

# МСЭ-Т G.8265.1/Y.1365.1

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

**Исправление 1**  
(04/2016)

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

Аспекты передачи пакетов по транспортным сетям –  
Целевые параметры синхронизации, качества  
и готовности

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ  
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА  
ИНТЕРНЕТ, СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ,  
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА

Аспекты протокола Интернет – Транспортирование

---

Профиль протокола точного времени в среде  
электросвязи для синхронизации по частоте

**Исправление 1**

Рекомендация МСЭ-Т G.8265.1/Y.1365.1 (2014 год) –  
Исправление 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 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 МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СИСТЕМ – 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
Ethernet и аспекты транспортирования сообщений	G.8000–G.8099
MPLS и аспекты транспортирования сообщений	G.8100–G.8199
<b>Целевые параметры синхронизации, качества и готовности</b>	<b>G.8200–G.8299</b>
Управление услугами	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.8265.1/Y.1365.1

### Профиль протокола точного времени в среде электросвязи для синхронизации по частоте

#### Исправление 1

#### Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т G.8265.1/Y.1365.1 содержится профиль протокола точного времени (РТР) МСЭ-Т для распределения частот без поддержки хронирования со стороны сети (режим одноадресной передачи). В ней приведена необходимая подробная информация для использования стандарта IEEE 1588 в соответствии с архитектурой, описываемой в Рекомендации МСЭ-Т G.8265/Y.1365. В данном издании Рекомендации определяется профиль РТР для режима только одноадресной передачи. В будущих изданиях Рекомендации будет содержаться отдельный профиль для смешанного случая одноадресной/многоадресной передачи.

Исправление 1 вносит поправку к формату спецификации параметра `logInterMessageInterval`, определяющего минимальный период сообщения для профиля в среде электросвязи для синхронизации по частоте, и поправку к тексту, разъясняющие, что используется только согласованный режим одноадресной передачи.

#### Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т G.8265.1/Y.1365.1	07.10.2010 года	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/10911">11.1002/1000/10911</a>
1.1	МСЭ-Т G.8265.1/Y.1365.1 (2010) Попр. 1	13.04.2011 года	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11143">11.1002/1000/11143</a>
1.2	МСЭ-Т G.8265.1/Y.1365.1 (2010) Попр. 2	29.10.2012 года	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/11821">11.1002/1000/11821</a>
2.0	МСЭ-Т G.8265.1/Y.1365.1	22.07.2014 года	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12193">11.1002/1000/12193</a>
2.1	МСЭ-Т G.8265.1/Y.1365.1 (2014) Испр. 1	13.04.2016 года	15-я	<a href="http://handle.itu.int/11.1002/1000/12811">11.1002/1000/12811</a>

\* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL <http://handle.itu.int/>, после которого укажите 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 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 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 не получил извещения 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 2019

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
3.1	Термины, определенные в других документах .....	2
3.2	Термины, определенные в настоящей Рекомендации .....	2
4	Сокращения и акронимы .....	2
5	Условные обозначения .....	3
6	Использование РТР для распределения частот .....	3
6.1	Общие требования высокого уровня к проектированию .....	3
6.2	Общее описание .....	5
6.3	Режимы РТР .....	6
6.4	Преобразование РТР .....	7
6.5	Скорости передачи сообщений .....	7
6.6	Согласование одноадресных сообщений .....	8
6.7	Альтернативный ВМСА, модель ведомого устройства электросвязи и процесс выбора ведущего устройства .....	11
6.8	Дополнительные функции защиты .....	16
7	Профиль РТР МСЭ-Т для распределения частот без поддержки хронирования со стороны сети .....	17
8	Аспекты безопасности .....	17
Приложение А – Профиль РТР МСЭ-Т для распределения частот без поддержки хронирования со стороны сети (режим одноадресной передачи) .....		18
A.1	Идентификация профиля .....	18
A.2	Значения атрибутов РТР .....	18
A.3	Варианты РТР .....	22
A.4	Варианты алгоритма выбора наилучшего тактового генератора (ВМСА) .....	23
A.5	Вариант измерения задержки распространения (запрос задержки/ответ задержки) .....	23
A.6	Способы управления конфигурацией .....	23
A.7	Формат идентификаторов тактовых генераторов .....	23
A.8	Флаги, используемые в настоящем профиле .....	23
A.9	Поле управления (controlField) .....	24
Дополнение I – Использование смешанного многоадресного/одноадресного режима для сообщений РТР .....		25



## Профиль протокола точного времени в среде электросвязи для синхронизации по частоте

### Исправление 1

*Редакционное примечание. Это полный текст публикации. Изменения, вносимые этим Исправлением, указываются в виде пометок исправлений, относящихся к тексту Рекомендации МСЭ-Т G.8265.1/Y.1365.1 (2014 год).*

#### 1 Сфера применения

Настоящая Рекомендация определяет профиль для приложений электросвязи на основе протокола точного времени (РТР) [IEEE 1588]. Этот профиль задает функции [IEEE 1588], необходимые для обеспечения функциональной совместимости элементов сети только для доставки значений частоты. Данный профиль основан на архитектуре, описываемой в [ITU-T G.8265], и определениях, приведенных в [ITU-T G.8260]. Первая версия профиля определяет общие требования высокого уровня к конструкции, режимы работы для обмена сообщениями РТР, преобразование протокола РТР, использование одноадресных передач и согласований, алгоритм выбора наилучшего ведущего тактового генератора (ВМСА), а также параметры конфигурации протокола РТР. Поддержка смешанных одноадресных/многоадресных или статических одноадресных режимов является предметом дальнейшего изучения.

Данная Рекомендация также определяет некоторые аспекты, необходимые для использования в среде электросвязи, которые выходят за рамки сферы определения профиля РТР и дополняют его.

#### 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 изучить 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.781]	Recommendation ITU-T G.781 (2008), <i>Synchronization layer functions</i> .
[ITU-T G.8260]	Recommendation ITU-T G.8260 (2012), <i>Definitions and terminology for synchronization in packet networks</i> .
[ITU-T G.8265]	Рекомендация МСЭ-Т G.8265/ Y.1365 (2010 год), <i>Архитектура и требования для доставки значений частот в пакетном режиме</i> .
[IEEE 1588]	IEEE Std 1588-2008, <i>Standard for a Precision Clock Synchronization Protocol for Networked Measurement and Control Systems</i> .

### 3 Определения

#### 3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в других документах.

**3.1.1 пакетный ведущий тактовый генератор** (*packet master clock*) [ITU-T G.8260]

**3.1.2 пакетный ведомый тактовый генератор** (*packet slave clock*) [ITU-T G.8260]

**3.1.3 пакетный сигнал хронирования** (*packet timing signal*) [ITU-T G.8260]

#### 3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

Отсутствуют.

### 4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы.

BMC	Best Master Clock		Наилучший ведущий тактовый генератор
BMCA	Best Master Clock Algorithm		Алгоритм выбора наилучшего ведущего тактового генератора
EUI	Extended Unique Identifier		Расширенный уникальный идентификатор
GM	Grand Master		Грандмастер
NTP	Network Time Protocol		Сетевой протокол синхронизации
OC	Ordinary Clock		Обычный тактовый генератор
ParentDS	Parent Data Set (terminology used in [IEEE 1588])		Родительский набор данных (термин, используемый в [IEEE 1588])
LSP	Label Switched Path		Тракт коммутации с помощью меток
MPLS	Multi-Protocol Label Switching		Многопротокольная коммутация с использованием меток
PDV	Packet Delay Variation		Вариация задержки пакетов
PTP	Precision Time Protocol		Протокол точного времени
PTSF	Packet Timing Signal Fail		Отсутствие пакетного сигнала хронирования
QL	Quality Level		Уровень качества
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	СЦИ	Синхронная цифровая иерархия
SOOC	Slave-Only Ordinary Clock		Обычный ведомый тактовый генератор
SSM	Synchronization Status Message		Сообщение статуса синхронизации
SyncE	Synchronous Ethernet		Синхронный Ethernet
TLV	Type Length Value		Тип, длина, значение
UDP	User Datagram Protocol		Протокол дейтаграмм пользователя
VLAN	Virtual Local Area Network		Виртуальная локальная сеть



## 5 Условные обозначения

В рамках этой Рекомендации используются следующие условные обозначения: термин РТР относится к версии 2 протокола РТР, определяемого в [IEEE 1588]. Термин "ведомый" или "ведомый тактовый генератор" относится к "обычному ведомому тактовому генератору" (SOOC), определяемому в разделе 9.2.2 [IEEE 1588]. "Ведомое устройство электросвязи" – это устройство, состоящее из одного или нескольких устройств SOOC. Термин "ведущий", "пакетный ведущий" или "пакетный ведущий тактовый генератор" относится к грандмастеру, определяемому в [IEEE 1588]. Сообщения РТР, используемые в этой Рекомендации, определяются в [IEEE-1588] и выделяются курсивом.

## 6 Использование РТР для распределения частот

Стандарт [IEEE 1588] изначально был разработан организацией IEEE для поддержки требований к хронированию в сфере промышленной автоматизации. Он содержит протокол точного времени (РТР), разработанный для передачи сигналов точного времени.

После публикации первой версии данного стандарта началась работа над второй версией, которая содержит функции, полезные для передачи протокола по глобальной сети. Эта версия 2 [IEEE 1588] также вводит концепцию "профиля", в соответствии с которой можно выбирать и указывать те или иные аспекты протокола для конкретного применения, отличного от промышленной автоматизации. В настоящей Рекомендации определяется применение "профиля для электросвязи" в целях поддержки конкретных архитектур, описываемых в [ITU-T G.8265].

Для соответствия профилю электросвязи должны соблюдаться требования настоящей Рекомендации и соответствующие требования [IEEE 1588], как указано в Приложении А.

Подробные аспекты, касающиеся профиля для электросвязи, описываются в нижеследующих разделах, а описание самого профиля приведено в Приложении А. Оно соответствует общим правилам описания профиля, разработанным в [IEEE 1588].

Профиль [IEEE 1588] для электросвязи, определенный в настоящей Рекомендации, предназначен для использования в тех приложениях, где требуется только частотная синхронизация. Он не распространяется на приложения, в которых требуется синхронизация по фазе и/или информация о времени суток. Этот профиль предназначен для случая, когда ведущие и ведомые устройства РТР используются в сетях, не поддерживающих протокол РТР в каких-либо промежуточных узлах между ведущим устройством РТР и ведомым устройством РТР.

Также важно отметить, что по умолчанию протокол РТР основан на многоадресной передаче. В рассматриваемом же профиле используется только режим согласованной одноадресной передачи. Для работы в смешанном режиме одно-/многоадресной передачи или статическом одноадресном режиме требуется дальнейшее изучение.

Этот профиль РТР электросвязи определяет параметры из [IEEE 1588], которые будут использоваться для обеспечения взаимодействия протокола между реализациями, а также дополнительные функции, значения по умолчанию настраиваемых атрибутов и механизмы, которые должны поддерживаться. Тем не менее это не гарантирует, что будут выполнены требования, предъявляемые к рабочим характеристикам конкретного приложения. Эти аспекты рабочих характеристик находятся в стадии изучения и подразумевают наличие дополнительных элементов, выходящих за рамки содержания собственно профиля РТР.

### 6.1 Общие требования высокого уровня к проектированию

В разделе 19.3.1.1 [IEEE 1588] говорится:

*"Целью профиля РТР является предоставление организациям возможности указывать конкретные наборы значений атрибутов и дополнительных функций РТР, которые при их использовании в том же транспортном протоколе будут взаимодействовать между собой и обеспечат характеристики, отвечающие требованиям конкретного приложения".*

Для работы в сети электросвязи также требуется, чтобы некоторые дополнительные критерии соответствовали стандартной практике синхронизации, принятой в электросвязи. С учетом этого профиль РТР для распределения частот должен отвечать следующим общим требованиям высокого уровня.

- 1) Обеспечивать совместимость между ведущими и ведомыми тактовыми генераторами РТР, соответствующими профилю.  
Это означает, что ведущие тактовые генераторы РТР, совместимые с данным профилем, должны иметь возможность обслуживать несколько ведомых тактовых генераторов РТР от разных поставщиков, а ведомые – получать сигнал синхронизации от одного или нескольких ведущих тактовых генераторов от разных поставщиков.
- 2) Допускать работу в управляемых глобальных пакетных сетях электросвязи.  
Это могут быть сети на основе таких протоколов, как Ethernet, IP и многопротокольная коммутация с использованием меток (MPLS), а также их комбинации.
- 3) Определять скорости передачи сообщений и значения других параметров, соответствующие распределению частот с учетом требуемых характеристик для приложений электросвязи.  
Следует отметить, что профиль сам по себе не гарантирует соответствие критериям качества, но должен допускать возможность достижения требуемых характеристик при грамотно спроектированном оборудовании, работающем в правильно организованной и управляемой пакетной сети.
- 4) Допускать возможность взаимодействия с существующими сетями синхронизации (такими как синхронный Ethernet (SyncE) и синхронная цифровая иерархия (СЦИ)).  
В частности это означает, что данный профиль должен определять средства, поддерживающие передачу уровней качества (QL) [ITU-T G.781] от ведущего пакетного тактового генератора ведомому пакетному тактовому генератору, обеспечивая полную прослеживаемость до первичного эталона.  
Передаваемые уровни QL должны соответствовать существующей практике синхронизации и характеристикам тактовых генераторов в цепи синхронизации.
- 5) Обеспечивать возможность проектирования и настройки сети синхронизации фиксированной конфигурации.  
Ведущие устройства должны всегда оставаться ведущими, а ведомые – ведомыми. Автономная реконфигурация сети синхронизации (например, посредством автоматического процесса, такого как выбор наилучшего алгоритма ведущего тактового генератора, описываемый в [IEEE 1588]) должна быть запрещена.
- 6) Обеспечивать возможность построения схем защиты в соответствии со стандартной практикой сетей электросвязи.  
В том числе:
  - физической защиты с использованием избыточного оборудования и ведущего устройства в одном и том же месте;
  - географической защиты с использованием отдельного ведущего устройства, расположенного в другом месте. Сюда относится возможность построения схем защиты ведущих пакетных тактовых генераторов с обеими конфигурациями 1:1 и N:1.
- 7) Определять критерии, по которым ведомые устройства переключаются с одного ведущего пакетного тактового генератора на другие.  
Они должны основываться на стандартных критериях электросвязи, то есть в первую очередь на значении QL, а затем на приоритетах.
- 8) Допускать работу с использованием существующих стандартизованных методов обеспечения безопасности, чтобы способствовать целостности синхронизации.

К примерам относятся методы шифрования и/или аутентификации или сетевые методы разделения трафика, такие как виртуальные локальные сети (VLAN) или маршруты, переключаемые с использованием меток (LSP). Следует отметить, что сам профиль не должен определять эти методы, но ничто в нем не должно препятствовать их использованию.

- Ведомые устройства не должны подключаться к вредоносным ведущим устройствам (это можно обеспечить путем аутентификации или с помощью разделения сетей для предотвращения доступа вредоносных ведущих устройств к ведомым устройствам).
- Ведущие устройства не должны обслуживать несанкционированные ведомые устройства.

Следует отметить, что некоторые из этих требований, возможно, не удастся реализовать без фактического ухудшения общего уровня качества системы.

## **6.2 Общее описание**

В [IEEE 1588] определяется несколько типов тактовых генераторов с разной степенью обработки сообщений РТР. В настоящей Рекомендации рассматриваются только обычные тактовые генераторы, определяемые в [IEEE 1588]. Граничные и прозрачные тактовые генераторы, определяемые в [IEEE 1588], выходят за рамки настоящего издания Рекомендации.

Характеристики, достижимые на уровне ведомых тактовых генераторов, зависят от нескольких факторов. К числу главных проблем относятся вариация задержки пакетов и стабильность внутреннего генератора ведомого тактового генератора. Эти аспекты выходят за рамки настоящего издания Рекомендации.

### **6.2.1 Домены**

Домен состоит из логически сгруппированных тактовых генераторов, взаимодействующих друг с другом по протоколу РТР.

Домены РТР используются для разделения сетей в пределах административного домена. Сообщения и наборы данных РТР привязаны к домену и, следовательно, в разных доменах протокол РТР действует независимо.

Для целей настоящего профиля домены РТР создаются с помощью одноадресных сообщений для обеспечения изоляции тактовых генераторов уровня грандмастера. Тактовый генератор (ведомый или ведущий) не должен брать какую-либо информацию из домена РТР и использовать ее для влияния на поведение тактового генератора в другом домене РТР.

**ПРИМЕЧАНИЕ.** – В домене РТР присутствует только один ведущий пакетный тактовый генератор. В пределах домена РТР номер домена всех тактовых генераторов один и тот же.

Например, на рисунке 2 показаны *N* доменов РТР. Каждый ведущий тактовый генератор использует один и тот же номер домена РТР. Разделение на домены осуществляется путем одноадресных сообщений.

### **6.2.2 Сообщения**

В [IEEE 1588] определяются две категории сообщений – события и общие сообщения РТР. Они различаются тем, что сообщения о событиях хронированы и требуют или содержат метку точного времени. Для сообщений общих типов метка точного времени не требуется.

В [IEEE 1588] определяются следующие типы сообщений: *Sync* (синхронизация), *Delay\_Req* (запрос задержки), *Announce* (объявление), *Follow\_Up* (следование), *Delay\_Resp* (ответ задержки), *Management* (управление) и *Signaling* (сигнализация).

## 6.3 Режимы РТР

В [IEEE 1588] описано несколько режимов работы между ведущим и ведомым тактовыми генераторами. В этом разделе рассматриваются эти режимы с учетом функциональных возможностей, необходимых для соответствия настоящему профилю.

### 6.3.1 Односторонний и двусторонний режимы работы

РТР – это протокол, разработанный для доставки сигналов временной синхронизации. Чтобы компенсировать задержку распространения сообщений по сети, сообщения отправляются в каждом направлении, что позволяет измерить полную задержку распространения в оба конца. Затем задержка распространения в один конец оценивается как половина полной задержки. Этот режим работы называется двусторонним. Однако когда РТР используется только для доставки сигналов частоты, двусторонняя работа не требуется, поскольку компенсировать задержку распространения сообщений синхронизации не нужно. Поэтому для распределения частот можно использовать односторонний режим.

Тем не менее в некоторых реализациях процедуры восстановления тактового сигнала используют двусторонний режим, даже если приложению требуется только распределение частот. На самом деле алгоритм восстановления тактового сигнала может использовать обратный маршрут (то есть сообщения *Delay\_Req*). И наоборот, для сужения полосы пропускания, используемой сообщениями РТР, может применяться односторонняя схема.

Ведущий тактовый генератор РТР, соответствующий данному профилю, должен поддерживать одностороннюю и двустороннюю передачу сигналов хронирования. Однако ведомое устройство может использовать только односторонний или двусторонний режим, а поддержка обоих методов не требуется.

### 6.3.2 Одноэтапный и двухэтапный режимы синхронизации

РТР определяет два типа режима синхронизации – одноэтапный и двухэтапный. При одноэтапной синхронизации метка точного времени передается непосредственно в сообщении *Sync*. При двухэтапной синхронизации для переноса метки точного времени, соответствующего сообщению *Sync*, используется сообщение *Follow\_Up*. В протоколе РТР использование сообщений *Follow\_Up* не обязательно.

Следует отметить, что одноэтапный подход к синхронизации позволяет значительно сократить количество сообщений РТР, отправляемых ведущим тактовым генератором, и снизить нагрузку на него.

Однако могут возникать ситуации, когда требуется двухэтапный подход к синхронизации (например, когда необходимы некоторые функции обеспечения безопасности). Эти ситуации подлежат дальнейшему изучению.

Настоящий профиль допускает оба режима синхронизации. Ведущий тактовый генератор РТР, совместимый с профилем, может использовать как одно-, так и двухэтапный режим синхронизации или оба этих режима.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Характеристики потока сообщений синхронизации РТР, генерируемых ведущим тактовым генератором, использующим эти два подхода, подлежат дальнейшему изучению.

Чтобы соответствовать [IEEE 1588], ведомое устройство должно работать как с одно-, так и с двухэтапной синхронизацией без какой-либо специальной настройки.

Согласно разделу 7.3.8.3 [IEEE 1588] при использовании двухэтапной синхронизации флаг *twoStepFlag* принимает значение TRUE для указания того, что за сообщением *Sync* будет следовать сообщение *Follow\_up* и что ведомое устройство не должно учитывать метку времени в сообщении *Sync*. При использовании одноэтапной синхронизации флаг *twoStepFlag* принимает значение FALSE, и в этом случае ведомое устройство должно учитывать метку времени в сообщении *Sync*.

### 6.3.3 Одноадресный или многоадресный режимы

PTP позволяет использовать одноадресный и многоадресный режимы передачи сообщений PTP. В профиле PTP, приведенном в Приложении А, для всех сообщений PTP используется согласованный одноадресный режим.

Возможность использования многоадресного режима для некоторых или всех сообщений PTP требует дальнейшего изучения.

Информация по этому вопросу приведена в Дополнении I.

Ведущий или ведомый тактовый генератор, соответствующий профилю PTP, описываемому в Приложении А, должен поддерживать согласованный одноадресный режим. Вопрос о поддержке смешанного одноадресного/многоадресного или статического одноадресного режима требует дальнейшего изучения.

### 6.4 Преобразование PTP

Настоящий профиль электросвязи PTP основан на преобразовании PTP, определяемом в Приложении D к [IEEE 1588] *Transport of PTP over User Datagram Protocol over Internet Protocol Version 4* и Приложении E к [IEEE 1588] *Transport of PTP over User Datagram Protocol over Internet Protocol Version 6*.

Следовательно, ведущий или ведомый тактовый генератор, соответствующий профилю, описываемому в настоящей Рекомендации, должен соответствовать Приложению D к [IEEE 1588] и может соответствовать Приложению E к [IEEE 1588].

ПРИМЕЧАНИЕ. – Использование преобразования IP/UDP имеет целью облегчить применение IP-адресации. Это не означает, что поток PTP может переноситься по неуправляемой сети передачи пакетов. Предполагается, что в целях контроля и сведения к минимуму вариации задержки пакетов будет использоваться хорошо управляемая сеть передачи пакетов.

### 6.5 Скорости передачи сообщений

Значения скоростей передачи сообщений определяются только для целей взаимодействия протоколов. Не предполагается, что какой-либо ведомый тактовый генератор должен удовлетворять соответствующим требованиям к целевым характеристикам при всех скоростях передачи пакетов в данном диапазоне, особенно при низкой скорости передачи пакетов. Соответствующее значение зависит от характеристик тактового генератора и требований к целевым характеристикам. В течение периода стабилизации также могут предъявляться разные требования к скорости передачи пакетов.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Чтобы соответствовать требуемым целевым характеристикам, конкретная реализация ведомого тактового генератора может поддерживать подмножество значений скорости передачи сообщений в пределах указанных ниже диапазонов. С другой стороны, ведущий тактовый генератор должен поддерживать весь диапазон возможных значений скорости передачи сообщений. Если в реализации не указано иное, то предполагается, что по умолчанию используется указанное ниже значение.

В рамках данного профиля могут использоваться следующие сообщения и должен соблюдаться соответствующий указанный диапазон значений скорости передачи одноадресных сообщений:

- сообщения *Sync* (если используются сообщения *Follow\_up*, они должны иметь ту же скорость передачи) – минимальная скорость передачи – один пакет каждые 16 секунд, максимальная скорость – 128 пакетов в секунду;
- сообщения *Delay\_Req/Delay\_Resp* – минимальная скорость – один пакет каждые 16 секунд, максимальная скорость – 128 пакетов в секунду;
- сообщения *Announce* – минимальная скорость – один пакет каждые 16 секунд, максимальная – восемь пакетов в секунду (значение по умолчанию – один пакет каждые две секунды);

– сообщения *Signaling* – скорость передачи не указана.

Использование сообщений *Management* является предметом дальнейшего изучения.

## 6.6 Согласование одноадресных сообщений

В сети электросвязи ведомые устройства PTP могут запрашивать услуги синхронизации у ведущих устройств PTP. [IEEE 1588] предлагает механизм, позволяющий ведомым устройствам запрашивать эти услуги в одноадресной среде (см. раздел 16.1 [IEEE 1588]). Настоящий профиль поддерживает согласование одноадресных сообщений в соответствии с [IEEE 1588] и как описано ниже.

Ведущие пакетные тактовые генераторы и ведомые тактовые генераторы, соответствующие данному профилю, должны поддерживать механизм согласования одноадресных сообщений согласно разделу 16.1 [IEEE 1588] и как описано в этом разделе.

Только ведомые тактовые генераторы могут запрашивать одноадресную услугу у ведущего тактового генератора.

При использовании одноадресного режима ведомые устройства PTP запрашивают услугу синхронизации, отправляя на IP-адрес выбранного ведущего устройства PTP в режиме одноадресной передачи сообщение PTP *Signaling*, содержащее параметр TLV REQUEST\_UNICAST\_TRANSMISSION.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Установление одноадресного соединения без согласования в этом профиле электросвязи требует дальнейшего изучения.

Сообщение *Signaling*, содержащее параметр TLV REQUEST\_UNICAST\_TRANSMISSION, периодически возобновляется.

При инициировании одноадресного согласования с ведущим устройством ведомое устройство может использовать в качестве начального значения поля targetPortIdentity сообщения *Signaling* все единицы. Затем, в зависимости от ответа ведущего устройства, ведомое устройство может узнать значения clockIdentity и portNumber ведущего устройства и использовать его в каждом последующем сообщении *Signaling*. Ведущее устройство также может продолжать использовать все единицы. Аналогично ведущее устройство может либо узнать и использовать значения clockIdentity и portNumber ведомого устройства, либо использовать значение все единицы в поле targetPortIdentity отправляемых им сообщений *Signaling*. При приеме как ведущий, так и ведомый тактовые генераторы должны быть готовы обрабатывать обе ситуации, то есть принимать сообщения PTP *Signaling* либо со своими собственными значениями clockIdentity и portNumber, либо со всеми единицами в поле targetPortIdentity.

Поле LogInterMessagePeriod может использоваться для настройки запрашиваемой скорости передачи сообщений *Sync*, *Announce* и *Delay\_Resp*.

Настраиваемый диапазон значений logInterMessagePeriod для всех соответствующих сообщений приведен в Приложении А.

Поле durationField в каждом механизме TLV REQUEST\_UNICAST\_TRANSMISSION имеет значение инициализации по умолчанию 300 секунд и настраиваемый диапазон от 60 до 1000 секунд.

В том случае если ведущий тактовый генератор PTP не может удовлетворить данный запрос ведомого устройства, он не предлагает ему величину, меньшую запрашиваемой, а полностью отклоняет запрос.

Когда ведущий тактовый генератор отказывает в обслуживании или когда ответ на запрос не поступает:

- ведомое устройство выжидает не менее одной секунды (после отказа или неполучения ответа), а затем отправляет новый одноадресный запрос на обслуживание сообщением того же типа тому же ведущему устройству;
- если ведомое устройство отправило три запроса на обслуживание для сообщения одного и того же типа и не получило ответа или получило отказ, оно либо:
  - отменяет любые предоставленные одноадресные услуги по сообщениям других типов, которые оно могло получить, и запрашивает услугу у другого ведущего устройства; либо
  - ожидает еще 60 секунд и повторно отправляет запрос тому же ведущему устройству.

Пример обмена сообщениями для инициирования одноадресной услуги синхронизации показан на рисунке 1. Пример временной диаграммы иллюстрирует обмен одноадресными сообщениями при одноэтапной синхронизации (то есть без сообщений *Follow\_up*) с использованием одностороннего режима (то есть без сообщений *Delay\_Req* и *Delay\_Resp*).

В этом примере показана фаза согласования одноадресной передачи ведомым пакетным тактовым генератором, отправляющим сообщения *Signaling* с запросами *Announce* и *Sync*; ведущий пакетный тактовый генератор передает ведомому запрашиваемые значения скорости передачи сообщений; ведомый пакетный тактовый генератор передает запрашиваемые значения скорости передачи сообщений *Announce* и *Sync* и возобновляет передачу сообщений *Announce* и *Sync* до истечения интервала времени *durationField*.

Следует отметить, что можно представить несколько временных диаграмм на основе алгоритмов обмена сообщениями разного типа: с использованием одиночных или составных параметров "тип, длина, значение" (TLV) в сообщениях *Signaling*; с использованием разных значений *durationFields* для сообщений каждого типа и т. д. На рисунке 1 представлен пример обмена сообщениями; он предназначен только для иллюстрации и не соответствует какой-либо конкретной реализации.

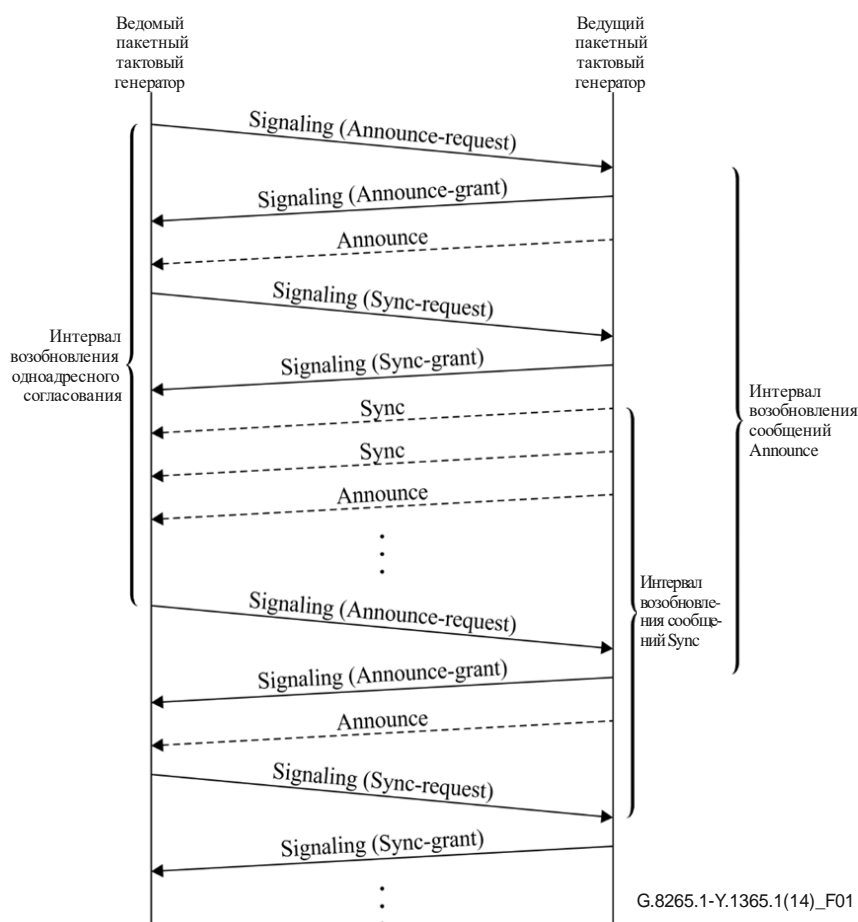


Рисунок 1 – Пример одноадресного согласования

Ведомые устройства РТР могут запрашивать несколько типов сообщений РТР от ведущего устройства РТР (например, ведомое устройство может запрашивать сообщения *Announce* и *Sync* у одного и того же ведущего устройства, или ведомое устройство, работающее в двустороннем режиме, может запрашивать сообщения *Sync* и *Delay\_Resp*) у того же ведущего устройства. [IEEE 1588] позволяет использовать для запроса одноадресной передачи сообщений РТР разного типа, а для ответа на такие запросы – использовать одно сообщение *Signaling*, содержащее несколько параметров TLV, или несколько сообщений *Signaling*. Ведущие и ведомые устройства, соответствующие этому профилю, должны быть готовы обрабатывать обе эти ситуации. Ожидаемое поведение во время первоначального согласования и последующих возобновлений одноадресного обслуживания описано в нижеследующих разделах.

Каждый запрос на одноадресную передачу от определенного ведомого устройства в адрес ведущего устройства должен начинаться с запроса типа услуги *Announce* у этого конкретного ведущего устройства. Остальная часть запроса типа услуги может выполняться только после того, как ведомое устройство получит одноадресную услугу в ответ на сообщение *Announce* и первое одноадресное сообщение *Announce* от указанного ведущего устройства. Такой порядок гарантирует, что до запроса остальных услуг будет установлено, что атрибуты (например, QL) и возможности конкретного ведущего устройства приемлемы для ведомого устройства.

После получения первого сообщения *Announce* от ведущего устройства первое сообщение *Signaling*, содержащее параметр TLV REQUEST\_UNICAST\_TRANSMISSION, передаваемый ведомым устройством, должно включать все типы услуг, которые требуются данному ведомому устройству от ведущего устройства, с использованием нескольких параметров TLV REQUEST\_UNICAST\_TRANSMISSION. Такой порядок уменьшает вероятность того, что в случае перегрузки (из-за одновременных запросов от других ведомых устройств) ведущее устройство предоставит только часть запрошенных услуг. Ведущее устройство может ответить на этот запрос либо одним сообщением *Signaling*, содержащим несколько параметров TLV, либо несколькими сообщениями *Signaling* (например, каждое из которых содержит по одному параметру TLV).

При возобновлении одноадресных услуг ведомое устройство при отправке сообщений *Signaling* (в целях поддержания активности) может продолжать запрашивать все типы услуг либо с помощью одного сообщения *Signaling*, содержащего несколько параметров TLV, либо с помощью нескольких независимых сообщений *Signaling* (например, каждое из которых содержит по одному параметру TLV). Ведущее устройство может ответить на этот запрос либо одним сообщением *Signaling*, содержащим несколько параметров TLV, либо несколькими сообщениями *Signaling* (например, каждое из которых содержит по одному параметру TLV).

Необходимо соблюдать следующее условие, приведенное в разделе A.9.4.2 [IEEE 1588]: "Для получения непрерывного обслуживания запрашивающая сторона должна повторить запрос до окончания периода предоставления услуг. Рекомендуемый запас времени должен быть достаточным для повторения запроса по крайней мере еще два раза, если разрешение не получено".

В случае отмены сеансов одноадресной передачи, как определяется в разделе 16.1.1 [IEEE 1588], тактовый генератор РТР, отменяющий сообщения РТР нескольких типов, может использовать одно сообщение *Signaling*, содержащее несколько параметров TLV, или несколько сообщений *Signaling*. Ведущие и ведомые устройства, соответствующие этому профилю, должны быть готовы обрабатывать обе эти ситуации.

Тактовый генератор РТР, отменяющий определенный сеанс, может отменить услуги нескольких типов либо одним сообщением *Signaling*, содержащим несколько параметров TLV CANCEL\_UNICAST\_TRANSMISSION, либо несколькими независимыми сообщениями *Signaling* (например, каждое из которых содержит по одному параметру TLV CANCEL\_UNICAST\_TRANSMISSION). Другой тактовый генератор РТР, получивший сообщение об отмене, может ответить на эти запросы либо одним сообщением *Signaling*, содержащим несколько параметров TLV ACKNOWLEDGE\_CANCEL\_UNICAST\_TRANSMISSION, либо несколькими независимыми сообщениями *Signaling* (например, каждое из которых содержит по одному параметру TLV ACKNOWLEDGE\_CANCEL\_UNICAST\_TRANSMISSION).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Флаг "приглашение к возобновлению", описываемый в пункте 16.1.4.2.6 [IEEE 1588], в этом профиле не используется.



## 6.7 Альтернативный ВМСА, модель ведомого устройства электросвязи и процесс выбора ведущего устройства

В этом разделе приводится описание альтернативного алгоритма выбора наилучшего ведущего тактового генератора (ВМС), модели ведомого устройства электросвязи и соответствующего процесса выбора ведущего устройства.

### 6.7.1 Альтернативный ВМСА

В настоящем профиле электросвязи определен альтернативный алгоритм выбора наилучшего ведущего тактового генератора (ВМСА).

В следующих разделах описан этот альтернативный ВМСА для ведущих и ведомых устройств.

#### 6.7.1.1 Альтернативный ВМСА для ведущего пакетного тактового генератора

В этом профиле электросвязи ведущий пакетный тактовый генератор определяется как обычный грандмастер в соответствии с разделом 9.4 [IEEE 1588].

Считается, что разные ведущие устройства, которые могут быть развернуты в сети, находятся в разных доменах РТР (по одному ведущему устройству в каждом домене РТР).

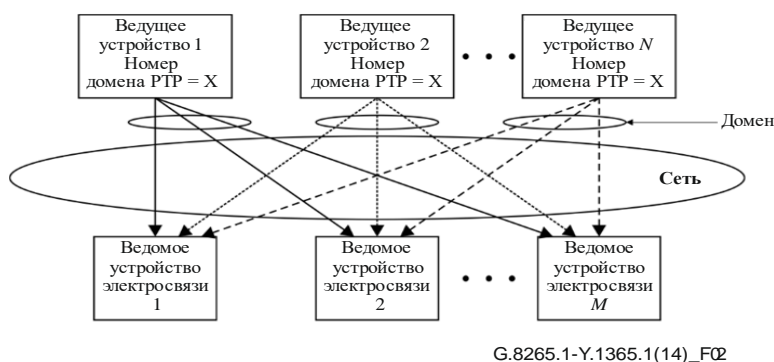
Следовательно, для пакетного ведущего тактового генератора результат альтернативного ВМСА является статическим и выдает рекомендуемое состояние = BMC\_MASTER и код выбора состояния = M1.

Как указано в разделе 6.2.1 (Домены), при одноадресной передаче такое разделение доменов РТР между ведущими устройствами обеспечивается сетью, которая изолирует каждое ведущее устройство в отдельном домене РТР; обеспечивать такое разделение доменов РТР с помощью разных номеров домена РТР не требуется, чтобы оператору не приходилось присваивать каждому ведущему устройству РТР свой отдельный номер домена РТР:

- следовательно, в каждом домене имеется только одно активное ведущее устройство, и все ведущие устройства активны;
- в одноадресном режиме ведущие устройства РТР не обмениваются сообщениями *Announce*.

В многоадресном режиме такое разделение доменов РТР между ведущими устройствами требует дальнейшего изучения.

Рисунок 2 иллюстрирует приведенное выше описание с точки зрения ведущих устройств. В этом примере имеется  $N$  доменов.



**Рисунок 2 – Каждое ведущее устройство активно и считается, что оно изолировано в отдельном домене РТР по сети**

### **6.7.1.2 Альтернативный ВМСА для ведомого тактового генератора**

Как объяснялось в предыдущем разделе, каждое ведущее устройство находится в отдельном домене РТР. Поэтому при прослушивании нескольких ведущих устройств ведомый тактовый генератор электросвязи участвует в нескольких доменах РТР.

Чтобы сделать возможным такое участие в нескольких доменах РТР, ведомое устройство электросвязи может состоять из нескольких экземпляров обычных ведомых тактовых генераторов РТР (SOOC), как описано в разделе 6.7.2. Внутри ведомого устройства электросвязи все SOOC имеют один и тот же номер домена РТР.

Для каждого экземпляра обычного ведомого тактового генератора РТР в ведомом устройстве электросвязи выходной сигнал альтернативного ВМСА является статическим и выдает рекомендуемое состояние = BMC\_SLAVE и код выбора состояния = S1.

### **6.7.2 Модель ведомого устройства электросвязи для выбора ведущего устройства**

Модель ведомого устройства электросвязи включает в себя функции, которые относятся к ведомому пакетному тактовому генератору и необходимы для поддержки этого профиля электросвязи, включая процесс выбора ведущего устройства, определяемый в разделе 6.7.3.

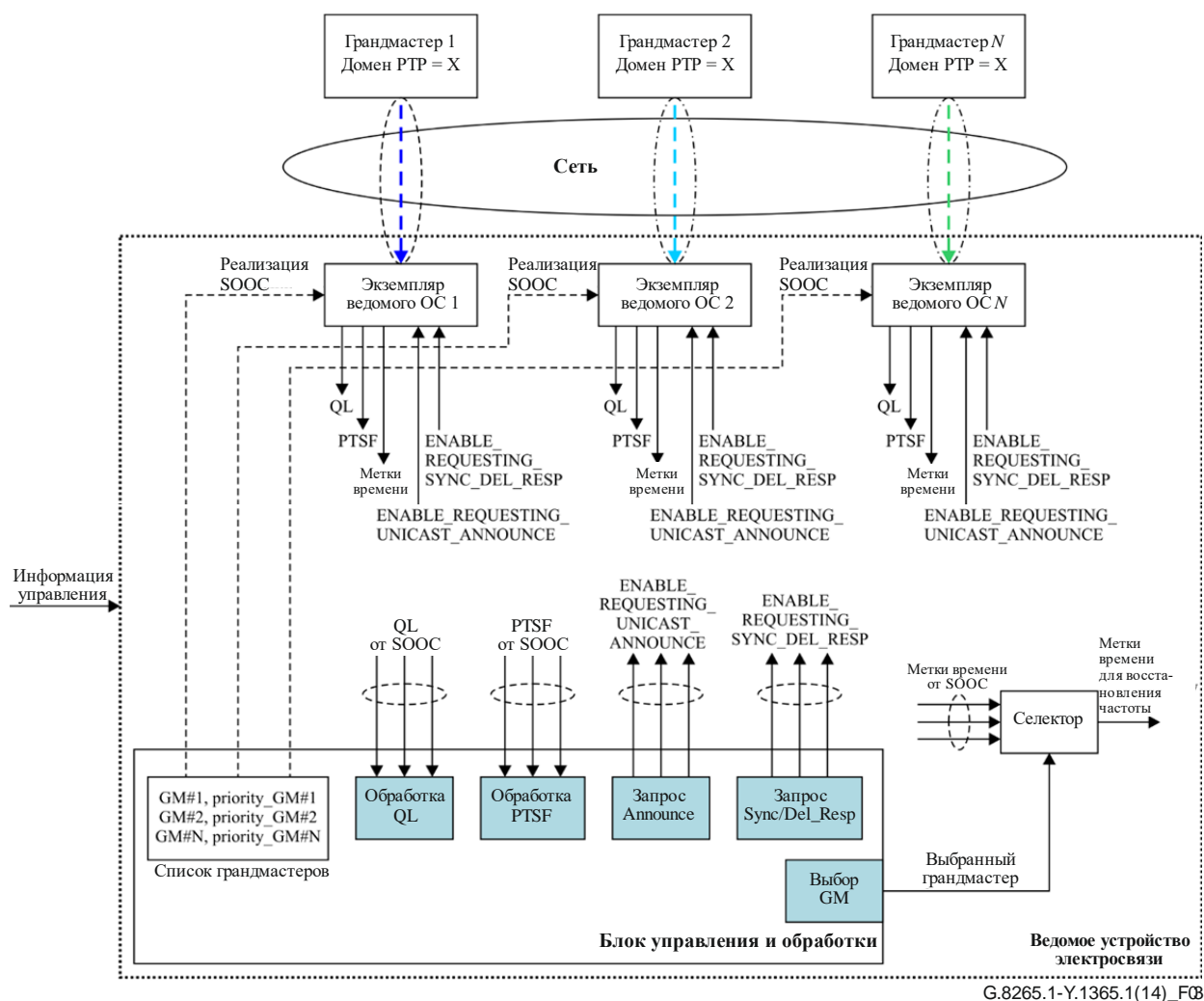
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Обработка меток времени и генерирование необходимых тактовых сигналов подлежат дальнейшему изучению.

Модель ведомого устройства электросвязи состоит из нескольких независимых экземпляров обычных ведомых тактовых генераторов РТР. Каждый обычный ведомый тактовый генератор РТР участвует только в одном домене РТР и обменивается данными с одним ведущим устройством, и SOOC отклоняет любые сообщения РТР, полученные от другого ведущего устройства.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Поведение ведомого устройства электросвязи описано на примере ведомого тактового генератора, который реализует несколько экземпляров протокола РТР; возможны и другие модели при условии сохранения общего поведения. Эти несколько экземпляров обычных ведомых тактовых генераторов РТР демонстрируют "логическое разделение" и не подразумевают какой-либо конкретной реализации (например, нет необходимости в выделенном оборудовании для каждого экземпляра тактового генератора). Основная цель состоит в том, чтобы поддерживать несколько наборов данных (по одному на каждый экземпляр обычного тактового генератора (ОС)). В той или иной реализации большинство атрибутов наборов данных различных ОС могут быть общими; основной набор, который должен выделяться, – это атрибут parentDS, содержащий информацию о ведущем пакетном тактовом генераторе.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Использование этой модели ведомого устройства электросвязи в смешанном одноадресном/многоадресном режиме или в статическом одноадресном режиме требует дальнейшего изучения.

На рисунке 3 приведен пример модели ведомого тактового генератора электросвязи с  $N$  экземплярами протокола РТР. Из этого рисунка не следует делать выводы ни о каких требованиях к реализации.



**Рисунок 3 – Модель ведомого устройства электросвязи**

Модель ведомого устройства электросвязи состоит из нескольких функций, которые рассматриваются ниже. Следует отметить, что экземпляры SOOC – это единственные функции, относящиеся к протоколу PTP. Все остальные функции не связаны с протоколом PTP. Вопрос управления функциями в этой модели и общего управления PTP требует дальнейшего изучения.

**Список грандмастеров:** Перечень грандмастеров, для связи с которыми предназначено ведомое устройство электросвязи. Этот список содержит  $N$  записей, которые используются для реализации экземпляров ведомых ОС (каждая запись в списке соответствует определенному SOOC). Каждой записи в списке соответствует локальный приоритет данного грандмастера. Локальные приоритеты используются для выбора ведущего устройства. Список грандмастеров и их приоритетов предоставляется через орган управления.

**Экземпляр SOOC:** Экземпляр ведомого ОС используется для связи с соответствующим грандмастером. В качестве выходных данных SOOC выдает QL и сигнал отсутствия пакетного сигнала хронирования (PTSF) (см. раздел 6.7.3.2) в блок управления и обработки для выбора ведущего устройства, а также метки времени для селектора. SOOC также поддерживает соответствующий набор данных (например, parentDS грандмастера). В качестве входных сигналов SOOC получает из блока управления и обработки сообщения ENABLE\_REQUESTING\_UNICAST\_ANNOUNCE и ENABLE\_REQUESTING\_UNICAST\_SYNC/DEL\_RESP. Эти сигналы используются для разрешения отправки грандмастеру сообщений *Signaling* для запроса одноадресной передачи сообщений *Announce* и *Sync/Delay\_Res*.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Сигналы `ENABLE_REQUESTING_UNICAST_ANNOUNCE` и `ENABLE_REQUESTING_UNICAST_SYNC/DEL_RESP` представляют собой внутренние сигналы, которые используются для объяснения поведения ведомого устройства электросвязи.

**Блок управления и обработки:** Этот блок используется для обработки входных данных QL, PTSF и приоритета. Он также используется для управления селектором и для доставки экземплярам SOOC выходных сигналов `ENABLE_REQUESTING_UNICAST_ANNOUNCE` и `ENABLE_REQUESTING_UNICAST_SYNC/DEL_RESP`.

Входные данные QL, PTSF и приоритет используются для определения грандмастера, который будет применяться для восстановления частоты, в соответствии с процессом выбора ведущего устройства, описываемым в разделе 6.7.3. Информация о выбранном грандмастере передается в селектор.

Выходной сигнал `ENABLE_REQUESTING_UNICAST_ANNOUNCE` передается экземплярам SOOC, чтобы сделать возможным запрос сообщений *Announce* в целях получения значения QL от грандмастеров. Выходной сигнал `ENABLE_REQUESTING_UNICAST_SYNC/DEL_RESP` передается экземплярам SOOC, чтобы сделать возможным запрос сообщений *Sync* (и сообщений *Delay\_Resp* для двустороннего ведомого устройства). Задействование этих сигналов зависит от конкретной ситуации.

**Блок селектора:** Блок селектора используется для передачи меток времени выбранного грандмастера, используемых для восстановления частоты.

### 6.7.3 Процесс выбора ведущего устройства

Процесс выбора ведущего тактового генератора выходит за рамки протокола PTP [IEEE 1588]. Ведущее устройство выбирается из локально предоставляемого списка грандмастеров и соответствующих им приоритетов, как описано в разделе 6.7.2.

В процессе выбора ведущего устройства используются следующие параметры:

- уровень качества;
- отсутствие пакетного сигнала хронирования (PTSF-lossSync, PTSF-lossAnnounce, PTSF-unusable);
- приоритет;

где уровень качества передается в атрибуте `clockClass` посредством сообщений *Announce* предполагаемого ведущего устройства (о соответствии между уровнем качества и атрибутом `clockClass` см. в разделе 6.7.3.1), условия отсутствия пакетного сигнала хронирования описываются в разделе 6.7.3.2, а управление приоритетом осуществляется локально в ведомом устройстве.

Алгоритм выбирает эталон с наивысшим уровнем качества, для которого отсутствуют условия отсутствия сигнала PTSF-lossSync или PTSF-lossAnnounce.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Состояние PTSF-unusable подлежит дальнейшему изучению; в некоторых случаях также может инициироваться выбор нового ведущего устройства или переключение в режим удержания.

При наличии нескольких входных сигналов с одинаковым наивысшим уровнем качества выбирается сигнал с наивысшим приоритетом. Для случая, когда несколько входных сигналов имеют один и тот же наивысший приоритет и уровень качества, сохраняется ранее выбранный эталон, если он принадлежит к этой же группе, в противном случае выбирается произвольный эталон из этой группы.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Приведенный выше алгоритм выбора относится к выбору пакетных сигналов хронирования. Сравнение восстановленной частоты с тактовой частотой локального оборудования выходит за рамки настоящей Рекомендации. Тактовый генератор оборудования может не выбрать внешний эталон и перейти в режим удержания (например в том случае, когда качество тактового сигнала локального оборудования выше самого высокого уровня качества сигнала, получаемого от ведущих устройств).

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Если невозможно выбрать ни один входной сигнал, например когда все ведущие устройства находятся в состоянии PTSF, нормальным поведением тактового генератора будет либо переход в режим удержания в случае потери входного сигнала, либо сохранение независимого режима, когда всякий сигнал отсутствует. Эти случаи выходят за рамки настоящей Рекомендации.

Поведение по умолчанию в случае действий по переключению между ведущими устройствами (например, из-за потери сигнала или временного снижения QL) обратимо. Когда сигнал или QL восстанавливаются, ведомое устройство электросвязи возвращается к ведущему устройству с наивысшим приоритетом.

#### 6.7.3.1 Преобразование уровней качества SSM в класс тактовых генераторов PTP

В таблице 1 приведены результаты преобразования уровней качества сообщений статуса синхронизации (SSM) в атрибут PTP clockClass. Атрибут clockClass используется для передачи QL SSM от ведущего пакетного устройства к ведомому.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Таблица 1 содержит три варианта, указанных в [ITU-T G.781] на данный момент. При развертывании конкретной сетевой системы как ведущие пакетные устройства, так и ведомые устройства электросвязи должны быть настроены на использование одного и того же варианта.

**Таблица 1 – Преобразование уровней качества в значения clockClass PTP**

QL SSM	МСЭ-Т G.781			PTP clockClass
	Вариант I	Вариант II	Вариант III	
0001		QL-PRS		80
0000		QL-STU	QL-UNK	82
0010	QL-PRC			84
0111		QL-ST2		86
0011				88
0100	QL-SSU-A	QL-TNC		90
0101				92
0110				94
1000	QL-SSU-B			96
1001				98
1101		QL-ST3E		100
1010		QL-ST3/ QL-EEC2		102
1011	QL-SEC/ QL-EEC1		QL-SEC	104
1100		QL-SMC		106
1110		QL-PROV		108
1111	QL-DNU	QL-DUS		110

### 6.7.3.2 Отсутствие пакетного сигнала хронирования

В этом разделе определяется понятие "отсутствие пакетного сигнала хронирования" (PTSF), которое соответствует сигналу, указывающему на потерю пакетного сигнала хронирования PTP, принимаемого ведомым устройством.

В реализации ведомого устройства могут использоваться PTSF трех типов.

- [PTSF-lossSync] – отсутствие приема сообщений хронирования PTP от ведущего устройства (потеря пакетного сигнала хронирования). Если ведомое устройство перестает получать сообщения хронирования от ведущего устройства (то есть сообщения *Sync* и в итоге сообщения *Follow\_up* и *Delay\_Resp*), то включается режим PTSF-lossSync по отношению к этому ведущему устройству. До запуска режима PTSF-lossSync в ведомом устройстве реализуется период ожидания (например, *syncReceiptTimeout* и *delayRespReceiptTimeout*) этих сообщений хронирования (диапазон и значение по умолчанию для этого периода ожидания подлежат дальнейшему изучению).
- [PTSF-lossAnnounce] – отсутствие приема сообщений PTP *Announce* от ведущего устройства (потеря канала передачи информации отслеживания). Если ведомое устройство перестает получать сообщения *Announce* от ведущего устройства, то устанавливается режим PTSF-lossAnnounce по отношению к этому ведущему устройству. До запуска режима PTSF-lossAnnounce в ведомом устройстве реализуется период ожидания этих сообщений *Announce* (диапазон и значение по умолчанию для этого периода ожидания соответствуют [IEEE 1588]). Этот период ожидания соответствует атрибуту *announceReceiptTimeout*, указанному в разделе 7.7.3.1 [IEEE 1588].
- [PTSF-unusable] – ведомым устройством получен непригодный для использования пакетный сигнал хронирования PTP, превышающий допуск для входного сигнала ведомого устройства (пакетный сигнал хронирования с помехами). Если пакетный сигнал хронирования PTP не может использоваться ведомым устройством для достижения целевых характеристик (например, нарушает допуск для входного сигнала ведомого устройства из-за чрезмерной вариации времени задержки пакетов (PDV), то устанавливается режим PTSF-unusable по отношению к этому ведущему устройству. Критерии, применяемые для определения того, что данный пакетный сигнал хронирования не подходит для использования, подлежат дальнейшему изучению (примером критериев, подлежащих изучению, может служить показатель PDV пакетного сигнала хронирования при его распространении по сети от ведущего устройства к ведомому).

После обнаружения PTSF выполняются следующие действия.

- Когда происходит событие PTSF (PTSF-lossSync, PTSF-lossAnnounce или PTSF-unusable), ведущее устройство, имеющее отношение к этой ситуации отсутствия приема пакетного сигнала PTP, считается недостижимым из-за сбоя или из-за снижения его уровня качества, например ввиду чрезмерного PDV.
- В случае режима PTSF-lossSync или PTSF-lossAnnounce ведомое устройство по возможности выбирает в качестве нового источника сигналов хронирования альтернативное ведущее устройство или в противном случае переходит в режим удержания.
- В случае режима PTSF-unusable последующие действия зависят от конкретной реализации и требуют дальнейшего изучения.

## 6.8 Дополнительные функции защиты

В [ITU-T G.8265] определяются следующие архитектурные функции.

### 6.8.1 Временное исключение ведущего устройства – функция блокировки

В ведомом устройстве электросвязи должна быть предусмотрена возможность временно исключить ведущее устройство из списка грандмастеров (функция блокировки).

### **6.8.2 Функция ожидания восстановления в ведомом устройстве**

В ведомом устройстве электросвязи должна быть реализована функция ожидания восстановления.

Диапазон времени ожидания восстановления является предметом дальнейшего изучения.

### **6.8.3 Функция невозврата ведомого устройства**

В ведомом устройстве электросвязи в рамках процесса выбора ведущего устройства может быть реализован режим невозврата.

### **6.8.4 Принудительная прослеживаемость функции ведущего устройства**

Должна быть предусмотрена возможность принудительной установки значения QL SSM на входе грандмастера посредством выбора конфигурации.

Когда сигнал хронирования, используемый грандмастером в качестве эталона (например, сигнал 2 МГц), не несет в себе SSM, определенное значение QL SSM может устанавливаться принудительно до его преобразования в атрибут clockClass и передаваться грандмастером в сообщениях *Announce*.

Такие реализации сети и сценарии определяются оператором в каждом конкретном случае. Они в значительной степени зависят от архитектурных схем оператора.

### **6.8.5 Функция удержания QL ведомого пакетного тактового генератора**

Если ведомое устройство электросвязи обладает достаточной способностью удержания, то должна обеспечиваться возможность задержки изменения уровня QL на выходе ведомых устройств. Это позволит оператору ограничить коммутацию нижележащей части архитектуры при определенных реализациях сети, когда прослеживаемость до пакетного ведущего тактового генератора утрачена.

Такие реализации сети и сценарии определяются оператором в каждом конкретном случае. Они в значительной степени зависят от архитектурных схем оператора.

Качество генератора в режиме удержания подлежит дальнейшему изучению.

Время удержания является предметом дальнейшего изучения.

### **6.8.6 Функция шумоподавления на выходе ведомого устройства**

Если ведомое устройство электросвязи обеспечивает внешний выходной интерфейс синхронизации (например, 2 МГц), должна быть реализована функция шумоподавления.

Должна быть предусмотрена возможность настроить ведомое устройство электросвязи таким образом, чтобы выходной сигнал хронирования подавлялся, когда все грандмастеры, с которыми оно может поддерживать связь, находятся в условиях отказа (например, все полученные QL оказываются ниже определенного порога или выставлены условия PTSF).

Такие реализации сети и сценарии определяются оператором в каждом конкретном случае.

Все аспекты этой функции подлежат дальнейшему изучению.

## **7 Профиль РТР МСЭ-Т для распределения частот без поддержки хронирования со стороны сети**

В Приложении А приведен профиль [IEEE 1588], поддерживающий распределение частот в одноадресном режиме.

## **8 Аспекты безопасности**

Аспекты безопасности являются предметом дальнейшего изучения. См. также [ITU-T G.8265].

## Приложение А

### Профиль РТР МСЭ-Т для распределения частот без поддержки хронирования со стороны сети (режим одноадресной передачи)

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации)

Это Приложение содержит профиль электросвязи для распределения частот согласно требованию [IEEE 1588]. Для того чтобы заявлять о соответствии этому профилю электросвязи, необходимо выполнить требования настоящего Приложения и основной части настоящей Рекомендации.

#### A.1 Идентификация профиля

profileName:        профиль РТР МСЭ-Т для распределения частот без поддержки хронирования с стороны сети (режим одноадресной передачи)

profileVersion:    1.2

profileIdentifier:  00-19-A7-00-01-02

Этот профиль определяется МСЭ-Т.

Копию можно получить по адресу [www.itu.int](http://www.itu.int).

#### A.2 Значения атрибутов РТР

Значения по умолчанию и диапазоны значений атрибутов РТР, используемые в этом профиле, указываются в таблицах A.1, A.2, A.3, A.4 и A.5.

Для атрибутов, не указанных в этом профиле, должны использоваться значения инициализации по умолчанию и диапазоны, определяемые в [IEEE 1588].



**Таблица А.1 – Спецификации элементов набора данных defaultDS**

Раздел [IEEE 1588]	Элементы набора данных	Требования к ведущему пакетному устройству		Требования к ведомому тактовому генератору	
		Значение по умолчанию	Диапазон	Значение по умолчанию	Диапазон
8.2.1.2.1	defaultDS.twoStepFlag (статический)	Согласно РТР	{FALSE, TRUE}	Согласно РТР	{FALSE, TRUE}
8.2.1.2.2	defaultDS.clockIdentity (статический)	Согласно РТР, на основе формата EUI 64	Согласно РТР	Согласно РТР, на основе формата EUI 64	Согласно РТР
8.2.1.2.3	defaultDS.numberPorts (статический)	1	{1}	1	{1}
8.2.1.3.1.1	defaultDS.clockQuality. clockClass (динамический)	Примечание 2	{80-110}	255	{255}
8.2.1.3.1.2	defaultDS.clockQuality. ClockAccuracy (динамический)	Согласно РТР Примечание 3	Согласно РТР Примечание 3	Примечание 1	Примечание 1
8.2.1.3.1.3	defaultDS.clockQuality. offsetScaledLogVariance (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.1.4.1	defaultDS.priority1 (настраиваемый)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.1.4.2	defaultDS.priority2 (настраиваемый)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.1.4.3	defaultDS.domain Number (настраиваемый)	4	{4-23}	4	{4-23}
8.2.1.4.4	defaultDS.slaveOnly (настраиваемый)	FALSE	{FALSE}	TRUE	{TRUE}
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Согласно РТР, неприменимо к настоящему профилю.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значение по умолчанию должно соответствовать качеству удержания ведущего устройства. Режим удержания ведущего устройства выходит за рамки рассмотрения настоящей Рекомендации. Значения классов тактового генератора приведены в таблице 1.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Для случая, когда грандмастер РТР настроен на частоту PRC, но не синхронизирован с эталонным источником точного времени, грандмастер должен установить значение defaultDS.clockQuality.clockAccuracy равным 0xFE, "UNKNOWN".</p>					

**Таблица А.2 – Спецификации элементов набора данных currentDS**

Раздел [IEEE 1588]	Элементы набора данных	Требования к ведущему устройству		Требования к ведомому устройству	
		Значение по умолчанию	Диапазон	Значение по умолчанию	Диапазон
8.2.2.2	currentDS.stepsRemoved (динамический)	Согласно РТР	Согласно РТР	Согласно РТР	Согласно РТР
8.2.2.3	currentDS.offsetFrom Master (динамический)	Примечание	Примечание	Примечание	Примечание
8.2.2.4	currentDS.meanPath Delay (динамический)	Примечание	Примечание	Примечание	Примечание
ПРИМЕЧАНИЕ. – Согласно РТР, неприменимо к настоящему профилю.					

**Таблица А.3 – Спецификации элементов набора данных parentDS**

Раздел [IEEE 1588]	Элементы набора данных	Требования к ведущему устройству		Требования к ведомому устройству	
		Значение по умолчанию	Диапазон	Значение по умолчанию	Диапазон
8.2.3.2	parentDS.parentPort Identity (динамический)	Согласно РТР	Согласно РТР	Согласно РТР	Согласно РТР
8.2.3.3	parentDS.parentStats (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.3.4	parentDS.observed ParentOffsetScaledLog Variance (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.3.5	parentDS.observedParentClock PhaseChangeRate (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.3.6	parentDS.grandmaster Identity (динамический)	Согласно РТР	Согласно РТР	Согласно РТР	Согласно РТР
8.2.3.7	parentDS.grandmaster ClockQuality (динамический)	Согласно РТР Примечание 2	Согласно РТР Примечание 2	Согласно РТР Примечание 2	Согласно РТР Примечание 2
8.2.3.8	parentDS.grandmaster Priority1 (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.3.9	parentDS.grandmaster Priority2 (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Согласно РТР, неприменимо к настоящему профилю.					
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В этом профиле для выбора ведущего устройства в этой структуре используется только атрибут clockClass, как указывается в разделе 6.7.3.					

**Таблица А.4 – Спецификации элементов набора данных timePropertiesDS**

Раздел [IEEE 1588]	Элементы набора данных	Требования к ведущему устройству		Требования к ведомому устройству	
		Значение по умолчанию	Диапазон	Значение по умолчанию	Диапазон
8.2.4.2	timePropertiesDS.currentUtcOffset (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.4.3	timePropertiesDS.currentUtcOffsetValid (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.4.4	timePropertiesDS.leap59 (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.4.5	timePropertiesDS.leap61 (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.4.6	timePropertiesDS.timeTraceable (dynamic)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.4.7	timePropertiesDS.frequencyTraceable (динамический)	FALSE	{FALSE, TRUE} Примечание 2	FALSE	{FALSE, TRUE} Примечание 2
8.2.4.8	timePropertiesDS.ptpTimescale (динамический)	Согласно PTP Примечание 3	Согласно PTP Примечание 3	Согласно PTP	Согласно PTP
8.2.4.9	timePropertiesDS.timeSource (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Согласно PTP, неприменимо к настоящему профилю.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Если тактовый генератор прослеживается до PRC, то устанавливается значение этого параметра TRUE, в противном случае – FALSE. Данный параметр не используется альтернативным BMCA. Этот флаг предназначен только для целей информации, например для использования оператором сети.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. –Для случая, когда грандмастер PTP настроен на частоту PRC, но не синхронизирован с эталонным источником времени, этот грандмастер устанавливает значение timePropertiesDS.ptpTimescale = FALSE. Это указывает на использование шкалы времени ARB.

При нормальной работе грандмастер (GM), соответствующий данной Рекомендации, не сбрасывает период времени и не вносит разрывы в общую шкалу времени в процессе работы.

Использование шкалы времени ARB в ситуации, когда никакой GM не имеет доступа к информации о фазе для выравнивания своего времени суток с общим эталоном, может привести к тому, что разные активные GM будут вставлять в свои пакеты Sync, Follow\_Up (T1) и/или пакеты Delay\_Resp (T4) разные значения меток времени. Один ведомый узел электросвязи может получать от различных GM информацию с разными значениями меток времени.

**Таблица А.5 – Спецификации элементов набора данных portDS**

Раздел [IEEE 1588]	Элементы набора данных	Требования к ведущему устройству		Требования к ведомому устройству	
		Значение по умолчанию	Диапазон	Значение по умолчанию	Диапазон
8.2.5.2.1	portDS.portIdentity.clock Identity (статический)	Согласно PTP, на основе формата EUI 64	Согласно PTP	Согласно PTP, на основе формата EUI 64	Согласно PTP
8.2.5.2.1	portDS.portIdentity.port Number (статический)	1	{1}	1	{1}
8.2.5.3.1	portDS.portState (динамический)	Согласно PTP	Согласно PTP	Согласно PTP	Согласно PTP
8.2.5.3.2	portDS.logMinDelayReq Interval (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.5.3.3	portDS.peerMeanPath Delay (динамический)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.5.4.1	portDS.logAnnounce Interval (настраиваемый)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.5.4.2	portDS.announceReceipt Timeout (настраиваемый)	2	{2}	Согласно PTP	Согласно PTP
8.2.5.4.3	portDS.logSyncInterval (настраиваемый)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.5.4.4	portDS.delayMechanism (настраиваемый)	01 Примечание 2	{01} Примечание 2	01 для двустороннего ведомого устройства и FE для одностороннего	{01, FE}
8.2.5.4.5	portDS.logMinPdelay ReqInterval (настраиваемый)	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1	Примечание 1
8.2.5.4.6	portDS.versionNumber (настраиваемый)	2	{2}	2	{2}
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Согласно PTP, неприменимо к настоящему профилю. ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Ведущее устройство должно поддерживать двустороннюю работу.					

### **А.3 Варианты PTP**

#### **А.3.1 Обязательные, разрешенные или запрещенные типы узлов**

В этом профиле обязательны узлы следующих типов: обычные тактовые генераторы.

В этом профиле запрещены узлы следующих типов: граничные и прозрачные тактовые генераторы.

#### **А.3.2 Обязательные, разрешенные или запрещенные механизмы транспортирования**

В этом профиле требуется механизм транспортирования UDP/IPv4 в соответствии с Приложением D к [IEEE 1588]. Бит 0 поля transportSpecific должен быть установлен в 0.

В этом профиле разрешен механизм транспортирования UDP/IPv6 согласно Приложению E к [IEEE 1588].

#### **А.3.3 Одноадресные сообщения**

Все сообщения передаются в одноадресном режиме.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В этом профиле электросвязи по умолчанию предусматривается возможность согласования одноадресных сообщений.

Ведомое устройство инициирует сеанс, следуя процедуре согласования одноадресных сообщений, определяемой в разделе 6.1 к [IEEE 1588].

### **A.3.4 Механизм TLV REQUEST\_UNICAST\_TRANSMISSION**

Значение `logInterMessagePeriod` представляет собой логарифм по основанию 2 запрашиваемого среднего периода в секундах между запрашиваемыми одноадресными сообщениями.

Для запроса одноадресных сообщений *Announce* – диапазон настройки составляет от одного сообщения за 16 секунд до восьми сообщений в секунду. Значение инициализации `logInterMessagePeriod` по умолчанию равно –1 (одно сообщение каждые две секунды).

Для запроса одноадресных сообщений *Sync* – диапазон настройки составляет от одного сообщения за 16 секунд до 128 сообщений в секунду. Значение по умолчанию не указано.

Для запроса одноадресных сообщений *Delay\_Resp* – диапазон настройки составляет от одного сообщения за 16 секунд до 128 сообщений в секунду. Значение по умолчанию не указано.

Значение `durationField` в каждом параметре TLV REQUEST\_UNICAST\_TRANSMISSION имеет значение инициализации по умолчанию 300 секунд. Диапазон настройки составляет от 60 до 1000 секунд.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Чтобы соответствовать требованиям целевых характеристик, конкретная реализация ведомого устройства при нормальной работе может поддерживать подмножество скоростей передачи сообщений в пределах указанных выше диапазонов. С другой стороны, ведущее устройство должно поддерживать весь диапазон скоростей передачи сообщений. Если в реализации не указано иное, то предполагается, что используется приведенное выше значение по умолчанию.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Конкретная реализация ведомого устройства может поддерживать подмножество значений `durationField` в указанном выше диапазоне. С другой стороны, ведущее устройство должно поддерживать весь диапазон значений `durationField`. Если в реализации не указано иное, то предполагается, что используется приведенное выше значение по умолчанию.

Обеспечение и настройка этих значений по умолчанию и диапазоны настройки зависят от конкретной реализации.

### **A.3.5 Механизм TLV GRANT\_UNICAST\_TRANSMISSION**

При реализации механизма TLV GRANT\_UNICAST\_TRANSMISSION, если запросы находятся в диапазоне настройки, предоставляемые значения должны соответствовать значениям, запрашиваемым в полученном параметре TLV REQUEST\_UNICAST\_TRANSMISSION.

### **A.4 Варианты алгоритма выбора наилучшего тактового генератора (BMCA)**

В этом профиле не используется BMCA по умолчанию, как описано в [IEEE 1588]. Процесс выбора тактового генератора рассматривается в разделе 6.7.

Для тактового генератора грандмастера результат альтернативного BMCA является статическим и содержит рекомендуемое состояние = BMC\_MASTER и код выбора состояния = M1.

Для обычного ведомого тактового генератора результат альтернативного BMCA является статическим и содержит рекомендуемое состояние = BMC\_SLAVE и код выбора состояния = S1.

### **A.5 Вариант измерения задержки распространения (запрос задержки/ответ задержки)**

В этом профиле используется механизм запрос задержки/ответ задержки. Одноранговый механизм измерения задержки (peer delay) в этом профиле не используется.

### **A.6 Способы управления конфигурацией**

Аспекты управления будут рассмотрены в последующей версии настоящего профиля.

### **A.7 Формат идентификаторов тактовых генераторов**

Для создания идентификаторов тактовых генераторов необходимо следовать IEEE EUI-64, как указывается в разделе 7.5.2.2.2 [IEEE 1588]. Форматы, отличные от IEEE EUI, не поддерживаются.

### **A.8 Флаги, используемые в настоящем профиле**

Флаги, используемые в настоящем профиле, перечислены в таблице A.6.

**Таблица А.6 – Флаги РТР**

<b>Флаг</b>	<b>Значение</b>
alternateMasterFlag	FALSE
unicastFlag	TRUE
Профиль РТР Specific1	FALSE
Профиль РТР Specific2	FALSE
Зарезервирован	FALSE

ПРИМЕЧАНИЕ. – Флаг `renewal invited`, описываемый в разделе 16.1.4.2.6 [IEEE 1588], в этом профиле не используется и имеет значение FALSE.

#### **А.9 Поле управления (controlField)**

В этом профиле поле `controlField` общего заголовка РТР не используется. Получатель должен игнорировать это поле.

## Дополнение I

### Использование смешанного многоадресного/одноадресного режима для сообщений RTP

(Это Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации)

Профиль, описываемый в Приложении А, охватывает одноадресную работу при распределении частот без поддержки хронирования со стороны сети. RTP в первую очередь предназначался для многоадресной работы. В этом Дополнении содержится информация о возможном использовании многоадресной передачи RTP в среде электросвязи.

В зависимости от того, как многоадресная передача используется в сети, использование режима многоадресной передачи сообщений RTP *Delay\_Req* и *Delay\_Resp* может не подходить для среды электросвязи. В некоторых случаях это может привести к ситуации, когда сообщения *Delay\_Req* и *Delay\_Resp* будут реплицироваться и, возможно, распространяться на множество узлов, потребляя сетевые ресурсы. В других случаях эта проблема может не возникать.

Кроме того, многоадресная передача не всегда может поддерживаться во всех частях сети электросвязи. Многоадресная передача также может генерировать дополнительную PDV по сравнению с одноадресной передачей.

Одноадресный режим решает эти проблемы, но имеет некоторые недостатки в отношении сообщений *Sync*, *Follow\_Up* и *Announce*; вместо единого потока сообщений, адресованных всем ведомым устройством, ведущее устройство должно передавать отдельный поток для каждого ведомого устройства.

Поэтому в зависимости от сетевой среды использование многоадресной передачи сообщений *Sync*, *Follow\_Up* и *Announce* иногда может быть лучшим вариантом с точки зрения снижения нагрузки трафика на ведущее устройство. Однако использование многоадресных сообщений *Delay\_Req* и *Delay\_Resp* в среде электросвязи требует дальнейшего изучения во избежание указанных выше проблем репликации.

Таким образом, если для передачи сообщений *Sync*, *Follow\_up* и *Announce* ведомому устройству с применением двустороннего режима работы используется многоадресный режим, то это подразумевает сочетание режимов одноадресной и многоадресной передачи, поскольку сообщения *Delay\_Req* и *Delay\_Resp* передаются в одноадресном режиме. В некоторых сценариях сетей эта ситуация может быть допустимой для уменьшения интенсивности трафика между ведущим и ведомым устройствами.

Сочетание многоадресной и одноадресной передачи, как правило, создает асимметрию задержки, но эта асимметрия не проблематична для доставки частоты, целью которой является профиль, описываемый в этой Рекомендации. Проблемой может быть лишь дополнительная PDV в одном направлении, вызванная многоадресным режимом.

Для транспортирования сообщений хронирования RTP в среде электросвязи могут подойти два режима:

- режим одноадресной передачи – когда сообщения RTP *Sync*, *Follow\_Up*, *Delay\_Req*, *Delay\_Resp*, *Announce* и *Signaling* передаются в одноадресном режиме;
- сочетание режимов одноадресной и многоадресной передачи – когда сообщения *Sync*, *Follow\_Up* и *Announce* передаются в многоадресном режиме, а сообщения *Delay\_Req*, *Delay\_Resp* и *Signaling* – в одноадресном.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Не всегда используются все сообщения хронирования, так как это зависит от поведения ведомого (например, односторонний или двусторонний тактовый генератор) или ведущего (например, одноступенчатый/двухступенчатый тактовый генератор) устройства. Следовательно, могут встречаться ситуации, когда используется только режим многоадресной передачи (например, ведомое устройство, работающее в одном направлении, когда сообщения *Delay\_Req* и *Delay\_Resp* не используются).

При разработке смешанного многоадресного/одноадресного режима для использования в среде электросвязи требуется дальнейшее изучение.





## ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ, СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА

## 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
<b>Транспортирование</b>	<b>Y.1300–Y.1399</b>
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
Ведение расчетов	Y.1800–Y.1899
IP TV по СПП	Y.1900–Y.1999

## СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и технические характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты обслуживания: возможности обслуживания и архитектура обслуживания	Y.2200–Y.2249
Аспекты обслуживания: функциональная совместимость услуг и сетей в СПП	Y.2250–Y.2299
Совершенствование СПП	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

## ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ

## ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА И СООБЩЕСТВА

Общие положения	Y.4000–Y.4049
Определения и терминология	Y.4050–Y.4099
Требования и сценарии использования	Y.4100–Y.4249
Инфраструктура, возможность установления соединений и сети	Y.4250–Y.4399
Структуры, архитектуры и протоколы	Y.4400–Y.4549
Услуги, приложения, вычисления и обработка данных	Y.4550–Y.4699
Управление, контроль и рабочие характеристики	Y.4700–Y.4799
Идентификация и безопасность	Y.4800–Y.4899
Анализ и оценка	Y.4900–Y.4999

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
<b>Серия G</b>	<b>Системы и среда передачи, цифровые системы и сети</b>
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	Окружающая среда и ИКТ, изменение климата, электронные отходы, энергоэффективность; 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 помех
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
<b>Серия Y</b>	<b>Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города</b>
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи