | | | | | | | 13–16 |
| Номер порта источника UDP | | | | | | | | 17–20 |
| Номер порта назначения UDP | | | | | | | | 21–22 |
| Длина UDP | | | | | | | | 23–24 |
| Контрольная сумма UDP | | | | | | | | 25–26 |
| RTV | | P | | X | | CC | | 27–28 |
| Маркер | | PT | | | | | | 29 |
| Порядковый номер RTP | | | | | | | | 30 |
| Метка времени RTP | | | | | | | | 31–32 |
| Идентификатор SSRC | | | | | | | | 33–36 |
| Зарезервировано | | | | R | | L | | 37–40 |
| FRAG | | Длина | | | | | | 41 |
| Порядковый номер | | | | | | | | 42 |
| Адаптивная полезная нагрузка | | | | | | | | 43–44 |
| | | | | | | | | 45–n |

ПРИМЕЧАНИЕ. – Бит 8 является старшим значащим битом.

Рисунок 8-5/У.1453 – Формат инкапсуляции с использованием RTP

Описание полей, не указанных выше, представлено следующим образом:

Поля заголовка RTP должны использоваться следующим образом:

- **RTV** (версия) всегда установлено на 2.
- **P** (заполнение), **X** (расширение заголовка), **CC** (счетчик CSRC) и **Mark** (маркер) всегда установлены на 0. Следовательно, расширения заголовка RTP, заполнение и вспомогательные источники синхронизации никогда не используются.
- **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.
- **Порядковый номер RTP** должен быть равен порядковому номеру в общих индикаторах взаимодействия.
- **Метки времени RTP** используются для переноса через сеть информации о синхронизации:
 - a) Их значения генерируются в соответствии с правилами, установленными в RFC 3550 [24].
 - 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 к Рек. МСЭ-Т У.1413 [3].

- 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, основанная на AAL типа 1, как определено в Рек. МСЭ-Т I.363.1 [23] и в CES 2.0 Форума ATM [30].

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 согласно Рекомендации МСЭ-Т G.704 [20].

Формат полезной нагрузки для транспортирования без учета структуры поддерживает все службы TDM из 7.1, подпункты с, 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 задано заранее;
- 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 Дополнении III.

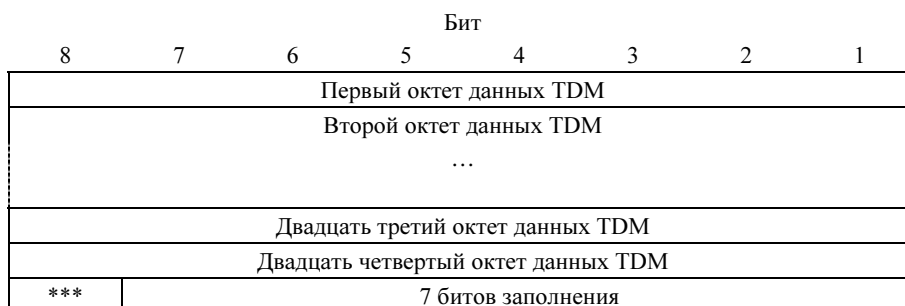
Когда установлен бит L, для сохранения полосы пропускания в пакетах TDM-IP могут исключаться недействительные полезные нагрузки TDM.

Если пакет потерян или получен слишком поздно для перегона, или получен с установленным битом L, то выходная IWF должна создать соответствующее количество AIS в направлении своего интерфейса 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 использование тактовых сигналов на основе SRTS.

9.1.1 Выровненный по октетам формат полезной нагрузки T1

Каналы DS1 могут доставляться входной IWF заполненными до целого числа байтов, как описывается в Приложении В к Рек. МСЭ-Т G.802 [31]. 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

ПРИМЕЧАНИЕ. – Бит 8 является старшим значащим битом.

Рисунок 9-1/У.1453 – Выровненный по октетам формат полезной нагрузки DS1

9.2 Транспортирование с учетом структуры

При транспортировании с учетом структуры правильная работа удаленного интерфейса TDM обеспечивается посредством восстановления сигнала кадровой синхронизации (FAS) на выходе, а сохранение целостности структуры осуществляется путем сохранения структуры или указания структуры.

Если пакет потерян или получен слишком поздно для полезной нагрузки, или получен с установленным битом L, то выходная IWF должна восстановить соответствующее количество заполняющих данных для поддержания синхронизации TDM и FAS. Хотя для поддержания синхронизации TDM может оказаться достаточно вставки произвольного объема заполняющих данных, это может ухудшить воспринимаемое качество голосовых телефонных каналов, содержащихся в TDM. В зависимости от ожидаемого процента потерь пакетов, может потребоваться использование механизмов маскирования потери пакетов (PLC).

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

9.2.1 Инкапсуляция с сохранением структуры

Все пакеты переносят один и тот же объем данных TDM в обоих направлениях. 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 [20] в сеть TDM.

Для услуг, 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 время запаздывания пакетирования составит M раз по 125 микросекунд (125 мкс).

Для услуг, 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 о 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, представленные в таблице 1 Рек. МСЭ-Т G.704 [20], 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, ниже.

| 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.1453 – Формат полезной нагрузки для инкапсуляции с сохранением структуры без CAS (IP-пакет 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 количеством N временных интервалов на кадр плюс субструктура сигнализации.

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

Рисунок 9-3/У.1453 – Формат полезной нагрузки для инкапсуляции с сохранением структуры с CAS (IP-пакет переносит субструктуру сигнализации)

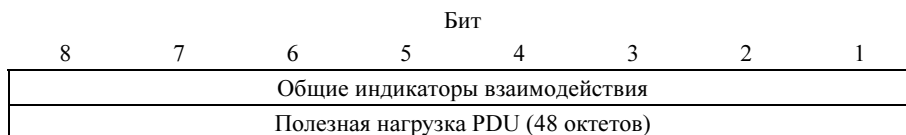
9.2.2 Инкапсуляция с указанием структуры

Для этой инкапсуляции битовый поток TDM адаптируется с использованием AAL типа 1, как описывается в Рекомендации МСЭ-Т I.363.1 [23] и CES 2.0 Форума АТМ [30], для формирования 48-октетных PDU SAR AAL типа 1, как описывается в п. 2.4.2 Рек. МСЭ-Т I.363.1

Полезная нагрузка пакета содержит один или больше PDU, как показано на рисунках 9-4 и 9-5. Количество PDU в пакете:

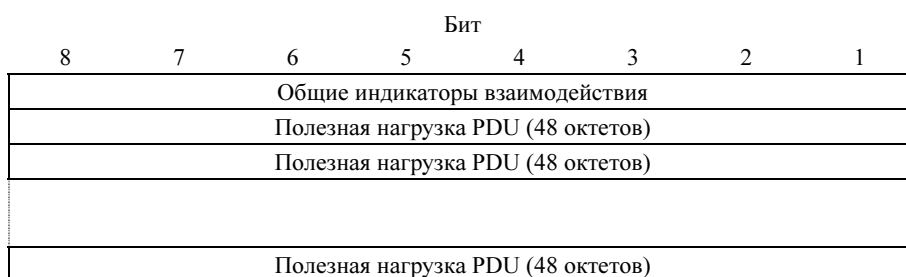
- должно быть установлено заранее;
- должно быть одним и тем же в обоих направлениях; и
- должно оставаться неизменным во время существования соединения.

Руководство по выбору надлежащего числа PDU в пакете приведено в Дополнении IV.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Бит 8 является старшим значащим битом.

Рисунок 9-4/У.1453 – Инкапсуляция с указанием структуры с одним PDU в пакете



ПРИМЕЧАНИЕ. – Бит 8 является старшим значащим битом.

Рисунок 9-5/У.1453 – Инкапсуляция с указанием структуры с несколькими PDU в пакете

На уровне AAL типа 1 различают 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 индикации подуровня конвергенции (CSI), который извещает о появлении указателя структуры для переноса структурированных данных и может быть использован для восстановления тактовых сигналов (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 CES 2.0 Форума ATM [30] определяет два режима – структурированный и неструктурированный 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 распределяют информацию о синхронизации для обеспечения требуемого уровня характеристик. Поскольку сети IP не имеют исходного механизма распределения синхронизации, должны быть обеспечены другие методы распространения и восстановления синхронизации. Такие методы находятся вне сферы применения настоящей Рекомендации.

11 Аспекты потери пакетов

Невозможно избежать потери некоторой части пакетов в IP-сети, 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 IP, поэтому для компенсации потери пакетов должны быть предприняты соответствующие действия.

При обнаружении потери пакетов IWF вводит требуемый объем AIS или заполняющих данных в направлении оконечной системы для сохранения синхронизации TDM. Когда используется сигнализация CAS, должны быть предприняты меры посредством применения механизмов с учетом структуры для поддержания состояния сигнализации.

При транспортировании без учета структуры не может быть идентифицирован заголовок структуры, и транспортирование осуществляется прозрачно в сегментах TDM. Поэтому заполняющие данные в большинстве случаев вводят неправильный FAS. Возможно улучшение целостности FAS посредством соответствующего приведения в соответствие длительности пакета с периодом FAS. Однако теперь интерфейсом оконечной системы будет наблюдаться соответствующее количество блоков с ошибками [8].

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

Для TDM, переносящей телефонные каналы, вставка заполняющих данных может ухудшить воспринимаемое качество звука. В зависимости от ожидаемого процента потерь пакетов, может потребоваться использование механизмов маскирования потери пакетов (PLC). Механизмы PLC находятся вне сферы применения настоящей Рекомендации.

12 Поддержка CAS и CCS

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

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

12.1 Поддержка 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 может добавляться такая субструктура CAS, или может использоваться выравнивание мультикадров для защиты битов CAS.

12.2 Поддержка CCS

CCS может переноситься в одном или нескольких временных интервалах сигнала TDM как асинхронный поток сообщений, часто как кадры высокоуровневого управления каналом передачи данных (HDLC).

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

13 Соображения о безопасности

Аспекты безопасности в настоящей Рекомендации не рассматриваются.

Дополнение I

Факультативная обработка сигналов CCS, основанных на HDLC

Для эффективного транспортирования сигналов CCS, относящихся к магистрали и основанных на HDLC, например сигнализации SS7 [21] и PRI ЦСИС [22], 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 максимального размера PDU.

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

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

На входе передатчик контролирует флаги, пока не обнаружит кадр. Содержимое кадра собирается, и производится испытание последовательности проверки кадра (FCS). Если FCS не верна, то кадр сбрасывается, в противном случае кадр передается после начальных или конечных флагов, FCS сбрасывается и удаляются нули (согласно п. 2.6 Рек. МСЭ-Т Q.921 [32]). На выходе производится вставка нулей, повторное вычисление FCS и восстановление действительного кадра HDLC.

Дополнение II

Показатели эффективности функционирования сети IP

В этом Дополнении рассматриваются искажения эмулированной службы TDM, вызываемые ошибками внутри IP-сети. В основном оно посвящено соотношениям между параметрами технических характеристик нижележащей IP-сети и показателями ухудшения качества обслуживания для услуг TDM, а именно "секундам с ошибками" и "секундам с очень большим числом ошибок", как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.826 [8], и коэффициенту готовности, как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.827 [33]. Дополнительно рассмотрены конкретные значения характеристик для речевых каналов.

II.1 Ошибки в IP-сети, которые влияют на услугу TDM

Всякий раз, когда IWF должна генерировать AIS или данные заполнения, ввиду отсутствия подлинных данных TDM, это будет влиять на показатели эффективности функционирования. Это может происходить ввиду ухудшения трех четко выделенных показателей качества IP-сети, а именно:

- 1) потеря пакетов в сети IP;
- 2) сбрасывание пакетов ввиду обнаружения ошибок; и
- 3) сбрасывание пакетов ввиду переполнения/потери значимости буфера "дрожания".

Эти три вида ухудшения поддаются количественному измерению, путем использования показателей, определенных для сетей пакетной коммутации в других Рекомендациях МСЭ-Т, таких как Рекомендация МСЭ-Т G.1020 [34].

Целью Рекомендации МСЭ-Т G.1020 является определение параметров рабочих характеристик пакетной сети и терминалов, которые отражают воспринимаемое качество речи и других приложений в полосе тональных частот. Преимущественно в ней обращается внимание на ухудшения качества, являющиеся следствиями изменения времени задержки и потерь пакетов, которые присущи IP и другим технологиям, основанным на пакетной передаче, и которые не проявляются в традиционных сетях с временным разделением каналов (TDM). Хотя службы TDM прямо не рассматриваются в Рекомендации МСЭ-Т G.1020, некоторые из определенных в ней показателей применяются к речевым каналам, переносимым TDM.

II.1.1 Коэффициент потерь пакетов

Коэффициент потерь пакетов IP определен в Рекомендации МСЭ-Т Y.1540 [25]. Каждый потерянный пакет вызывает выброс ошибок по битам в восстановленном потоке TDM.

II.1.2 Изменение задержки пакетов

Изменение задержки пакетов (PDV) IP определено в Рекомендации МСЭ-Т Y.1540. Так как PDV используется для задания величины буфера "дрожания", то эти пакеты могут поступать слишком поздно или слишком рано, чтобы попасть в буфер. Такие пакеты сбрасываются и считаются потерянными, вызывая еще раз выброс ошибок по битам в восстановленном потоке TDM. В некоторых реализациях все пакеты, поступившие не по порядку, сбрасываются и считаются потерянными.

II.1.3 Коэффициент ошибок по пакетам

Коэффициент ошибок по IP-пакетам определен в Рекомендации МСЭ-Т Y.1540. Ошибки по битам, возникшие в IP-сети, обычно обнаруживаются механизмом обнаружения ошибок уровня 2, вызывая сброс пакета. Это вызывает выброс 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.

II.1.4 Общие потери пакетов

Общие потери пакетов определены в Рекомендации МСЭ-Т G.1020 [34]. 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 определен суммарный критерий для этих типов ошибок в IP-сети, называемый "общие потери пакетов".

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

II.2 Взаимосвязь с показателями ухудшения службы TDM

В Рекомендации МСЭ-Т G.826 [8] 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 IP-сети.

II.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 сквозные нормы на процент секунд с ошибками.

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 к Рек. G.1020.

II.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 сквозные нормы на процент секунд, которые могут содержать большое число ошибок.

Если большинство потерь или сбросов IP-пакетов возникают в пакетных сигналах, и эти пакетные сигналы 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 Рек. МСЭ-Т G.826.

II.3 Требования к готовности

"Состояние неготовности", как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.826, 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 IP-сети определена в Рекомендации МСЭ-Т Y.1540 [25] и может быть коррелирована с определением готовности TDM.

II.4 Требования к качеству передачи речи

В зависимости от коэффициента потерь пакетов в базовой IP-сети, TDM, переносимое через IP-сети, может не соответствовать нормам на ошибки из Рекомендации МСЭ-Т G.826.

Однако речевой трафик, переносимый в потоках TDM, может тем не менее удовлетворять стандартным нормам на качество передачи речи. Особенно важными являются снижение качества передачи речи, заданное в Рекомендациях МСЭ-Т P.800 [35] и P.862 [36], и требования к задержке, установленные в Рекомендации МСЭ-Т G.114 [7].

В целом признается, что большинство приложений будут иметь приемлемые характеристики, если задержка в одном направлении не будет превышать 150 миллисекунд, при понимании, что обеспечено соответствующее ограничение эха (в некоторых случаях приемлемы большие по величине задержки). Это ограничение должно учитываться при планировании сети и задании конфигурации буферов "дрожания".

Потери пакетов в голосовом трафике могут создавать перерывы или помехи, приводящие к прерывистой, искаженной и даже неразборчивой речи. Субъективные показатели качества речи приведены в Рекомендации МСЭ-Т P.800 [35], а объективные показатели – в Рекомендации МСЭ-Т P.862 [36]. Взаимодействие TDM и IP должно обеспечивать, чтобы воспринимаемое качество голоса было таким же, как и в КТСОП, даже при наличии приемлемого общего коэффициента потерь пакетов.

Дополнение III

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.
- DS1 – 192 байтов.
- E3 и DS3 – 1024 байтов.
- величины полезной нагрузки, кратные 47 байтам, могут использоваться в сочетании с неструктурированной ATM-CES [30].

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

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

Дополнение IV

Предлагаемое число PDU SAR AAL1 в пакете

Число PDU, содержащееся в IP-пакете, устанавливается заранее и, как правило, выбирается с учетом ограничений на время запаздывания и полосу пропускания. Использование одиночного PDU сокращает задержку до минимума, но вызывает использование самого большого заголовка. Предлагаемые значения находятся в пределах от 1 до 8 PDU на пакет – для каналов E1 и DS1, и от 5 до 15 PDU на пакет – для каналов E3 и DS3.

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

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

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