

МСЭ-Т G.8261.1/Y.1361.1

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

(02/2012)

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

Аспекты передачи пакетов по транспортным сетям –
Параметры качества и готовности

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

Аспекты протокола Интернет – Транспортирование

**Сетевые пределы изменения задержки
пакета, применимые к методам на основе
пакетов (Синхронизация по частоте)**

Рекомендация МСЭ-Т G.8261.1/Y.1361.1

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

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

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

Рекомендация МСЭ-Т G.8261.1/Y.1361.1

Сетевые пределы изменения задержки пакета, применимые к методам на основе пакетов (Синхронизация по частоте)

Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т G.8261.1/Y.1361.1 рассматриваются аспекты синхронизации в пакетных сетях. В частности, определены гипотетическая эталонная модель и сетевые пределы PDV, применяемые в случаях, когда частотная синхронизация осуществляется с использованием пакетов и восстанавливается согласно адаптивному методу восстановления тактового сигнала, описанному в Рекомендациях МСЭ-Т G.8261 и МСЭ-Т G.8260. Определена минимально допустимая устойчивость оборудования на границе этих пакетных сетей к изменениям задержки передачи пакетов с использованием показателей, определенных в Рекомендации МСЭ-Т G.8260.

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т G.8261.1/Y.1361.1	13.02.2012 г.	15-я	11.1002/1000/11522
1.1	МСЭ-Т G.8261.1/Y.1361.1 (2012), Попр.1	14.05.2014 г.	15-я	11.1002/1000/12190

Ключевые слова

PDV, синхронизация.

* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL: <http://handle.itu.int/>, после которого следует уникальный идентификатор Рекомендации. Например, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ

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

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

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

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

© ITU 2016

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения	1
2 Справочные документы	1
3 Определения	2
4 Сокращения и акронимы	2
5 Соглашения по терминологии	3
6 Общие положения	3
7 Эталонная модель сети	3
7.1 Гипотетические эталонные модели.....	3
7.2 Контрольные точки для определения сетевых пределов в пакетных сетях.....	6
8 Сетевой предел PDV	8
Библиография	10

Рекомендация МСЭ-Т G.8261.1/У.1361.1

Сетевые пределы изменения задержки пакета, применимые к методам на основе пакетов (Синхронизация по частоте)

1 Сфера применения

Настоящая Рекомендация относится к аспектам синхронизации в пакетных сетях. В частности, в ней определены гипотетическая эталонная модель (HRM) и сетевые пределы PDV, применяемые в случаях, когда частотная синхронизация осуществляется с использованием пакетов и восстанавливается согласно адаптивному методу восстановления тактового сигнала, описанному в Рекомендациях МСЭ-Т G.8261 и МСЭ-Т G.8260. Определена минимально допустимая устойчивость оборудования на границе этих пакетных сетей к изменениям задержки передачи пакетов с использованием показателей, определенных в Рекомендации МСЭ-Т G.8260.

В настоящей Рекомендации рассматриваются две основные области применения – распределение тактового сигнала сети синхронизации пакетным методом (например, с использованием пакетов RTP или NTP и адаптивного подхода) и распределение рабочего тактового сигнала в пакетной сети в соответствии с адаптивным методом восстановления тактового сигнала (например, восстановление тактового сигнала службы эмуляции канала (CES) с использованием адаптивного метода), однако подробная информация о сетевых пределах CES подлежит дальнейшему изучению.

Рассматриваются односторонний и двусторонний методы.

Пакетные сети, относящиеся к области применения настоящей Рекомендации, на текущий момент ограничены следующими типами:

- Ethernet ([IEEE 802.3], [IEEE 802.1D], [IEEE 802.1 ad], [IEEE 802.1Q], [IEEE 802.1Qay]);
- MPLS ([IETF RFC 3031], [ITU-T G.8110]);
- IP ([IETF RFC 791] и [IETF RFC 2460]).

Физический уровень, соответствующий настоящей спецификации, – это типы среды передачи Ethernet, определенные в стандарте IEEE 802.3™-2008. Соответствующими могут быть и другие физические уровни, которые, возможно, будут рассмотрены в последующих версиях настоящей Рекомендации.

2 Справочные документы

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

- | | |
|---------------|---|
| [ITU-T G.803] | Recommendation ITU-T G.803 (2000), <i>Architecture of transport networks based on the synchronous digital hierarchy (SDH)</i> . |
| [ITU-T G.810] | Recommendation ITU-T G.810 (1996), <i>Definitions and terminology for synchronization networks</i> . |
| [ITU-T G.823] | Recommendation ITU-T G.823 (2000), <i>The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 2048 kbit/s hierarchy</i> . |
| [ITU-T G.824] | Recommendation ITU-T G.824 (2000), <i>The control of jitter and wander within digital networks which are based on the 1544 kbit/s hierarchy</i> . |

- [ITU-T G.8110] Рекомендация МСЭ-Т G.8110/Y.1370 (2005 г.), *Архитектура сетей уровня MPLS.*
- [ITU-T G.8260] Рекомендация МСЭ-Т G.8260 (2012 г.), *Определения и терминология для синхронизации в пакетных сетях.*
- [ITU-T G.8261] Рекомендация МСЭ-Т G.8261/Y.1361 (2008 г.), *Аспекты хронирования и синхронизации в пакетных сетях.*
- [ITU-T G.8263] Рекомендация МСЭ-Т G.8263/Y.1363 (2012 г.), *Характеристики хронирования тактовых генераторов оборудования на основе пакетов.*
- [ITU-T G.8265] Рекомендация МСЭ-Т G.8265/Y.1365 (2010 г.), *Архитектура и требования для доставки значений частот в пакетном режиме.*
- [ITU-T G.8265.1] Recommendation ITU-T G.8265.1/Y.1365.1 (2010), *Precision time protocol telecom profile for frequency synchronization.*
- [ITU-T O.172] Рекомендация МСЭ-Т O.172 (2005 г.), *Аппаратура для измерения фазового дрожания и дрейфа фазы для цифровых систем, построенных на основе синхронной цифровой иерархии (СЦИ).*
- [IEEE 802] IEEE 802-2001, *IEEE standard for local and metropolitan area networks: Overview and architecture.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/802.html>>
- [IEEE 802.1ad] IEEE 802.1ad™-2005, *IEEE Standard for local and metropolitan area networks: Virtual bridged local area networks – Amendment 4: Provider Bridges.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1ad-2005.pdf>>
- [IEEE 802.1D] IEEE 802.1D™-2004, *IEEE Standard for local and metropolitan area networks: Media Access Control (MAC) Bridges.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1D-2004.pdf>>
- [IEEE 802.1Q] IEEE 802.1Q™-2005, *IEEE Standard for local and metropolitan area networks: Virtual bridged local area networks.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/download/802.1Q-2005.pdf>>
- [IEEE 802.3] IEEE 802.3-2008, *Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications.*
<<http://standards.ieee.org/getieee802/802.3.html>>
- [IETF RFC 791] IETF RFC 791 (1981), *Internet Protocol.*
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc0791.txt?number=791>>
- [IETF RFC 2460] IETF RFC 2460 (1998), *Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification.*
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc2460.txt?number=2460>>
- [IETF RFC 3031] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture.*
<<http://www.ietf.org/rfc/rfc3031.txt?number=3031>>

3 Определения

В настоящей Рекомендации используются термины и определения, приведенные в [ITU-T G.810] и [ITU-T G.8260].

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы.

CES	Circuit Emulation Service	Служба эмуляции канала
DSL	Digital Subscriber Line	Цифровая абонентская линия
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer	Мультиплексор доступа к цифровой абонентской линии

EEC	Ethernet Equipment Clock	Тактовый генератор оборудования Ethernet
HRM	Hypothetical Reference Model	Гипотетическая эталонная модель
MW	Microwave	Микроволновый
OLT	Optical Line Terminal	Терминал оптической линии
ONU	Optical Network Unit	Блок оптической сети
OTN	Optical Transport Network	Оптическая транспортная сеть
PDV	Packet Delay Variation	Отклонение задержки пакетов
PEC-M	Packet-based Equipment Clock Master	Задающий тактовый генератор оборудования на основе передачи пакетов
PEC-S-F	Packet based Equipment Clock Slave Frequency	Ведомый тактовый генератор оборудования на основе передачи пакетов
PNT-F	Packet Network Timing Function	Функция хронирования пакетной сети
PON	Passive Optical Network	Пассивная оптическая сеть
PRC	Primary Reference Clock	Первичный опорный тактовый генератор
PTP	Precision Time Protocol	Протокол точного времени
SEC	SDH Equipment Clock	Тактовый генератор оборудования SDH
SSU	Synchronization Supply Unit	Блок синхронизации

5 Соглашения по терминологии

Отсутствуют.

6 Общие положения

Использование методов на основе пакетной передачи, описанных в [ITU-T G.8261], для передачи опорных сигналов хронирования в целях частотной синхронизации требует контроля создаваемого в сети PDV, с тем чтобы обеспечить приемлемые характеристики работы при использовании пакетного тактового генератора с характеристиками, определенными в [ITU-T G.8263].

В настоящей Рекомендации определены сетевые пределы во всех соответствующих точках сети.

В разделе 7 описаны эталонные модели сети и связанные с ними целевые требования к характеристикам, которые считаются существенными для данного приложения. Соответствующие пределы PDV определены в разделе 8.

7 Эталонная модель сети

7.1 Гипотетические эталонные модели

В данном разделе приведены гипотетические эталонные модели, основанные на том допущении, что они соответствуют моделям наихудшего случая для большинства транзитных сетей подвижной связи.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Предполагается, что гипотетические эталонные модели, определенные в данном разделе, состоят из сетевого оборудования, создающего контролируемое PDV, совместимое с сетевыми пределами, определенными в разделе 8. Известно, что некоторое сетевое оборудование способно создавать чрезмерное PDV и потенциально превышать указанные сетевые пределы PDV. Вопросы, связанные с тем, что именно составляет контролируемый объем PDV, как определить пригодность сетевого оборудования для рассмотрения в таких гипотетических эталонных моделях или в ограниченной гипотетической эталонной модели, а также как оценить уровень PDV, создаваемый сетевым оборудованием, подлежат дальнейшему исследованию.

7.1.1 HRM-1 – сеть, в которой используются только соединения 1 Гбит/с и 10 Гбит/с

Модель HRM-1 показана на рисунке 1; она состоит из канала 1 Гбит/с, соединяющего задающий пакетный тактовый генератор с первым узлом, трех волоконно-оптических каналов по 10 Гбит/с и семи волоконно-оптических каналов по 1 Гбит/с. Предполагается, что это соответствует модели наихудшего случая для большинства транзитных сетей подвижной связи, в которых используются только волоконно-оптические соединения.

Пределы отклонения задержки передачи пакетов для HRM-1 определены в разделе 8 настоящей Рекомендации.

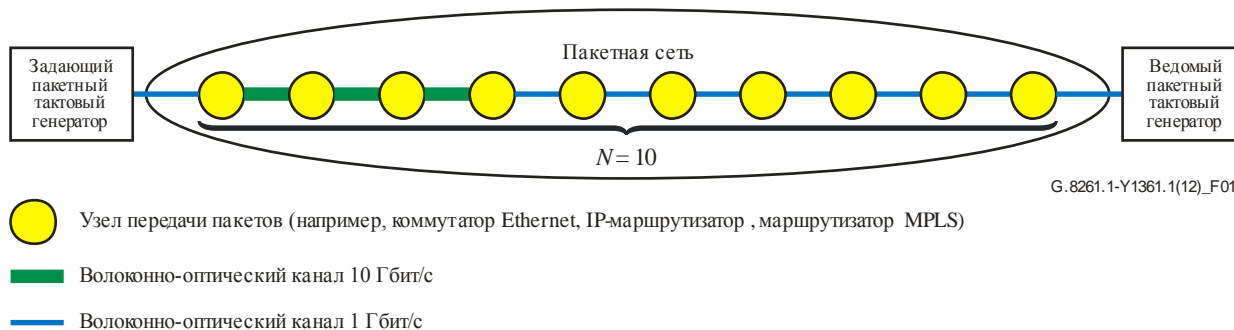


Рисунок 1 – Модель HRM-1 для определения пределов отклонения задержки передачи пакета

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Канал между задающим пакетным тактовым генератором и первым узлом передачи пакетов может иметь пропускную способность 100 Мбит/с вместо 1 Гбит/с.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Канал между последним узлом передачи пакетов и ведомым пакетным тактовым генератором может иметь пропускную способность 100 Мбит/с вместо 1 Гбит/с, в случае если по нему передаются только сообщения RTPv2 и не передается трафик данных.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В реальной установке каналы 1 Гбит/с можно заменить каналами 10 Гбит/с, но не наоборот.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Распределение каналов, соединяющих узлы передачи пакетов, не имеет значения (например, каналы 10 Гбит/с не обязательно должны находиться в начале пакетной сети); однако в базовой сети, как правило, используются каналы 10 Гбит/с.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Некоторые каналы, соединяющие узлы передачи пакетов, могут осуществлять передачу поверх сети OTN, исходя из предположения, что PDV, создаваемое этими методами передачи, пренебрежимо мало по сравнению с PDV, создаваемым узлами передачи пакетов HRM.

Некоторые каналы, соединяющие узлы передачи пакетов, также могут осуществлять передачу поверх сети SDN; этот вопрос подлежит дальнейшему изучению.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Предполагается, что по каналам пакетной сети, переносящим сообщения RTPv2, не передаются кадры, длина которых превышает 2000 байтов.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Предполагается, что сообщения RTPv2 переносятся с наивысшим приоритетом и в узлах передачи пакетов помещаются в строго приоритетную очередь; другие потоки, использующие эту очередь, подлежат дальнейшему изучению (можно допустить следующее: либо эта очередь содержит только сообщения RTPv2, либо другие пакеты трафика данных, также поступающие в эту очередь, являются небольшими, и объем данных в очереди гораздо меньше емкости выходного интерфейса).

ПРИМЕЧАНИЕ 8. – Модели трафика, переносимого по этой сети, подлежат дальнейшему изучению; они могут включать в себя трафик данных как подвижной, так и фиксированной связи.

7.1.2 HRM-2 – сеть с использованием особых методов доступа

Во многих транзитных сетях подвижной связи базовая станция соединяется с сетью с использованием специальных технологий доступа, таких как цифровая абонентская линия (DSL), пассивная оптическая сеть (PON) или микроволновые (MW) каналы.

На рисунке 2, ниже, показана модель HRM-2; она состоит из сокращенной HRM-1 (канал 1 Гбит/с, соединяющий задающий пакетный тактовый генератор с первым узлом, один волоконно-оптический канал 10 Гбит/с и четыре волоконно-оптических канала по 1 Гбит/с), за которой следуют канал DSL (HRM-2a) или канал PON (HRM-2b) либо несколько MW-каналов (HRM-2c), далее следует канал 1 Гбит/с для подключения участка доступа к ведомому пакетному тактовому генератору.

Пределы отклонений задержки передачи пакетов для HRM-2 определены в разделе 8 настоящей Рекомендации.

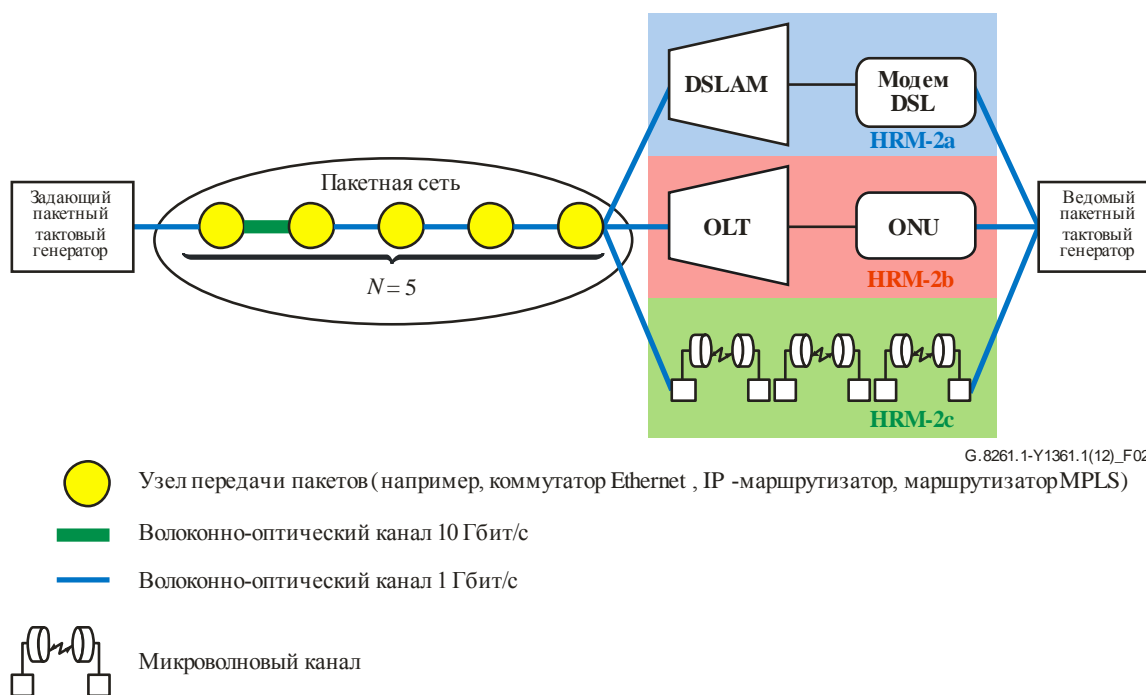


Рисунок 2 – Модель HRM-2 для определения пределов отклонения задержки передачи пакета

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Канал между задающим пакетным тактовым генератором и первым узлом передачи пакетов может иметь пропускную способность 100 Мбит/с вместо 1 Гбит/с.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Канал между последним узлом доступа и ведомым пакетным тактовым генератором может иметь пропускную способность 100 Мбит/с вместо 1 Гбит/с, в случае если по нему передаются только сообщения RTPv2, и не передается трафик данных.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – В реальной установке каналы 1 Гбит/с можно заменить каналами 10 Гбит/с, но не наоборот.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Распределение каналов, соединяющих узлы передачи пакетов, не имеет значения (например, каналы 10 Гбит/с не обязательно должны находиться в начале пакетной сети); однако в базовой сети, как правило, используются каналы 10 Гбит/с.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Некоторые каналы, соединяющие узлы передачи пакетов, могут осуществлять передачу поверх сети OTN, исходя из предположения, что PDV, создаваемое этими методами передачи, пренебрежимо мало по сравнению с PDV, создаваемым узлами передачи пакетов HRM.

Некоторые каналы, соединяющие узлы передачи пакетов, также могут осуществлять передачу поверх сети SDN; этот вопрос подлежит дальнейшему изучению.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Предполагается, что по каналам пакетной сети, переносящим сообщения RTPv2, не передаются кадры, длина которых превышает 2000 байтов.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Предполагается, что сообщения RTPv2 переносятся с наивысшим приоритетом и в узлах передачи пакетов и оборудовании доступа помещаются в строго приоритетную очередь; другие потоки, использующие эту очередь, подлежат дальнейшему изучению (можно допустить следующее: либо эта очередь содержит только сообщения RTPv2, либо другие пакеты трафика данных, также поступающие в эту очередь, являются небольшими, и объем данных в очереди гораздо меньше емкости выходного интерфейса).

ПРИМЕЧАНИЕ 8. – Модели трафика, переносимого по этой сети, подлежат дальнейшему изучению; они могут включать в себя трафик данных как подвижной, так и фиксированной связи.

ПРИМЕЧАНИЕ 9. – Предполагается, что технологиями DSL, используемыми в HRM-2а, являются SHDSL или VDSL2; шум PDV, создаваемый этими технологиями, подлежит дальнейшему изучению и может существенно отличаться от шума, создаваемого другими технологиями.

ПРИМЕЧАНИЕ 10. – HRM-2с может содержать адаптивное микроволновое оборудование, пропускная способность которого адаптируется к погодным условиям.

ПРИМЕЧАНИЕ 11. – Число микроволновых пролетов в HRM-2с подлежит дальнейшему изучению.

ПРИМЕЧАНИЕ 12. – Пропускная способность каналов, соединяющих DSLAM с модемом в HRM-2а, OLT с ONU в HRM-2b и два микроволновых узла в HRM-2с, подлежат дальнейшему изучению.

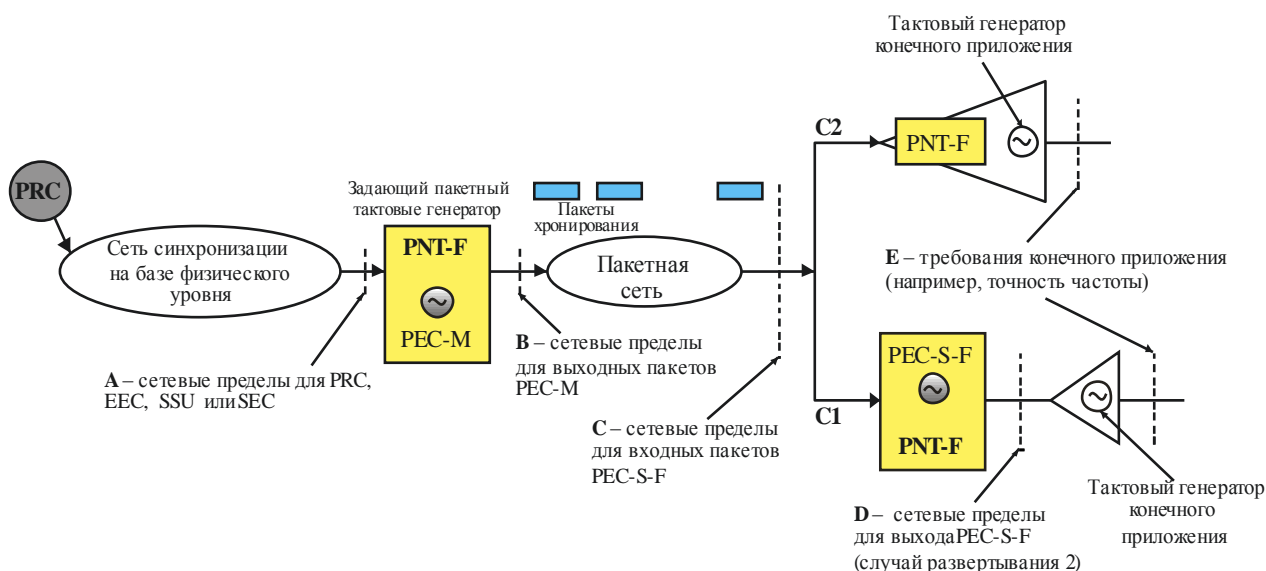
ПРИМЕЧАНИЕ 13. – Трафик, переносимый микроволновыми каналами в HRM-2с, подлежит дальнейшему изучению (микроволновые каналы могут агрегировать трафик, поступающий не только от узла ведомого пакетного тактового генератора, но и от других узлов).

7.2 Контрольные точки для определения сетевых пределов в пакетных сетях

На рисунке 3 показаны все контрольные точки для определения сетевых пределов, применимые к обобщению случая 2 развертывания PNT, показанного на рисунке 18 [ITU-T G.8261] (например, между PRC и задающим пакетным тактовым генератором, когда опорный сигнал хронирования распространяется по сети синхронизации на базе физического уровня).

Сценарий использования, описанный для случая 1 развертывания PNT, показанного на рисунке 17 [ITU-T G.8261], где PEC-S-F обеспечивает внешний интерфейс синхронизации с подключенной сетью синхронизации, подлежит дальнейшему изучению.

Подробные данные сетевых пределов CES также подлежат дальнейшему изучению.



G.8261.1-Y.1361.1(12)_F03

Рисунок 3 – Контрольные точки для определения сетевых пределов

7.2.1 Сетевые пределы для задающего пакетного тактового генератора (PEC-M)

В этом разделе рассматривается случай сетевых пределов для PEC-M.

В этом случае сетевые пределы применимы на входе PEC-M (интерфейс А). В зависимости от конкретных данных сети синхронизации, подключенной к PEC-M, имеются:

- сетевые пределы EEC (в случае синхронного Ethernet), см. пункт 9.2.1 [ITU-T G.8261];
- сетевые пределы SEC/SSU (в случае сети синхронизации на базе SDH), см. пункты 6.2.2 и 6.2.3 [ITU-T G.823];
- пределы интерфейса PRC (в том случае, если PRC подключен непосредственно к PEC), см. пункт 6.2.1 [ITU-T G.823].

Самый общий случай, который рассматривается в настоящей Рекомендации, – опорный сигнал хронирования передается в PEC-M через полную эталонную цепь сети синхронизации, как показано на рисунке 8-5 [ITU-T G.803] (следует отметить, что сам тактовый генератор PEC-M также должен рассматриваться как часть цепи), см. [ITU-T G.803]. Поэтому рассматриваются сетевые пределы для EEC или SEC, определенные соответственно в пункте 9.2.1 [ITU-T G.8261] и пункте 6.2.3 [ITU-T G.823].

Пределы пакетной сети на выходе PEC-M (контрольная точка В на рисунке 3) определяются по соответствующим параметрам сигнала синхронизации пакетов. Это подлежит дальнейшему изучению.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Ожидается, что PDV на выходе задающего пакетного тактового генератора будет относительно низким; это означает, что для параметров, используемых в этом случае, не требуется специальная предварительная обработка пакетов (например, отбор пакетов).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – PEC-M также можно смоделировать посредством включения PEC в PNT-F (см. рисунок 5 [ITU-T G.8261]; Примечание 1), когда PNT-F переводит несущую хронирования с физического уровня на пакетный уровень.

7.2.2 Сетевые пределы для PEC-S-F

В этом разделе рассматривается случай сетевых пределов для PEC-S-F.

Согласно рисунку 3 PEC-S-F через соединение C1 обеспечивает интерфейс внешней синхронизации конечного приложения (то есть случай 2 развертывания PNT, показанный на рисунке 18 [ITU-T G.8261]).

В этих случаях сетевые пределы определяются согласно [ITU-T G.8261] (пункт 9.2.2) по восстановленному опорному сигналу хронирования.

В частности, как описано в пункте 9.2.2 и Дополнении IV [ITU-T G.8261], можно выделить следующие три основных случая сетевых пределов, применимых к интерфейсу D:

- случай 1 – сетевые пределы EEC (см. пункт 9.2.2.1 [ITU-T G.8261]), подлежат дальнейшему изучению;
- случай 2 – сетевые пределы интерфейсов трафика (см. раздел 5 [ITU-T G.823] или раздел 5 [ITU-T G.824]);
- случай 3 – кратковременные пределы устанавливаются согласно разделу 5 [ITU-T G.823] или [ITU-T G.824], а долговременные – уровнем n ррб (где n должно быть ниже соответствующего требования для радиointерфейса).

В отношении случая 3 в предположении, что $n = 16$ ррб, предел выходного фазового дрейфа, применимый в контрольной точке D, указан в таблице 1 и на рисунке 4.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Эквивалентная маска в случае [ITU-T G.824] подлежит дальнейшему изучению.

Таблица 1 – Предел выходного фазового дрейфа для случая 3 на основе [ITU-T G.823]

Интервал наблюдения, τ (с)	Требование МПЕ (мкс)
$0,05 < \tau \leq 0,2$	46τ
$0,2 < \tau \leq 32$	9
$32 < \tau \leq 64$	$0,28\tau$
$64 < \tau \leq 1\ 125$	18
$\tau > 1\ 125$	$0,016\tau$

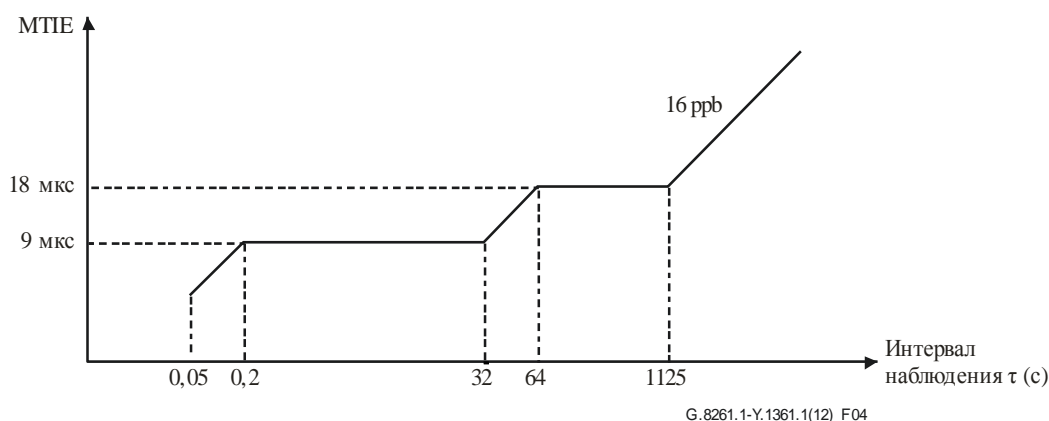


Рисунок 4 – Предел выходного фазового дрейфа для случая 3 на основе [ITU-T G.823]

Требования к измерению фазового дрейфа (например, время выборки и интервал измерения) для параметров МПЕ, характеристика 10 Гц фильтра измерения фазового дрейфа и функциональное описание процесса измерения выходного фазового дрейфа приведены в [ITU-T O.172]. Для измерения параметров фазового дрейфа подходят контрольно-измерительные приборы, указанные в [ITU-T O.172].

Пределы пакетной сети выражаются показателем соответствующего PDV в интерфейсе С (на самом деле в данном случае время восстановления основано на применении адаптивного метода), как указано в разделе 8 настоящей Рекомендации.

Соединение через интерфейс С2 на рисунке 3 соответствует случаю, когда функция PNT-F и соответствующий ей PEC-S-F интегрированы в конечное приложение.

В этом случае интерфейс пакетной сети (например, интерфейс Ethernet) соединен непосредственно с конечным приложением (например, базовой станцией с интерфейсом Ethernet), и сетевые пределы могут быть выражены только на уровне интерфейса С. Действительно, выход PNT-F (эквивалент интерфейса D соединения С1 на рисунке 3) в общем случае недоступен для измерений параметров соединения через интерфейс С2.

Сетевые пределы на выходе оконечного оборудования зависят от требований конечного приложения (контрольная точка E). Этот вопрос подлежит дальнейшему изучению.

8 Сетевой предел PDV

Сетевой предел отклонения задержки передачи пакетов, приведенный в настоящем разделе, представляет максимальные допустимые уровни отклонения задержки передачи пакетов в интерфейсе С, показанном на рисунке 3.

Пределы, указанные в данном разделе, должны соблюдаться в любых условиях эксплуатации. В целом эти сетевые пределы совместимы с минимальным допуском на отклонение задержки передачи пакетов, который должен обеспечиваться всем оборудованием PEC-S-F.

ПРИМЕЧАНИЕ. – PЕC, встроенный в конечное приложение, как показано после соединения C2 на рисунке 3, подлежит дальнейшему рассмотрению в [ITU-T G.8263].

Следует отметить, что определенный в настоящем разделе сетевой предел PDV основан на допущении о том, что сетевое оборудование, составляющее гипотетическую эталонную модель, создает контролируемый объем PDV. Известно, что некоторое сетевое оборудование создает чрезмерное PDV и потенциально может превышать эти сетевые пределы PDV. Вопросы, связанные с тем, что именно составляет контролируемый объем PDV, как определить пригодность сетевого оборудования для рассмотрения в гипотетических эталонных моделях, определенных в настоящей Рекомендации, или в ограниченной гипотетической эталонной модели, а также как оценить уровень PDV, создаваемого сетевым оборудованием, подлежат дальнейшему исследованию.

Сетевой предел отклонения задержки передачи пакетов в точке C на рисунке 3 для HRM-1, показанной на рисунке 1, определяется следующим образом.

Если период окна $W = 200$ с и фиксированный диапазон кластера $\delta = 150$ мкс начиная с наименьшей задержки, то характеристика передачи сети, количественно определяющая долю доставленных пакетов, которые отвечают критерию задержки, должна удовлетворять следующему условию:

$$FPP(n, W, \delta) \geq 1\%,$$

то есть наименьший процент пакетов должен превышать 1%.

Это означает, что при любом периоде окна, составляющем 200 с, по крайней мере 1% переданных пакетов хронирования будет получен в рамках фиксированного кластера, который начинается с наблюдаемого минимального уровня задержки и имеет ширину 150 мкс.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Метод выбора (использование скользящих, перекрывающихся или скачкообразно переходящих окон), применимый к сетевому пределу, который определен в настоящей Рекомендации, подлежит дальнейшему исследованию.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Число пакетов, полученных в пределах кластера фиксированной ширины, зависит от номинальной скорости передачи пакетов. Например, если номинальная скорость передачи пакетов составляет один пакет в секунду, $FPP > 1\%$ означает, что в каждом 200-секундном интервале два или более пакетов будут получены в пределах кластера фиксированной ширины. Число пакетов в окне выбора имеет значение для рассмотрения предела устойчивости ведомого тактового генератора.

Более подробно методику измерения см. в разделе I.5 [ITU-T G.8260].

Этот сетевой предел может независимо применяться к прямому или обратному потоку пакетного хронирования. Рассмотрение совокупного эффекта обоих направлений подлежит дальнейшему исследованию.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Этот сетевой предел применяется только к HRM-1. Большое число сетей HRM-1 могут обеспечивать значительно меньшее отклонение задержки передачи пакетов по сравнению с изменением, определенным данным пределом, и, следовательно, он рассматривается как весьма консервативный. Данный предел не описывает распределение задержки передачи пакета в пределах диапазона кластера.

Другие показатели PDV, эмулирующие режим пакетного ведомого тактового генератора, в настоящее время исследуются и могут использоваться в будущем для описания сетевых пределов PDV менее консервативным образом. Некоторая информация содержится в пункте I.4 [ITU-T G.8260].

Пределы отклонения задержки передачи пакета для HRM-2 подлежат дальнейшему изучению. Для HRM-2 могут применяться иные пределы и использоваться иные параметры.

Библиография

- [b-IEEE 802.1Qay] IEEE 802.1Qay™-2009, *Стандарт IEEE для локальных и городских сетей – Виртуальные шунтирующие локальные сети. Поправка 10: Магистральные мосты поставщиков – Расчет трафика.*

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

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	
Общие положения	Y.100–Y.199
Услуги, приложения и промежуточные программные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500–Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899
АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ	
Общие положения	Y.1000–Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами	Y.1200–Y.1299
Транспортирование	Y.1300–Y.1399
Взаимодействие	Y.1400–Y.1499
Качество обслуживания и сетевые показатели качества	Y.1500–Y.1599
Сигнализация	Y.1600–Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
IPTV по СПП	Y.1900–Y.1999
СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ	
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты обслуживания: возможности услуг и архитектура услуг	Y.2200–Y.2249
Аспекты обслуживания: взаимодействие услуг и СПП	Y.2250–Y.2299
Нумерация, присваивание имен и адресация	Y.2300–Y.2399
Управление сетью	Y.2400–Y.2499
Архитектура и протоколы сетевого управления	Y.2500–Y.2599
Пакетные сети	Y.2600–Y.2699
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899
Открытая среда операторского класса	Y.2900–Y.2999
БУДУЩИЕ СЕТИ	Y.3000–Y.3099
ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	Y.3500–Y.3999

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

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

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