

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.998.4

(01/2015)

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

Цифровые участки и система цифровых линий –
Сети доступа на металлических кабелях

**Улучшенная защита приемопередатчиков
цифровой абонентской линии (DSL) от
импульсных помех**

Рекомендация МСЭ-Т G.998.4

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
Общие положения	G.900–G.909
Параметры волоконно-оптических кабельных систем	G.910–G.919
Цифровые участки с иерархической скоростью передачи, основанной на скорости передачи 2048 кбит/с	G.920–G.929
Цифровые линейные системы передачи по кабелю с неиерархической скоростью передачи	G.930–G.939
Цифровые линейные системы, обеспечиваемые службами передачи данных с ЧРК	G.940–G.949
Цифровые линейные системы	G.950–G.959
Цифровые участки и цифровые системы передачи для абонентского доступа к ЦСИС	G.960–G.969
Волоконно-оптические подводные кабельные системы	G.970–G.979
Оптические линейные системы для местных сетей и сетей доступа	G.980–G.989
Сети доступа на металлических кабелях	G.990–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
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999

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

Рекомендация МСЭ-Т G.998.4

Улучшенная защита приемопередатчиков цифровой абонентской линии (DSL) от импульсных помех

Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т G.998.4 определяются методы обеспечения усиленной защиты от импульсных помех (INP) или повышения эффективности защиты от таких помех, не определенные в существующих Рекомендациях МСЭ-Т, относящихся к цифровой абонентской линии (DSL), – Рекомендациях МСЭ-Т G.992.3, МСЭ-Т G.992.5 и МСЭ-Т G.993.2.

В данную версию настоящей Рекомендации включены все предыдущие поправки и исправления к версии Рекомендации МСЭ-Т G.998.4 2010 года.

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждена	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т G.998.4	11.06.2010 г.	15-я	11.1002/1000/10418
1.1	МСЭ-Т G.998.4 (2010) Испр. 1	29.11.2010 г.	15-я	11.1002/1000/11017
1.2	МСЭ-Т G.998.4 (2010) Испр. 2	13.04.2011 г.	15-я	11.1002/1000/11132
1.3	МСЭ-Т G.998.4 (2010) Попр. 1	22.06.2011 г.	15-я	11.1002/1000/11131
1.4	МСЭ-Т G.998.4 (2010) Испр. 3	16.12.2011 г.	15-я	11.1002/1000/11399
1.5	МСЭ-Т G.998.4 (2010) Попр. 2	06.04.2012 г.	15-я	11.1002/1000/11505
1.6	МСЭ-Т G.998.4 (2010) Испр. 4	13.06.2012 г.	15-я	11.1002/1000/11646
1.7	МСЭ-Т G.998.4 (2010) Испр. 5	16.03.2013 г.	15-я	11.1002/1000/11894
1.8	МСЭ-Т G.998.4 (2010) Попр. 3	13.01.2014 г.	15-я	11.1002/1000/12092
1.9	МСЭ-Т G.998.4 (2010) Попр. 4	22.05.2015 г.	15-я	11.1002/1000/12377
2.0	МСЭ-Т G.998.4	13.01.2015 г.	15-я	11.1002/1000/12376
2.1	МСЭ-Т G.998.4 (2015) Испр. 1	13.08.2017 г.	15-я	11.1002/1000/13312

* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL-адрес <http://handle.itu.int/>, а затем уникальный идентификатор Рекомендации. Пример: <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 2018

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 3
5	Обзор 4
6	Эталонная функциональная модель 4
7	Функция TPS-ТС 7
7.1	TPS-ТС ATM 7
7.2	Конфигурация TPS-ТС PTM с 64/65-октетной инкапсуляцией 9
8	Функции повторной передачи 10
8.1	Формирователь кадров DTU 10
8.2	Мультиплексор повторной передачи 14
8.3	Конечный автомат повторной передачи передатчика 15
8.4	Обратный канал повторной передачи (RRC) 15
8.5	Двусторонняя задержка 17
8.6	Параметры управления повторной передачей 18
9	Функция PMS-ТС 19
9.1	Скремблер 20
9.2	Упреждающая коррекция ошибок (FEC) 20
9.3	Мультиплексор тракта с запаздыванием 20
9.4	Параметры кадрирования 21
9.5	Защита от импульсных помех 25
10	РМД-функция 27
10.1	Определение МТВЕ 27
10.2	Общее определение запаса отношения сигнал/шум 27
10.3	Определение МТВЕ_min 27
10.4	Ускоренная проверка МТВЕ 28
11	Функция управления эксплуатацией, администрированием и техническим обслуживанием (ОАМ) 28
11.1	Параметры конфигурации 28
11.2	Параметры тестирования 32
11.3	Примитивы, связанные с ОАМ 34
11.4	Параметры контроля рабочих характеристик 35
11.5	Правила инициализации канала 36
12	Счетчики DTU 38
13	Реконфигурация в режиме онлайн (OLR) 38
13.1	Перестановка битов 38
13.2	Плавная адаптация скорости (SRA) 38

	Стр.
13.3 SOS	38
13.4 Механизм перехода для модифицированных команд OLR 5-го и 6-го типов ..	38
Приложение А – Поддержка МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с МСЭ-Т G.992.3.....	40
А.1 Особые требования.....	40
А.2 Процедура инициализации	40
А.3 Процедуры плоскости управления.....	49
А.4 Синхронизация изменений параметров управления в режиме онлайн	52
Приложение В – Поддержка МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с МСЭ-Т G.992.5.....	53
В.1 Особые требования.....	53
В.2 Процедура инициализации	53
В.3 Процедуры плоскости управления.....	54
В.4 Синхронизация изменений параметров управления в режиме онлайн	55
Приложение С – Поддержка МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с МСЭ-Т G.993.2.....	56
С.1 Особые требования.....	56
С.2 Процедура инициализации	59
С.3 Процедуры плоскости управления.....	72
С.4 Синхронизация изменений параметров управления	77
Приложение D – Поддержка МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с МСЭ-Т G.993.5.....	78
Приложение E – Работа в режиме энергосбережения VDSL2	82
E.1 Сфера применения	82
E.2 Функциональные возможности	82
E.3 Состояния линии и схема состояния линии	83
E.4 Конфигурация и отчеты о состоянии CO-MIB	100
E.5 Координирование переходов состояний линии между VTU-O и VTU-R	103
E.5.7 Команда L2.2-RX-Exit-Request и ответы на нее	109
Дополнение I – Конечный автомат передачи	110
I.1 Эталонный конечный автомат передачи	110
I.2 Конечный автомат последней повторной передачи	111
Дополнение II – Обоснование ускоренного тестирования МТВЕ.....	112
Библиография	114

Рекомендация МСЭ-Т G.998.4

Улучшенная защита приемопередатчиков цифровой абонентской линии (DSL) от импульсных помех

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации определены методы обеспечения усиленной защиты от импульсных помех (INP) или повышения эффективности защиты от таких помех, не определенные в существующих Рекомендациях МСЭ-Т, относящихся к цифровой абонентской линии (DSL) [[ITU-T G.992.3](#)], [[ITU-T G.992.5](#)] и [[ITU-T G.993.2](#)].

Импульсные помехи (шум) – это события обнаружения помех ограниченной продолжительности, которые могут исказить один или несколько переданных символов. В отличие от непрерывных помех разного типа, присутствующих в линиях DSL, импульсные помехи имеют короткую продолжительность и могут повторяться случайным образом или периодически. Импульсные помехи, которые не повторяются периодически, а возникают как непредсказуемые события, называются однократными импульсными помехами высокого уровня (SHINE). Импульсные помехи, вызванные шумом от электросети и, следовательно, повторяющиеся через постоянные периоды времени, связанные с частотой переменного тока местной сети, называются повторяющимися электрическими импульсными помехами (REIN).

В общем случае методы защиты от импульсных помех – это методы, используемые приемопередатчиком DSL для защиты от воздействия импульсных помех на передаваемый сигнал. Методы борьбы с влиянием импульсных помех приведены в существующих Рекомендациях МСЭ-Т, относящихся к DSL. В число этих методов входит использование кодирования с упреждающей коррекцией ошибок (FEC) и перемежения.

В настоящей Рекомендации приводится описание метода повторной передачи на физическом уровне для повышения INP с приложениями, в которых приводится подробная информация, необходимая для реализации этого метода в приемопередатчиках, поддерживающих [[ITU-T G.992.3](#)], [[ITU-T G.992.5](#)] и [[ITU-T G.993.2](#)]. Методы повышения INP, отличные от повторной передачи на физическом уровне, подлежат дальнейшему изучению.

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.992.3](#)] Рекомендация МСЭ-Т G.992.3 (2009 г.), *Приемопередатчики ассиметричной цифровой абонентской линии 2 (ADSL2)*.

[[ITU-T G.992.5](#)] Рекомендация МСЭ-Т G.992.5 (2009 г.), *Приемопередатчики ассиметричной цифровой абонентской линии 2 (ADSL2) – ADSL2 с расширенной полосой пропускания (ADSL2plus)*.

[[ITU-T G.993.2](#)] Рекомендация МСЭ-Т G.993.2 (2015 г.), *Приемопередатчики сверхскоростной цифровой абонентской линии связи 2 (VDSL2)*.

[[ITU-T G.993.5](#)] Рекомендация МСЭ-Т G.993.5 (2015 г.), *Самоподавление FEXT (векторизация) для использования с приемопередатчиками VDSL2*.

3 Определения

В настоящей Рекомендации используются следующие термины.

3.1 совокупная скорость передачи данных (aggregate data rate (ADR)): Сумма совокупных скоростей передачи данных за время ожидания по всем трактам с запаздыванием и по обратному каналу повторной передачи (RRC). Если повторная передача поддерживается, то совокупная скорость передачи данных по тракту с запаздыванием #1 представляет собой сумму эффективной скорости передачи данных и скорости передачи служебных данных, связанных с формирователем кадров блока передачи данных (DTU), а совокупная скорость передачи данных по тракту с запаздыванием #0 равна скорости передачи служебных данных. Совокупная скорость передачи данных RRC – это скорость без учета дополнительных данных кода Голея. Совокупная скорость передачи данных – это скорость в контрольной точке A.

3.2 ожидаемая пропускная способность (expected throughput (ETR)): Скорость передачи данных, доступная в состоянии Showtime в контрольной точке α/β при условии, что полная защита от импульсных помех соответствует фону импульсных помех, описанному параметрами, содержащимися в MIB.

3.3 прямое направление (forward direction): Направление передачи DTU.

3.4 уровень защиты от импульсных помех (impulse noise protection (INP)): Число последовательных символов DMT, видимых в контрольной точке δ , для которых ошибки могут быть полностью исправлены функцией повторной передачи, независимо от количества ошибок среди ошибочных дискретных многотоновых (DMT) символов.

3.5 уровень импульсной защиты от повторяющихся электрических импульсных помех (impulse protection against repetitive electrical impulse noise (INP_REIN)): Число искаженных помехами REIN последовательных символов DMT, видимых в контрольной точке δ , для которых ошибки могут быть полностью исправлены функцией повторной передачи, независимо от количества ошибок среди ошибочных символов DMT.

3.6 скорость передачи данных по линии (line rate (LR)): Скорость передачи данных в U-интерфейсе.

3.7 эффективная скорость передачи данных (net data rate (NDR)): Скорость передачи данных в контрольной точке α/β несущего канала, размещенного в тракте с запаздыванием #1, при отсутствии повторной передачи.

3.8 скорость передачи служебных данных (overhead rate (OR)): Скорость, назначенная служебному каналу, переносимому по тракту с запаздыванием #0.

3.9 повторяющиеся электрические импульсные помехи (repetitive electrical impulse noise (REIN)): Тип электрических помех, возникающих в цифровых абонентских линиях. Проявляется как непрерывно-периодический поток коротких импульсных помех. Отдельные импульсы REIN обычно имеют длительность менее 1 миллисекунды. Помехи типа REIN обычно связаны с электроприборами, подключенными к электросети переменного тока, и имеют частоту повторения, равную удвоенной частоте переменного тока (100 Гц или 120 Гц).

3.10 обратное направление (return direction): Направление передачи подтверждения принятых DTU (по RRC).

3.11 однократная импульсная помеха высокого уровня (single high impulse noise event (SHINE)): Тип электрических помех, возникающих в цифровых абонентских линиях. Помехи типа SHINE обычно представляют собой периодический поток импульсов с практически случайными величинами интервалов следования и длительности импульса, которые находятся в обратной зависимости от интенсивности. Как правило, термин SHINE относят к длинным импульсам длительностью от миллисекунд до секунд.

3.12 общая скорость передачи данных (total data rate (TDR)): Сумма общей скорости передачи данных за время ожидания по всем трактам с запаздыванием и скорости передачи RRC, включая служебные данные упреждающей коррекции ошибок (код Голея). Это скорость в контрольной точке C.

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы.

ATM	Asynchronous Transfer Mode	Асинхронный режим передачи
ATTNDR	Attainable Net Data Rate	Достижимая эффективная скорость передачи данных
ATU-C	Central office ADSL2/ADSL2plus Transceiver Unit	Приемопередатчик ADSL2/ADSL2plus на центральной станции
ATU-R	Remote ADSL2plus Transceiver Unit	Удаленный приемопередатчик ADSL2plus
CRC	Cyclic Redundancy Check	Циклическая проверка на основе избыточности
DMT	Discrete Multi-Tone	Дискретный многотоновый сигнал
DTU	Data Transfer Unit	Блок передачи данных
EFTR	Error-free Throughput Rate	Пропускная способность без ошибок
ETR	Expected Throughput	Ожидаемая пропускная способность
eoc	embedded operations channel	Встроенный канал операций
FEC	Forward Error Correction	Упреждающая коррекция ошибок
LSB	Least Significant Bit	Младший значащий бит
MIB	Management Information Base	Информационная база управления
MTBE	Mean Time Between error Events	Среднее время между ошибками
NDR	Net Data Rate	Эффективная скорость передачи данных
NMS	Network Management System	Система управления сетью
PMD	Physical Media Dependent	Зависящий от физической среды
PMS-TC	Physical Media Specific Transmission Convergence	Конвергенция при передаче данных, зависящая от физической среды
PSD	Power Spectral Density	Спектральная плотность мощности
PTM	Packet Transfer Mode (64/65-octet encapsulation)	Режим передачи пакетов (64/65-октетная инкапсуляция)
REIN	Repetitive Electrical Impulse Noise	Повторяющиеся электрические импульсные помехи
RRC	Retransmission Return Channel	Обратный канал повторной передачи
SDO	Scheduled Discontinuous Operation	Планово-прерывистая работа
SHINE	Single High Impulse Noise Event	Однократная импульсная помеха высокого уровня
SID	Sequence Identifier	Порядковый номер
TC	Transmission Convergence	Конвергенция при передаче данных
TPS-TC	Transmission Protocol Specific Transmission Convergence	Конвергенция при передаче, зависящая от протокола передачи
TS	Time Stamp	Метка времени
VTU-O	VDSL2 Transceiver Unit – Optical side	Приемопередатчик VDSL2 – оптическая сторона
VTU-R	VDSL2 Transceiver Unit – Remote side	Приемопередатчик VDSL2 – удаленная сторона

5 Обзор

Настоящая Рекомендация должна применяться в сочетании с одной из следующих Рекомендаций МСЭ-Т, которые называются сопутствующими Рекомендациями: [\[ITU-T G.992.3\]](#) (ADSL2), [\[ITU-T G.992.5\]](#) (ADSL2plus) или [\[ITU-T G.993.2\]](#) (VDSL2).

В основной части описаны элементы, не зависящие от сопутствующей Рекомендации, в число которых входят:

- тракт передачи данных и обратный канал повторной передачи для направления передачи, в котором разрешена повторная передача;
- управление функцией повторной передачи и ее контроль.

В приложениях описаны элементы, зависящие от сопутствующей Рекомендации, в число которых входят:

- требования к тракту передачи данных, относящиеся к сопутствующей Рекомендации;
- изменения в процедуре инициализации сопутствующей Рекомендации;
- изменения в сообщениях встроенного канала операций (eoc).

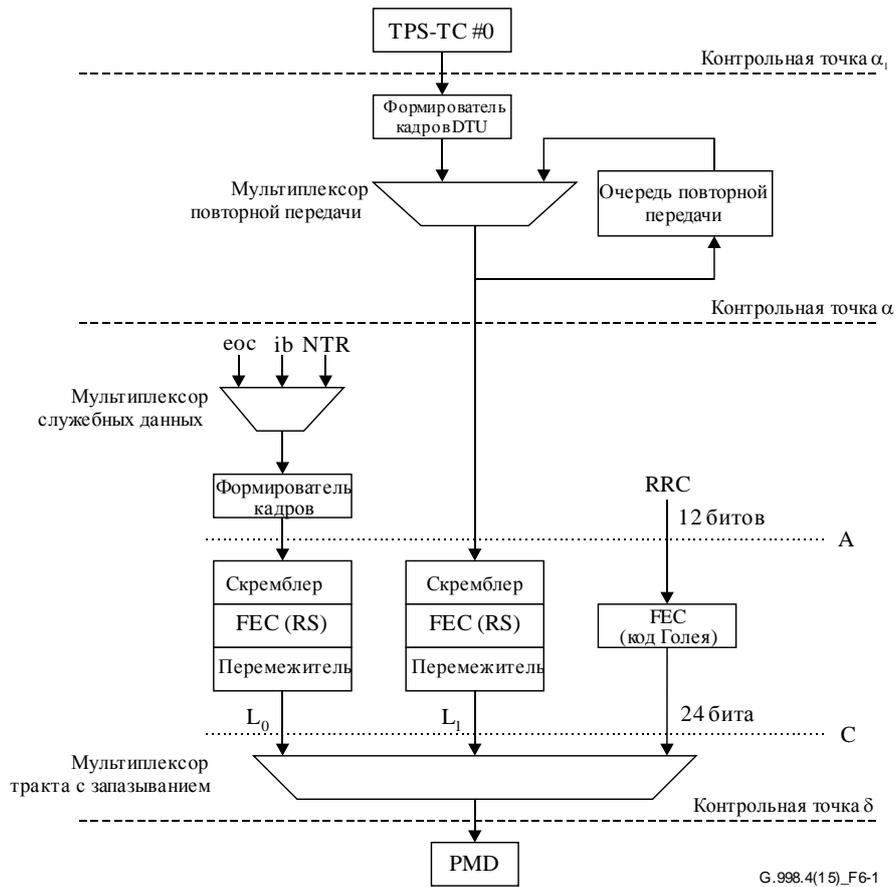
Приемопередатчик, соответствующий настоящей Рекомендации, должен соответствовать требованиям основной части, одной из сопутствующих Рекомендаций и соответствующего приложения.

6 Эталонная функциональная модель

На рисунке 6-1 показана эталонная функциональная модель для случая, когда повторная передача поддерживается в обоих направлениях передачи.

В прямом направлении активен только один несущий канал (#0). Октеты, поступающие из этого несущего канала, объединены в блоки передачи данных (DTU). После передачи DTU сохраняются в очереди повторной передачи. Мультиплексор DTU выбирает для передачи через контрольную точку $\alpha 2$ либо новый DTU, либо DTU из очереди повторной передачи.

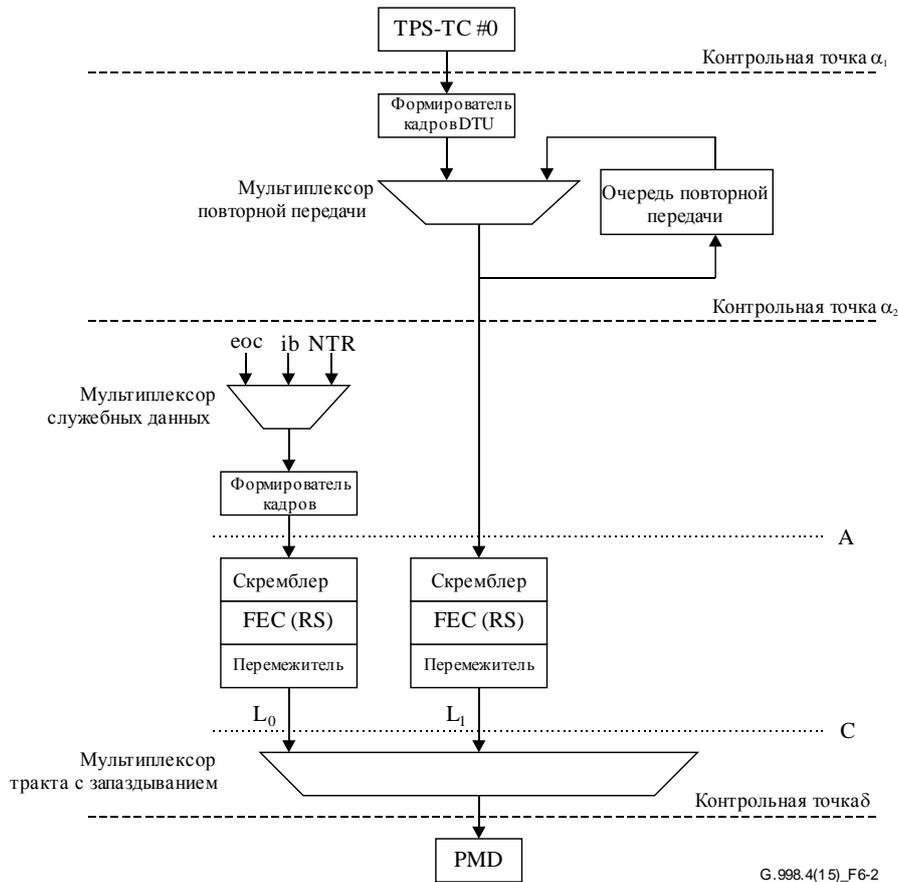
PMS-ТС содержит два тракта с запаздыванием и канал запроса повторной передачи (RRC). Тракт с запаздыванием 0 содержит только служебные данные, а тракт с запаздыванием 1 – только DTU (то есть октеты, поступающие через контрольную точку $\alpha 2$). RRC переносит подтверждения полученных DTU. Тракты с запаздыванием скремблируются и кодируются с использованием кода Рида-Соломона. RRC кодируется с использованием расширенного кода Голя. Биты, поступающие из трактов с запаздыванием, и RRC мультиплексируются в кадр данных, который передается в PMD-функцию через контрольную точку δ .



G.998.4(15)_F6-1

Рисунок 6-1 – Эталонная модель для случая, когда повторная передача поддерживается в обоих направлениях

На рисунке 6-2 показана эталонная функциональная модель передачи в прямом направлении, когда повторная передача поддерживается только в одном направлении. Эта эталонная функциональная модель идентична модели, показанной на рисунке 6-1, за исключением того, что отсутствует RRC.



G.998.4(15)_F6-2

Рисунок 6-2 – Эталонная модель передачи в прямом направлении, когда повторная передача поддерживается в одном направлении

На рисунке 6-3 показана эталонная функциональная модель передачи в обратном направлении, когда повторная передача поддерживается в одном направлении. Эталонная функциональная модель TPS-TC идентична функциональной модели TPS-TC из соответствующей сопутствующей Рекомендации ([ITU-T G.992.3], [ITU-T G.992.5] или [ITU-T G.993.2]). PMS-TC состоит из одного тракта с запаздыванием и RRC. Функциональная модель трактов с запаздыванием идентична модели из применимой соответствующей сопутствующей Рекомендации ([ITU-T G.992.3], [ITU-T G.992.5] или [ITU-T G.993.2]). RRC мультиплексируется с выходными битами трактов с запаздыванием в кадр данных, который передается в PMD-функцию через контрольную точку δ .

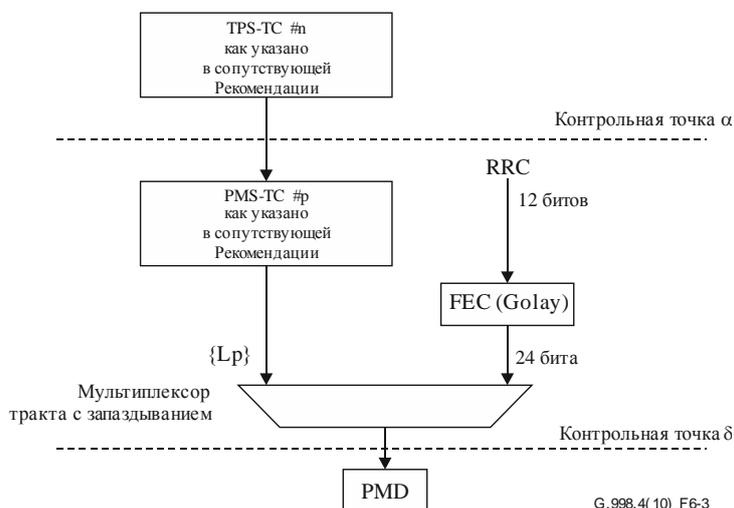


Рисунок 6-3 – Эталонная модель передачи в обратном направлении, когда повторная передача поддерживается в одном направлении

Как показано в эталонной модели на рисунках 6-1 и 6-2, очередь повторной передачи расположена между TPS-TC и скремблером лишь в целях определения структуры кадра блока передачи данных (DTU), которая описана в нижеследующем пункте 8. Следует отметить, что структура кадра DTU определена так, что она прозрачна в отношении местоположения очереди повторной передачи, так что эта очередь может быть размещена на одном уровне в структуре приемопередатчика и взаимодействовать с другим устройством, очередь которого размещена на другом уровне.

7 Функция TPS-TC

Приемопередатчики, соответствующие настоящей Рекомендации, должны поддерживать либо TC ATM, либо TC PTM с 64/65-октетной инкапсуляцией, либо и то и другое.

7.1 TPS-TC ATM

Функция TC ATM должна соответствовать функции, указанной в сопутствующей Рекомендации MCЭ-Т, относящейся к ADSL2, ADSL2plus или VDSL2, за исключением того, что скремблер полезной нагрузки ATM, определенный в пункте К.2.8 [ITU-T G.992.3] и [ITU-T G.993.2], должен быть отключен и с учетом параметров управления, указанных в следующих пунктах. Модификации параметров управления в сопутствующих Рекомендациях MCЭ-Т приведены в Приложениях А, В и С.

7.1.1 Параметры управления, относящиеся к MCЭ-Т G.998.4

Параметры управления TPS-TC ATM, относящиеся к MCЭ-Т G.998.4, приведены в таблице 7-1.

Таблица 7-1 – Параметры управления TPS-TC ATM

Параметр	Определение
<i>ETR_min</i>	Минимально допустимое значение ETR в кбит/с
<i>ETR_max</i>	Максимально допустимое значение ETR в кбит/с
<i>net_max</i>	Максимально допустимое значение NDR в кбит/с
<i>INP_min</i>	Минимальный уровень защиты от импульсных помех (INP) типа SHINE в символах DMT
<i>SHINERatio</i>	Выраженная долей NDR потеря скорости передачи данных в течение 1-секундного интервала, вызванная средой импульсных помех типа SHINE, с ожидаемой оператором вероятностью, приемлемой для услуг

Таблица 7-1 – Параметры управления TPS-ТС АТМ

Параметр	Определение
<i>INP_min_rein</i>	Минимальный уровень защиты от повторяющихся электрических импульсных помех (REIN) в символах DMT
<i>iat_rein_flag</i>	Флаг конфигурации, указывающий период помех типа REIN. Флаг должен быть установлен в 0, если период помех типа REIN соответствует частоте 100 Гц. Флаг должен быть установлен в 1, если период помех типа REIN соответствует частоте 120 Гц (Примечания 1, 2)
<i>delay_max</i>	Максимальная задержка (см. пункт 8.1.6) в мс
<i>delay_min</i>	Минимальная задержка (см. пункт 8.1.6) в мс
<i>lefr_thresh</i>	Порог, используемый для объявления дефектов lefr (см. пункт 11.3.3), выраженный долей NDR. Значение 0 – специальное значение, указывающее, что для объявления дефекта lefr приемник должен использовать особое значение. Минимально допустимый пороговый уровень для объявления lefr равен ETR/2. Пороговые уровни ниже минимального приемник должен игнорировать и вместо них для объявления дефекта lefr должен использовать значение ETR/2 (см. пункт 11.3.3)
<i>Clpolicy</i>	Правила инициализации канала, используемые для данного несущего канала
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Этот параметр не учитывается, если установлено значение <i>INP_min_rein</i>, равное 0.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Периодичность импульсов REIN определяется исходя из предположения о двух равномерно распределенных импульсах в одном цикле переменного тока 50 Гц или 60 Гц. Случай, когда два импульса распределены неравномерно, подлежит дальнейшему изучению.</p>	

7.1.2 Допустимые конфигурации

Допустимая конфигурация TPS-ТС АТМ – это конфигурация, в которой каждый параметр управления принимает одно из своих допустимых значений, указанных в таблице 7-2.

Таблица 7-2 – Допустимые конфигурации TPS-ТС АТМ

Параметр	Возможные значения
<i>ETR_min</i>	Допустимы все значения, кратные 8, от 0 до максимально допустимого значения минимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации
<i>ETR_max</i>	Допустимы все значения, кратные 8, от 0 до максимально допустимого значения максимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации
<i>net_max</i>	Допустимы все значения, кратные 8, от 0 до максимально допустимого значения максимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации
<i>INP_min</i>	Допустимы все целые значения от 0 до 63 для системы с разносом поднесущих 4,3125 кГц. Допустимы все целые значения от 0 до 127 для системы с разносом поднесущих 8,625 кГц
<i>SHINERatio</i>	Допустимы все значения от 0 до 0,1, кратные 0,001
<i>INP_min_rein</i>	Допустимы все целые значения от 0 до 7 для системы с разносом поднесущих 4,3125 кГц. Допустимы все целые значения от 0 до 13 для системы с разносом поднесущих 8,625 кГц
<i>iat_rein_flag</i>	Допустимые значения 0 и 1

Таблица 7-2 – Допустимые конфигурации TPS-ТС ATM

Параметр	Возможные значения
<i>delay_max</i>	Допустимы все целые значения от 1 до 63
<i>delay_min</i>	Допустимы все целые значения от 0 до 63
<i>leftr_thresh</i>	Допустимы все значения от 0,01 до 0,99, кратные 0,01
<i>CIpolicy</i>	Допустимое значение 0

7.1.3 Обязательные конфигурации

Обязательные конфигурации TPS-ТС – это подмножество допустимых конфигураций, которые обязательно должны поддерживаться. Это конфигурации, в которых все параметры управления принимают одно из своих обязательных значений, указанных в таблице 7-3.

Таблица 7-3 – Обязательные конфигурации TPS-ТС ATM

Параметр	Возможные значения
<i>ETR_min</i>	Обязательные значения – все значения, кратные 8, от 0 до максимальных обязательных значений минимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации
<i>ETR_max</i>	Обязательные значения – все значения, кратные 8, от 0 до максимальных обязательных значений максимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации
<i>net_max</i>	Обязательные значения – все значения, кратные 8, от 0 до максимальных обязательных значений максимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации
<i>INP_min</i>	Должны поддерживаться все допустимые значения
<i>SHINERatio</i>	Должны поддерживаться все допустимые значения
<i>INP_min_rein</i>	Должны поддерживаться все допустимые значения
<i>iat_rein_flag</i>	Должны поддерживаться все допустимые значения
<i>delay_max</i>	Должны поддерживаться все допустимые значения
<i>delay_min</i>	Должны поддерживаться все допустимые значения
<i>leftr_thresh</i>	Должны поддерживаться все допустимые значения
<i>CIpolicy</i>	Должны поддерживаться все допустимые значения

7.2 Конфигурация TPS-ТС PTM с 64/65-октетной инкапсуляцией

Конфигурация ТС PTM с 64/65-октетной инкапсуляцией должна соответствовать конфигурации, указанной в сопутствующей Рекомендации МСЭ-Т, с добавлением параметров управления, указанных в следующих пунктах. Модификации параметров управления в сопутствующих Рекомендациях МСЭ-Т приведены в Приложениях А, В и С.

7.2.1 Параметры управления, соответствующие МСЭ-Т G.998.4

Параметры управления TPS-ТС PTM, соответствующие МСЭ-Т G.998.4, те же, что и для TPS-ТС ATM (см. таблицу 7-1).

7.2.2 Допустимые конфигурации

Допустимые конфигурации параметров управления TPS-ТС PMS, соответствующие МСЭ-Т G.998.4, те же, что и для TPS-ТС ATM (см. таблицу 7-2).

7.2.3 Обязательные конфигурации

Обязательные конфигурации параметров управления TPS-TC PMS, соответствующие МСЭ-Т G.998.4, те же, что и для TPS-TC ATM (см. таблицу 7-3).

8 Функции повторной передачи

8.1 Формирователь кадров DTU

Каждый DTU должен содержать целое число 53-байтных ячеек ATM (данные или незанятые ячейки) или целое число 64/65-октетных кодовых слов PTM и следующие октеты:

- один октет, содержащий порядковый номер (SID);
- один октет, содержащий метку времени (TS);
- W октетов, содержащих служебные данные для 8-битового кода CRC;
- V октетов, содержащих байты заполнения.

Содержимое октетов SID и TS описано в пунктах 8.1.5 и 8.1.6. Содержимое W октетов для вставки 8-битового кода CRC описано в пунктах о кадрировании DTU. Содержимое октетов заполнения определяется поставщиком. Число V заполняющих октетов на DTU должно выбираться приемником во время инициализации.

DTU должен быть преобразован в целое число Q кодовых слов Рида-Соломона (RS) и синхронизирован с ними. Таким образом, имеет место следующая общая зависимость между числом H октетов полезной нагрузки в кодовом слове Рида-Соломона (см. таблицу 9-2) и числом Q кодовых слов RS в DTU:

$$(Q * H - 2 - V - W) = A * 53 \text{ для ATM};$$

$$(Q * H - 2 - V - W) = A * 65 \text{ для PTM};$$

A – это целое число ячеек ATM или кодовых слов PTM.

Передатчик должен поддерживать структуру кадрирования без CRC, как описано в пункте 8.1.1.

Кроме того, при инициализации передатчик должен указывать на поддержку одной из структур DTU, описанных в пунктах 8.1.2, 8.1.3 и 8.1.4. Структуры DTU, описанные в пунктах 8.1.2, 8.1.3 и 8.1.4, содержат дополнительный 8-битовый код CRC для облегчения обнаружения ошибок в процессе TPS-TC. W – это число байтов, вставленных при добавлении CRC в DTU.

Во время инициализации приемник должен выбрать либо структуру DTU без CRC, либо структуру DTU с CRC, которая во время инициализации указана как поддерживаемая передатчиком.

Размер DTU в символах ATM равен $S * Q$. Для работы с линией в состоянии L0 как передатчик, так и приемник должны поддерживать все значения $S * Q$ в диапазоне от 0,5 до 4.

Допустимые структуры конфигурации описаны в пунктах 8.1.1, 8.1.2, 8.1.3 и 8.1.4.

8.1.1 Формирователь кадра DTU без CRC-8 (кадрование 1-го типа)

Кадрование DTU 1-го типа не включает 8-битовый код CRC ($W = 0$). Сначала следуют SID, TS и заполняющие октеты – именно в таком порядке, – а за ними A ячеек ATM или 64/65-октетных кодовых слов. Октет SID преобразуется в первый октет кодового слова RS. Имеет место следующая зависимость между числом H октетов полезной нагрузки в кодовом слове Рида-Соломона и числом Q кодовых слов RS в DTU:

$$(Q * H - 2 - V) = A * 53 \text{ для ATM};$$

$$(Q * H - 2 - V) = A * 65 \text{ для PTM}.$$

На рисунке 8-1 показан процесс сборки DTU с помощью формирователя кадров 1-го типа и его синхронизации с кодовыми словами RS.

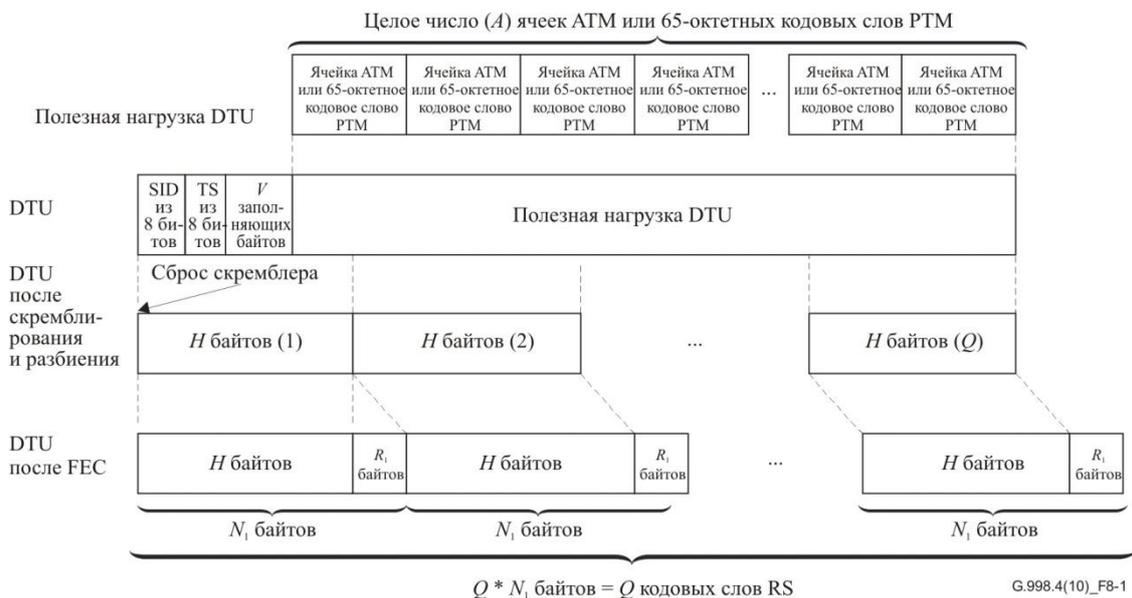


Рисунок 8-1 – Структура DTU без CRC (кадрирование 1-го типа) и синхронизация с кодовыми словами RS

8.1.2 Формирователь кадра DTU с кодом CRC-8 (кадрирование 2-го типа)

В этом режиме структура DTU та же, что и в пункте 8.1.1, но с добавлением в конец DTU дополнительного 8-битового кода CRC (то есть $W = 1$). Этот код CRC вычисляется до скремблирования октетов полезной нагрузки, SID, TS и октетов заполнения DTU. 8-битовый код CRC формируется как код CRC PMS-TC в соответствии с пунктом 9.5.2.3 [ITU-T G.993.2]. SID преобразуется в первый октет кодового слова Рида-Соломона. На рисунке 8-2 показан процесс сборки DTU с помощью формирователя кадров 2-го типа и его синхронизации с кодовыми словами RS.

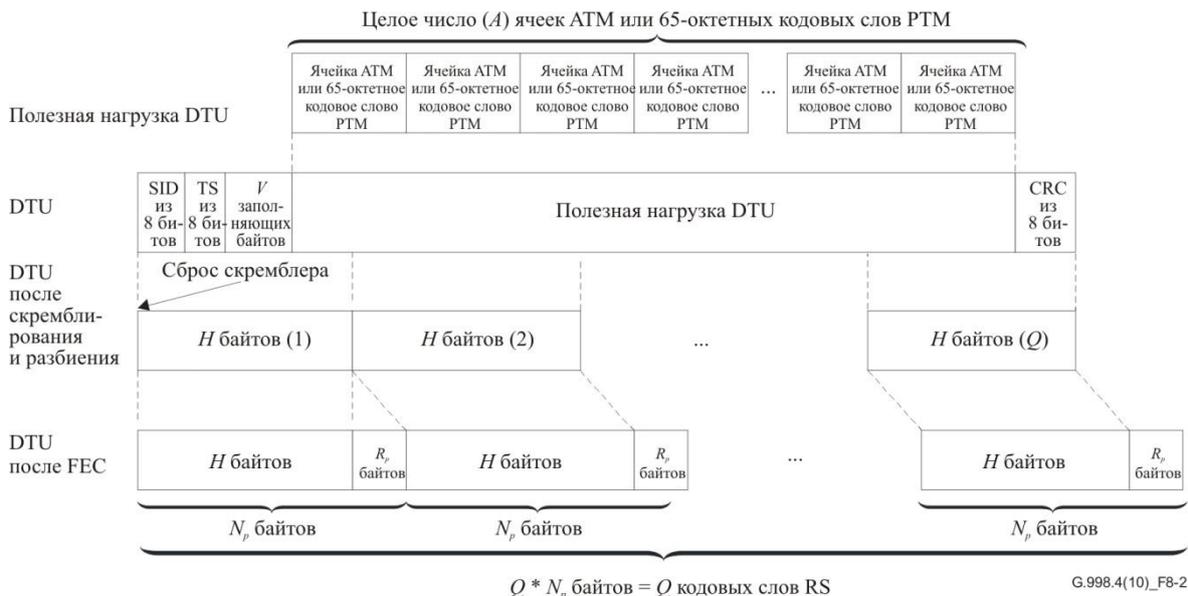


Рисунок 8-2 – Структура DTU с кодом CRC в конце (кадрирование 2-го типа) и синхронизация с кодовыми словами RS

Для структуры DTU с кодом CRC ($W = 1$) выполняется следующее соотношение между Q , H , A и V .

$$(Q * H - 3 - V) = A * 53 \text{ для ATM};$$

$$(Q * H - 3 - V) = A * 65 \text{ для PTM}.$$

8.1.3 Формирователь кадров DTU с кодом CRC-8 (кадрирование 3-го типа)

В этом режиме структура DTU та же, что и описанная в пункте 8.1.1, плюс 8-битовый код CRC, вставленный как первый октет DTU. Этот код CRC вычисляется до скремблирования октетов полезной нагрузки, SID, TS и октетов заполнения DTU, предварительно переданных через контрольную точку $\alpha 2/\beta 2$. 8-битовый код CRC формируется как код CRC PMS-TC в соответствии с пунктом 9.5.2.3 [ITU-T G.993.2]. 8-битовый код CRC преобразуется в первый октет кодового слова Рида-Соломона.

За CRC должны следовать байты SID, TS и заполняющие октеты, за которыми следует последовательность из A ячеек ATM или 64/65-октетных кодовых слов PTM.

На рисунке 8-3 показан процесс сборки DTU с помощью формирователя кадров 3-го типа и его синхронизация с кодовыми словами RS.

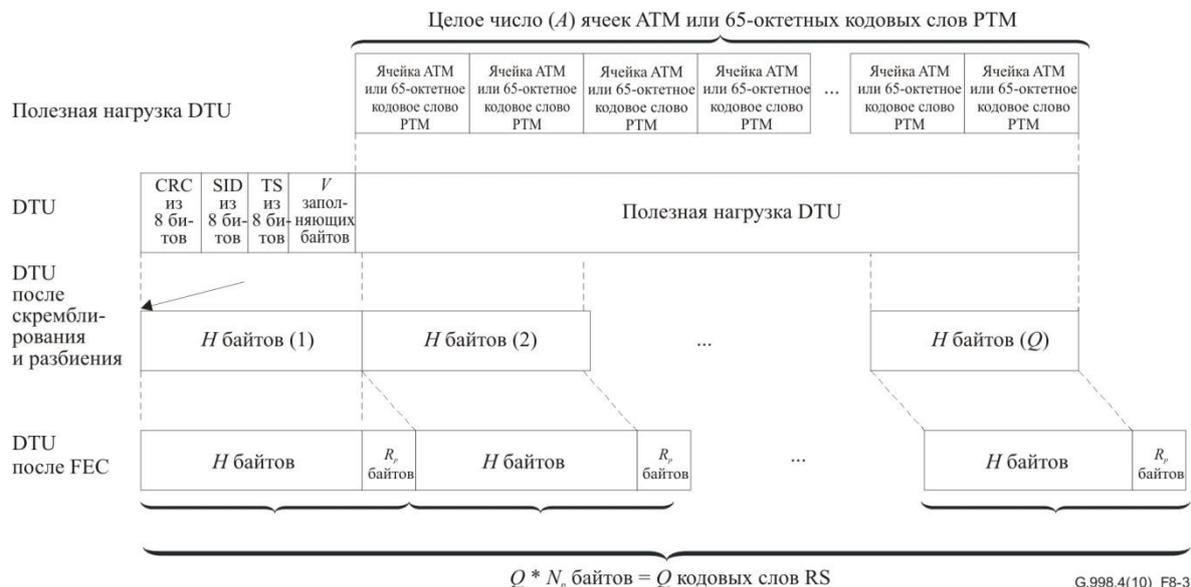


Рисунок 8-3 – Структура DTU с CRC в начале (кадрирование 3-го типа) и синхронизация с кодовыми словами RS

Для структуры DTU с кодом CRC выполняется следующее соотношение между Q , H , A и V :

$$(Q * H - 3 - V) = A * 53 \text{ для ATM};$$

$$(Q * H - 3 - V) = A * 65 \text{ для PTM}.$$

8.1.4 Формирователь кадра DTU с кодом CRC-8 (кадрирование 4-го типа)

В этом режиме структура DTU та же, что и описанная в пункте 8.1.1, плюс 8-битовый код CRC, вставленный как первый байт DTU. Код CRC вычисляется до скремблирования октетов полезной нагрузки, SID, TS и октетов заполнения DTU, предварительно переданных через контрольную точку $\alpha 2/\beta 2$. 8-битовый код CRC формируется как CRC PMS-TC, определенный в пункте 9.5.2.3 [ITU-T G.993.2]. 8-битовый код CRC преобразуется в первый октет кодового слова Рида-Соломона. Число октетов, вставляемых в DTU этим методом, равно SEQ_1 . Параметры кадрирования выбираются так, чтобы они соответствовали следующим ограничениям:

- $W = SEQ_1$ при $SEQ_1 = 2$ для ADSL и $SEQ_1 = 8$ для VDSL;
- $M_1 \times Q \times G_1 = T_1 \times SEQ_1$, при:
 - $G_1 = 1$, если $SEQ_1 = 2$;
 - T_1/M_1 – целое, если $SEQ_1 = 8$;
- $H = M_1 \times (B_{10} + \lceil G_1 / T_1 \rceil)$ при $G_1 = 1$, если $SEQ_1 = 2$,

где SEQ_1 , M_1 , G_1 и T_1 соответствуют SEQ_p , M_p , G_p , T_p в сопутствующей Рекомендации для тракта с запаздыванием $p = 1$, B_{10} соответствует B_{p1} в сопутствующей Рекомендации для тракта с запаздыванием $p = 1$ и носителя кадров $n = 0$, а $\lceil x \rceil$ означает верхний предел x .

При использовании вышеуказанных настроек формирователя кадров в DTU добавляются дополнительные $W-1$ октеты. Значение дополнительных октетов должно быть FF_{16} . W равно 2, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] или [ITU-T G.992.5], и 8, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2]. При $G_1 = 1$ дополнительные байты вставляются на равном расстоянии.

За 8-битовым кодом CRC следуют октеты SID, TS и заполняющие октеты, а за ними – последовательность из A ячеек ATM или 64/65-октетных кодовых слов с октетами FF_{16} , вставленными в надлежащие места в DTU. Распределение W октетов между T_1 кадрами мультиплексированных данных (MDF) выполняется согласно пункту 9.5.2.1 [ITU-T G.993.2] при $G_1 = 1$, если $W = 2$. DTU с кодом CRC и соответствующим октетом FF_{16} преобразуются в Q кодовых слов RS и синхронизируются с ними, как показано на рисунке 8-4 для $W = 2$, $Q = 2$, $M_1 = 2$.

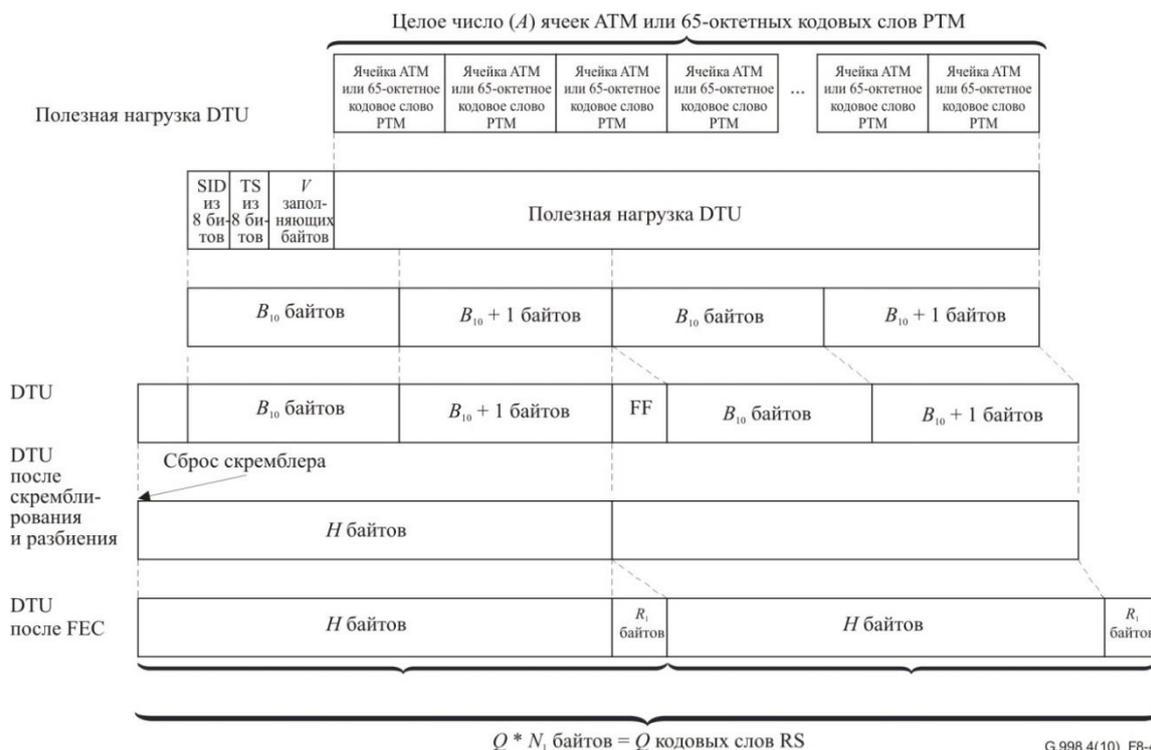


Рисунок 8-4 – Пример структуры DTU с CRC в начале (кадрирование 4-го типа, $W = 2$) и синхронизация с кодовыми словами RS [$M_1 = 2$, $T_1 = Q = 2$, $SEQ_1 = 2$ и $B_{10} = (H/2) - 1$]

Для структуры DTU с кодом CRC выполняется следующее соотношение между Q , H , A и V :

$$(Q * H - 2 - W - V) = A * 53 \text{ для ATM};$$

$$(Q * H - 2 - W - V) = A * 65 \text{ для PTM}.$$

ПРИМЕЧАНИЕ. – Расположение $W = 8$ байтов выбрано так, чтобы оно совпадало с расположением байтов в кадре ОН VDSL2, содержащем кадр ОН 2-го типа, когда кадр ОН совпадает с DTU. Расположение $W = 2$ байта выбрано так, чтобы оно совпадало с расположением байтов в кадре ОН ADSL2, согласно таблице 7-14 при $SEQ_1 = 2$, когда кадр ОН совпадает с DTU.

8.1.5 Порядковый номер (SID)

Октет SID в каждом DTU идентифицирует DTU в последовательности передачи. Передатчик наращивает значение SID для каждого вновь созданного DTU. Повторно передаваемые DTU должны иметь тот же SID, что и при их первой передаче. Октет SID инициализируется в 00_{16} , и это значение становится значением SID первого DTU, переданного в режиме Showtime. По достижении SID значения FF_{16} следующим значением SID становится 00_{16} .

8.1.6 Метка времени

Метки времени используются в двух целях.

- 1 Метка времени должна использоваться для управления задержкой $\alpha 1$ – $\beta 1$ DTU и связанной с ним информационной полезной нагрузкой.
- 2 Метка времени может использоваться для уменьшения дрожания задержки между γ -интерфейсами передатчика и приемника.

Отсчет времени (также называемый идентификатором символов DMT) представляет собой подсчет всех символов DMT, то есть символов данных и символов синхронизации, передаваемых по линии после входа в режим Showtime.

Байт метки времени DTU содержит значение отсчета времени по модулю 255 символа DMT, который должен содержать первый бит этого DTU, при условии, что между формированием кадра DTU и его передачей по линии не было ни одной повторной передачи.

Значение FF₁₆ (255) в октете TS зарезервировано.

- 1 В общем случае байт метки времени (TS) в каждом DTU используется как для линий в группе соединения, так и для линий без соединения.

Для управления максимальной задержкой $\alpha 1$ – $\beta 1$ DTU и связанной с ним информационной полезной нагрузкой параметр конфигурации *delay_max* должен быть верхним пределом задержки, которая добавляется к задержке передачи, вызванной только повторными передачами. При этом приемник и/или передатчик должны выявлять и отбрасывать все DTU, полезную нагрузку которых нельзя передать через опорную точку $\beta 1$ в приемнике, не нарушая предела *delay_max*. Критерием отбрасывания DTU служит метка времени.

Задержка обработки между U-интерфейсом и подуровнем повторной передачи приемника (контрольная точка $\beta 2$) в направлении тракта повторной передачи данных исключается из рассмотрения для *delay_max* в направлении тракта повторной передачи данных.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Следовательно, сквозная задержка между контрольными точками $\alpha 1$ и $\beta 1$ может превышать значение *delay_max* на величину задержки на обработку в передатчике и приемнике.

Чтобы уменьшить колебания задержки от γ -интерфейса на стороне передачи до γ -интерфейса в приемнике:

- 1) приемник должен поддерживать формирование выходного сигнала;
- 2) задержка между γ -интерфейсом и контрольной точкой $\alpha 1$ и задержка между контрольной точкой $\beta 1$ и γ -интерфейсом не должна зависеть от повторной передачи DTU.

Параметр конфигурации *delay_min* – это нижний предел задержки, которая добавляется к задержке передачи, вызванной только повторными передачами. Функция формирования выходного сигнала использует метку времени, чтобы определить, когда необходимо отправить полезную нагрузку DTU в контрольную точку $\beta 1$, чтобы соблюдались пределы задержки. Функция формирования выходного сигнала должна минимизировать дополнительную задержку, которая может быть внесена сверх значения *delay_min* и никогда не должна превышать значения *delay_max*.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Из-за ограниченной памяти очереди повторной передачи приемника (см. пункты A.1.1, B.1.1 и C.1.1) XTU может потребоваться ограничить эффективную скорость передачи данных для соблюдения предела *delay_min*.

- 2 Если XTU сконфигурирован как часть группы соединения, то дифференциальная задержка на физическом уровне между всеми соединенными линиями в одной и той же группе должна оставаться ограниченной.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Во всех линиях группы соединений должны выполняться требования спецификации, регулирующей соединения (например, МСЭ-Т G.998.1 для соединений АТМ или МСЭ-Т G.998.2 для соединений РТМ) в отношении дифференциальной задержки.

8.2 Мультиплексор повторной передачи

Через каждые $H * Q$ байтов (по отношению к суммарной скорости передачи данных по тракту с запаздыванием #1) через контрольную точку $\alpha 2$ должен передаваться DTU. Тип передаваемого DTU

выбирает мультиплексор повторной передачи. DTU должен быть либо новым DTU из формирователя кадров DTU, либо ранее переданным DTU из очереди повторной передачи. Управление выбором осуществляется с помощью конечного автомата повторной передачи передатчика на основе содержания RRC и требований INP и задержек, настроенных для несущего канала, передаваемого в тракте с запаздыванием.

8.3 Конечный автомат повторной передачи передатчика

В передатчике любой неподтвержденный DTU должен передаваться повторно с соблюдением ограничения максимальной задержки. Точное время повторной передачи DTU зависит от реализации, но передатчик должен обеспечить возможность как минимум NRET повторной передачи (см. пункт 8.6.4) одного и того же DTU без нарушения ограничения максимальной задержки. Подтвержденные DTU не передаются повторно даже по запросу приемника.

8.4 Обратный канал повторной передачи (RRC)

Для подтверждения DTU используется обратный канал повторной передачи. Он состоит из 24 битов, мультиплексированных с трактами с запаздыванием для каждого кадра данных. Полезная нагрузка RRC содержит три поля.

- 1 Поле из 5 битов AbsoluteDTUCountLsbs, содержащее младшие значащие биты (LSB) абсолютного номера последнего принятого DTU. Абсолютный номер DTU равен числу всех DTU (новых или переданных повторно, с ошибкой или без ошибки), принятых до этого DTU с момента входа в режим Showtime. Для первого принятого DTU при входе в режим Showtime значение AbsoluteDTUCountLsbs равно нулю.
- 2 Поле из двух битов Nack[k] ($k = 0,1$), указывающее статус двух последних принятых DTU. Nack[0] указывает статус последнего принятого DTU, а Nack[1] указывает статус предпоследнего принятого DTU. Nack[k] = 0, если DTU подтвержден, в противном случае Nack[k] = 1.
- 3 Поле из 5 битов ConsecutiveGoodDTUs:
 - если Nack[1] = 0, то это поле указывает число подтвержденных DTU до предпоследнего принятого DTU. Если это число больше 31, то полю присваивается значение 31;
 - если Nack[1] = 1, то это поле указывает число последовательных подтвержденных DTU, причем последовательные DTU подсчитываются начиная с *lb* (см. пункт 8.6) DTU, предшествующих предпоследнему принятому DTU.

Эти поля защищены 12 избыточными битами. Общая структура изображена на рисунке 8-5.

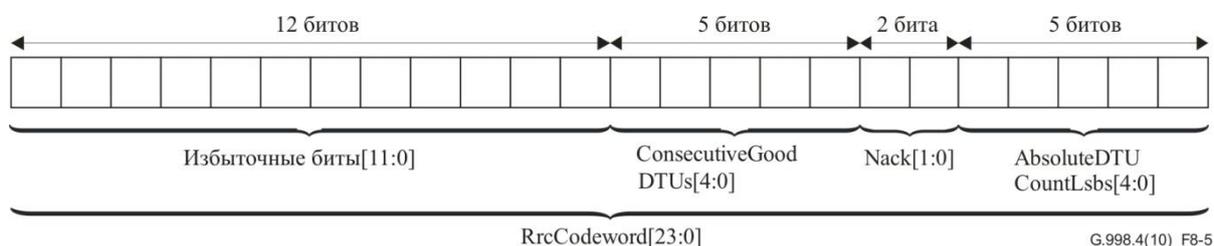


Рисунок 8-5 – Структура и содержание кодового слова RRC

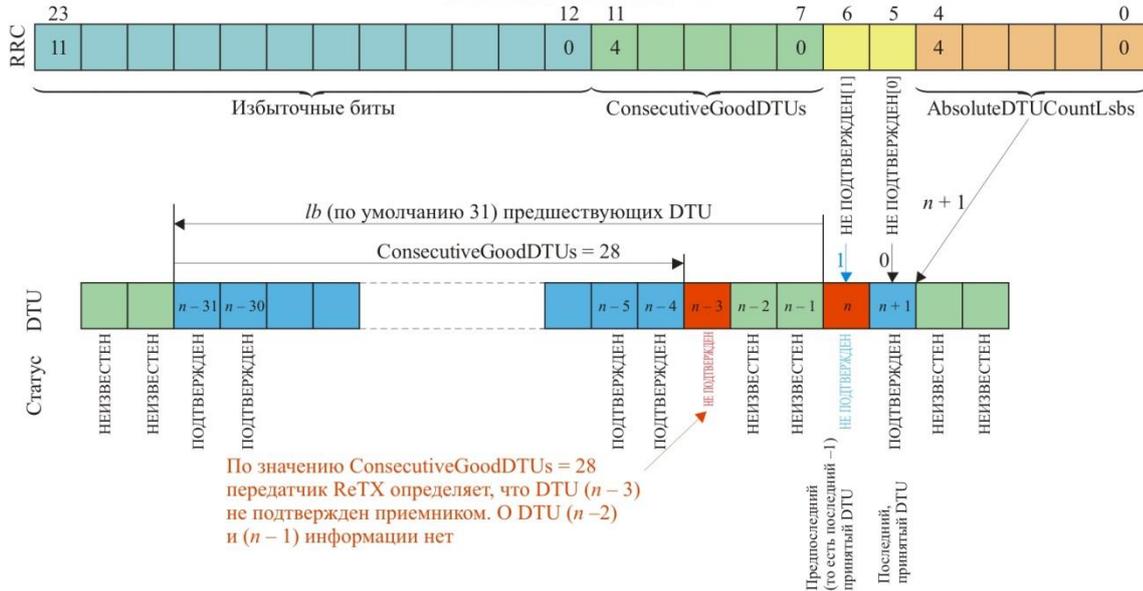
Данные передаются, начиная с LSB кодового слова RRC, то есть:

$$\begin{aligned}
 \text{RrcCodeword}[4:0] &= \text{AbsoluteDTUCountLsbs}[4:0]; \\
 \text{RrcCodeword}[6:5] &= \text{Nack}[1:0]; \\
 \text{RrcCodeword}[11:7] &= \text{ConsecutiveGoodDTUs}[4:0]; \\
 \text{RrcCodeword}[23:12] &= \text{Избыточные биты}[11:0].
 \end{aligned}$$

ПРИМЕЧАНИЕ. – При частоте передачи символов 4 кГц скорость RRC составляет 96 кбит/с.

На рисунке 8-6 показаны примеры оценки значения ConsecutiveGoodDtus.

Пример А: RRC = | ConsecutiveGoodDTUs = 28 | НЕ ПОДТВЕРЖДЕН[1] = 1 | НЕ ПОДТВЕРЖДЕН[0] = 0 | AbsoluteDTUCountLsb = n + 1 |



Пример В: RRC = | ConsecutiveGoodDTUs = 27 | НЕ ПОДТВЕРЖДЕН[1] = 0 | НЕ ПОДТВЕРЖДЕН[0] = 0 | AbsoluteDTUCountLsb = n + 1 |

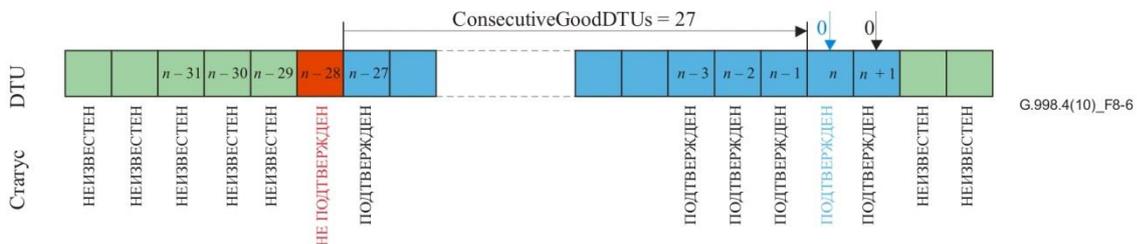


Рисунок 8-6 – Примеры оценки значения ConsecutiveGoodDtus при lb = 31

8.4.1 Инициализация поля RRC

Для принятых DTU создается виртуальное расширение при условии, что до входа в режим Showtime были успешно приняты 33 DTU без необходимости повторной передачи.

8.4.2 Описание расширенного кода Голея

Избыточные биты кодового слова RRC [b₁₂ b₁₃ ... b₂₃] содержат контрольные биты модифицированного расширенного (24,12) кода Голея.

Для 12-битового RRC-кадра передачи информационного сообщения избыточные биты кода Голея [b₁₃ b₁₄ ... b₂₃] вычисляются с использованием следующей операции в GF(2):

$$C(D) = M(D) \times D^{11} \text{ modulo } G(D),$$

где D – оператор задержки, и

$$M(D) = b_0D^{11} + b_1D^{10} + \dots + b_{10}D + b_{11}$$

– многочлен информационного сообщения;

$$G(D) = D^{11} + D^9 + D^7 + D^6 + D^5 + D + 1$$

– многочлен генератора; а

$$C(D) = b_{17}D^{10} + b_{18}D^9 + b_{22}D^8 + b_{21}D^7 + b_{14}D^6 + b_{19}D^5 + b_{23}D^4 + b_{13}D^3 + b_{20}D^2 + b_{15}D + b_{16}$$

– многочлен проверки четности.

Бит b₁₂ представляет собой общий бит четности, вычисляемый в GF(2) как:

$$b_{12} = \sum_{k=0}^{11} b_k + \sum_{k=13}^{23} b_k .$$

8.5 Двусторонняя задержка

Двусторонняя задержка в каждом направлении делится на две части: одна, вызванная передатчиком DTU, называется двусторонней полузадержкой передатчика и обозначается HRT_{tx} , другая, вызванная приемником DTU, называется двусторонней полузадержкой приемника и обозначается HRT_{rx} . Обе двусторонние полузадержки содержат часть, выраженную в символах DMT (обозначается HRT_{tx}^S и HRT_{rx}^S), и часть, выраженную в DTU (обозначается HRT_{tx}^D и HRT_{rx}^D).

Символьная часть двусторонней полузадержки приемника HRT_{rx}^S определяется как максимальное время в символах DMT, измеренное в U-интерфейсе с момента приема последнего бита DTU с абсолютным номером $k + HRT_{rx}^D$ до момента передачи первого RRC, содержащего информацию о DTU с абсолютным номером k . Значение округляется до ближайшего целого числа.

Символьная часть двусторонней полузадержки передатчика HRT_{tx}^S определяется как максимальное время в символах DMT, измеренное в U-интерфейсе с момента приема первого RRC, содержащего запрос на повторную передачу DTU с абсолютным номером k , до момента приема первого бита DTU, переданного за HRT_{tx}^D DTU до фактической повторной передачи DTU с абсолютным номером k . Это значение предполагает, что повторно переданный DTU отправляется незамедлительно, то есть не задерживается конечным автоматом передачи и процессом передачи текущего DTU по U-интерфейсу. Полученное значение округляется до ближайшего целого числа.

Значения как HRT_{rx}^S , так и HRT_{tx}^S вычисляются при условии, что с момента передачи DTU с абсолютным номером k до момента его повторной передачи ни в том ни в другом направлении не передаются никакие символы синхронизации.

Из определения двусторонних полузадержек следует, что минимальный размер очереди передачи $Q_{tx,min}$ вычисляется по формуле:

$$Q_{tx,min} = \left\lceil \frac{HRT_{tx}^S + HRT_{rx}^S + 1}{Q \times S_1} \right\rceil + HRT_{tx}^D + HRT_{rx}^D + 1.$$

Это соотношение показано на рисунке 8-7.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Дополнительный символ в функции округления учитывает возможное рассогласование символов синхронизации между восходящим и нисходящим направлениями. Этот дополнительный символ можно исключить, если символы синхронизации в направлении передачи DTU совмещены с символами синхронизации в направлении RRC в диапазоне от $-HRT_{rx}^S + [(HRT_{rx}^D + 1) \times Q \times S_1]$ до $HRT_{tx}^S + [HRT_{tx}^D \times Q \times S_1] - 1$ символов DMT, где положительное значение указывает, что символ синхронизации в направлении передачи DTU отправляется после символа синхронизации в направлении RRC.

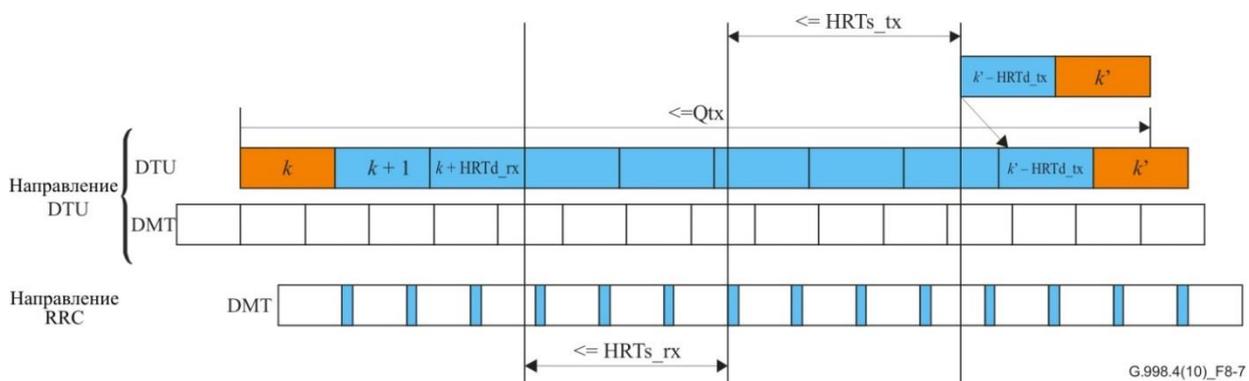


Рисунок 8-7 – Взаимосвязь между определением двусторонней полузадержки и минимальным значением Q_{tx}

Полное время двусторонней задержки (RTT), включающее вклады приемника и передатчика, выраженное в миллисекундах, определяется по формуле:

$$RTT = \frac{Q_{tx,min} \times Q \times S_1}{f_s},$$

где f_s – скорость передачи символов данных, выраженная в ксимвол/с.

8.6 Параметры управления повторной передачей

8.6.1 Параметры управления

Параметры управления повторной передачей определены в таблице 8-1.

Таблица 8-1 – Параметры управления функцией повторной передачи

Параметр	Определение
<i>FramingType</i>	Тип кадрирования DTU
<i>Q</i>	Количество кодовых слов Рида-Соломона на DTU
<i>V</i>	Количество заполняющих октетов на DTU
HRT_{tx}^S	Символьная часть двусторонней полузадержки передатчика, выраженная в символах DMT, как определено в разделе 8.5
HRT_{tx}^D	DTU-часть двусторонней полузадержки передатчика, выраженная в DTU, как определено в разделе 8.5
HRT_{rx}^S	Символьная часть двусторонней полузадержки приемника, выраженная в символах DMT, как определено в разделе 8.5
HRT_{rx}^D	DTU-часть двусторонней полузадержки приемника, выраженная в DTU, как определено в разделе 8.5
Q_{tx}	Задержка в DTU между двумя последовательными передачами одного и того же DTU, используемая приемником в эталонном конечном автомате
<i>lb</i>	Коэффициент обратных запросов (см. пункт 8.4)

8.6.2 Допустимые конфигурации

Допустимая конфигурация функции повторной передачи состоит из конфигураций каждого параметра управления с одним из его допустимых значений, указанных в таблице 8-2.

Таблица 8-2 – Допустимая конфигурация функции повторной передачи

Параметр	Возможные значения
<i>FramingType</i>	Допустимые значения 1, 2, 3 и 4.
HRT_{tx}^S	Допустимые значения – все целые числа от 0 до 15, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] , [ITU-T G.992.5] или [ITU-T G.993.2] , за исключением профиля 30a. Допустимые значения – все кратные 2 от 0 до 30, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2] с профилем 30a
HRT_{tx}^D	Допустимы все целые значения от 0 до 2
HRT_{rx}^S	Допустимые значения – все целые числа от 1 до 16, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] , [ITU-T G.992.5] или [ITU-T G.993.2] , за исключением профиля 30a. Допустимые значения – все кратные 2 от 2 до 32, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2] с профилем 30a
HRT_{rx}^D	Допустимы все целые значения от 0 до 2
Q_{tx}	Допустимы все целые значения от 1 до 63. Допустимая конфигурация должна быть совместима с памятью, как определено в соответствующем приложении
<i>lb</i>	Допустимы все целые значения от 1 до 31. Допустимая конфигурация должна быть такой, чтобы $lb \leq \min(31, Q_{tx})$

8.6.3 Обязательные конфигурации

Обязательные конфигурации функции обратной передачи – это подмножество допустимых конфигураций, которые обязательно должны поддерживаться. Они представляют собой конфигурацию всех параметров управления с одним из их обязательных значений, указанных в таблице 8-3.

Таблица 8-3 – Обязательная конфигурация функции повторной передачи

Параметр	Возможные значения
<i>FramingType</i>	Передатчик должен поддерживать тип кадрирования <i>FramingType</i> 1 и по меньшей мере один из типов <i>FramingType</i> 2, 3 и 4
Q_{tx}	Должны поддерживаться все допустимые значения
<i>lb</i>	Должны поддерживаться все допустимые значения

8.6.4 Выбор значений параметров

По определению эталонный конечный автомат передачи позволяет приемнику получать параметры настройки тракта повторной передачи (H , Q , V , R , L) и задержки очереди (Q_{tx}). Эти параметры настройки основаны на следующих ограничениях:

- ограничения на задержки: *delay_min*, *delay_max*;
- ограничения на импульсные помехи: *INP_min*, *INP_min_rein* и *iat_rein_flag*;
- ограничения на шум: *SNR_margin*;
- ограничения на скорость передачи данных.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Приемник должен принять меры для обеспечения устойчивости к нестационарным радиочастотным помехам.

После последней передачи одного и того же DTU эталонный конечный автомат передачи повторно передает любой неподтвержденный DTU после фиксированного числа Q_{tx} DTU. После первой передачи DTU плюс *delay_max* повторная передача неподтвержденного DTU не осуществляется. Следовательно, эталонный конечный автомат передачи может выполнить не более

$$NRET = \left\lfloor \frac{delay_max \times f_s}{Q_{tx} \times Q \times S} \right\rfloor \text{ повторных передач одного и того же DTU.}$$

Фактическая INP, сообщаемая передатчиком, зависит от фактического конечного автомата передатчика. Фактический конечный автомат передатчика может повторно передавать DTU с интервалами, отличными от интервала, соответствующего числу Q_{tx} передачи DTU. Примеры таких конечных автоматов приведены в Дополнении I. Они могут отличаться от значений, вычисленных по формуле, полученной с использованием эталонного конечного автомата. Значение фактической INP, указанной в MIB, должно быть получено от передатчика.

9 Функция PMS-ТС

Функциональная модель PMS-ТС состоит из двух трактов с запаздыванием. Однако мультиплексирование служебных данных и пользовательских данных должно быть ограничено, как описано ниже.

Тракт с запаздыванием #0 должен содержать только канал служебных данных и не должен содержать никаких данных пользователя (то есть $B_{0n} = 0$). Этот тракт с запаздыванием поддерживает FEC и перемежение. Для этого тракта с запаздыванием допускается лишь сокращенное число комбинаций L , N , R и D . Эти комбинации указаны в соответствующих приложениях.

Тракт с запаздыванием #1 должен переносить только данные пользователя для несущего канала #0 (то есть $B_{1n} = 0$ при $n \neq 0$) и должен быть защищен повторной передачей. В тракте с запаздыванием #1 должно использоваться кадрирование DTU, как описано в пунктах 8.1 и 8.2.

В пункте 9.3 описан процесс мультиплексирования двух трактов с запаздыванием и RRC.

9.1 Скремблер

Скремблер PMS-ТС тракта с запаздыванием #1 должен быть идентичен скремблеру PMS-ТС, описанному в сопутствующей Рекомендации (пункт 9.2 [ITU-T G.993.2], пункт 7.7.1.3 [ITU-T G.992.3]), но его состояние должно быть сброшено во все нули в первых битах каждого DTU. Скремблер сбрасывается так, чтобы первые два октета каждого DTU до или после скремблирования были идентичными. Для DTU с кадрированием 1-го и 2-го типа это позволяет декодировать SID и TS в приемнике перед дескремблированием.

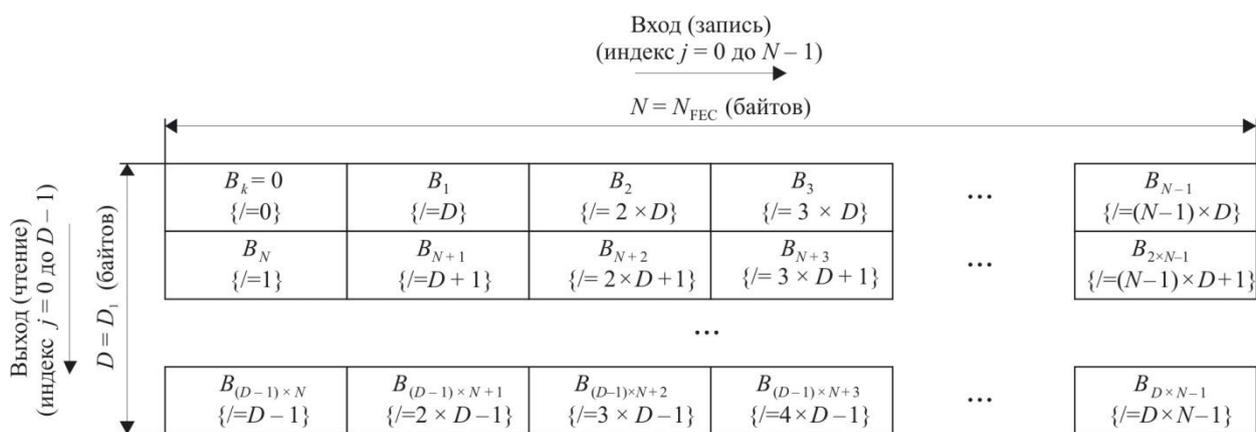
9.2 Упреждающая коррекция ошибок (FEC)

Для работы согласно Приложению А FEC должна быть такой, как указано в [ITU-T G.992.3]. Перемежение, используемое в тракте с запаздыванием #0, должно быть таким сверточным перемежением, какое указано в [ITU-T G.992.3].

Для работы согласно Приложению В FEC должна быть такой, как указано в [ITU-T G.992.5]. Перемежение, используемое в тракте с запаздыванием #0, должно быть таким сверточным перемежением, какое указано в [ITU-T G.992.5].

Для работы согласно Приложению С FEC должна быть такой, как указано в [ITU-T G.993.2]. Перемежение, используемое в тракте с запаздыванием #0, должно быть таким сверточным перемежением, какое указано в [ITU-T G.993.2].

Перемежение, используемое в тракте с запаздыванием #1, должно быть блочным перемежением. Блок перемежения должен иметь размер $D_1 \times N_{\text{FEC}}$ байтов, где N_{FEC} – длина кодового слова RS, а D_1 – глубина перемежения. Если $D_1 = 1$, то блок перемежения равен кодовому слову RS. Если $D_1 = Q$ (число кодовых слов RS в одном DTU), то блок перемежения равен DTU. Каждый байт B_k в блоке перемежения (вход в позиции k с индексом k в интервале от 0 до $D_1 \times N_{\text{FEC}} - 1$) расположен на выходе функции перемежения в позиции l , заданной выражением $l = i \times D_1 + j$, где $i = k \text{ MOD } N_{\text{FEC}}$ и $j = \text{floor}(k/N_{\text{FEC}})$. Перемежитель блоков показан на рисунке 9-1а.



G.998.4(10)-Amd.2(12)_F9-1a

Рисунок 9-1а – Иллюстрация переमेжителя блоков

9.3 Мультиплексор тракта с запаздыванием

Сначала код RRC преобразуется для включения в кадр данных. Затем тракты с запаздыванием выстраиваются в порядке, указанном в сопутствующей Рекомендации. Схема мультиплексирования RRC и трактов с запаздыванием показана на рисунке 9-1 для [ITU-T G.993.2] и на рисунке 9-2 для [ITU-T G.992.3] и [ITU-T G.992.5].

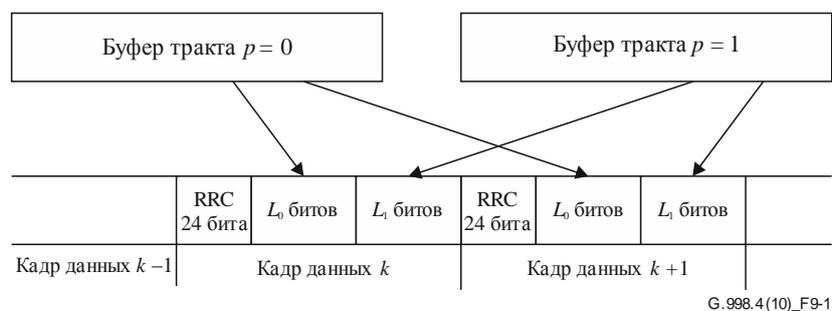


Рисунок 9-1 – Мультиплексирование RRC и трактов с запаздыванием в соответствии с МСЭ-Т G.993.2

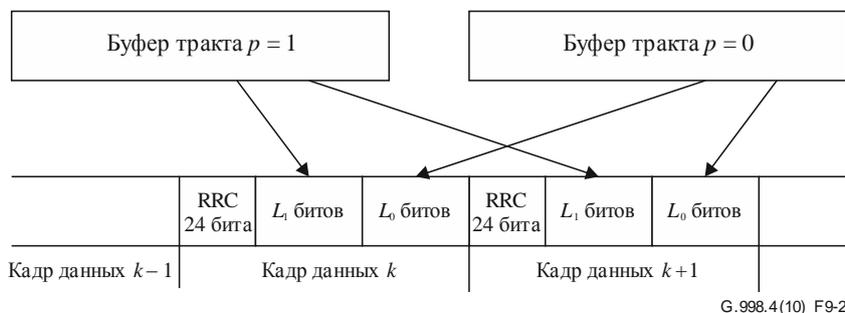


Рисунок 9-2 – Мультиплексирование RRC и трактов с запаздыванием в соответствии с МСЭ-Т G.992.3 и МСЭ-Т G.992.5

9.4 Параметры кадрирования

В следующих разделах указаны параметры кадрирования для двух трактов с запаздыванием. Определены параметры кадрирования двух типов:

- первичные параметры кадрирования – параметры, которыми обмениваются во время инициализации;
- производные параметры кадрирования – параметры, которые могут быть вычислены с использованием первичных параметров в качестве входных данных. Производные параметры могут использоваться для проверки скорости передачи данных или дополнительных ограничений на достоверность первичных параметров.

9.4.1 Первичные параметры

Первичные параметры приведены в таблице 9-1.

Таблица 9-1 – Первичные параметры кадрирования

Параметр	Определение
B_{pn}	Количество октетов для каждого кадра MDF из несущего канала n в тракт с запаздыванием p . Фактическое количество октетов в кадре MDF тракта с запаздыванием 1 может варьироваться в пределах от $B_{1n} - V - W - 2$ до $B_{1n} + 1$ в зависимости от типа кадрирования DTU
<i>FramingType</i>	Структура кадрирования DTU (см. примечание 1)
Q	Количество кодовых слов RS в одном DTU (см. примечание 1)
D_1	Глубина перемежения для тракта с запаздыванием #1
V	Количество байтов заполнения в одном DTU (см. примечание 1)
R_p	Количество октетов избыточности кодовых слов Рида-Соломона в тракте с запаздыванием # p (см. примечание 2)
M_p	Количество кадров MDF в одном кодовом слове Рида-Соломона (см. примечание 2)
L_p	Количество битов из тракта с запаздыванием # p , передаваемых в каждом символе

Таблица 9-1 – Первичные параметры кадрирования

Параметр	Определение
	данных (см. примечание 2)
G_p	Общее количество октетов служебных данных в подкадре ОН (см. примечание 3)
T_p	Количество кадров MDF, содержащих служебные октеты G_p
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Этот параметр применяется только к тракту с запаздыванием #1.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Тракт с запаздыванием #0 содержит только служебный трафик. Допустимые значения этого параметра в тракте с запаздыванием #0 должны быть ограничены, как описано в приложениях.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] или [ITU-T G.992.5], этот параметр не определен. В этом случае эквивалентный параметр принимает особое значение 0 или 1 (см. таблицу 9-3).</p>	

9.4.2 Производные параметры

Производные параметры приведены в таблице 9-2.

Таблица 9-2 – Производные параметры кадрирования

Параметр	Определение
W	<p>Служебные октеты DTU, связанные с вставкой CRC:</p> <ul style="list-style-type: none"> – $W = 0$ для $FramingType = 1$ – $W = 1$ для $FramingType = 2$ или 3 – $W = 2$ для $FramingType = 4$, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] или [ITU-T G.992.5] – $W = 8$ для $FramingType = 4$, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2]
N_{FECp}	<p>Размер кодового слова Рида-Соломона:</p> $N_{FEC1} = M_1 \times \left(B_{10} + \left\lceil \frac{G_1}{T_1} \right\rceil \right) + R_1;$ $N_{FEC1} = M_0 \times \left\lceil \frac{G_0}{T_0} \right\rceil + R_0$ <p>по соглашению, если $G_l = T_l = 0$, то $\left\lceil \frac{G_l}{T_l} \right\rceil = 1$</p>
H	<p>Количество байтов полезной нагрузки в одном кодовом слове Рида-Соломона в DTU:</p> $H = N_{FEC1} - R_1$
S_p	<p>Количество символов данных в одном кодовом слове Рида-Соломона для тракта с запаздыванием p:</p> $S_p = \frac{8 \times N_{FECp}}{L_p}$
$DTUframingOH$	<p>Относительный размер служебных данных, связанных с формированием кадра DTU:</p> $\frac{V + W + 2}{Q \times H}$
f_{DMT}	<p>Скорость передачи символов DMT в кГц:</p> <ul style="list-style-type: none"> – $f_{DMT} = 4,3125 * 16/17$ кГц, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] или [ITU-T G.992.5]; – f_{DMT} указана в пункте 10.4.4 [ITU-T G.993.2], если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2]

Таблица 9-2 – Производные параметры кадрирования

Параметр	Определение
f_s	Скорость передачи символов данных в кГц: – $f_s = 4$ кГц, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] или [ITU-T G.992.5]; – f_s указана в пункте 10.4.4 [ITU-T G.993.2], если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2]
TDR_p	Общая скорость передачи данных в тракте с запаздыванием в кбит/с: $TDR_p = L_p \times f_s$
TDR	Общая скорость передачи данных в кбит/с: $TDR = \sum_p TDR_p + 24 \times f_s$, если в этом направлении присутствует RRC. $TDR = \sum_p TDR_p$, если в этом направлении отсутствует RRC
NDR_p	Эффективная скорость передачи данных в одном тракте с запаздыванием: если повторная передача поддерживается, $NDR_1 = L_1 \times f_s \times \frac{H}{N} \times (1 - DTUframingOH)$ и $NDR_0 = 0$; если повторная передача не поддерживается, то эффективная скорость передачи данных определена в сопутствующей Рекомендации
OR_p	Скорость передачи служебных данных в одном тракте с запаздыванием: если повторная передача поддерживается, $OR_0 = 8 \times f_s \times \frac{G_0 \times M_0}{S_0 \times T_0}$ и $OR_1 = 0$; если повторная передача не поддерживается, то скорость передачи служебных данных в одном тракте с запаздыванием определена в сопутствующей Рекомендации
ADR_p	Совокупная скорость передачи данных в одном тракте с запаздыванием: $ADR_p = NDR_p + OR_p$ кбит/с
ADR	Суммарная скорость передачи данных: $ADR = \sum_p ADR_p + 12 \times f_s$ кбит/с, если в этом направлении присутствует RRC; $ADR = \sum_p ADR_p$, кбит/с, если в этом направлении отсутствует RRC
$RTxOH$	Служебные данные при повторной передаче должны быть защищены от наихудших возможных условий импульсных помех, заданных в MIB, и стационарного шума: $RTxOH = REIN_OH + SHINE_OH + STAT_OH$, где если $INP_min_rein > 0$: $REIN_OH = \left(\frac{INP_min_rein}{Q \times S_1} + 1 \right) \times Q \times S_1 \times \left(\left\lceil \frac{f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rceil \right)$, где f_{REIN} – частота повторения импульсов REIN в кГц. Если $INP_min_rein = 0$, то $REIN_OH = 0$ $SHINE_OH = SHINEratio$ $STAT_OH = 10^{-4}$
$ETRu$	Неограниченная версия ожидаемой пропускной способности в кбит/с: $(1 - RTxOH) \times NDR$
ETR	Ожидаемая пропускная способность в кбит/с: $ETR = \min(ETRu, ETR_max)$

9.4.3 Допустимые конфигурации

Допустимые значения параметров кадрирования и все дополнительные ограничения приведены в таблице 9-3.

Таблица 9-3 – Допустимые конфигурации параметров кадрирования

Параметр	Определение
V_{pn}	Допустимы все целые значения V_{10} от 0 до 254. Допустимое значение $V_{00}, V_{01}, V_{11} = 0$
<i>FramingType</i>	Допустимые значения 1, 2, 3 или 4 в соответствии с типами кадрирования 1–4 (см. пункты 8.1.1–8.1.4)
Q	Допустимые значения Q – все целые числа от 1 до 64, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2] . Допустимые значения Q – все целые числа от 1 до 16, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] или [ITU-T G.992.5] . Кроме того, допустимые конфигурации Q должны быть такими, чтобы в состоянии L_0 выполнялось неравенство $0,5 \leq Q \times S_1 \leq 4$
D_1	Единственное допустимое значение D_1 равно 1, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] или [ITU-T G.992.5] . Допустимые значения D_1 – все целые числа от 1 до 64, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2] , но они ограничены набором значений, рекомендованных удаленным передатчиком (см. пункты С.2.1.1 и С.2.2.1). Кроме того, допустимые значения D_1 должны быть такими, что $D_1 = Q$ или $D_1 = 1$
V	Допустимые значения V – все целые числа от 0 до 15
R_p	Допустимые значения $R_1 = 0, 2, 4, 8, 10, 12, 14$ или 16. Допустимые значения R_0 определены в Приложениях А, В и С
M_p	Для <i>FramingType</i> = 1, 2 и 3 допустимое значение M_1 равно 1. Для <i>FramingType</i> = 4 допустимое значение M_1 указано в пункте 8.1.4
L_p	Допустимые значения L_1 совпадают с допустимыми значениями тракта с запаздыванием #0, указанными в сопутствующей Рекомендации. Допустимые значения L_0 определены в Приложениях А, В и С
G_p	Допустимые значения G_0 определены в Приложении С, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2] . Допустимое значение $G_0 = 1$, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] или [ITU-T G.992.5] . Для <i>FramingType</i> = 1, 2 и 3 допустимое значение G_1 равно 0. Для <i>FramingType</i> = 4 допустимые значения G_1 определены в пункте 8.1.4
T_p	Допустимые значения T_0 определены в Приложениях А, В и С. Для <i>FramingType</i> = 1, 2 и 3 допустимое значение T_1 равно 0. Для <i>FramingType</i> = 4 допустимые значения T_1 определены в пункте 8.1.4
N_{FECp}	Допустимые значения N_{FEC1} – все целые числа от 1 до 255, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.992.3] или [ITU-T G.992.5] . Допустимые значения N_{FEC1} – все целые числа от 32 до 255, если сопутствующей Рекомендацией является [ITU-T G.993.2] . Допустимые значения N_{FEC0} определены в Приложениях А, В и С
S_1	Допустимые значения совпадают с допустимыми значениями тракта с запаздыванием #0, указанными в сопутствующей Рекомендации

9.4.4 Обязательные конфигурации

Обязательные значения параметров кадрирования приведены в таблице 9-4. Обязательность относится к поддержке в передатчике.

Таблица 9-4 – Обязательные конфигурации параметров кадрирования

Параметр	Возможные значения
B_{pn}	Должны поддерживаться все допустимые значения
$FramingType$	Для передатчика должно поддерживаться значение $FramingType = 1$, а также по меньшей мере одно из других значений $FramingType$ (2, 3 или 4). Для приемника должно поддерживаться либо значение $FramingType = 1$, либо все значения $FramingType = 2, 3$ и 4
Q	Должны поддерживаться все допустимые значения
D_1	Единственное обязательное значение D_1 равно 1
V	Должны поддерживаться все допустимые значения
R_p	Должны поддерживаться все допустимые значения
M_p	Должны поддерживаться все допустимые значения
L_p	Должны поддерживаться все допустимые значения L_0 . Обязательные значения L_1 совпадают с обязательными значениями тракта с запаздыванием #0, указанными в сопутствующей Рекомендации
G_p	Должны поддерживаться все допустимые значения
T_p	Должны поддерживаться все допустимые значения
N_{FECp}	Должны поддерживаться все допустимые значения
S_1	Обязательные значения совпадают с обязательными значениями тракта с запаздыванием #0, указанными в сопутствующей Рекомендации

9.5 Защита от импульсных помех

Во время инициализации приемник выбирает значения параметров кадрирования, которые гарантируют защиту от наихудших условий импульсных помех, определенных соответствующими параметрами MIB.

Это следующие параметры MIB:

- INP_{min} – минимальный уровень защиты от импульсных помех типа SHINE, выраженный в символах DMT, в контрольной точке δ ;
- INP_{min_rein} – минимальный уровень защиты от импульсных помех типа REIN, выраженный в символах DMT, в контрольной точке δ ;
- f_{REIN} – частота повторения REIN, выраженная в килогерцах. Возможны только два значения (0,1 и 0,12 кГц), которые настраиваются параметром iat_rein_flag .

Наихудшие условия импульсных помех означают, что:

- каждый импульс вызывает повторную передачу всех DTU, которые перекрываются с этим импульсом;
- каждый импульс имеет максимальную длину (либо INP_{min} либо INP_{min_rein} символов DMT в зависимости от типа импульса);
- предполагается, что импульсы типа SHINE – изолированные импульсы.

Для получения параметров кадрирования предполагается, что приемник работает с эталонной моделью передатчика, описанной в пункте 8.6.4, и в наихудших условиях импульсных помех.

В следующих разделах перечислены ограничения на параметры кадрирования, которые необходимо принять для удовлетворения требуемого условия. Ограничения могут быть разными в зависимости от того, состоят ли импульсные помехи из импульсов одного типа (REIN или SHINE) или представляют собой сочетания импульсов REIN и SHINE.

9.5.1 Импульсные помехи, состоящие из импульсов только типа SHINE или только типа REIN

Когда помехи состоят из импульсов одного и того же типа, параметры кадрирования должны соответствовать ограничениям, приведенным ниже. В этих формулах в зависимости от типа помех параметр INP_min следует интерпретировать либо как INP_min (описывающий INP для помех типа SHINE), либо как INP_min_rein (описывающий INP для помех типа REIN).

1 Ограничение двусторонней задержки очереди повторной передачи:

$$Q_{tx} \geq \left\lceil \frac{HRT_{Tx}^S + HRT_{Rx}^S + 1}{S_1 \times Q} \right\rceil + HRT_{Tx}^{DTU} + HRT_{Rx}^{DTU} + 1.$$

2 Перепланирование FIFO повторной передачи в приемнике. Это должно быть целое число $Nret \geq 1$, так чтобы выполнялись два следующих ограничения:

a)
$$Nret \times Q_{tx} \times S_1 \times Q \leq \lfloor delayMax \times f_{DMT} \rfloor - \lfloor delayMax \times f_{sync} \rfloor;$$

b)
$$Nret \times Q_{tx} \geq \left\lceil \frac{INP_min}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1.$$

3 Если INP_min_REIN больше 0, то добавляется дополнительное ограничение для REIN:

$$Nret \times Q_{tx} \leq \left\lfloor \left(\left\lfloor \frac{f_{DMT}}{f_{REIN}} - INP_min_rein \right\rfloor - \left\lfloor \left(\frac{1}{f_{REIN}} - \frac{INP_min_rein}{f_{DMT}} \right) \times f_{sync} \right\rfloor \right) \times \frac{1}{S_1 \times Q} \right\rfloor - 1.$$

В приведенных выше уравнениях f_{sync} – это частота повторения символов синхронизации в килогерцах.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Повторная передача обеспечивает коррекцию импульсов SHINE длительностью INP_min с интервалом следования, превышающим $delay_max + (S_1 \times Q \times Q_{tx})/f_s$.

9.5.2 Смешанные импульсные помехи SHINE и REIN

Когда помехи состоят из смеси импульсов типа REIN и импульсов типа SHINE, параметры кадрирования должны соответствовать ограничениям, приведенным ниже.

1 Ограничение двусторонней задержки очереди повторной передачи:

$$Q_{tx} \geq \left\lceil \frac{HRT_{Tx}^S + HRT_{Rx}^S + 1}{S_1 \times Q} \right\rceil + HRT_{Tx}^{DTU} + HRT_{Rx}^{DTU} + 1.$$

2 Перепланирование FIFO повторной передачи в приемнике. Это должны быть целое число $Nret \geq 2$ и целое число $k \geq 1$, так чтобы выполнялись три следующих ограничения:

a.
$$Nret \times Q_{tx} \times S_1 \times Q \leq \lfloor delayMax \times f_{DMT} \rfloor - \lfloor delayMax \times f_{sync} \rfloor;$$

b.
$$\left(Nret \times Q_{tx} + \left\lceil \frac{INP_min_rein}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \right) \times S_1 \times Q \leq \left\lfloor \frac{k \times f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{k \times f_{sync}}{f_{REIN}} \right\rfloor;$$
 и

c.
$$Nret \times Q_{tx} \geq \left\lfloor \left(\left\lfloor \frac{(k-1) \times f_{DMT}}{f_{REIN}} + INP_min_rein \right\rfloor - \left\lfloor \left(\frac{(k-1)}{f_{REIN}} + \frac{INP_min_rein}{f_{DMT}} \right) \times f_{sync} \right\rfloor \right) \times \frac{1}{S_1 \times Q} \right\rfloor + 1.$$

3 Ограничение для эталонного конечного автомата передачи REIN:

$$\left(Q_{tx} + \left\lceil \frac{INP_min_rein}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \right) \times S_1 \times Q \leq \left\lfloor \frac{f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rfloor - \left\lfloor \frac{f_{sync}}{f_{REIN}} \right\rfloor.$$

Ограничение для эталонного конечного автомата передачи SHINE:

$$\left\lceil \frac{INP_min}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \leq (Nret - 1) \times Q_{tx}.$$

В приведенных выше уравнениях f_{sync} – это частота повторения символов синхронизации в килогерцах.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Повторная передача обеспечивает коррекцию импульсов SHINE длительностью INP_min с интервалом следования, превышающим $delay_max + (S_1 \times Q \times Q_{tx})/f_s$.

10 PMD-функция

PMD-функция должна отвечать требованиям сопутствующей Рекомендации, за исключением положений, приведенных ниже.

10.1 Определение МТВЕ

Среднее время между ошибками (МТВЕ) – это среднее количество секунд, истекших между двумя событиями ошибки. Событие ошибки определяется как блок из одного или нескольких последовательных исправленных DTU.

При стационарном шуме можно предположить, что каждое событие ошибки состоит из одного искаженного DTU. В этом случае МТВЕ можно рассчитать по следующей формуле:

$$MTBE = \left(\frac{Measurement_Time}{Number_of_uncorrected_DTUs} \right),$$

где:

МТВЕ: время в секундах;

Measurement_Time: время в секундах;

Number_of_uncorrected_DTUs: количество DTU, обнаруженных с ошибкой в приемнике и не исправленных повторной передачей (см. счетчик DTU rtx-uc в пункте 12);

f_s : скорость передачи символов данных, выраженная в ксимвол/с.

Эта формула справедлива только с учетом предположения о стационарном шуме.

10.2 Общее определение запаса отношения сигнал/шум

Если в данном направлении используется повторная передача, то эталонное значение МТВЕ определяется на уровне рабочей точки запаса отношения сигнал/шум 1 дБ.

Следовательно, запас отношения сигнал/шум равен 1 дБ плюс максимальное приращение (скалярный коэффициент усиления в децибелах) от спектральной плотности мощности эталонного шума (PSD) на всех соответствующих частотах, для которых МТВЕ активного потока TPS-ТС не ниже минимального уровня МТВЕ (МТВЕ_min, см. пункт 10.3), указанного для этого потока TPS-ТС, без изменения каких-либо параметров PMD-функции (например, битов и коэффициентов усиления) и параметров PMS-ТС (например, L_p , параметров FEC) и при EFTR (см. пункт 11.2.2) \geq ETR. МТВЕ привязано к выходу функции PMS-ТС после повторной передачи (то есть к контрольной точке $\alpha 1/\beta 1$).

При тестировании запаса отношения сигнал/шум учитывается только стационарный шум (то есть импульсных помех присутствовать не должно).

Определение PSD эталонного шума зависит от параметра управления SNRM_MODE, как определено соответственно в [\[ITU-T G.992.3\]](#), [\[ITU-T G.992.5\]](#) или [\[ITU-T G.993.2\]](#).

10.3 Определение МТВЕ_min

Минимальное МТВЕ (МТВЕ_min) определяется как 14 400 секунд (что соответствует в среднем одной ошибке за четыре часа).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Это значение взято из [b-TR-126] Форума по широкополосному доступу и соответствует качеству HDTV.

10.4 Ускоренное тестирование МТВЕ

Для облегчения тестирования определен специальный режим, при котором повторные передачи не запрашиваются приемником и не передаются передатчиком автономно. Эта проверка выполняется при наличии только стационарного шума. Удаленное устройство входит в режим тестирования по запросу eoc (см. пункты А.3.1.3.1 и С.3.1.3.1).

Режим тестирования выбирается путем установки $RTX_ENABLE = RTX_TESTMODE$. Удаленное устройство переводится в этот режим путем отправления команды диагностика посредством eoc.

Величина P_{DTU} определяется как вероятность искажения DTU-контейнера, то есть DTU не принят надлежащим образом в процессе одной передачи. В этом режиме тестирования ее можно рассчитать по счетчикам DTU следующим образом:

$$P_{DTU} = \left(\frac{Number_of_uncorrected_DTUs}{Measurement_Time / T_{DTU}} \right),$$

где:

Measurement_Time: время в секундах;

T_{DTU} : длительность DTU в секундах;

Number_of_uncorrected DTUs: количество DTU, обнаруженных с ошибкой в приемнике и вследствие отсутствия повторной передачи определенных как исправленные. Следовательно, *Number_of_uncorrected DTUs* равно *Number_of_errored DTUs*.

При таком ускоренном тестировании к величине P_{DTU} предъявляется следующее требование:

$$P_{DTU} \leq \frac{8,3333 \times 10^{-3}}{\sqrt{f_s}} \times (T_{DTU_in_DMT})^{1/2},$$

где f_s – частота следования символов в герцах.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В Дополнении II приведены расчеты, объясняющие это требование.

11 Функция управления эксплуатацией, администрированием и техническим обслуживанием (ОАМ)

11.1 Параметры конфигурации

11.1.1 Минимальная ожидаемая пропускная способность (MINETR_RTX)

$MINETR_RTX$ – это параметр конфигурации, используемый для получения параметра управления ETR_min , который определяет минимальное допустимое значение ожидаемой пропускной способности ETR (см. пункт 7).

Он учитывается в правилах инициализации канала и процедурах реконфигурации в режиме онлайн.

Значения $MINETR_RTX$ для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в CO-MIB.

Допустимы все значения от 0 до максимального допустимого значения минимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации, с шагом по 1000 бит/с.

Параметр управления ETR_min выводится путем округления $MINETR_RTX$ до следующего значения, кратного 8 кбит/с.

11.1.2 Максимальная ожидаемая пропускная способность (MAXETR_RTX)

$MAXETR_RTX$ – это параметр конфигурации, используемый для получения параметра управления ETR_max , который определяет максимальное допустимое значение ожидаемой пропускной способности ETR (см. пункт 7).

Он используется в определении ETR как предельное значение.

Значения MAXETR_RTX для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-МІВ.

Допустимы все значения от 0 до максимального допустимого значения максимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации, с шагом по 1000 бит/с.

Параметр управления *ETR_max* выводится путем округления MAXETR_RTX до следующего кратного 8 кбит/с значения, если после округления $ETR_{min} \leq ETR_{max}$ для соответствующего направления. В противном случае устанавливается значение $ETR_{max} = ETR_{min}$.

11.1.3 Максимальная эффективная скорость передачи данных (MAXNDR_RTX)

MAXNDR_RTX – это параметр конфигурации, используемый для получения параметра управления *net_max*, который определяет максимальное допустимое значение эффективной скорости передачи данных NDR (см. пункт 7).

Он учитывается в правилах инициализации канала и процедурах реконфигурации в режиме онлайн.

Значения MAXNDR_RTX для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-МІВ.

Допустимы все значения от 0 до максимального допустимого значения максимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации, с шагом по 1000 бит/с.

Для получения значения *net_max* значение MAXNDR_RTX округляется до следующего кратного 8 кбит/с.

11.1.4 Максимальная задержка (DELAYMAX_RTX)

DELAYMAX_RTX – это параметр конфигурации, используемый для получения параметра управления *delay_max*, который определяет максимальную допустимую задержку при повторной передаче (см. пункт 7).

Он учитывается в правилах инициализации канала и процедурах реконфигурации в режиме онлайн.

Значения DELAYMAX_RTX для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-МІВ.

Значения варьируются в диапазоне от 1 до 63 мс с шагом 1 мс.

Параметр управления *delay_max* устанавливается равным параметру конфигурации DELAYMAX_RTX.

11.1.5 Минимальная задержка (DELAYMIN_RTX)

DELAYMIN_RTX – это параметр конфигурации, используемый для получения параметра управления *delay_min*, который определяет минимальную допустимую задержку при повторной передаче (см. пункт 7).

Он учитывается в правилах инициализации канала и процедурах реконфигурации в режиме онлайн.

Значения DELAYMIN_RTX для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-МІВ.

Значения варьируются в диапазоне от 0 до 63 мс с шагом 1 мс.

Параметр управления *delay_min* устанавливается равным параметру конфигурации DELAYMIN_RTX.

11.1.6 Минимальный уровень защиты от импульсных помех типа SHINE в системах с разносом поднесущих 4,3125 кГц (INPMIN_SHINE_RTX)

INPMIN_SHINE_RTX – это параметр конфигурации, который при разносе поднесущих 4,3125 кГц используется для получения параметра управления *INP_min*, определяющего минимальный уровень защиты от импульсных помех типа SHINE (см. пункт 7).

Он учитывается в правилах инициализации канала и процедурах реконфигурации в режиме онлайн.

Значения INPMIN_SHINE_RTX для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-МІВ.

Значения варьируются от 0 до 63 символов DMT 4,3125 кГц с шагом 1 DMT.

Параметр управления *INP_min* устанавливается равным параметру конфигурации INPMIN_SHINE_RTX.

11.1.7 Минимальный уровень защиты от импульсных помех типа SHINE в системах с разносом поднесущих 8,625 кГц (INPMIN8_SHINE_RTX)

INPMIN8_SHINE_RTX – это параметр конфигурации, который при разносе поднесущих 8,625 кГц используется для получения параметра управления *INP_min*, определяющего минимальный уровень защиты от импульсных помех типа SHINE (см. пункт 7).

Он учитывается в правилах инициализации канала и процедурах реконфигурации в режиме онлайн.

Значения INPMIN8_SHINE_RTX для нисходящего и восходящего направлений конфигурируются в СО-МІВ.

Значения варьируются от 0 до 127 символов DMT 8,625 кГц с шагом 1 DMT.

Параметр управления *INP_min* устанавливается равным параметру конфигурации INPMIN8_SHINE_RTX.

11.1.8 SHINERATIO_RTX

SHINERATIO_RTX – это параметр конфигурации, используемый для получения параметра управления *SHINERatio*, который используется при определении ожидаемой пропускной способности (ETR) (см. пункт 7).

Значения для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-МІВ.

Значения варьируются в диапазоне от 0 до 0,1 с шагом 0,001.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Как правило, оператору заранее не известны подробные характеристики условий импульсных помех типа SHINE. Поэтому ожидается, что оператор установит этот параметр с использованием эмпирических методов.

Параметр управления *SHINERatio* устанавливается равным параметру конфигурации SHINERATIO_RTX.

11.1.9 Минимальный уровень защиты от импульсных помех типа REIN в системах с разносом поднесущих 4,3125 кГц (INPMIN_REIN_RTX)

INPMIN_REIN_RTX – это параметр конфигурации, который в случае разноса поднесущих 4,3125 кГц используется для получения параметра управления *INP_min*, определяющего минимальный уровень защиты от импульсных помех типа REIN (см. пункт 7).

Он используется в правилах инициализации канала и процедурах реконфигурации в режиме онлайн.

Значения INPMIN_REIN_RTX для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-МІВ.

Значения варьируются от 0 до 7 символов DMT 4,3125 кГц с шагом 1 DMT.

Параметр управления *INP_min* устанавливается равным параметру конфигурации INPMIN_REIN_RTX.

11.1.10 Минимальный уровень защиты от импульсных помех типа REIN в системах с разносом поднесущих 8,625 кГц (INPMIN8_REIN_RTX)

INPMIN8_REIN_RTX – это параметр конфигурации, который при разносе поднесущих 8,625 кГц используется для получения параметра управления *INP_min*, определяющего минимальный уровень защиты от импульсных помех типа REIN (см. пункт 7).

Он учитывается в правилах инициализации канала и процедурах реконфигурации в режиме онлайн.

Значения INPMIN8_REIN_RTX для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-МІВ.

Значения варьируются от 0 до 13 символов DMT 8,625 кГц с шагом 1 DMT.

Параметр управления *INP_min* устанавливается равным параметру конфигурации INPMIN8_REIN_RTX.

11.1.11 Интервал времени между импульсами REIN для повторной передачи (IAT_REIN_RTX)

IAT_REIN_RTX – это параметр конфигурации, который используется для получения параметра управления *iat_rein_flag*, который указывает интервал времени между импульсами REIN (см. пункт 7).

Он учитывается в правилах инициализации канала и процедурах реконфигурации в режиме онлайн.

Значения IAT_REIN_RTX для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-MIB.

Допустимые значения 0 и 1.

Параметр управления *iat_rein_flag* устанавливается равным параметру конфигурации IAT_REIN_RTX.

11.1.12 Пороговое значение для объявления дефекта типа *lefr* (LEFTR_THRESH)

LEFTR_THRESH – это параметр конфигурации, который используется для получения параметра управления *lefr_thresh*, определяющего долю NDR, которую следует использовать как пороговое значение для объявления дефектов типа *lefr* (см. пункт 7).

Значения LEFTR_THRESH для нисходящего и восходящего направлений настраиваются в СО-MIB.

Допустимый диапазон LEFTR_THRESH составляет от 0,01 до 0,99 с шагом 0,01, плюс специальное значение, указывающее на то, что в качестве порога для объявления дефектов типа *lefr* следует использовать ETR.

Параметр управления *lefr_thresh* устанавливается равным параметру конфигурации LEFTR_THRESH. Специальное значение LEFTR_THRESH преобразуется в *lefr_thresh* = 0.

Минимальное допустимое пороговое значение для объявления дефекта типа *lefr* равно ETR/2. Приемник использует ETR/2 в том случае, если установленное оператором пороговое значение меньше ETR/2.

11.1.13 Режим повторной передачи (RTX_MODE)

RTX_MODE – это параметр конфигурации, используемый для управления включением повторной передачи во время инициализации.

Этот параметр имеет четыре допустимых значения:

- 0 : RTX_FORBIDDEN – повторная передача по схеме МСЭ-Т G.998.4 не допускается;
- 1 : RTX_PREFERRED – оператор предпочитает повторную передачу по схеме МСЭ-Т G.998.4.
(То есть если функция RTX МСЭ-Т G.998.4 поддерживается обоими ХТУ, то ХТУ должны выбрать для этого направления операцию, предусмотренную МСЭ-Т G.998.4);
- 2 : RTX_FORCED – принудительное использование повторной передачи по схеме МСЭ-Т G.998.4.
(То есть если функция RTX МСЭ-Т G.998.4 в этом направлении не поддерживается обоими ХТУ или не выбрана ХТУ, то это приведет к ошибке инициализации);
ПРИМЕЧАНИЕ. – Ввиду опциональности повторной передачи по схеме МСЭ-Т G.998.4 в восходящем направлении использование RTX_FORCED в восходящем направлении может привести к ошибке инициализации, даже если ХТУ поддерживает МСЭ-Т G.998.4 (в нисходящем направлении).
- 3 : RTX_TESTMODE – принудительное использование повторной передачи по схеме МСЭ-Т G.998.4 в режиме тестирования описано в пункте 10.4.
(То есть если возможность повторной передачи (RTX) по схеме МСЭ-Т G.998.4 не поддерживается обоими ХТУ или не выбрана ХТУ, то это приведет к ошибке инициализации).

11.2 Параметры тестирования

В следующих пунктах описан ряд общих для МСЭ-Т G.998.4 специальных параметров тестирования.

Параметры тестирования рассчитываются/измеряются функцией передачи или приема и сообщаются по запросу в объект управления (ОУ) на ближнем конце линии. В режиме Showtime объект управления на ближнем конце линии передает по запросу значение параметра тестирования в объект управления на дальнем конце линии, используя команды чтения параметров тестирования (eoc), определенные в приложениях.

Следующие параметры тестирования передаются по запросу из функции приема PMS-TC в ОУ на ближнем конце линии:

- ожидаемая пропускная способность (ETR):
- фактическая задержка повторной передачи (*delay_act_RTX*).

Следующие параметры тестирования передаются по запросу из функции передачи PMS-TC в ОУ на ближнем конце линии:

- фактический уровень защиты от импульсных помех типа SHINE (*INP_act_SHINE*);
- фактический уровень защиты от импульсных помех типа REIN (*INP_act_REIN*).

11.2.1 Ожидаемая пропускная способность (ETR)

Параметр тестирования ожидаемой пропускной способности (ETR) определен в таблице 9-2 следующим образом:

$$ETR = \min(ETRu, ETR_{\max}) \text{ кбит/с,}$$

где:

$ETRu$: неограниченная версия ETR, представленная уравнением

$$ETRu = (1 - RTxOH) \times NDR.$$

Она рассчитывается приемником во время инициализации и обновляется при реконфигурации в режиме онлайн.

RTxOH (см. таблицу 9-2) – это ожидаемая потеря скорости передачи данных, выраженная как часть эффективной скорости передачи данных (NDR), вызванная суммарным воздействием:

- защиты от импульсных помех при наихудших условиях помех типа REIN, как описано параметрами конфигурации INPMIN_REIN_RTX и IAT_REIN_RTX в CO-MIB;
- защиты от импульсных помех при наихудших условиях помех типа SHINE, как описано параметрами конфигурации INPMIN_SHINE_RTX и SHINERATIO_RTX в CO-MIB;
- служебными данными при коррекции ошибок, вызванных стационарным шумом.

Допустимы все целые значения от 0 до максимального допустимого значения максимальной эффективной скорости передачи данных, указанной в сопутствующей Рекомендации.

Параметр тестирования ETR представляется как 32-битовое целое число без знака, выражающее значение ETR в кбит/с. Этот формат данных поддерживает шаг в 1 кбит/с.

Параметр тестирования ETR преобразуется в параметр отчетности "фактическая скорость передачи данных". Значения для нисходящего и восходящего направлений сообщаются в CO-MIB.

11.2.2 Пропускная способность при отсутствии ошибок (EFTR)

Пропускная способность при отсутствии ошибок (EFTR) определяется как средняя скорость передачи битов, вычисляемая за интервал времени в 1 секунду в контрольной точке β_1 , когда в битах, исходящих из DTU, не обнаружено ошибок на момент пересечения контрольной точки β_1 . 1-секундные интервалы времени последовательны и не перекрываются. В результате такого определения $EFTR \leq NDR$.

EFTR рассчитывается приемником в режиме Showtime.

EFTR рассчитывается для каждой полной секунды, когда xTU находится в режиме Showtime. EFTR определяется только для этих секунд.

EFTR не является параметром тестирования, непосредственно передаваемым в ОУ, а используется косвенно в определении связанного с ним параметра *EFTRmin* и дефектов *leftr*.

11.2.3 Фактическая INP для помех типа SHINE (*INP_act_SHINE*)

Параметр тестирования *INP_act_SHINE* определяется как фактическая INP для помех типа SHINE для тракта с запаздыванием при повторной передаче при следующих особых условиях:

предполагается, что уровень защиты от импульсных помех типа REIN равен *INPmin_rein*;

предполагается, что $EFTR \geq ETR$.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Если передатчик использует эталонный конечный автомат передачи (пункт 8.6.4), то фактическая INP для помех типа SHINE тракта с запаздыванием при повторной передаче равна наибольшему значению *INP_min*, для которого соблюдены ограничения, определенные в пункте 9.5.1 или пункт 9.5.2, и приведенные выше особые условия.

Этот параметр рассчитывается передатчиком во время инициализации и обновляется при реконфигурации в режиме онлайн.

Параметр тестирования *INP_act_SHINE* представляется как 16-битовое целое число без знака, выражающее значение в долях символов DMT с шагом 0,1 символа.

Допустимый диапазон значений – от 0 до 204,6. Особое значение 204,7 указывает на значения 204,7 и выше.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Линейный формат выбран для простоты и не подразумевает никаких будущих требований к точности.

Параметр тестирования *INP_act_SHINE* преобразуется в параметр отчетности ACTINP. Значения для нисходящего и восходящего направлений сообщаются в CO-MIB.

11.2.4 Фактическая INP для помех типа REIN (*INP_act_REIN*)

Параметр тестирования *INP_act_REIN* определяется как минимальное значение из:

- 1) фактической INP для помех типа REIN для тракта с запаздыванием во время повторной передачи при следующих особых условиях:
 - при предположении, что уровень защиты от импульсных помех типа SHINE равен *INP_min_SHINE*;
 - при предположении, что $EFTR \geq ETR$; и

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Если передатчик использует эталонный конечный автомат передачи (пункт 8.6.4), то фактическая INP для помех типа REIN тракта с запаздыванием при повторной передаче равна наибольшему значению *INP_min_rein*, для которого соблюдены ограничения, определенные в пункте 9.5.1 или пункте 9.5.2, и приведенные выше особые условия.

- 2) фактической INP в тракте с запаздыванием, по которому передается служебный канал.

Этот параметр рассчитывается передатчиком во время инициализации и обновляется при реконфигурации в режиме онлайн.

Параметр тестирования *INP_act_REIN* имеет вид 8-разрядного целого числа без знака, выражающего значение. Он кодируется в долях символов DMT с шагом 0,1 символа.

Допустимый диапазон значений – от 0 до 25,4. Особое значение 25,5 указывает на значения 25,5 и выше.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Линейный формат выбран для простоты и не подразумевает никаких будущих требований к точности.

Параметр тестирования *INP_act_REIN* преобразуется в параметр отчетности ACTINP_REIN. Значения для нисходящего и восходящего направлений сообщаются в CO-MIB.

11.2.5 Фактическая задержка RTX (*delay_act_RTX*)

Если в заданном направлении передачи используется повторная передача, то параметр тестирования *delay_act_RTX* определяется как фактическое значение не зависящего от времени компонента задержки между контрольными точками $\alpha 1$ и $\beta 1$, вызванной действием функции повторной передачи. Его можно рассчитать как минимальную возможную мгновенную задержку между контрольными точками $\alpha 1$ и $\beta 1$, основываясь на фактических настройках параметров кадрирования.

Этот параметр рассчитывается приемником во время инициализации и обновляется при реконфигурации в режиме онлайн.

Параметр тестирования *delay_act_RTX* кодируется в миллисекундах (с округлением до ближайшего целого числа миллисекунд) и представляется как 8-битовое целое число без знака. Допустимые значения составляют от 0 до 63 мс.

Параметр тестирования *delay_act_RTX* преобразуется в параметр отчетности "фактическая задержка". Значения для нисходящего и восходящего направлений сообщаются в СО-МІВ.

11.3 Примитивы, связанные с ОАМ

11.3.1 Аномалии на ближнем конце линии

Следующие аномалии на ближнем конце линии получили новое определение по сравнению с определениями, данными в сопутствующих Рекомендациях. Они определены только для тракта с запаздыванием #1, по которому передаются DTU.

- Упреждающая коррекция ошибок *fec-p* (при $p = 1$) – аномалия *fec-p* встречается в любых принятых кодовых словах Рида-Соломона, скорректированных функцией FEC, даже если это кодовое слово Рида-Соломона является частью DTU, отброшенного или скорректированного посредством повторной передачи. Эта аномалия не устанавливается, если ошибки обнаружены и являются неисправляемыми.
- Циклическая проверка на основе избыточности *crc-p* (при $p = 1$) – поскольку в тракте с запаздыванием, по которому передаются DTU, CRC отсутствует, аномалия *crc-p* получила новое определение как обнаружение по меньшей мере одного нескорректированного DTU в течение интервала времени 17 мс.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Не следует путать *crc-p* с CRC-8 при формировании кадров DTU 2-го, 3-го и 4-го типов.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – CV и ES выводятся в соответствии с сопутствующей Рекомендацией из получившей определение аномалии *crc-p* и других аномалий или дефектов. SES выводится в соответствии с сопутствующей Рекомендацией из получившей новое определение аномалии *crc-p* и других аномалий или дефектов с добавлением дефекта *seftr* из МСЭ-Т G.998.4.

Для тракта с запаздыванием, по которому передается служебный канал, никакие дефекты, аномалии и отказы не определены.

11.3.2 Аномалии на дальнем конце линии

В настоящей Рекомендации не определены никакие аномалии на дальнем конце линии.

11.3.3 Дефекты на ближнем конце линии

Дефект низкой пропускной способности, свободной от ошибок (*lefr*), определяется следующим образом.

Для секунд, в которые определена EFTR:

- если для параметра *lefr_thresh* установлено значение, отличное от 0:
дефект *lefr* возникает, когда $EFTR < \max(lefr_thresh * NDR, ETR/2)$;
дефект *lefr* заканчивается, когда $EFTR \geq \max(lefr_thresh * NDR, ETR/2)$;
- если для параметра *lefr_thresh* установлено специальное значение 0:
дефект *lefr* возникает, когда $EFTR < 0,998 \times ETR$;
дефект *lefr* заканчивается, когда $EFTR \geq 0,998 \times ETR$.

Для секунд, в которые EFTR не определена, дефект *lefr* заканчивается или продолжает отсутствовать.

Дефект существенной потери пропускной способности, свободной от ошибок (*seftr*), определяется следующим образом.

Для секунд, в которые определена EFTR, дефект *seftr* возникает, когда $EFTR < ETR/2$, и заканчивается, когда $EFTR \geq ETR/2$.

Для секунд, в которые EFTR не определена, дефект *seftr* заканчивается или продолжает отсутствовать.

11.3.4 Дефекты на дальнем конце линии

В настоящей Рекомендации не определены никакие дефекты на дальнем конце линии.

11.4 Параметры контроля рабочих характеристик

В следующих пунктах описан ряд общих для МСЭ-Т G.998.4 конкретных параметров контроля рабочих характеристик.

Параметры контроля рабочих характеристик измеряются функцией приема и сообщаются по запросу в объект управления (ОУ) на ближнем конце линии. В режиме Showtime объект управления на ближнем конце линии по запросу передает значение параметра контроля рабочих характеристик в объект управления на дальнем конце линии, используя команду считывания счетчика управления eos, определенную в приложениях.

Следующие параметры контроля рабочих характеристик передаются по запросу функции приема PMS-ТС в ОУ на ближнем конце линии:

- два счетчика:
 - счетчик секунд с дефектом *lefr*;
 - счетчик безошибочных битов;
- один параметр:
 - минимальная пропускная способность, свободная от ошибок (*EFTR_min*).

11.4.1 Счетчик секунд с дефектом *lefr*

Это расположенный на ближнем конце линии счетчик секунд, в течение которых присутствует дефект *lefr*.

Это 32-битовый счетчик с циклическим возвратом. Счетчик сбрасывается при включении питания. При изменении состояния линии и после считывания счетчика не сбрасываются.

Значение в восходящем направлении передается в СО-МІВ как значение на ближнем конце линии.

Значение в нисходящем направлении передается в СО-МІВ как значение на дальнем конце линии.

11.4.2 Счетчик безошибочных битов

Это счетчик на ближнем конце линии, подсчитывающий число безошибочных битов, переданных через контрольную точку $\beta 1c$ делением его на 2^{16} . Безошибочные биты – это исходящие из DTU биты, в которых на момент пересечения контрольной точки $\beta 1$ не обнаружены ошибки.

Это 32-битовый счетчик с циклическим возвратом. Счетчик сбрасывается при включении питания. При изменении состояния линии и после считывания счетчика не сбрасываются.

Значение в восходящем направлении передается в СО-МІВ как значение на ближнем конце линии.

Значение в нисходящем направлении передается в СО-МІВ как значение на дальнем конце линии.

11.4.3 Параметр минимальная пропускная способность, свободная от ошибок (*EFTR_min*)

Параметр контроля рабочих характеристик минимальная пропускная способность, свободная от ошибок (*EFTR_min*) определяется как минимальное значение EFTR в секундах с момента последнего считывания *EFTR_min*, за исключением следующих секунд:

- секунд, в которые значение EFTR меньше ETR/2;
- секунд, в которые значение EFTR не определено;
- секунды, предшествующей секунде с дефектом *seftr*;
- секунды, следующей за секундой с дефектом *seftr*.

EFTR_min измеряется приемником в режиме Showtime. Считывание *EFTR_min* объектом управления xTU-C (то есть VME для [ITU-T G.993.2]) на дальнем конце линии производится командой eos, переданной по U-интерфейсу. Считывание *EFTR_min* объектом управления xTU-C на ближнем конце линии производится при приеме на ближнем конце линии параметра PMS-TC, переданного через MPS-TC (то есть через γ_0 -интерфейс для [ITU-T G.993.2]).

Допустимыми являются все целые значения от ETR/2 до максимального допустимого значения максимальной NDR, указанной в сопутствующей Рекомендации.

Параметр контроля рабочих характеристик *EFTR_min* представляется 32-битовым целым числом без знака, выражающим значение *EFTR_min* в кбит/с. Этот формат данных поддерживает шаг в 1 кбит/с. Для периодов наблюдения, в течение которых EFTR либо не определена, либо постоянно меньше ETR/2, либо то и другое в течение всего периода наблюдения, параметр *EFTR_min* устанавливается равным специальному 32-битовому значению 0xFFFFFFFF₁₆.

Если измерение *EFTR_min* с момента последнего считывания *EFTR_min* на производилось, сообщается предыдущее значение *EFTR_min*.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Приведенное выше требование относится к случаю, когда менее чем за 1 секунду происходят два считывания *EFTR_min* по eos и когда новые измерения EFTR отсутствуют, поскольку EFTR обновляется только с интервалом в 1 секунду.

Хотя *EFTR_min* передается посредством команды eos чтения счетчика управления, этот параметр контроля рабочих характеристик не является счетчиком. Поэтому требования [ITU-T G.992.3], [ITU-T G.993.2] и [ITU-T G.997.1], применяемые к счетчикам в целом, к этому параметру не относятся.

Параметр MINEFTR, передаваемый в СО-МІВ по Q-интерфейсу, определяется как минимальное из считанных значений *EFTR_min*, полученных в течение 15-минутного или 24-часового периода накопления.

Объект управления XTU-C считывает *EFTR_min* на дальнем конце линии для вычисления MINEFTR на дальнем конце линии, как определено на Q-интерфейсе. Объект управления XTU-C считывает *EFTR_min* на ближнем конце линии для вычисления MINEFTR на ближнем конце линии, как определено на Q-интерфейсе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Частота считывания как на ближнем, так и на дальнем концах линии зависит от реализации, которая должна обеспечить точный контроль.

Значение MINEFTR в восходящем направлении передается в СО-МІВ как значение на ближнем конце линии.

Значение MINEFTR в нисходящем направлении передается в СО-МІВ как значение на дальнем конце линии.

11.5 Правила инициализации канала

Описанный в этом разделе метод, используемый приемником для выбора значений параметров приемопередатчика, зависит от реализации. Однако в пределах общей скорости передачи данных, обеспечиваемой локальной PMD-функцией, выбранные значения должны удовлетворять всем ограничениям, переданным передатчиком до фазы анализа канала и обмена, в том числе:

- скорость передачи служебных данных \geq минимальной скорости передачи служебных данных;
- $ETR \geq ETR_{min}$;

- уровень защиты от импульсных помех, по меньшей мере от совокупной угрозы при наихудших условиях импульсных помех типа REIN, как описано параметрами *INPmin_REIN* и *IAT_REIN_flag* в CO-MIB, и при наихудших условиях импульсных помех типа SHINE, как описано параметром *INPmin* в CO-MIB;
- минимальная задержка \leq задержки \leq максимальной задержки;
- запас SNR \geq TARSNRM.

Если приемник не может выбрать набор параметров конфигурации в пределах этих ограничений, то по завершении процедуры инициализации передатчик переходит из режима Showtime в режим SILENT.

В пределах этих ограничений приемник выбирает такие значения, которое обеспечивают оптимальный приоритет из всех указанных в следующем списке. Правила инициализации канала применяются только для выбора значений, передаваемых во время инициализации, и не применяются в режиме Showtime.

Определены следующие правила инициализации канала:

- правило ZERO – если $Cipolicy_n = 0$, то:
 - 1) максимизировать ETR до предельного значения *ETR_max*;
 - 2) максимизировать NDR до предельного значения *net_max*;
 - 3) максимизировать запас до максимального значения MAXSNRM;
 - 4) минимизировать избыточный запас по отношению к максимальному запасу SNR MAXSNRM с помощью корректировки коэффициента усиления (см. пункт 10.3.4.2 [ITU-T G.993.2]). Для этого можно использовать другие параметры управления (например, MAXMASK, см. пункт 7.2.3 [ITU-T G.993.2]).

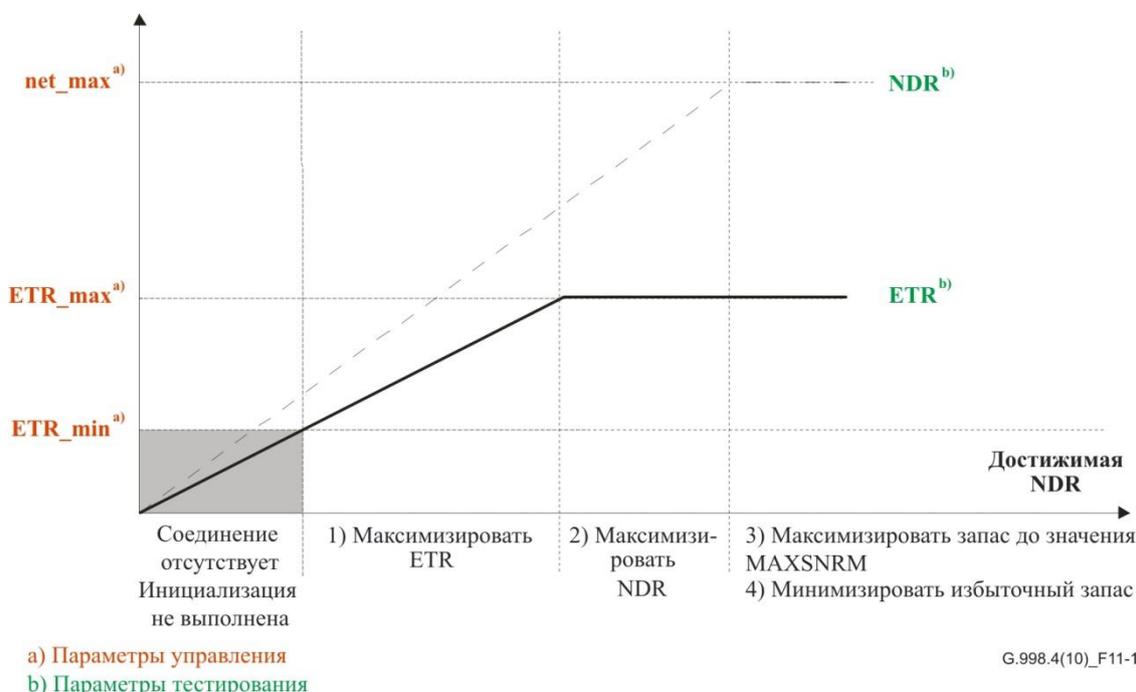


Рисунок 11-1 – Иллюстрация условия $Cipolicy=0$

Поддержка правила инициализации канала 0 обязательна.

Значения параметра $Cipolicy_n$, отличные от 0, зарезервированы для использования МСЭ-Т.

12 Счетчики DTU

В целях диагностики и тестирования функций повторной передачи определены три счетчика DTU для контроля повторной передачи:

- счетчик неисправленных DTU (rtx-uc) – счетчик, показатели которого увеличиваются каждый раз, когда обнаружен DTU с ошибкой, не исправленный путем одной или нескольких повторных передач в пределах ограничения *delay_max*;
- счетчик исправленных DTU (rtx-c) – счетчик, показатели которого увеличиваются каждый раз, когда обнаружен DTU с ошибкой, успешно исправленный путем повторной передачи;
- счетчик DTU, повторно переданных передатчиком (rtx-tx), – счетчик, показатели которого увеличиваются каждый раз, когда передатчик повторно передает DTU. Многократные повторные передачи одного и того же DTU подсчитываются столько раз, сколько раз он был передан.

Эти счетчики представляют собой 32-битовые значения с циклическим возвратом и должны поддерживаться xTU. Их показатели предоставляются по запросу через eos. Счетчики сбрасываются при включении питания. При изменении состояния линии и после считывания счетчики не сбрасываются.

13 Реконфигурация в режиме онлайн (OLR)

Любая реконфигурация в режиме онлайн (on-line reconfiguration, OLR), не определенная в следующих подразделах, подлежит дальнейшему изучению.

13.1 Перестановка битов

Перестановка битов с использованием сообщений служебного канала OLR 1-го типа осуществляется так, как указано в сопутствующей Рекомендации: [\[ITU-T G.992.3\]](#), [\[ITU-T G.992.5\]](#) или [\[ITU-T G.993.2\]](#).

13.2 Плавная адаптация скорости (SRA)

Для SRA используются модифицированные сообщения служебного канала OLR 5-го типа, как указано в соответствующем приложении к Рекомендации МСЭ-Т G.998.4 (настоящая Рекомендация).

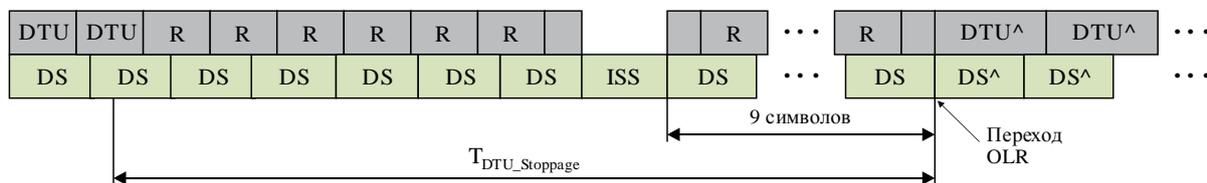
13.3 SOS

Для SOS используются модифицированные сообщения служебного канала OLR 6-го типа, как указано в соответствующем приложении к Рекомендации МСЭ-Т G.998.4 (настоящая Рекомендация).

ПРИМЕЧАНИЕ. – В соответствии с [\[ITU-T G.992.3\]](#) и [\[ITU-T G.992.5\]](#) сообщения 6-го типа не поддерживаются.

13.4 Механизм перехода для модифицированных команд OLR 5-го и 6-го типов

Когда передатчик повторной передачи получает от приемника повторной передачи запрос SRA через сообщение служебного канала OLR 5-го типа или запрос SOS через OLR 6-го типа, используется процедура, изображенная на рисунке 13-1 и подробно определенная в этом разделе.



Останов формирователя кадров DTU

G.998.4(15)_F13-1

- DS символ данных до выполнения перехода SRA/SOS
- ISS инвертированный символ синхронизации при регулярном расположении символа синхронизации по отношению к периоду следования символов синхронизации
- DS^ символ данных после выполнения перехода SRA/SOS с применением нового формата кадра
- DTU DTU до перехода SRA/SOS
- R DTU до перехода SRA/SOS, передаваемый из буфера повторной передачи
- DTU^ DTU после перехода SRA/SOS

Рисунок 13-1 – Механизм перехода к новым параметрам конфигурации OLR

Формирователь кадров DTU останавливается на некоторый период времени $T_{DTU-stoppage}$ до окончания передачи примитива перехода.

Значение $T_{DTU-stoppage}$ должно быть наибольшим из следующих значений:

- минимальное время остановки, необходимое для соблюдения конфигураций INP_{min} и INP_{min_rein} ; и
- минимальная задержка, настроенная параметром $delay_{min}$.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если в передатчике используется эталонный конечный автомат, то минимальное время остановки, необходимое для соблюдения конфигурации INP_{min} и INP_{min_rein} , равно $Nret * Q_{ix} * T_{DTU}$, где $Nret$ – наименьшее целое число, которое соответствует ограничениям, указанным в пункте 9.5.

При остановке формирователя кадров DTU DTU из буфера повторной передачи передаются в мультиплексор повторной передачи. Если передатчик использует конечный автомат передачи, отличный от эталонного, то в число DTU, переданных в течение времени остановки, могут входить положительно подтвержденные DTU.

Примитив перехода состоит из инвертированного символа синхронизации, маркера ISS, как определено в [ITU-T G.992.3], [ITU-T G.992.5] и [ITU-T G.993.2], и следующих за ним 9 символов перехода DMT, после которых начинается передача символов данных с новыми параметрами кадрирования.

Первый после примитива перехода символ DMT содержит первый DTU с измененным форматом кадра. Согласование начала DTU и начала символа данных DMT осуществляется так же, как и согласование при входе в режим Showtime.

Для первого DTU с измененным форматом кадра счетчик absoluteDTUcounts сбрасывается в 0. После подтверждения первого DTU с измененным форматом кадра RRC в обратном направлении относительно направления, связанного с изменением кадрирования, сбрасывается в соответствии с условиями, указанными в пункте 8.4.1.

Как и в случае входа в режим Showtime, октет SID первого DTU с измененным кадрированием сбрасывается в 0.

Октет TS при применении нового формата кадра не сбрасывается, а сохраняет свое значение в измененном формате, так что его по-прежнему можно использовать для уменьшения дрожания задержки между γ -интерфейсами передатчика и приемника после периода перехода OLR.

Приложение А

Поддержка МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с МСЭ-Т G.992.3

(Это Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

А.1 Особые требования

В [ITU-T G.992.3] повторная передача определена только для нисходящего направления (то есть DTU передаются только в нисходящем направлении, а RRC – только в восходящем).

А.1.1 Память

Размер очереди повторной передачи в СО ограничен половиной времени задержки перемежителя нисходящего потока в байтах, то есть

$$Q_{Tx} * Q * H \leq 8001 \text{ октетов для [ITU-T G.992.3]},$$

где Q_{Tx} – длина очереди повторной передачи при передаче, выраженная в DTU.

Минимальный объем памяти для очереди повторной передачи приемника равен объему памяти для соответствующей очереди передачи.

Максимальный размер DTU в октетах ($Q * H$) составляет 1024.

А.1.2 Доступ к каналу служебных данных (дополняет пункт 7.8.2 МСЭ-Т G.992.3)

Канал служебных данных должен включаться в тракт с запаздыванием #0, как указано в [ITU-T G.992.3] для $MSG_{LP} = 0$, с дополнительными ограничениями для тракта с запаздыванием #0:

- величина L_0 должна быть кратна 8;
- $T_0 = 1$;
- $B_{0n} = 0$;
- $R_0 = 16, N_{FEC, 0} \geq 32$;
- допустимые значения D_0 1, 2 или 4;
- INP_0 (INP тракта с запаздыванием, как определено в таблице 7-7 [ITU-T G.992.3]) – как минимум 7;
- чтобы обеспечить устойчивость к помехам типа REIN с частотой 120 Гц, между N_0, D_0 и L_0 должно соблюдаться следующее соотношение:

$$\frac{8 * N_{FEC, 0} * D_0}{L_0} \leq \left\lfloor \frac{f_{DMT}}{120 \text{ Гц}} \right\rfloor - 1 = 32, \text{ где } f_{DMT} - \text{частота передачи символов } 4312,5 * 16/17 \text{ Гц.}$$

А.1.3 Мультиплексирование

Если включен режим ROC, то биты RRC и L_0 (ROC) могут совместно использовать общую поднесущую. К RRC и L_0 (ROC) применяется один и тот же сдвиг запаса SNR (SNRMOFFSET-ROC).

А.2 Процедура инициализации

А.2.1 Фаза МСЭ-Т G.994.1 (заменяет пункт К.х.10 МСЭ-Т G.992.3)

В этом пункте описано изменение в сообщениях МСЭ-Т G.994.1 из [ITU-T G.992.3], необходимое для поддержки МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с [ITU-T G.992.3].

В фазе МСЭ-Т G.994.1 производится только выбор функции TPS-TC ATM. Функция TPS-TC ATM настраивается в фазе анализа канала посредством сообщений C/R-MSG1 и в фазе обмена посредством сообщений C/R-PARAMS.

В фазе МСЭ-Т G.994.1 производится только выбор функции TPS-ТС PTM, а также настройка на использование приоритетности и коротких пакетов. Остальные параметры TPS-ТС PTM настраиваются в фазе анализа канала посредством сообщений C-MSG1/R-MSG1 и в фазе обмена посредством сообщений C-PARAMS/R-PARAMS.

A.2.1.1 Сообщение о списках возможностей МСЭ-Т G.994.1

К каждому сообщению о режиме работы по Приложениям A/L, B, I, J и M [ITU-T G.992.3] добавляется бит SPar(2) TPS-ТС #0 RETX нисходящего потока ATM для указания наличия поддержки повторной передачи в нисходящем направлении для ATM TPS-ТС #0.

К каждому сообщению о режиме работы по Приложениям A/L, B, I, J и M [ITU-T G.992.3] добавляется бит SPar(2) TPS-ТС #0 RETX нисходящего потока PTM для указания наличия поддержки повторной передачи в нисходящем направлении для PTM TPS-ТС #0.

ATU-C устанавливает бит SPar(2) "TPS-ТС #0 RETX нисходящего потока ATM" в сообщении CL в ЕДИНИЦУ для указания того, что СО-МІВ разрешает повторную передачу в нисходящем направлении и ATU-C поддерживает повторную передачу ATM в нисходящем направлении.

ATU-C устанавливает бит SPar(2) "TPS-ТС #0 RETX нисходящего потока PTM" в сообщении CL в ЕДИНИЦУ для указания того, что СО-МІВ разрешает повторную передачу в нисходящем направлении и ATU-C поддерживает повторную передачу PTM в нисходящем направлении.

ATU-R устанавливает бит SPar(2) "TPS-ТС #0 RETX нисходящего потока ATM" в сообщении CLR в ЕДИНИЦУ для указания того, что ATU-R поддерживает повторную передачу ATM в нисходящем направлении.

ATU-R устанавливает бит SPar(2) "TPS-ТС #0 RETX нисходящего потока PTM" в сообщении CLR в ЕДИНИЦУ для указания того, что ATU-R поддерживает повторную передачу PTM в нисходящем направлении.

Эта информация для функции ATM-ТС представлена с использованием блока данных МСЭ-Т G.994.1, как показано в таблице A.1.

Таблица A.1 – Формат сообщений CL и CLR функции ATM-ТС

Бит SPar(2)	Определение октетов, относящихся к Npar(3)
TPS-ТС #0 RETX нисходящего потока ATM	Определенный ниже блок октетов Npar(3) описывает возможности функции ATM-ТС #0 в нисходящем направлении, если она присутствует
	Определение блока параметров октетов Npar(3)
	Блок параметров октета 1 зарезервирован МСЭ-Т

Эта информация для функции PTM-ТС представлена с использованием блока данных МСЭ-Т G.994.1, как показано в таблице A.2.

Таблица A.2 – Формат сообщений CL и CLR функции PTM-ТС

Бит SPar(2)	Определение октетов, относящихся к Npar(3)
TPS-ТС #0 RETX нисходящего потока PTM	Определенный ниже блок октетов Npar(3) описывает возможности функции PTM-ТС #0 в нисходящем направлении, если она присутствует
	Определение блока параметров октетов Npar(3)
	Блок параметров октета 1 указывает на поддержку приоритетности и коротких пакетов

А.2.1.2 Сообщение выбора режима МСЭ-Т G.994.1

Бит SPAR(2) "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока АТМ" в сообщении MS может быть установлен в ЕДИНИЦУ в том и только том случае, если бит SPAR(2) "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока АТМ" в предшествующем сообщении CL и CLR установлен в ЕДИНИЦУ. В ином случае он устанавливается в НОЛЬ.

Бит SPAR(2) "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока РТМ" в сообщении MS может быть установлен в ЕДИНИЦУ в том и только том случае, если бит SPAR(2) "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока РТМ" в предшествующем сообщении CL и CLR установлен в ЕДИНИЦУ. В ином случае он устанавливается в НОЛЬ.

В ЕДИНИЦУ может быть установлено не более одного бита SPAR(2) "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока АТМ" и "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока РТМ". Если как в предшествующем сообщении CL, так и в предшествующем сообщении CLR установлены оба бита, то выбор того, какой из битов SPAR(2) – "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока АТМ" или "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока РТМ" – будет установлен в ЕДИНИЦУ, производится объектом, передающим сообщение MS.

Если в сообщении MS бит SPAR(2) "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока АТМ" или "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока РТМ" установлен в ЕДИНИЦУ, то все биты SPAR(2) "TPS-TC #n нисходящего потока АТМ" или "TPS-TC #n нисходящего потока РТМ" (при $n = 0, 1, 2$ и 3) в сообщении MS устанавливаются в НОЛЬ.

Если бит Spar(2) "TPS-TC #0 RETX нисходящего потока РТМ" установлен в ЕДИНИЦУ, то РТМ TPS-TC должен работать в соответствии с Приложением N к [ITU-T G.992.3](#) с использованием коротких пакетов и с разрешенной приоритетностью тогда и только тогда, когда связанный с ним бит Npar(3) "TPS-TC #0 RETX в нисходящем направлении РТМ" установлен в ЕДИНИЦУ.

А.2.1.2.1 Поведение АТУ-С в случае RTX_ENABLE = FORCED

Если в СО-МІВ для параметра RTX_ENABLE установлено значение FORCED и в сообщении выбора режима МСЭ-Т G.994.1 оба бита Spar(2) TPS-TC #0 RTSX нисходящего потока АТМ и TPS-TC #0 RTSX нисходящего потока РТМ установлены в НОЛЬ, то по завершении фазы МСЭ-Т G.994.1 передатчик АТУ-С переходит в режим C-SILENT1.

Это считается ошибкой инициализации. В счетчик ошибок инициализации добавляется единица, и в МІВ указывается код причины ошибки инициализации 6. Этот код ошибки генерируется АТУ-С.

А.2.2 Конфигурация TPS-TC в фазе анализа канала (заменяет пункт 6.6.2 МСЭ-Т G.992.3)

В этом разделе описано изменение в сообщениях анализа канала при инициализации [ITU-T G.992.3](#), необходимое для поддержки МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с [ITU-T G.992.3](#).

Сообщение C-MSG1 должно содержать информацию TPS-TC, указанную в таблице А.3. Информация TPS-TC содержит требование к конфигурации настоящего несущего канала #0 в нисходящем направлении, преобразуемого в тракт повторной передачи.

Таблица А.3 – Формат информации сообщения C-MSG1 TPS-TC

Номер октета [i]	Биты формата PMS-TC [от $8 \times I + 7$ до $8 \times I + 0$]	Описание
Октет 0	[aaaa aaaa] биты 7 ... 0	Биты aaaa aaaa содержат значение младшего значащего бита минимальной пропускной способности нисходящего несущего канала #0 (ETR_{min}), выраженное как кратное 8 кбит/с
Октет 1	[aaaa aaaa] биты 15 ... 8	Биты aaaa aaaa содержат значение старшего значащего бита минимальной пропускной способности нисходящего несущего канала #0 (ETR_{min}), выраженное как кратное 8 кбит/с

Таблица А.3 – Формат информации сообщения C-MSG1 TPS-TC

Номер октета [i]	Биты формата PMS-TC [от $8 \times I + 7$ до $8 \times I + 0$]	Описание
Октет 2	[bbbb bbbb] биты 7 ... 0	Биты bbbb bbbb содержат значение младшего значащего бита максимальной пропускной способности нисходящего несущего канала #0 (<i>ETR_max</i>), выраженное как кратное 8 кбит/с
Октет 3	[bbbb bbbb] биты 15 ... 8	Биты bbbb bbbb содержат значение старшего значащего бита максимальной пропускной способности нисходящего несущего канала #0 (<i>ETR_max</i>), выраженное как кратное 8 кбит/с
Октет 4	[cccc cccc] биты 7 ... 0	Биты cccc cccc содержат значение младшего значащего бита максимальной эффективной скорости передачи данных нисходящего несущего канала #0 (<i>net_max</i>), выраженное как кратное 8 кбит/с
Октет 5	[cccc cccc] биты 15 ... 8	Биты cccc cccc содержат значение старшего значащего бита максимальной эффективной скорости передачи данных нисходящего несущего канала #0 (<i>net_max</i>), выраженное как кратное 8 кбит/с
Октет 6	[00dd dddd] биты 7 ... 0	Биты dd dddd содержат значение минимального уровня защиты от импульсных помех (<i>INPmin</i>) нисходящего несущего канала #0 (<i>INP_min</i>), выраженное в символах DMT
Октет 7	[eeee eeee] биты 7 ... 0	Биты eeee eeee содержат значение <i>SHINERatio</i> , выраженное с точностью до 0,001
Октет 8	[000f 0ggg] биты 7 ... 0	Биты ggg содержат значение минимального уровня защиты от помех типа REIN нисходящего несущего канала #0 (<i>INP_min_rein</i>), выраженное в символах DMT. Бит f указывает периодичность импульсов REIN в несущем канале #0 (<i>iat_rein_flag</i>). Если f равно 0, то периодичность REIN составляет 100 Гц. Если f равно 1, то периодичность REIN составляет 120 Гц
Октет 9	[00hh hhhh] биты 7 ... 0	Биты hh hhhh содержат значение максимальной задержки нисходящего несущего канала #0 (<i>delay_max</i>), выраженное в миллисекундах
Октет 10	[00ii iii] биты 7 ... 0	Биты ii iii содержат значение минимальной задержки нисходящего несущего канала #0 (<i>delay_min</i>), выраженное в миллисекундах
Октет 11	[0jjj jjjj] биты 7 ... 0	Биты jjj jjjj содержат пороговое значение <i>leftR</i> для нисходящего несущего канала #0 (<i>leftR_thresh</i>), выраженное в сотых долях NDR
Октет 12	[0000 00kk] биты 7 ... 0	Биты kk указывают правила CI для нисходящего несущего канала #0
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Когда повторная передача (в нисходящем направлении) разрешена, должен поддерживаться только один несущий канал в нисходящем и восходящем направлениях.</p>		

А.2.3 Конфигурация TPS-TC в фазе анализа канала (заменяет пункт 7.10.2 МСЭ-Т G.992.3)

А.2.3.1 Сообщение C-MSG1

Формат информации PMS-TC, передаваемой в сообщении C-MSG1, должен быть таким, как описано в таблице А.4.

Таблица А.4 – Формат информации PMS-TC в сообщении C-MSG1

Номер октета [i]	Биты формата PMS-TC [от $8 \times I + 7$ до $8 \times I + 0$]	Описание
Октет 0	[0000 00aa]	Биты aa указывают на поддерживаемый тип кадрирования DTU с использованием CRC-8, выполняемого АТУ-С: aa = 00 зарезервировано МСЭ-Т; aa = 01 указывает на поддержку кадрирования DTU 2-го типа (см. пункт 8.1.2); aa = 10 указывает на поддержку кадрирования DTU 3-го типа (см. пункт 8.1.3); aa = 11 указывает на поддержку кадрирования DTU 4-го типа (см. пункт 8.1.4)
Октет 1	[00dd ssss] биты 7 ... 0	Биты ssss и dd указывают на половину двусторонней задержки передатчика АТУ-С. Биты ssss содержат часть в символах DMT в виде целого числа от 0 до 15, а биты dd – часть DTU в виде целого числа от 0 до 3
Октет 2	[0000 bbbb] биты 7 ... 0	Биты bbbb содержат максимальное поддерживаемое передатчиком значение $1/S$ для тракта с запаздыванием с функцией повторной передачи. Это максимальное значение $1/S$ равно $(n + 1)$, где n – 4-битовое значение без знака bbbb в диапазоне от 0 до 15. Когда повторная передача разрешена, это значение заменяет максимальное значение $1/S$, переданное в поле S_{1min} в перечне возможностей PMS-TC в МСЭ-Т G.994.1

А.2.3.2 Сообщение R-MSG1

Формат информации PMS-TC, передаваемой в сообщении R-MSG1, должен быть таким, как описано в таблице А.5.

Таблица А.5 – Формат информации PMS-TC в сообщении R-MSG1

Номер октета [i]	Биты формата PMS-TC [от $8 \times I + 7$ до $8 \times I + 0$]	Описание
Октет 0	[0add ssss] биты 7 ... 0	Биты ssss и dd указывают на половину двусторонней задержки приемника АТУ-Р. Биты ssss содержат часть в символах DMT в виде целого числа от 0 до 15, а биты dd – часть DTU в виде целого числа от 0 до 3. Бит a указывает на значение <i>C_PARAMS_INP_FLAG</i> . <i>C_PARAMS_INP_FLAG</i> = 1 означает, что символы C-PARAMS повторяются $(2 \times INP_{min_rein} + 1)$ раз. <i>C_PARAMS_INP_FLAG</i> = 0 указывает на отсутствие повторения

А.2.4 Конфигурация PMS-ТС в фазе обмена (дополняет пункт 7.10.3 МСЭ-Т G.992.3)

А.2.4.1 Сообщение R-PARAMS

Формат информации PMS-ТС, передаваемой в сообщении R-PARAMS (таблица 7-21 [ITU-T G.992.3]), должен быть таким, как описано в таблице А.6. Длина информации PMS-ТС, передаваемой в сообщении R-PARAMS, не изменяется.

Таблица А.6 – Формат информации PMS-ТС в сообщении R-PARAMS

Номер октета [i]	Биты формата PMS-ТС [от $8 \times I + 7$ до $8 \times I + 0$]	Описание
Октет 0	[p fff 0000] биты 7 ... 0	Биты fff содержат код успеха/ошибки инициализации, как определено в пункте 7.10.3 [ITU-T G.992.3]. Бит p – установочный бит. Значение 1 указывает, что текущая инициализация используется для проверки автоматического режима. Значение 0 указывает, что текущая инициализация является обычной инициализацией
Октет 1	[0001 1111] биты 7 ... 0	Зарезервирован МСЭ-Т
Октет 2	[1111 1111] биты 7 ... 0	Зарезервирован МСЭ-Т
Октет 3	[gggg gggg] биты 7 ... 0	Биты gggg gggg кодируют значение MSG_C , число октетов в части структуры служебных данных, зависящих от сообщения. Для переноса служебных данных, зависящих от сообщения, используется тракт с запаздыванием #0
Октет 4	[hhhh hhhh] биты 7 ... 0	Биты hhhh hhhh передают число октетов из несущего канала #0 в кадре Mux Data, передаваемом по тракту с запаздыванием #1 с функцией повторной передачи B_{10}
Оклеты 5–7	[0000 0000] биты 7 ... 0	Зарезервирован МСЭ-Т
Октет 8	[0mmm mmmm] биты 7 ... 0	Биты mmmm mmm содержат значение M_p для тракта с запаздыванием #0. Они присутствуют всегда
Октет 9	[tttt tttt] биты 7 ... 0	Биты tttt tttt содержат значение T_p для тракта с запаздыванием #0. Они присутствуют всегда
Октет 10	[rrrr 0DDD] биты 7 ... 0	Биты rrrr 0DDD содержат значения R_p и D_p для тракта с запаздыванием #0. Биты rrrr и DDD кодируются, как определено в таблице 7-18. Они присутствуют всегда
Октет 11	[llll llll] биты 7 ... 0	Биты llll llll указывают младший значащий бит значения L_p для тракта с запаздыванием #0. Они присутствуют всегда
Октет 12	[llll llll] биты 15 ... 8	Биты llll llll указывают старший значащий бит значения L_p для тракта с запаздыванием #0. Они присутствуют всегда
Октет 13	[0mmm mmmm] биты 7 ... 0	Биты mmm mmmm содержат значение M_p для тракта с запаздыванием #1. Они присутствуют всегда. Значение устанавливается равным 1 для кадрирования DTU 1-го, 2-го и 3-го типов
Октет 14	[tttt tttt] биты 7 ... 0	Биты tttt tttt содержат значение T_p для тракта с запаздыванием #1. Они присутствуют всегда. В случае кадрирования DTU 1-го и 2-го типов для них устанавливается значение ноль, а в случае кадрирования DTU 3-го типа – значение Q
Октет 15	[rrrr 0DDD] биты 7 ... 0	Биты rrrr 0DDD содержат значения R_p и D_p для тракта с запаздыванием #1. Биты rrrr и DDD кодируются, как определено в таблице 7-18. Они присутствуют всегда
Октет 16	[llll llll] биты 7 ... 0	Биты llll llll указывают младший значащий бит значения L_p для тракта с запаздыванием #1. Они присутствуют всегда
Октет 17	[llll llll] биты 15 ... 8	Биты llll llll указывают старший значащий бит значения L_p для тракта с запаздыванием #1. Они присутствуют всегда

Таблица А.6 – Формат информации PMS-TC в сообщении R-PARAMS

Номер октета [i]	Биты формата PMS-TC [от $8 \times I + 7$ до $8 \times I + 0$]	Описание
Октет 18	[0000 00aa] биты 7 ... 0	Биты aa указывают выбранный тип кадрирования DTU. Они кодируются следующим образом. Выбранный тип кадрирования DTU обозначается следующим образом: aa = 00, кадрирование DTU 1-го типа (см. пункт 8.1.1); aa = 01, кадрирование DTU 2-го типа (см. пункт 8.1.2); aa = 10, кадрирование DTU 3-го типа (см. пункт 8.1.3); aa = 11, кадрирование DTU 4-го типа (см. пункт 8.1.4). Приемник выбирает тип кадрирования, поддерживаемый передатчиком
Октет 19	[0qqq qqqq] биты 7 ... 0	Количество кодовых слов Рида-Соломона в одном DTU. $1 \leq Q \leq 16$
Октет 20	[0000 vvvv] биты 7 ... 0	Число заполняющих октетов в одном DTU. $0 \leq V \leq 15$
Октет 21	[jjjj jjjj] биты 7 ... 0	Задержка в DTU между двумя последовательными передачами одного и того же DTU, используемая приемником в эталонном конечном автомате. $1 \leq Q_{Tx} \leq 63$
Октет 22	[000n pnnn] биты 7 ... 0	Биты n pnnn кодируют значение обратного запроса (lb) канала RRC
Оклеты 23–27	[0000 0000] биты 7 ... 0	Зарезервированы МСЭ-Т

А.2.4.2 Сообщение C-PARAMS

Оклеты 18–27 информации PMS-TC, переданные в сообщении C-PARAMS (таблица 7-21 [ITU-T G.992.3]), устанавливаются, как описано в таблице А.7. Длина информации PMS-TC, передаваемой в сообщении C-PARAMS, не изменяется.

Таблица А.7 – Формат модифицированной информации PMS-TC в сообщении C-PARAMS

Номер октета [i]	Биты формата PMS-TC [от $8 \times I + 7$ до $8 \times I + 0$]	Описание
Оклеты 18–22	[0000 0000] биты 7 ... 0	Зарезервированы МСЭ-Т
Оклеты 23–27	[0000 0000] биты 7 ... 0	Зарезервированы МСЭ-Т

Кроме того, для битов fff октета 0 (см. таблицу 7-21 [ITU-T G.992.3]), кодирующих результат успех/ошибка процесса инициализации, вместо правил [ITU-T G.992.3] должны соблюдаться правила инициализации канала, определенные в настоящей Рекомендации.

Помимо этого, если значение *delay_max* меньше фактической двусторонней задержки (см. пункт 8.6), то ошибка инициализации фиксируется путем установки кода статуса инициализации 010₂ (конфигурация недопустима для данной линии). Фактическая двусторонняя задержка определяется не зависящими от линии характеристиками XTU-C и XTU-R, зависящими от линий размерами и скоростью передачи данных DTU.

Если одним из ATU установлен ненулевой код успеха/ошибки:

- значение счетчика ошибок инициализации увеличивается на единицу;
- другие биты информации PMS-TC сообщения PARAMS устанавливаются в 0; и
- по завершении процедур инициализации передатчик переходит не в режим Showtime, а в режим SILENT (см. Приложение D к [ITU-T G.992.3]).

A.2.5 Сообщения инициализации

A.2.5.1 C-MSG1 (дополняет пункт 8.13.5.1.1 МСЭ-Т G.992.3)

Таблица 8-37 [ITU-T G.992.3] заменяется таблицей А.8.

Таблица А.8 – Длина префикса C-MSG1, сообщения и кода CRC

Часть сообщения	Длина (битов или символов)
Префикс	32
<i>Npmd</i>	160
<i>Npms</i>	24
<i>Ntps</i>	104
<i>Nmsg</i>	288
CRC	16
<i>LEN_C-MSG1</i> (символов)	336

A.2.5.2 R-MSG1 (дополняет пункт 8.13.5.2.3 МСЭ-Т G.992.3)

Таблица 8-38 [ITU-T G.992.3] заменяется таблицей А.9.

Таблица А.9 – Длина префикса сообщения R-MSG1, сообщения и кода CRC

Часть сообщения	Длина (битов или символов)
Префикс	32
<i>Npmd</i>	32
<i>Npms</i>	8
<i>Ntps</i>	0
<i>Nmsg</i>	40
CRC	16
<i>LEN_R-MSG1</i> (символов)	88

A.2.5.3 C-PARAMS (заменяет пункт 8.13.6.1.4 МСЭ-Т G.992.3)

Состояние C-PARAMS имеет фиксированную длину. В этом состоянии АТУ-С передает *LEN_C-PARAMS* символов C-PARAMS для модуляции сообщения C-PARAMS и CRC со скоростью $(2 \times NSC_C-PARAMS)$ битов на символ. Значение *NSC_C-PARAMS* определяется как число поднесущих, используемых для модуляции сообщения C-PARAMS, как указано кодом АТУ-Р в сообщении R-MSG2. Уровень защиты от импульсных помех сообщения C-PARAMS устанавливается равным $INP_CPARAMS = INP_min_rein \times CPARAMS_INP_FLAG$, где *CPARAMS_FLAG* указано кодом АТУ-Р в сообщении R-MSG2. Значение *LEN_C-PARAMS* определяется как величина (длина сообщения C-PARAMS и CRC в битах), умноженная на $(2 \times INP_CPARAMS + 1)$, деленная на $(2 \times NSC_C-PARAMS)$ и округленная до ближайшего целого в большую сторону.

В таблице А.10 приведена длина сообщения C-PARAM, суммированная по TPS-ТС, PMS-ТС и PMD-функциям. Каждый бит TPS-ТС, PMS-ТС и PMD-функции соответствует четному числу октетов.

Таблица А.10 – Длина сообщения C-PARAMS и кода CRC

Часть сообщения	Длина (битов или символов)
N_{pmd}	$96 + 24 \times NSC_{us}$
N_{pms}	224
N_{tps}	0
N_{msg}	$320 + 24 \times NSC_{us}$
CRC	16
$LEN_C-PARAMS$ (длина состояния в символах)	$\left\lceil \frac{336 + 24 \times NSC_{us}}{2 \times NSC_C-PARAMS} \right\rceil \times (2 \times INP_CPARAMS + 1)$
ПРИМЕЧАНИЕ. $\lceil x \rceil$ означает округление до ближайшего целого в большую сторону.	

Сообщение C-PARAMS m определяется как

$$m = \{tps_{N_{tps}-1}, \dots, tps_0, pms_{N_{pms}-1}, \dots, pms_0, pmd_{N_{pmd}-1}, \dots, pmd_0\} = \{m_{N_{msg}-1}, \dots, m_0\}.$$

Сообщение C-PARAMS содержит три набора параметров, связанных с конфигурацией функций TPS-TC, PMS-TC и PMD. Параметры TPS-TC передаются в битах от $tps_{N_{tps}-1}$ до tps_0 и определены в пункте 6. Параметры PMS-TC передаются в битах от $pms_{N_{pms}-1}$ до pms_0 и определены в пункте 7. Параметры PMD передаются в битах от $pmd_{N_{pmd}-1}$ до pmd_0 и определены в пункте 8.

Параметры PMS-TC включают параметры конфигурации формирователя кадров. Параметры PMD включают таблицу битов и коэффициентов усиления поднесущих в восходящем направлении.

К сообщению добавляется CRC. 16 битов CRC вычисляются по N_{msg} битам сообщения m так же, как вычисляются биты CRC сообщения C-MSG-FMT.

Если число передаваемых битов сообщения и CRC не целое, кратное числу битов на символ (то есть не кратное $2 \times NSC_C-PARAM$), то биты сообщения и CRC дополняются нулевыми битами, так чтобы общее число передаваемых битов было равно $(2 \times NSC_C-PARAM \times LEN_C-PARAM) / (2 \times INP_C-PARAMS + 1)$.

Биты сообщения C-PARAMS (вместе с битами CRC и дополняющими битами) скремблируются с использованием следующего уравнения:

$$d'_n = d_n \oplus d'_{n-18} \oplus d'_{n-23},$$

где d_n – n -й вход в скремблер (первый вход d_1);

d'_n – n -й выход от скремблера (первый выход d'_1);

и скремблер инициализирован в $d'_n = 1$ для $n < 1$.

Передаваемые биты вводятся в уравнение скремблера, начиная с младшего значащего бита (сначала биты от m_0 до $m_{N_{msg}-1}$, затем биты от c_0 до c_{15} , затем дополняющие биты, если таковые имеются).

Скремблер построен так, что выходные биты $d'_n \dots d'_{18}$ равны соответственно $m_0 \dots m_{17}$.

Выходные данные скремблера передаются по $(2 \times NSC_C-PARAM)$ бита на символ сообщения C-PARAMS (сначала передается первый выходной бит скремблера и т. д.). Пары битов размещаются в поднесущих в порядке возрастания индекса поднесущей с использованием того же типа модуляции 4-QAM, какой определен в таблице 8-36 [ITU-T G.992.3] для символов сообщения C-REVERB. Каждый символ C-PARAMS повторяется и передается $(2 \times INP_CPARAMS + 1)$ раз.

Символ сообщения C-PARAMS содержит только $NSC_C-PARAM$ поднесущих (переносящих биты сообщения) и контрольную частоту C-TREF. Остальные поднесущие передаются с нулевой мощностью (то есть $X_i = Y_i = 0$).

Контрольная частота C-TREF может быть частью набора из *NSC-PARAMS* поднесущих (переносящих биты сообщения). В этом случае контрольная частота C-TREF модулируется битами сообщения. В противном случае она модулируется постоянной точкой {0, 0} созвездия 4-QAM.

За состоянием C-PARAMS следует состояние C-REVERB7.

А.3 Процедуры плоскости управления

А.3.1 Команды чтения параметров тестирования (дополняет пункт 9.4.1.10 МСЭ-Т G.992.3)

В таблицу 9-30 [ITU-T G.992.3] добавляются четыре параметра тестирования, описанные в таблице А.11.

Параметр с идентификатором ID = 41₁₆ содержит фактическое значение INP от помех типа SHINE, полученное от передатчика на дальнем конце линии. Он представляет собой 16-битовое целое число без знака, кратное 0,1. Этот параметр считывается из ATU-C одной командой чтения.

Параметр с идентификатором ID = 42₁₆ содержит фактическое значение INP от помех типа REIN, полученное от передатчика на дальнем конце линии. Он представляет собой 8-битовое целое число без знака, кратное 0,1. Этот параметр считывается из ATU-C одной командой чтения.

Параметр с идентификатором ID = 43₁₆ содержит фактическое значение ETR, полученное от приемника на дальнем конце линии. Он представляет собой 32-битовое целое число без знака, кратное 1 кбит/с. Этот параметр считывается из ATU-R одной командой чтения.

Параметр с идентификатором ID = 44₁₆ содержит фактическое значение задержки, полученное от приемника на дальнем конце линии. Он представляет собой 8-битовое целое число без знака, кратное 1 мс. Этот параметр считывается из ATU-R одной командой чтения.

Таблица А.11 – Значения идентификаторов дополнительных параметров тестирования PMD-функции

ИД параметра тестирования	Наименование параметра тестирования	Длина при однократном считывании	Длина при многократном считывании	Длина при считывании блока
41 ₁₆	Фактический уровень защиты от импульсных помех типа SHINE передатчика RTX на дальнем конце линии (<i>INP_act_SHINE</i>)	2 октета	Неприменимо	Неприменимо
42 ₁₆	Фактический уровень защиты от импульсных помех типа REIN передатчика RTX на дальнем конце линии (<i>INP_act_REIN</i>)	1 октет	Неприменимо	Неприменимо
43 ₁₆	Ожидаемая пропускная способность приемника RTX (ETR)	4 октета	Неприменимо	Неприменимо
44 ₁₆	Фактическая задержка приемника RTX (<i>delay_act RTX</i>)	1 октет	Неприменимо	Неприменимо

А.3.2 Команды считывания счетчика управления (дополняет пункт 9.4.1.6 МСЭ-Т G.992.3)

Таблица 9-19 [ITU-T G.992.3] и таблица 9-20 [ITU-T G.992.3] заменяются соответственно таблицей А.12 и таблицей А.13.

Поле *EFTR_min* содержит значение *EFTR_min*, полученное приемником на дальнем конце линии. Оно представляет собой 32-битовое целое число без знака, кратное 1 кбит/с. Это поле должно присутствовать в ответе ATU-R, если повторная передача разрешена в нисходящем направлении. Хотя этот параметр контроля рабочих характеристик передается посредством команд eos счетчика управления, он не является счетчиком. Поэтому требования [ITU-T G.992.3] и [ITU-T G.997.1], в общем случае применимые к счетчикам, к этому параметру не применяются.

Таблица А.12 – Команда считывания счетчика управления, передаваемая ответчиком

Длина сообщения (октеты)	Имя элемента (команды)
$2 + 4 \times N_c$ для PMS-ТС и переменная величина для TPS-ТС	81 ₁₆ ; затем все значения счетчика PMS-ТС, за которыми следуют все значения счетчика TPS-ТС Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т
ПРИМЕЧАНИЕ. – N_c – число счетчиков, связанных с PMS-ТС, $N_c = 14$ в отчете по нисходящему направлению и $N_c = 8$ в отчете по восходящему направлению.	

Таблица А.13 – Значения счетчика управления АТУ

PMD и PMS-ТС
Счетчик аномалий FEC-0 (см. примечание 1)
Счетчик аномалий FEC-1 (см. примечание 1)
Счетчик аномалий CRC-0 (см. примечание 1)
Счетчик аномалий CRC-1 (см. примечание 1)
Счетчик gtx-tx (см. примечание 3)
Счетчик gtx-c (см. примечание 2)
Счетчик gtx-uc (см. примечание 2)
Счетчик секунд с ошибками FEC
Счетчик секунд с ошибками
Счетчик секунд со значительными ошибками
Счетчик секунд с ошибками LOS
Счетчик секунд с ошибками неготовности
Счетчик секунд с дефектом leftf (см. примечание 2)
Счетчик безошибочных битов (см. примечание 2)
<i>EFTR_min</i> (см. примечание 2)
TPS-ТС
Счетчики TPS-ТС #0
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – АТУ-R включает поле аномалий FEC и CRC для трактов с запаздыванием #0 и #1; FEC и CRC тракта с запаздыванием #0 остаются на усмотрение поставщика. АТУ-С включает поля аномалий FEC и CRC только для тракта с запаздыванием #0. ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Эти счетчики включаются только в отчет по нисходящему направлению, передаваемый из АТУ-R в АТУ-С. ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Этот счетчик включается только в отчет по восходящему направлению, передаваемый из АТУ-С в АТУ-R.

А.3.3 Команды диагностики и ответы на них (дополняет пункт 9.4.1.2 МСЭ-Т G.992.3)

Таблица 9-10 [ITU-T G.992.3] заменяется таблицей А.14.

Таблица А.14 – Команды eos, передаваемые приемопередатчиком ATU-C

Длина сообщения (октеты)	Имя элемента (команды)
2	01 ₁₆ Выполнить самотестирование
2	02 ₁₆ Обновить параметры тестирования
2	03 ₁₆ Начать передачу поврежденного CRC
2	04 ₁₆ Закончить передачу поврежденного CRC
2	05 ₁₆ Начать прием поврежденного CRC
2	06 ₁₆ Закончить прием поврежденного CRC
2	07 ₁₆ Войти в режим RTX TESTMODE
2	08 ₁₆ Выйти из режима RTX TESTMODE
2	80 ₁₆ ACK
Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т	

А.3.3.1 Режим тестирования повторной передачи

Для ускоренной проверки МТВЕ (см. пункт 10.4) определен специальный режим тестирования. Определена диагностическая команда для входа в этот режим и выхода из него в течение Showtime.

Получив команду Enter RTX_TESTMODE, ATU-R подтверждает ее ответом ACK. Затем ATU-R подтверждает все принятые DTU.

Получив команду Leave RTX_TESTMODE, ATU-R возобновляет обычное поведение в отношении повторной передачи.

А.3.4 Команда реконфигурации в режиме онлайн

Для поддержки плавной адаптации скорости при повторной передаче определен дополнительный запрос OLR (тип 5). Этот запрос OLR заменяет запрос OLR типа 02₁₆ и запрос OLR типа 03₁₆ из таблицы 9-7 [ITU-T G.992.3].

Формат команды OLR типа 5, передаваемой иницирующим приемником, описан в таблице А.15. После получения этой команды приемопередатчик либо устанавливает реконфигурацию своего передатчика, как описано в пункте 13.2, либо формирует ответ OLR. Формат команды OLR типа 5, передаваемой отвечающим передатчиком, описан в таблице А.16. Код причины определен в пункте 9.4.1.1 [ITU-T G.992.3]. К команде OLR типа 5 применимы все коды причин.

В каждом запросе OLR типа 5 новые параметры настройки формирователя кадра выбираются таким образом, чтобы выполнялись все ограничения конфигурации.

Таблица А.15 – Дополнительные команды реконфигурации в режиме онлайн, передаваемые иницирующим приемником

Длина сообщения (октеты)	Имя элемента (команды)
$2 + 10 + 3 \times N_f$	05 ₁₆ Тип запроса 5, за которым следуют: 2 октета, содержащих новое значение L_1 1 октет, содержащий новое значение B_{10} 1 октет, содержащий новое значение M_1 1 октет, содержащий новое значение R_1 1 октет, содержащий новое значение Q 1 октет, содержащий новое значение V 1 октет, содержащий новое значение Q_{lx} 1 октет, содержащий новое значение lb 1 октет, содержащий число поднесущих N_f $3 \times N_f$ октетов, описывающих поле параметров для каждой поднесущей

Таблица А.16 – Дополнительные команды реконфигурации в режиме онлайн, передаваемые отвечающим передатчиком

Длина сообщения (октеты)	Имя элемента (команды)
3	84 ₁₆ Отклонение запроса типа 3, за которым следует 1 октет кода причины

А.3.5 Команды управления мощностью (заменяет пункт 9.4.1.7 МСЭ-Т G.992.3)

Подлежит дальнейшему изучению.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Режим низкого энергопотребления L2 в сочетании с МСЭ-Т G.998.4 не поддерживается. Таким образом, АТУ-С не должен отправлять запрос L2, когда разрешена повторная передача. Поддержка режима L2 в сочетании с МСЭ-Т G.998.4, включая расширение функциональных возможностей в области энергосбережения, подлежит дальнейшему изучению.

А.4 Синхронизация изменений параметров управления в режиме онлайн

В этом пункте описана синхронизация изменения параметров, включенных в команду OLR типа 5. Синхронизация изменения значений различных параметров управления выполняется в соответствии с процедурой, определенной в пункте 13.

ПРИМЕЧАНИЕ. – После изменения параметров RS и DTU повторная передача DTU, закодированных со старыми значениями параметров, становится невозможной. Модемы должны обеспечить, чтобы все DTU, закодированные со старыми параметрами кадрирования, были правильно получены до внесения изменений в такие параметры. Этого можно добиться путем временного прерывания передачи новых DTU по интерфейсу α_1 и автономной повторной передачи только DTU из очереди повторной передачи в течение подходящего периода времени. Этот период времени не должен превышать $T_{dtu-stoppage}$.

Изменение значений b_i и g_i одной или нескольких поднесущих реализуется путем изменения соответствующего параметра управления PMD-функции (см. таблицу 8-4 [[ITU-T G.992.3](#)]).

Приложение В

Поддержка МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с МСЭ-Т G.992.5

(Это Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В.1 Особые требования

В [ITU-T G.992.5] повторная передача определена только для нисходящего направления (то есть DTU передаются только в нисходящем направлении, а RRC – только в восходящем направлении).

В.1.1 Память

Размер очереди повторной передачи в СО ограничен половиной времени задержки перемежителя нисходящего потока в байтах, то есть:

- если АТУ-С указывает в сообщении C-MSG1, что поддерживается очередь повторной передачи размером до 12 000 октетов (см. пункт В.3.1), то АТУ-Р должен выбрать параметры Q_{tx} , Q и H так, чтобы соблюдалось неравенство

$$Q_{tx} * Q * H \leq 12\,000 \text{ октетов для МСЭ-Т G.992.5;}$$

- в ином случае АТУ-Р должен выбрать Q_{tx} , Q и H так, чтобы соблюдалось неравенство

$$Q_{tx} * Q * H \leq 8001 \text{ октетов для МСЭ-Т G.992.5,}$$

где Q_{tx} – длина очереди повторной передачи при передаче в единицах DTU.

Минимальный объем памяти для очереди повторной передачи приемника равен объему памяти соответствующей очереди передачи.

Максимальный размер DTU в октетах ($Q * H$) составляет 1024.

В.1.2 Канал служебных данных

Канал служебных данных должен быть сконфигурирован, как указано в пункт А.1.2.

В.1.3 Мультиплексирование

Если включен режим ROC, то биты RRC и L_0 (ROC) могут совместно использовать общую поднесущую. К RRC и L_0 (ROC) применяется один и тот же сдвиг запаса SNR (SNRMOFFSET-ROC).

В.2 Процедура инициализации

В этом пункте описано изменение в сообщениях инициализации МСЭ-Т G.992.5, необходимое для поддержки МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с МСЭ-Т G.992.5.

Сообщения инициализации изменяются, как указано в пункте А.2, за исключением того, что октет 2 из таблицы А.4 заменяется октетом 2 из таблицы В.1. Длина сообщения C-MSG1 (LEN_C_MSG1) равна соответственно $336 + NSCs/4$ или 336 в зависимости от того, применяются ли временные окна.

Таблица В.1 – Формат информации PMS-ТС в сообщении C-MSG1

Номер октета [i]	Биты формата PMS-ТС [от $8 \times I + 7$ до $8 \times I + 0$]	Описание
Октет 2	[c000 bbbb] биты 7 ... 0	<p>Биты bbbb содержат максимальное поддерживаемое передатчиком значение $1/S$ для тракта с запаздыванием с функцией повторной передачи. Это максимальное значение $1/S$ равно $(n + 1)$, где n – код 4-битовой величины без знака bbbb в диапазоне от 0 до 15. Когда повторная передача разрешена, это значение заменяет максимальное значение $1/S$, переданное в поле S_{1min} в перечне возможностей PMS-ТС в МСЭ-Т G.994.1.</p> <p>Бит c указывает максимальный поддерживаемый размер очереди повторной передачи. Он кодируется нулем, если поддерживается максимальный размер 8001 байт, и единицей – если поддерживается максимальный размер в 12 000 байтов</p>

В.3 Процедуры плоскости управления

Процедуры плоскости управления те же, что описаны в пункте А.3, за исключением пункта А.3.4, который заменяется содержанием пунктов В.3.4 и В.3.5.

В.3.1 Намеренно оставлен пустым

В.3.2 Намеренно оставлен пустым

В.3.3 Намеренно оставлен пустым

В.3.4 Команда реконфигурации в режиме онлайн

Для поддержки плавной адаптации скорости при повторной передаче определен дополнительный запрос OLR (тип 5). Этот запрос OLR заменяет запросы OLR типа 02_{16} и 03_{16} из таблицы 9-7 [[ITU-T G.992.5](#)].

Формат команды OLR типа 5, передаваемой иницирующим приемником, описан в таблице В.2. После получения этой команды приемопередатчик либо проводит реконфигурацию своего передатчика, как описано в пункте 13.2, либо формирует ответ OLR. Формат команды OLR типа 5, передаваемой отвечающим передатчиком, описан в таблице В.3. Код причины определен в пункте 9.4.1.1 [[ITU-T G.992.3](#)]. К OLR типа 5 применимы все коды причин.

В каждом запросе OLR типа 5 новые параметры настройки формирователя кадра выбираются таким образом, чтобы выполнялись все ограничения конфигурации.

**Таблица В.2 – Дополнительные команды реконфигурации в режиме онлайн,
передаваемые иницирующим приемником**

Длина сообщения (октеты)	Имя элемента (команды)
$2 + 11 + 4 \times N_f$	05 ₁₆ Тип запроса 5, за которым следуют: 2 октета, содержащие новое значение L_1 1 октет, содержащий новое значение B_{10} 1 октет, содержащий новое значение M_1 1 октет, содержащий новое значение R_1 1 октет, содержащий новое значение Q 1 октет, содержащий новое значение V 1 октет, содержащий новое значение Q_{ix} 1 октет, содержащий новое значение lb 2 октета, содержащие число поднесущих N_f $4 \times N_f$ октетов, описывающие поле параметров поднесущей для каждой поднесущей

**Таблица В.3 – Дополнительные команды реконфигурации в режиме онлайн,
передаваемые отвечающим передатчиком**

Длина сообщения (октеты)	Имя элемента (команды)
3	84 ₁₆ Отклонение запроса типа 3, за которым следует 1 октет кода причины

В.3.5 Команды управления мощностью (заменяет пункт 9.4.1.7 МСЭ-Т G.992.5)

Подлежит дальнейшему изучению.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Режим энергосбережения L2 в сочетании с МСЭ-Т G.998.4 не поддерживается. Таким образом, АТУ-С не должен отправлять запрос L2, когда разрешена повторная передача. Поддержка режима L2 в сочетании с МСЭ-Т G.998.4, включая усовершенствование функциональных возможностей в области энергосбережения, подлежит дальнейшему изучению.

В.4 Синхронизация изменений параметров управления в режиме онлайн

Синхронизация изменений параметров управления описана в пункте А.4.

Приложение С

Поддержка МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с МСЭ-Т G.993.2

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

С.1 Особые требования

С.1.1 Память

Применяются следующие определения:

$$\text{delay_octet}_{DS,0} = (D_{DS,0} - 1) \times (I_{DS,0} - 1);$$

$$\text{delay_octet}_{US,0} = (D_{US,0} - 1) \times (I_{US,0} - 1).$$

Если возможна повторная передача в нисходящем направлении,

$$\text{то} \quad \text{delay_octet}_{DS,1} = 2 \times Q_{tx,DS} \times Q_{DS} \times H_{DS},$$

$$\text{иначе} \quad \text{delay_octet}_{DS,1} = (D_{DS,1} - 1) \times (I_{DS,1} - 1).$$

Если возможна повторная передача в восходящем направлении,

$$\text{то} \quad \text{delay_octet}_{US,1} = 2 \times Q_{tx,US} \times Q_{US} \times H_{US},$$

$$\text{иначе} \quad \text{delay_octet}_{US,1} = (D_{US,1} - 1) \times (I_{US,1} - 1).$$

Применяется следующее ограничение:

$$\text{delay_octet}_{DS,0} + \text{delay_octet}_{DS,1} + \text{delay_octet}_{US,0} + \text{delay_octet}_{US,1} \leq \text{MAXDELAYOCTET},$$

где MAXDELAYOCTET – совокупная задержка перемежителя и удаленного перемежителя (в октетах), указанная в таблице 6-1 [ITU-T G.993.2] для данного профиля.

VTU-O и VTU-R должны поддерживать все значения ($\text{delay_octet}_{DS,0} + \text{delay_octet}_{DS,1} + \text{delay_octet}_{US,0} + \text{delay_octet}_{US,1}$) вплоть до максимальной величины MAXDELAYOCTET. Минимально необходимый для удовлетворения этого требования объем памяти приемопередатчика (VTU-O или VTU-R) равен MAXDELAYOCTET/2 октетам. Фактический объем используемой памяти зависит от реализации.

Минимальный объем памяти для очереди повторной передачи приемника равен объему памяти соответствующей очереди передачи в том же направлении.

Максимальный размер DTU в октетах ($Q \times H$) равен значению, указанному в таблице С.1, в зависимости от профиля и направления.

Таблица С.1 – Максимальный размер DTU

Профиль	Максимальный размер DTU ($Q \times H$)	
	Нисходящий поток	Восходящий поток
8a, 8b, 8c, 8d	2048 байт	512 байт
12a	2048 байт	1536 байт
17a	3072 байт	1536 байт
30a	3072 байт	3072 байт

В МСЭ-Т G.998.4 применяется параметр конфигурации MAXDELAYOCTET-split (MDOSPLIT). При значении $\text{delay_octet}_{x,p}$ (при $x = DS$ или US и $p = 0$ или 1), указанном в этом пункте, сумма значений max_delay_octet , указанных в О-PMS (см. пункт С.2.1.3), ограничена величиной (см. пункт 11.4.2.7 [ITU-T G.993.2]):

$$\text{max_delay_octet}_{DS,0} + \text{max_delay_octet}_{DS,1} \leq \text{MAXDELAYOCTETS}_{DS};$$

$$\text{max_delay_octet}_{US,0} + \text{max_delay_octet}_{US,1} \leq \text{MAXDELAYOCTETS}_{US}.$$

С.1.2 Канал служебных данных

Если в O-TPS включен режим ROC, то используется однократное запаздывание в режиме ROC (см. пункт 9.1 [ITU-T G.993.2]) и канал служебных данных использует ROC, как указано в [ITU-T G.993.2].

Если режим ROC в O-TPS запрещен или не поддерживается блоком VTU-O или VTU-R, то используется однократное запаздывание в режиме ROC (см. пункт 9.1 [ITU-T G.993.2]) и канал служебных данных использует параметры кадрирования, полученные для ROC (см. ограничения для параметров кадрирования в таблице 12-47 [ITU-T G.993.2]), в следующей конфигурации:

- SNRMOFFSET-ROC = 0 дБ;
- INPMIN-ROC = max(INPMIN_REIN, 2),

за исключением того, что поднесущие, загруженные битами канала служебных данных, могут совместно использовать поднесущие, загруженные битами тракта с запаздыванием #1.

С.1.3 Мультиплексирование

Если включен режим ROC, то биты RRC и L_0 (ROC) могут использовать общую поднесущую. К RRC и L_0 (ROC) применяется один и тот же запас смещения SNR (SNRMOFFSET-ROC).

С.1.4 Достижимая эффективная скорость передачи данных (ATTNDR)

См. пункт 11.4.1.1.7 [ITU-T G.993.2].

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для расчета ATTNDR при кольцевой диагностике используется значение SNRGAP, определенное для коэффициента ошибок 10^{-7} бит в режиме 4-QAM (без учета эффективности кодирования, без повторной передачи, $INP_{min0} = 0$).

С.1.4.1 Базовый метод достижимой эффективной скорости передачи данных

См. пункт 11.4.1.1.7.1 [ITU-T G.993.2].

С.1.4.2 Усовершенствованный метод достижимой эффективной скорости передачи данных

Поддержка усовершенствованного метода эффективной скорости передачи данных не обязательна.

Достижимая эффективная скорость передачи данных – это максимальная эффективная скорость передачи данных, которую поддерживают функции приема PMS-TC и PMD при выполнении условий базового метода достижимой эффективной скорости передачи данных (см. пункт 11.4.1.1.7.1) и следующих условий:

- если для параметра управления *attnhdr_method* установлено значение 1, то VTU-O и VTU-R используют предельный уровень защиты от импульсных помех INP_{min0} со значением, указанным в O-TPS (см. пункт С.2.1.2);
- если для параметра управления *attnhdr_method* установлено значение 2, то VTU-O и VTU-R используют предельный уровень защиты от импульсных помех $INP_{min0} = 0$;
- декодирование со стиранием используется либо не используется аналогично тому, как это происходит в несущих каналах;
- учитываются ограничения при кадрировании;
- время запаздывания должно превышать минимальную величину запаздывания, установленную для несущего канала ($delay_{act0} \geq delay_{min0}$);
- учитывается значение параметра ATTNDR_MDOSPLIT;
- эффективная скорость передачи данных не ограничена ни установленной максимальной эффективной скоростью передачи данных, ни настроенным максимальным значением ETR;
- учитывается фактическая двусторонняя полузадержка VTU-O и VTU-R;
- правило инициализации канала CIP = 0;
- PSD передачи равна MREFPSD для всех поднесущих, для которых $g_i \neq 0$.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Значение ATTNDR может быть ниже из-за возможного уменьшения мощности передачи вследствие настройки параметра MAXMARGIN, настройки параметра MAXNDR и дискреционных ограничений мощности передачи, налагаемых поставщиком (например, поднесущие с $g_i = 0$, в связи с динамическим диапазоном и т. д.).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В базовом методе не указывается ряд условий для расчета ATTNDR, что приводит к дискреционному поведению поставщика в отношении сообщаемых значений ATTNDR. Усовершенствованный метод определяет дополнительные условия для уменьшения зависимости сообщаемых значений ATTNDR от реализации.

Когда значение ATTNDR сообщается в состоянии Showtime для того направления, в котором повторная передача невозможна, по каналу eoc со значением ATTNDR также передаются следующие параметры, используемые при расчете ATTNDR (см. пункт 11.4.1.1.7.2 и таблицу 11-28a [ITU-T G.993.2]), и они же со значением ATTNDR передаются в CO-MIB (см. пункты 7.5.1.19 и 7.5.1.20 [ITU-T G.997.1]):

- $ATTNDR_INP_act_0$ (см. пункты 7.5.1.41.2 и 7.5.41.3 [ITU-T G.997.1]);
- $ATTNDR_delay_act_0$ (см. пункты 7.5.1.41.6 и 7.5.41.7 [ITU-T G.997.1]).

Когда значение ATTNDR сообщается в состоянии Showtime для того направления, в котором повторная передача возможна, по каналу eoc со значением ATTNDR также передаются следующие параметры, используемые при расчете ATTNDR (см. таблицу C.1a), и они же передаются со значением ATTNDR в CO-MIB (см. пункты 7.5.1.19 и 7.5.1.20 [ITU-T G.997.1]):

- $ATTNDR_INP_act_SHINE_0$ (см. пункты 7.5.1.41.2 и 7.5.41.3 [ITU-T G.997.1]);
- $ATTNDR_INP_act_REIN_0$ (см. пункты 7.5.1.41.4 и 7.5.41.5 [ITU-T G.997.1]);
- $ATTNDR_delay_act_RTX_0$ (см. пункты 7.5.1.41.6 и 7.5.41.7 [ITU-T G.997.1]).

Параметр $ATTNDR_INP_act_SHINE_0$ – это фактический уровень защиты от импульсных помех типа SHINE на дальнем конце линии, используемый при расчете ATTNDR. Фактический уровень защиты от импульсных помех $ATTNDR_INP_act_SHINE_0$ представляется как 16-битовое целое число без знака $attn_inp_act_shine_0$ со значением $ATTNDR_INP_act_SHINE_0$, определяемым как $ATTNDR_INP_act_SHINE_0 = attn_inp_act_shine_0/10$ символов DMT. Этот формат данных поддерживает шаг изменения $ATTNDR_INP_act_SHINE_0$ в 0,1 символа DMT. Диапазон значений колеблется от 0 символов DMT (представляется как 0) до 204,6 символа DMT (представляется как 2046). Значение 2047 – это особое значение, указывающее, что $ATTNDR_INP_act_SHINE_0$ больше 204,6 символа DMT.

Параметр $ATTNDR_INP_act_REIN_0$ – это фактический уровень защиты от импульсных помех типа REIN на дальнем конце линии, используемый при расчете ATTNDR. Фактический уровень защиты от импульсных помех $ATTNDR_INP_act_REIN_0$ представляется как 8-битовое целое число без знака $attn_inp_act_rein_0$ со значением $ATTNDR_INP_act_rein_0$, определяемым как $ATTNDR_INP_act_REIN_0 = attn_inp_act_rein_0/10$ символов DMT. Этот формат данных поддерживает шаг изменения $ATTNDR_INP_act_REIN_0$ в 0,1 символа DMT. Диапазон значений колеблется от 0 символов DMT (представляется как 0) до 25,4 символа DMT (представляется как 254). Значение 255 – это особое значение, указывающее, что $ATTNDR_INP_act_REIN_0$ больше 25,4 символа DMT.

Параметр $ATTNDR_delay_act_RTX_0$ – это фактическая задержка на дальнем конце линии, используемая для расчета ATTNDR. Фактическая задержка $ATTNDR_delay_act_RTX_0$ представляется как 8-битовое целое число без знака $attn_delay_act_rtx_0$ со значением $ATTNDR_delay_act_RTX_0$, определяемым как $ATTNDR_delay_act_RTX_0 = attn_delay_act_rtx_0/10$ мс. Этот формат данных поддерживает шаг изменения $ATTNDR_delay_act_RTX_0$ в 0,1 мс. Диапазон значений колеблется от 0 мс (представляется как 0) до 25,4 мс (представляется как 254). Значение 255 – это особое значение, указывающее, что $ATTNDR_DELAY_act_RTX_0$ больше 25,4 мс.

C.1.4.3 ATTNDR_MAXDELAYOCTET-split (ATTNDR_MDOSPLIT)

См. пункт 11.4.2.8 [ITU-T G.993.2].

С.1.4.4 Команды считывания параметров тестирования ATTNDR и соответствующие отклики

См. пункт 11.2.3.11 [ITU-T G.993.2], где определены параметры тестирования ATTNDR, как показано в таблице С.1а.

Таблица С.1а – Параметр тестирования ATTNDR

Номер октета	Базовый метод	Усовершенствованный метод (повторная передача невозможна)	Усовершенствованный метод (повторная передача возможна)
1–4	ATTNDR	ATTNDR	ATTNDR
5	Неприменимо	Зарезервирован и установлен равным 00 ₁₆	ATTNDR_INP_act_SHINE ₀
6	Неприменимо	ATTNDR_INP_act ₀	
7	Неприменимо	Зарезервирован и установлен равным 00 ₁₆	ATTNDR_INP_act_REIN ₀
8	Неприменимо	ATTNDR_delay_act ₀	ATTNDR_delay_act_RTX ₀
ПРИМЕЧАНИЕ. – Формат полей определен в пункте 11.4.1.1.7.			

С.2 Процедура инициализации

Поддержка МСЭ-Т G.998.4 в VDSL2 реализуется посредством кодовых точек расширений МСЭ-Т G.998.4 в МСЭ-Т G.994.1 и поля параметров МСЭ-Т G.998.4 в различных сообщениях инициализации VDSL2, как указано в [ITU-T G.993.2]. В этом пункте дано определение содержания кодовых точек расширений МСЭ-Т G.998.4 в МСЭ-Т G.994.1 и поля параметров МСЭ-Т G.998.4 для соответствующих сообщений инициализации. Если сообщение инициализации не включено в нижеследующие подразделы, то поле параметров МСЭ-Т G.998.4 для этого сообщения представляет собой один байт со значением 00₁₆.

С.2.0 Фаза квитирования МСЭ-Т G.994.1

Процедура инициализации начинается с фазы квитирования МСЭ-Т G.994.1. Во время этой фазы VTU-O и VTU-R обмениваются информацией о своих возможностях расширения МСЭ-Т G.998.4, а также параметрами, которые обычно передаются в фазе квитирования, как определено в [ITU-T G.993.2]. На основе этих сведений о возможностях определяется окончательный набор расширений МСЭ-Т G.998.4 во время фазы квитирования процедуры инициализации МСЭ-Т G.994.1 (см. таблицы 11.68.0.1 и 11.68.11 [ITU-T G.994.1], а также таблицы С.1.1, С.1.2, С.1.3 и С.1.4).

Таблица С.1.1 – Определения битов Npar(3) сообщения CL VTU-O

Бит Npar(3) МСЭ-Т G.994.1	Определение битов Npar(3)
Поддержка Приложения D МСЭ-Т G.998.4	<p>Если установлено значение ЕДИНИЦА, то этот бит указывает, что VTU-O поддерживает Приложение D МСЭ-Т G.998.4.</p> <p>Этот бит может быть установлен в ЕДИНИЦУ, только если приемопередатчик VTU-O совместим с МСЭ-Т G.993.5, а бит "МСЭ-Т G.993.5" в октете 2 Spar(2) МСЭ-Т G.993.2 установлен в НОЛЬ; в противном случае этот бит устанавливается в НОЛЬ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ. – В более ранних версиях МСЭ-Т G.998.4 поддержка Приложения D указывалась неявно через поддержку МСЭ-Т G.993.5 (то есть через бит "МСЭ-Т G.993.5" в октете 2 Spar(2) МСЭ-Т G.993.2, установленный в ЕДИНИЦУ)</p>

Таблица С.1.2 – Определения битов Npar(3) сообщения MS VTU-O

Бит Npar(3) МСЭ-Т G.994.1	Определение битов Npar(3)
Поддержка Приложения D МСЭ-Т G.998.4	<p>Этот бит устанавливается в ЕДИНИЦУ тогда и только тогда, когда он установлен в ЕДИНИЦУ как в предыдущем сообщении CL, так и в предыдущем сообщении CLR.</p> <p>Если этот бит установлен в ЕДИНИЦУ, то это означает, что выбрана работа в режиме Приложения D МСЭ-Т G.998.4, даже если данное сообщение MS не указывает на выбор МСЭ-Т G.993.5. Если этот бит установлен в НОЛЬ, то это означает, что работа в режиме Приложения D МСЭ-Т G.998.4 не выбрана</p>

Таблица С.1.3 – Определения битов Npar(3) сообщения CLR VTU-R

Бит Npar(3) МСЭ-Т G.994.1	Определение битов Npar(3)
Поддержка Приложения D МСЭ-Т G.998.4	<p>Если этот бит установлен в ЕДИНИЦУ, то это означает, что VTU-R поддерживает Приложение D МСЭ-Т G.998.4.</p> <p>Этот бит может быть установлен в ЕДИНИЦУ, только если бит "МСЭ-Т G.993.5" в октете 2 Spar(2) МСЭ-Т G.993.2 также установлен в ЕДИНИЦУ; в противном случае этот бит устанавливается в НОЛЬ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ. – В более ранних версиях МСЭ-Т G.998.4 поддержка Приложения D указывалась неявно через поддержку МСЭ-Т G.993.5 (то есть через бит "МСЭ-Т G.993.5" в октете 2 Spar(2) МСЭ-Т G.993.2, установленный в ЕДИНИЦУ)</p>

Таблица С.1.4 – Определения битов Npar(3) сообщения MS VTU-R

Бит Npar(3) МСЭ-Т G.994.1	Определение битов Npar(3)
Поддержка Приложения D МСЭ-Т G.998.4	<p>Этот бит устанавливается в ЕДИНИЦУ тогда и только тогда, когда он установлен в ЕДИНИЦУ как в предыдущем сообщении CL, так и в предыдущем сообщении CLR.</p> <p>Если этот бит установлен в ЕДИНИЦУ, то это означает, что выбрана работа в режиме Приложения D МСЭ-Т G.998.4, даже если данное сообщение MS не указывает на выбор МСЭ-Т G.993.5. Если этот бит установлен в НОЛЬ, то это означает, что работа в режиме Приложения D МСЭ-Т G.998.4 не выбрана</p>

С.2.1 Сообщения VTU-O

С.2.1.1 Сообщение O-MSG1

Сообщение O-MSG1 содержит сведения о возможностях приемопередатчика VTU-O. Структура поля параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения O-MSG1 показана в таблице С.2.

Таблица С.2 – Поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения O-MSG1

	Содержание поля	Формат	Описание
1	Длина поля параметров	1 байт	Общее количество байтов данных в поле параметров МСЭ-Т G.998.4
2	Поддержка повторной передачи	1 байт [0000 000u]	Указывает на поддержку повторной передачи восходящего потока в VTU-O
3	Опции DTU	1 байт [0000 0cba]	Указывает на дополнительные типы кадров, поддерживаемые передатчиком VTU-O
4	Двусторонняя полузадержка передатчика VTU-O	1 байт [00ddssss]	Двусторонняя полузадержка передатчика VTU-O
5	Двусторонняя полузадержка приемника VTU-O	1 байт [00ddsssss]	Двусторонняя полузадержка приемника VTU-O
6	DS (1/S) _{max}	1 байт [0eeeeeee]	Максимальное значение 1/S, поддерживаемое VTU-O в нисходящем направлении, когда повторная передача возможна
7	US (1/S) _{max}	1 байт [0eeeeeee]	Максимальное значение 1/S, поддерживаемое VTU-O в восходящем направлении, когда повторная передача возможна
8	Поддерживаемые значения D ₁ в нисходящем направлении	1 байт [eddddddd]	Указывает дополнительные значения глубины перемежения блоков, поддерживаемые передатчиком VTU-O
9	Поддержка режима LPMode, Приложение E	1 байт [0000 00ab]	Указывает на возможность подсостояний L2.1 и L2.2 линии в режиме LPMode в нисходящем направлении: ab = 00, если оба подсостояния L2.1 и L2.2 запрещены ab = 01 зарезервировано для использования МСЭ-Т ab = 10, если L2.1 разрешено, а L2.2 запрещено ab = 11, если оба подсостояния L2.1 и L2.2 разрешены

В поле #1 "длина поля параметров" указано количество байтов данных в поле параметров МСЭ-Т G.998.4. Байты данных – это байты, следующие за этим байтом указателя длины (то есть все байты поля параметров МСЭ-Т G.998.4, отсчитываемые от предпоследнего байта). Этот байт позволяет правильно анализировать сообщения O-MSG1 даже тем CPE, которые не поддерживают МСЭ-Т G.998.4.

Поле #2 "поддержка повторной передачи" указывает на способность VTU-O выполнять повторную передачу в восходящем направлении. Это поле кодируется одним байтом [0000 000u], где:

- u = 0 указывает, что повторная передача в восходящем направлении не поддерживается;
- u = 1 указывает, что повторная передача в восходящем направлении поддерживается.

Отметим, что если VTU-O включает поле параметров МСЭ-Т G.998.4, содержащее ненулевое количество байтов данных, то подразумевается наличие поддержки повторной передачи в нисходящем направлении.

Поле #3 "опции DTU" указывает, какие дополнительные типы кадров DTU поддерживаются передатчиком VTU-O. Это поле кодируется одним байтом [0000 0abc], где:

- a = 1 указывает на поддержку кадрирования DTU 2-го типа (см. пункт 8.1.2);
- b = 1 указывает на поддержку кадрирования DTU 3-го типа (см. пункт 8.1.3);
- c = 1 указывает на поддержку кадрирования DTU 4-го типа (см. пункт 8.1.4).

Если поддерживается повторная передача в нисходящем направлении, то по меньшей мере один из битов a, b или c устанавливается в 1.

Поле #4 "двусторонняя полузадержка передатчика VTU-O" содержит значение двусторонней полузадержки передатчика VTU-O. Это поле кодируется одним байтом [00ddssss], где:

- ssss – четырехбитовое число, указывающее часть задержки, выраженную в символах DMT для профилей с разносом поднесущих 4,3125 кГц или в парах символов DMT для профилей с разносом поднесущих 8,625 кГц;
- dd – двухбитовое число, указывающее часть задержки, выраженную в DTU.

Поле #5 "двусторонняя полузадержка приемника VTU-O" содержит значение двусторонней полузадержки приемника VTU-O. Это поле кодируется одним байтом [00ddssss], где:

- ssss – четырехбитовое число, указывающее часть задержки, выраженную в символах DMT для профилей с разносом поднесущих 4,3125 кГц или в парах символов DMT для профилей с разносом поднесущих 8,625 кГц;
- dd – двухбитовое число, указывающее часть задержки, выраженную в DTU.

Поле #6 "DS $(1/S)_{\max}$ с RTX" содержит максимальное значение $1/S$, поддерживаемое передатчиком VTU-O в нисходящем направлении, когда в этом направлении возможна повторная передача. Это поле кодируется как 8-битовое значение без знака, изменяющееся в диапазоне от 1 до 64 с шагом 1. Когда возможна повторная передача в нисходящем направлении, это значение заменяет значение "DS $(1/S)_{\max}$ ", которое передается в поле функциональных возможностей PMS-TC сообщения O-MSG 1.

Поле #7 "US $(1/S)_{\max}$ с RTX" содержит максимальное значение $1/S$, поддерживаемое передатчиком VTU-O в восходящем направлении, когда в этом направлении возможна повторная передача. Это поле кодируется как 8-битовое значение без знака в диапазоне от 1 до 64 с шагом 1. Когда возможна повторная передача в восходящем направлении, это значение заменяет значение "US $(1/S)_{\max}$ ", которое передается в поле функциональных возможностей PMS-TC сообщения O-MSG 1.

Поле #8 "поддерживаемые значения D_1 в нисходящем направлении" содержит описание набора значений глубины перемежения блоков в нисходящем направлении, поддерживаемых передатчиком VTU-O в тракте с запаздыванием #1. Это поле кодируется одним байтом [eddddddd], где:

- dddddddd – 7-битовое целое число без знака, указывающее максимальное поддерживаемое значение глубины перемежения D_1 ;
- e устанавливается в 1, чтобы указать, что VTU-O поддерживает только значения D_1 , равные целочисленной степени 2; в противном случае e устанавливается в 0.

Поле #9 "поддержка режима LPMode, Приложение E" указывает, возможны ли подсостояния линии L2.1 и L2.2 в режиме LPMode (как определено в Приложении E) в нисходящем направлении. Значение ab зависит от наличия разрешения CO-MIB и поддержки устройством VTU-O подсостояний L2.1 и L2.2 линии в режиме LPMode в нисходящем направлении.

Когда повторная передача возможна, все остальные параметры, передаваемые в оставшейся части сообщения O-MSG 1, сохраняют свое первоначальное значение (как определено в [ITU-T G.993.2](#)), если выше не указано иное.

C.2.1.2 Сообщение O-TPS

Сообщение O-TPS передает конфигурацию TPS-TC как для восходящего, так и для нисходящего направления. Она основана на возможностях, указанных в сообщениях O-MSG1 и R-MSG2. Структура поля параметров MCЭ-T G.998.4 сообщения O-TPS показана в таблице C.3.

Таблица С.3 – Поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения О-TPS

	Содержание поля	Формат	Описание
1	Длина поля параметров	1 байт	Общее количество байтов данных в поле параметров МСЭ-Т G.998.4
2	Повторная передача возможна	1 байт [0000 00ud]	Указывает, возможна ли повторная передача (в направлении передачи)
3	<i>ETR_max</i> в нисходящем направлении	2 байта	Расширение дескриптора несущего канала, содержащее максимальное значение ETR в нисходящем направлении
4	<i>ETR_min</i> в нисходящем направлении	2 байта	Расширение дескриптора несущего канала, содержащее минимальное значение ETR в нисходящем направлении
5	Минимальная задержка в нисходящем направлении	1 байт	Расширение дескриптора несущего канала, содержащее требуемое значение минимальной задержки нисходящего потока для несущего канала в нисходящем направлении (см. примечание)
6	<i>INP_min_REIN</i> и <i>iat_REIN_flag</i> в нисходящем направлении	1 байт [f00mmmmmm]	Расширение дескриптора несущего канала, содержащее минимальное значение INP от помех типа REIN и интервала следования импульсов REIN в нисходящем направлении
7	<i>SHINERatio</i> в нисходящем направлении	1 байт	Значение SHINERatio в нисходящем направлении
8	Минимальная задержка в восходящем направлении	1 байт	Расширение дескриптора несущего канала, содержащее требуемое значение минимальной задержки восходящего потока для несущего канала в восходящем направлении (см. примечание)
9	<i>INP_min_REIN</i> и <i>iat_REIN_flag</i> в восходящем направлении	1 байт [f00mmmmmm]	Расширение дескриптора несущего канала, содержащее минимальное значение INP от помех типа REIN и интервала следования импульсов REIN в нисходящем направлении
10	<i>lefr_thresh</i> в нисходящем направлении	1 байт [0iii iii]	Биты iii iii указывают значение <i>lefr_thresh</i> для нисходящего потока
11	Правила CI	1 байт [0000 000p]	Правила инициализации канала нисходящего потока
12	Поле параметра LPMode МСЭ-Т G.998.4	Длина переменной	Параметры управления LPMode определены в Приложении E
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Когда возможна повторная передача в нисходящем, восходящем или в обоих направлениях, должен поддерживаться только один несущий канал в нисходящем и восходящем направлениях.</p>			

Поле #1 "длина поля параметров" указывает количество байтов данных в поле параметров МСЭ-Т G.998.4. Байты данных – это байты, следующие за этим байтом указателя длины (то есть все байты поля параметров МСЭ-Т G.998.4, отсчитываемые от предпоследнего байта). Этот байт позволяет правильно анализировать сообщения О-TPS даже тем CPE, которые не поддерживают МСЭ-Т G.998.4.

Поле #2 "повторная передача возможна" указывает, возможна ли повторная передача в восходящем и нисходящем направлениях. Это поле кодируется одним байтом [0000 00ud], где:

- u = 0 указывает, что повторная передача в восходящем направлении невозможна;
- u = 1 указывает, что повторная передача в восходящем направлении возможна;
- d = 0 указывает, что повторная передача в нисходящем направлении невозможна;

– $d = 1$ указывает, что повторная передача в нисходящем направлении возможна.

Если повторная передача в нисходящем направлении невозможна, то оставшиеся байты поля параметров МСЭ-Т G.998.4, относящиеся к передаче в нисходящем направлении, устанавливаются в ноль в передатчике и игнорируются в приемнике.

Если повторная передача в восходящем направлении невозможна, то оставшиеся байты поля параметров МСЭ-Т G.998.4, относящиеся к передаче в восходящем направлении, устанавливаются в ноль в передатчике и игнорируются в приемнике.

Поле #3 "*ETR_max* в нисходящем направлении" содержит значение *ETR_max*, определенное в пункте 7, для нисходящего несущего канала. Это поле кодируется как 16-битовое целое число без знака, выражающее значения скорости передачи данных, кратные 8 кбит/с.

Поле #4 "*ETR_min* в нисходящем направлении" содержит значение *ETR_min*, определенное в пункте 7, для нисходящего несущего канала. Это поле кодируется как 16-битовое целое число без знака, выражающее значения скорости передачи данных, кратные 8 кбит/с.

Поле #5 "минимальная задержка в нисходящем направлении" содержит требуемое значение минимальной задержки (*delay_min*) для нисходящего несущего канала. Это поле кодируется одним байтом. Допустимые значения определены в таблице 7-2.

Поле #6 "*INP_min_REIN* и *iat_REIN_flag* в нисходящем направлении" содержит минимальное значение INP и интервал времени, которые должны быть приняты для защиты от помех типа REIN в нисходящем направлении. Это поле кодируется одним байтом [f00m mmmm], где:

- mmmmm – 5-битовое число, содержащее минимально необходимую INP для защиты от импульсов REIN в нисходящем направлении (*INP_min_REIN*). Допустимые значения определены в таблице 7-2;
- f – флаг, указывающий частоту импульсов REIN, где:
 - f = 0 указывает частоту повторения для REIN 100 Гц (*iat_REIN_flag* = 0);
 - f = 1 указывает частоту повторения для REIN 120 Гц (*iat_REIN_flag* = 1).

Поле #7 "*SHINERatio*" содержит значение *SHINERatio* для передачи в нисходящем направлении. Значение *SHINERatio* получается путем умножения 8-битового значения на 0,001. Допустимые значения определены в таблице 7-2.

Поле #8 "минимальная задержка в восходящем направлении" содержит требуемое значение минимальной задержки для несущего канала в восходящем направлении. Это поле кодируется одним байтом. Допустимые значения определены в таблице 7-2. Эту информацию может использовать передатчик VTU-R в эталонном конечном автомате передатчика.

Поле #9 "*INP_min_REIN* и *iat_REIN_flag* в восходящем направлении" содержит минимальное значение INP и интервал времени, который должен быть принят для защиты от помех типа REIN в восходящем направлении. Это поле кодируется одним байтом [f00m mmmm], где:

- mmmmm – 5-битовое число, содержащее минимально необходимую INP для защиты от импульсов REIN в восходящем направлении (*INP_min_REIN*). Допустимые значения определены в таблице 7-2;
- f – флаг, указывающий частоту импульсов REIN, где:
 - f = 0 указывает частоту повторения для REIN 100 Гц (*iat_REIN_flag* = 0);
 - f = 1 указывает частоту повторения для REIN 120 Гц (*iat_REIN_flag* = 1).

Поле #10 "*leftr_thresh* в нисходящем направлении" содержит порог обнаружения *leftr* в нисходящем направлении передачи. Значение LEFTR_THRESH получается путем умножения 7-битового значения на 0,01. Допустимые значения определены в таблице 7-2. Особое значение 0 указывает, что в качестве порога обнаружения *leftr* следует использовать ETR.

Поле #11 "правила CI" указывает правила инициализации канала, которые следует применять в нисходящем направлении. Оно кодируется как [0000 000p], где:

- p = 0 указывает, что следует применять правила CPolicy 0;
- p = 1 зарезервировано МСЭ-Т.

Поле #12 – это поле переменной длины, состоящее из целого числа октетов. Оно отформатировано, как показано в таблице Е.3. Если VTU-O указывает в сообщении O-MSG1, что подсостояние линии L2.1 в режиме LPMode разрешено, а VTU-R указывает в сообщении R-MSG2, что поддерживается подсостояние линии L2.1 в режиме LPMode, то длина этого поля составляет 9 байтов. В противном случае это поле может иметь длину 1 байт со значением 00₁₆.

Когда возможна повторная передача в нисходящем направлении, остальные параметры, передаваемые в сообщении O-TPS, сохраняют свое первоначальное значение (как определено в [ITU-T G.993.2]), за следующими исключениями:

- поле *net_min_n* в дескрипторе нисходящего несущего канала (см. таблицу 12-42 [ITU-T G.993.2]) устанавливается в 0;
- поле *net_max_n* в дескрипторе нисходящего несущего канала содержит значение *net_max* в нисходящем направлении, определенное в пункте 7;
- поле *INP_min_n* в составе поля защиты от импульсных помех нисходящего несущего канала (см. таблицу 12-42 [ITU-T G.993.2]) содержит значение минимального уровня защиты от импульсных помех в нисходящем направлении, как определено в таблице 7-2;
- бит *CPolicy* поля опций TPS-TC дескриптора нисходящего несущего канала (см. таблицу 12-42 [ITU-T G.993.2]) игнорируется и заменяется информацией, содержащейся в поле параметра O-TPS МСЭ-Т G.998.4;
- поле максимальной задержки перемежения дескриптора нисходящего несущего канала должно содержать значение *delay_max* в нисходящем направлении, как определено в таблице 7-2.

Когда повторная передача в восходящем направлении возможна, остальные параметры, передаваемые в сообщении O-TPS, сохраняют свое первоначальное значение (как определено в [ITU-T G.993.2]), за следующими исключениями:

поле *net_min_n* в дескрипторе восходящего несущего канала (см. таблицу 12-42 [ITU-T G.993.2]) устанавливается в 0;

поле *net_max_n* в дескрипторе восходящего несущего канала содержит значение *net_max* в восходящем направлении, определенное в пункте 7;

поле *INP_min_n* в составе поля защиты от импульсных помех восходящего несущего канала (см. таблицу 12-42 [ITU-T G.993.2]) содержит значение минимального уровня защиты от импульсных помех в восходящем направлении, как определено в таблице 7-2;

бит *CPolicy* поля опций TPS-TC дескриптора восходящего несущего канала (см. таблицу 12-42 [ITU-T G.993.2]) игнорируется и заменяется информацией, содержащейся в поле параметра O-TPS МСЭ-Т G.998.4;

поле максимальной задержки перемежения дескриптора восходящего несущего канала содержит значение *delay_max* в восходящем направлении, как определено в таблице 7-2.

С.2.1.3 Сообщение O-PMS

Сообщение O-PMS передает исходные параметры PMS-TC, которые должны использоваться в состоянии Showtime в восходящем направлении. Структура поля параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения O-PMS показана в таблице С.4.

Если повторная передача в восходящем направлении невозможна (как указано в поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения O-TPS) и VTU-O не поддерживает OLR ни в одном направлении, то VTU-O может оставить поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения O-PMS пустым (то есть состоящим из одного байта с нулевым значением).

Таблица С.4 – Поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения O-PMS

	Содержание поля	Формат	Описание
1	Длина поля параметров	1 байт	Общее число байтов данных в поле параметров МСЭ-Т G.998.4
2	Опции DTU	[0000 00aa]	Выбранный тип кадрирования DTU в восходящем направлении
3	Q	1 байт	Число кодовых слов Рида-Соломона на DTU в восходящем направлении
4	V	1 байт	Число заполняющих октетов на DTU в восходящем направлении
5	Q_{ix}	1 байт	Задержка в DTU между двумя последовательными передачами DTU
6	lb	1 байт	Коэффициент обратных запросов, используемый для вычисления значений, передаваемых по RRC, переносящему запросы на повторную передачу в восходящем направлении, то есть по нисходящему RRC
7	Возможности OLR в нисходящем направлении по МСЭ-Т G.998.4	1 байт	Указывает наличие поддержки различных механизмов OLR в нисходящем направлении, когда повторная передача в нисходящем направлении возможна
8	Возможности OLR в восходящем направлении по МСЭ-Т G.998.4	1 байт	Указывает наличие поддержки различных механизмов OLR в восходящем направлении, когда повторная передача в восходящем направлении возможна
9	D_1	1 байт	Глубина перемежения блоков в восходящем направлении

Поле #1 "длина поля параметров" указывает число байтов данных в поле параметров МСЭ-Т G.998.4. Байты данных – это байты, следующие за этим байтом указателя длины (то есть все байты поля параметров МСЭ-Т G.998.4, отсчитываемые от предпоследнего байта). Этот байт позволяет правильно анализировать сообщения O-PMS даже тем CPE, которые не поддерживают МСЭ-Т G.998.4.

Поле #2 "Опции DTU" указывает, какой из дополнительных типов кадрирования DTU следует использовать в восходящем направлении. Это поле кодируется как [0000 00aa], где:

- aa = 00 указывает, что используется кадрирование DTU 1-го типа (см. пункт 8.1.1);
- aa = 01 указывает, что используется кадрирование DTU 2-го типа (см. пункт 8.1.2);
- aa = 10 указывает, что используется кадрирование DTU 3-го типа (см. пункт 8.1.3);
- aa = 11 указывает, что используется кадрирование DTU 4-го типа (см. пункт 8.1.4).

Выбранное значение должно соответствовать поддержке дополнительных типов кадрирования в VTU-R, указанных в сообщении R-MSG2.

Поле #3 " Q " указывает число кодовых слов Рида-Соломона на DTU в восходящем направлении. Q принимает значения в диапазоне от 1 до 64 (включительно).

Поле #4 " V " указывает число заполняющих октетов на DTU в восходящем направлении. V принимает значения от 0 до 15 (включительно).

Поле #5 " Q_{ix} " указывает задержку (в единицах DTU) между двумя последовательными передачами восходящего потока одного и того же DTU в эталонном конечном автомате передатчика, принятым VTU-O. Q_{ix} принимает значения в диапазоне от 1 до 64 (включительно).

Поле #6 "*lb*" содержит коэффициент обратных запросов, используемый для вычисления значений, передаваемых по RRC, переносящему запросы на повторную передачу в восходящем направлении, то есть по нисходящему RRC. *lb* принимает значения в диапазоне от 1 до 31.

Поле #7 "возможности OLR в нисходящем направлении по МСЭ-Т G.998.4" указывает, какой из дополнительных механизмов OLR поддерживается приемопередатчиком VTU-O в нисходящем направлении, когда повторная передача в нисходящем направлении возможна. Это поле кодируется как [0000 00us], где:

- $s = 1$, если поддерживается OLR 5-го типа (функция SRA, измененная в соответствии с МСЭ-Т G.998.4), в противном случае $s = 0$;
- $u = 1$, если поддерживается OLR 6-го типа (функция SOS, измененная в соответствии с МСЭ-Т G.998.4), в противном случае $u = 0$.

Поле #8 "возможности OLR в восходящем направлении по МСЭ-Т G.998.4" указывает, какой из дополнительных механизмов OLR поддерживается приемопередатчиком VTU-O в восходящем направлении, когда повторная передача в восходящем направлении возможна. Это поле кодируется как [0000 00us], где:

- $s = 1$, если поддерживается OLR 5-го типа (функция SRA, измененная в соответствии с МСЭ-Т G.998.4), в противном случае $s = 0$;
- $u = 1$, если поддерживается OLR 6-го типа (функция SOS, измененная в соответствии с МСЭ-Т G.998.4), в противном случае $u = 0$.

Поле #9 " D_1 " указывает глубину перемежения блоков в восходящем направлении в тракте с запаздыванием #1. D_1 принимает значения в диапазоне от 1 до 64 (включительно). D_1 равно либо 1, либо Q .

Когда повторная передача в восходящем направлении возможна, остальные параметры, передаваемые в сообщении O-PMS, сохраняют свое первоначальное значение (как определено в [ITU-T G.993.2]), за следующими исключениями:

- поля F , I и D тракта с запаздыванием #1 устанавливаются в 0 и игнорируются приемником;
- поле $\max_delay_octet_{US,0}$ указывает максимальное значение $delay_octet_{US,0}$ (определенное в пункте C.1.1);
- поле $\max_delay_octet_{US,1}$ указывает максимальное значение $delay_octet_{US,1}$ (определенное в пункте C.1.1) в байтах как целое число без знака.

Когда возможна повторная передача в нисходящем направлении, остальные параметры, передаваемые в сообщении O-PMS, сохраняют свое первоначальное значение (как определено в [ITU-T G.993.2]), за следующими исключениями:

- поле $\max_delay_octet_{DS,0}$ указывает максимальное значение $delay_octet_{DS,0}$ (определенное в пункте C.1.1);
- поле $\max_delay_octet_{DS,1}$ указывает максимальное значение $delay_octet_{DS,1}$ (определенное в пункте C.1.1) в байтах как целое число без знака. Если в этом поле установлено особое значение $FFFFFF_{16}$, то в поле $\max_delay_octet_{DS,0}$ должно быть указано максимальное значение $(delay_octet_{DS,0} + delay_octet_{DS,1})$, а приемопередатчик VTU-R должен самостоятельно распределять октеты между обоими трактами с запаздыванием в нисходящем направлении.

C.2.1.4 Сообщение O-PMD

Сообщение O-PMD передает исходные параметры PMD-функции, которые должны использоваться в состоянии Showtime в восходящем направлении. Поле параметров МСЭ-Т G.998.4 этого сообщения остается пустым (то есть состоит из одного байта со значением 00_{16}).

Статус инициализации, указанный в поле #5, основывается не на правилах [ITU-T G.993.2], а на правилах инициализации канала, определенных в настоящей Рекомендации.

Помимо этого, если значение $delay_max$ меньше фактической двусторонней задержки (см. пункт 8.6), то ошибка инициализации фиксируется путем установки кода статуса инициализации 82_{16} (конфигурация недопустима для данной линии). Фактическая двусторонняя задержка определяется

не зависящими от линии характеристиками XTU-C и XTU-R и зависящими от линии размерами и скоростью передачи данных DTU.

Кроме того, когда VTU-O поддерживает MCЭ-T G.998.4, поле "статус инициализации" в сообщении O-PMD в дополнение к допустимым значениям, перечисленным в [\[ITU-T G.993.2\]](#), может принимать значение 86₁₆.

Если режим повторной передачи MCЭ-T G.998.4 не выбран, а RTX_ENABLE = FORCED, то статус инициализации устанавливается равным 86₁₆.

В случае ошибки инициализации:

- значение счетчика ошибок инициализации увеличивается на единицу;
- все значения в полях #2 – #4 сообщения O-PMD устанавливаются равными 0; и
- по завершении процедур инициализации VTU-O возвращается в состояние линии L3, а не в состояние линии L0.

Этот код ошибки генерируется приемопередатчиком VTU-O.

С.2.2 Сообщения VTU-R

С.2.2.1 Сообщение R-MSG2

Сообщение R-MSG2 передает в VTU-O функциональные возможности VTU-R. Структура поля параметров MCЭ-T G.998.4 сообщения R-MSG2 приведена в таблице С.5.

Таблица С.5 – Поле параметров MCЭ-T G.998.4 сообщения R-MSG2

	Содержание поля	Формат	Описание
1	Длина поля параметров	1 байт	Общее число байтов данных в поле параметров MCЭ-T G.998.4 (см. примечание 1)
2	Поддержка повторной передачи в восходящем направлении	1 байт [0000 000u]	Указывает на наличие поддержки повторной передачи в восходящем направлении в VTU-R
3	Опции DTU	1 байт [0000 0cba]	Указывает на дополнительные типы кадров, поддерживаемые передатчиком VTU-R
4	Двусторонняя полузадержка передатчика VTU-R	1 байт [00ddssss]	Двусторонняя полузадержка передатчика VTU-R
5	Двусторонняя полузадержка приемника VTU-R	1 байт [00ddsssss]	Двусторонняя полузадержка приемника VTU-R
6	US (1/S) _{max}	1 байт [0eeeeeee]	Максимальное значение 1/S, поддерживаемое VTU-R в восходящем направлении, когда повторная передача в восходящем направлении возможна
7	DS (1/S) _{max}	1 байт [0eeeeeee]	Максимальное значение 1/S, поддерживаемое VTU-R в нисходящем направлении, когда повторная передача в нисходящем направлении возможна
8	Максимальная эффективная скорость передачи данных в восходящем направлении	2 байта	Максимальное значение эффективной скорости передачи данных, поддерживаемое VTU-R в восходящем направлении, когда повторная передача возможна
9	Поддерживаемые значения D ₁ в восходящем направлении	1 байт [eddddddd]	Указывает дополнительные значения глубины перемежения блоков, поддерживаемые передатчиком VTU-R
10	Зарезервировано для [ITU-T G.993.5]	3 байта	Зарезервировано для [ITU-T G.993.5] (см. пункт D.2.2.1)

Таблица С.5 – Поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения R-MSG2

	Содержание поля	Формат	Описание
11	Поддержка режима LPMoде, Приложение E	1 байт [0000 00ab]	Указывает на наличие поддержки подсостояний линии L2.1 и L2.2 в режиме LPMoде в нисходящем направлении: ab = 00, если ни L2.1, ни L2.2 не поддерживаются ab = 01 зарезервировано для использования МСЭ-Т ab = 10 зарезервировано для использования МСЭ-Т ab = 11, если поддерживаются и L2.1, и L2.2
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Если VTU-R не поддерживает повторную передачу в одном из направлений передачи, то число байтов данных может быть нулевым.</p>			

Поле #1 "длина поля параметров" указывает число байтов данных в поле параметров МСЭ-Т G.998.4. Байты данных – это байты, следующие за этим байтом указателя длины (то есть все байты поля параметров МСЭ-Т G.998.4, отсчитываемые от предпоследнего байта). Этот байт позволяет правильно анализировать сообщения R-MSG2 даже тем VTU-O, которые не поддерживают МСЭ-Т G.998.4.

Поле #2 "поддержка повторной передачи" указывает на способность VTU-R выполнять повторную передачу. Это поле кодируется одним байтом [0000 000u], где:

- u = 0 указывает, что повторная передача в восходящем направлении не поддерживается;
- u = 1 указывает, что повторная передача в восходящем направлении поддерживается.

Отметим, что если VTU-R включает поле параметров МСЭ-Т G.998.4, содержащее ненулевое число байтов данных, то подразумевается наличие поддержки повторной передачи в нисходящем направлении.

Поле #3 "опции DTU" указывает, какие дополнительные типы кадров DTU поддерживаются передатчиком VTU-R. Это поле кодируется одним байтом [0000 0abc], где:

- a = 1 указывает на поддержку кадрирования DTU 2-го типа (см. пункт 8.1.2);
- b = 1 указывает на поддержку кадрирования DTU 3-го типа (см. пункт 8.1.3);
- c = 1 указывает на поддержку кадрирования DTU 4-го типа (см. пункт 8.1.4).

Если поддерживается повторная передача в восходящем направлении, то по меньшей мере один из битов a, b или c должен быть установлен в 1.

Поле #4 "двусторонняя полузадержка передатчика VTU-R" содержит значение двусторонней полузадержки передатчика VTU-R. Это поле кодируется одним байтом [00ddssss], где:

- ssss – 4-битовое число, указывающее часть задержки, выраженную в символах DMT для профилей с разносом поднесущих 4,3125 кГц или в парах символов DMT для профилей с разносом поднесущих 8,625 кГц;
- dd – 2-битовое число, указывающее часть задержки, выраженную в DTU.

Поле #5 "двусторонняя полузадержка приемника VTU-R" содержит значение двусторонней полузадержки приемника VTU-R. Это поле кодируется одним байтом [00ddssss], где:

- ssss – 4-битовое число, указывающее часть задержки, выраженную в символах DMT для профилей с разносом поднесущих 4,3125 кГц или в парах символов DMT для профилей с разносом поднесущих 8,625 кГц;
- dd – 2-битовое число, указывающее часть задержки, выраженную в DTU.

Поле #6 "US (1/S)_{max}" содержит максимальное значение 1/S, поддерживаемое VTU-R в восходящем направлении, когда в этом направлении возможна повторная передача. Это поле кодируется как 8-битовое значение без знака в диапазоне от 1 до 64 с шагом 1. Когда возможна повторная передача в восходящем направлении, это значение заменяет значение "US (1/S)_{max}", которое передается в поле функциональных возможностей PMS-TC сообщения R-MSG2.

Поле #7 " $DS (1/S)_{\max}$ " содержит максимальное значение $1/S$, поддерживаемое VTU-R в нисходящем направлении, когда повторная передача в этом направлении возможна. Это поле кодируется как 8-битовое значение без знака в диапазоне от 1 до 64 с шагом 1. Когда возможна повторная передача в нисходящем направлении, это значение заменяет значение " $DS (1/S)_{\max}$ ", которое передается в поле функциональных возможностей PMS-TC сообщения R-MSG2.

Поле #8 "максимальная эффективная скорость передачи в восходящем направлении" содержит значение максимальной эффективной скорости передачи данных, поддерживаемой VTU-R в восходящем направлении, когда повторная передача в этом направлении возможна. Это поле кодируется как 16-битовое целое число без знака, выражающее значения скорости передачи данных, кратные 8 кбит/с.

Поле #9 "поддерживаемые значения D_1 в восходящем направлении" содержит описание набора значений глубины перемежения блоков в восходящем направлении, поддерживаемых передатчиком VTU-R. Это поле кодируется одним байтом [eddddd], где:

- ddddd – 7-битовое целое число без знака, указывающее максимальное поддерживаемое значение глубины перемежения D_1 ;
- e устанавливается в 1, чтобы указать, что VTU-R поддерживает только значения D_1 , равные целочисленной степени 2; в противном случае e устанавливается в 0.

Поле #10 зарезервировано для [\[ITU-T G.993.5\]](#). Это 24-битовое поле, содержащее код 000000₁₆.

Поле #11 "поддержка режима LPMode, Приложение E" указывает, поддерживает ли VTU-R подсистемы линии L2.1 и L2.2 в режиме LPMode (как определено в Приложении E) в нисходящем направлении.

Когда повторная передача возможна, все остальные параметры, передаваемые в оставшейся части сообщения R-MSG2, сохраняют свое первоначальное значение (как определено в [\[ITU-T G.993.2\]](#)), если выше не указано иное.

С.2.2.2 Сообщение R-PMS

Сообщение R-PMS передает исходные параметры настройки функции PMS-TC, которые должны использоваться в состоянии Showtime в нисходящем направлении. Структура поля параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения R-PMS приведена в таблице С.6.

Если повторная передача в нисходящем направлении невозможна (как указано в сообщении O-TPS) и VTU-R не поддерживает OLR ни в одном направлении, то передатчик VTU-R может оставить поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения R-PMS пустым (то есть состоящим из одного байта с нулевым значением).

Таблица С.6 – Поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения R-PMS

	Содержание поля	Формат	Описание
1	Длина поля параметров	1 байт	Общее число байтов данных в поле параметров МСЭ-Т G.998.4
2	Опции DTU	[0000 00aa]	Выбранный тип кадрирования DTU в нисходящем направлении
3	Q	1 байт	Число кодовых слов Рида-Соломона на DTU в нисходящем направлении
4	V	1 байт	Число заполняющих октетов на DTU в нисходящем направлении
5	Q_{tx}	1 байт	Задержка в DTU между двумя последовательными передачами DTU
6	lb	1 байт	Коэффициент обратных запросов, используемый для вычисления значений, передаваемых в канал RRC, переносящий запросы на повторную передачу в нисходящем направлении, то есть в восходящий канал RRC
7	Возможности OLR в нисходящем направлении по МСЭ-Т G.998.4	1 байт	Указывает на наличие поддержки различных механизмов OLR в нисходящем направлении, когда повторная передача в нисходящем направлении возможна

Таблица С.6 – Поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения R-PMS

	Содержание поля	Формат	Описание
8	Возможности OLR в восходящем направлении по МСЭ-Т G.998.4	1 байт	Указывает на наличие поддержки различных механизмов OLR в восходящем направлении, когда повторная передача в восходящем направлении возможна
9	D_1	1 байт	Глубина перемежения блоков в нисходящем направлении

Поле #1 "длина поля параметров" указывает число байтов данных в этом поле (то есть отсчитываемых от предпоследнего байта). Это поле позволяет правильно анализировать сообщения R-PMS даже тем VTU-O, которые не поддерживают МСЭ-Т G.998.4.

Поле #2 "опции DTU" указывает, какой из дополнительных типов кадрирования DTU следует использовать в нисходящем направлении. Это поле кодируется как [0000 00aa], где:

- aa = 00 указывает, что используется кадрирование DTU 1-го типа (см. пункт 8.1.1);
- aa = 01 указывает, что используется кадрирование DTU 2-го типа (см. пункт 8.1.2);
- aa = 10 указывает, что используется кадрирование DTU 3-го типа (см. пункт 8.1.3);
- aa = 11 указывает, что используется кадрирование DTU 4-го типа (см. пункт 8.1.4).

Поле #3 " Q " указывает число кодовых слов Рида-Соломона на DTU в нисходящем направлении. Q принимает значения в диапазоне от 1 до 64 (включительно).

Поле #4 " V " указывает число заполняющих октетов на DTU в нисходящем направлении. V принимает значения от 0 до 15 (включительно).

Поле #5 " Q_{ix} " указывает задержку (в единицах DTU) между двумя последовательными передачами нисходящего потока одного и того же DTU в эталонном конечном автомате передатчика, принятым VTU-R. Q_{ix} принимает значения в диапазоне от 1 до 64 (включительно).

Поле #6 " lb " содержит коэффициент обратных запросов, используемый для вычисления значений, передаваемых по RRC, переносящему запросы на повторную передачу в восходящем направлении, то есть по нисходящему RRC. lb принимает значения в диапазоне от 1 до 31.

Поле #7 "возможности OLR в нисходящем направлении по МСЭ-Т G.998.4" указывает, какой из дополнительных механизмов OLR поддерживается блоком VTU-R в нисходящем направлении, когда повторная передача в нисходящем направлении возможна. Это поле кодируется как [0000 00us], где:

- s = 1, если поддерживается OLR 5-го типа (функция SRA, измененная в соответствии с МСЭ-Т G.998.4), в противном случае s = 0;
- u = 1, если поддерживается OLR 6-го типа (функция SOS, измененная в соответствии с МСЭ-Т G.998.4), в противном случае u = 0.

Поле #8 "возможности OLR в восходящем направлении по МСЭ-Т G.998.4" указывает, какой из дополнительных механизмов OLR поддерживается блоком VTU-R в восходящем направлении, когда повторная передача в восходящем направлении возможна. Это поле кодируется как [0000 00us], где:

- s = 1, если поддерживается OLR 5-го типа (функция SRA, измененная в соответствии с МСЭ-Т G.998.4), в противном случае s = 0;
- u = 1, если поддерживается OLR 6-го типа (функция SOS, измененная в соответствии с МСЭ-Т G.998.4), в противном случае u = 0.

Поле #9 " D_1 " указывает глубину перемежения блоков в нисходящем направлении в тракте с запаздыванием #1. D_1 принимает значения в диапазоне от 1 до 64 (включительно). Значение D_1 равно либо 1, либо Q .

Когда возможна повторная передача в нисходящем направлении, остальные параметры, передаваемые в сообщении R-PMS, сохраняют свое первоначальное значение (как определено в [ITU-T G.993.2]), за следующими исключениями:

поля F , I и D тракта с запаздыванием #1 устанавливаются в 0 и игнорируются приемником.

С.3 Процедуры плоскости управления

С.3.1 Команды считывания параметров тестирования

В таблицу 11-27 [ITU-T G.993.2] добавлены четыре параметра тестирования, как описано в таблице С.7.

Параметр с идентификатором ID = 41₁₆ содержит фактическое значение INP от помех типа SHINE, полученное от передатчика на дальнем конце линии. Он представляет собой 16-битовое целое число без знака, кратное 0,1. Этот параметр включается в ответ VTU на команду однократного считывания, если в направлении ее передачи возможна повторная передача.

Параметр с идентификатором ID = 42₁₆ содержит фактическое значение INP от помех типа REIN, полученное от передатчика на дальнем конце линии. Он представляет собой 8-битовое целое число без знака, кратное 0,1. Этот параметр включается в ответ VTU на команду однократного считывания, если в направлении ее передачи возможна повторная передача.

Параметр с идентификатором ID = 43₁₆ содержит фактическое значение ETR, полученное от приемника на дальнем конце линии. Он представляет собой 32-битовое целое число без знака, кратное 1 кбит/с. Этот параметр включается в ответ VTU на команду однократного считывания, если в направлении ее приема возможна повторная передача.

Параметр с идентификатором ID = 44₁₆ содержит фактическое значение задержки, полученное от приемника на дальнем конце линии. Он представляет собой 8-битовое целое число без знака, кратное 1 мс. Этот параметр включается в ответ VTU на команду однократного считывания, если в направлении ее приема возможна повторная передача.

Таблица С.7 – Значения идентификаторов дополнительных контрольных параметров PMD-функции и длина откликов

ИД параметра тестирования	Имя параметра тестирования	Длина при однократном считывании (октеты)	Длина при многократном считывании (октеты)	Длина при считывании блока (октеты)
41 ₁₆	Фактический уровень защиты от импульсных помех типа SHINE передатчика RTX на дальнем конце линии (INP_act_SHINE)	2 октета	Неприменимо	Неприменимо
42 ₁₆	Фактический уровень защиты от импульсных помех типа REIN передатчика RTX на дальнем конце линии (INP_act_REIN)	1 октет	Неприменимо	Неприменимо
43 ₁₆	Ожидаемая пропускная способность приемника RTX (ETR)	4 октета	Неприменимо	Неприменимо
44 ₁₆	Фактическая задержка приемника RTX (delay_act RTX)	1 октет	Неприменимо	Неприменимо

С.3.1.2 Команды считывания счетчика управления и отклики

Таблица 11-16 [ITU-T G.993.2] и таблица 11-17 [ITU-T G.993.2] заменяются соответственно таблицей С.8 и таблицей С.9.

Поле "EFTR_min" содержит значение EFTR_min, полученное приемником на дальнем конце линии. Оно представляет собой 32-битовое целое число без знака, кратное 1 кбит/с. Это поле должно присутствовать в отклике VTU, если в направлении его приема возможна повторная передача. Хотя этот параметр контроля рабочих характеристик передается посредством команд eos счетчика управления, это не счетчик. Поэтому требования [ITU-T G.993.2] и [ITU-T G.997.1], в общем случае применимые к счетчикам, к этому параметру не относятся.

Таблица С.8 – Отклики на команды считывания счетчика управления, передаваемые отвечающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
АСК	Переменная	2	81 ₁₆ (см. примечание 1)
		От 3 до 2 + 4 × N _c	Октеты для всех значений счетчика PMS-TC (см. примечание 2)
		3 + 4 × 13 и далее	Октеты для всех значений счетчика TPS-TC (см. примечание 2)

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все прочие значения октета номер 2 зарезервированы МСЭ-Т.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – N_c – количество счетчиков PMS-TC. Если повторная передача возможна только в направлении приема, то N_c = 14. Если повторная передача возможна только в направлении передачи, то N_c = 8. Если повторная передача возможна в обоих направлениях, то N_c = 15; если повторная передача невозможна в обоих направлениях, то N_c = 7.

Таблица С.9 – Счетчики управления VTU

Счетчики PMS-TC
Счетчик аномалий FEC-0 (см. примечание 1)
Счетчик аномалий FEC-1 (см. примечание 1)
Счетчик аномалий CRC-0 (см. примечание 1)
Счетчик аномалий CRC-1 (см. примечание 1)
Счетчик rtx-tx (см. примечание 3)
Счетчик rtx-c (см. примечание 2)
Счетчик rtx-uc (см. примечание 2)
Счетчик секунд с ошибками типа FEC
Счетчик секунд с ошибками
Счетчик секунд с большим количеством ошибок
Счетчик секунд с ошибками типа los
Счетчик секунд с ошибками неготовности
Счетчик секунд с дефектом left (см. примечание 2)
Счетчик безошибочных битов (см. примечание 2)
EFTR_min (см. примечание 2)
Счетчики TPS-TC
Счетчики TPS-TC #0
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – VTU должен включать поля аномалий FEC и CRC для трактов с запаздыванием #0 и #1, если о них сообщается для направления, в котором возможна повторная передача; аномалии FEC и CRC тракта с запаздыванием #0 остаются на усмотрение поставщика. Если об ошибках сообщается для направления, в котором повторная передача невозможна, то VTU должен включать только поля аномалий FEC и CRC для тракта с запаздыванием #0. ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Эти счетчики включаются в сообщение, если оно поступает от VTU, приемник которого предоставляет возможность повторной передачи. ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Этот счетчик включается в сообщение, если оно поступает от VTU, передатчик которого предоставляет возможность повторной передачи.

С.3.1.3 Команды диагностики и ответы на них

Таблица 11-8 [ITU-T G.993.2] заменяется таблицей С.10.

Таблица С.10 – Команды диагностики и ответы на них, отправляемые VTU-О

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
Perform Self-test	2	2	01 ₁₆ (см. примечание)
Update Test Parameters	2	2	02 ₁₆ (см. примечание)
Start TX Corrupt CRC	2	2	03 ₁₆ (см. примечание)
End TX Corrupt CRC	2	2	04 ₁₆ (см. примечание)
Start RX Corrupt CRC	2	2	05 ₁₆ (см. примечание)
End RX Corrupt CRC	2	2	06 ₁₆ (см. примечание)
Enter RTX_TESTMODE	2	2	07 ₁₆ (см. примечание)
Leave RTX_TESTMODE	2	2	08 ₁₆ (см. примечание)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Все прочие значения октета номер 2 зарезервированы МСЭ-Т.			

С.3.1.3.1 Режим тестирования повторной передачи

Для ускоренной проверки МТВЕ (см. пункт 10.4) определен специальный режим тестирования. Определена команда диагностики для входа в этот режим и выхода из него в состоянии Showtime.

Получив команду Enter RTX_TESTMODE, VTU-R подтверждает ее с ответом ACK. Затем VTU-R подтверждает все принятые DTU, если возможна повторная передача в нисходящем направлении, и прекращает повторную передачу любого DTU, если возможна повторная передача в восходящем направлении.

Получив команду Leave RTX_TESTMODE, VTU-R возобновляет обычное поведение в отношении повторной передачи в том направлении, в котором она возможна.

С.3.2 Команды реконфигурации в режиме онлайн (OLR) и отклики на них

В МСЭ-Т G.998.4 определены две новые команды OLR для МСЭ-Т G.993.2. Эти команды OLR заменяют команды "запрос OLR 3-го типа" (SRA) и "запрос OLR 4-го типа" (SOS), когда возможна повторная передача. Они обозначены в [ITU-T G.993.2] соответственно как запросы OLR 5-го и 6-го типов и полностью определены в нижеследующей в таблице С.11. Кроме того, определены два новых отклика OLR на запросы OLR 5-го и 6-го типов. Эти сообщения определены в таблице С.12.

Когда одновременно возможны SRA и повторная передача, модемы используют запрос OLR 6-го типа, чтобы инициировать запрос SRA, и ответ OLR 5-го типа, чтобы отклонить запрос SRA. Когда одновременно возможны SOS и повторная передача, модемы используют запрос OLR 6-го типа, чтобы инициировать запрос SOS, и ответ OLR 6-го типа, чтобы отклонить запрос SOS.

Первый байт сообщений eos, определенный в таблицах С.11 и С.12, – это значение типа команды OLR, как определено в пункте 11.2.3.2 [ITU-T G.993.2]. Протокол eos идентичен протоколу, указанному в пункте 11.2.3 [ITU-T G.993.2].

В каждом запросе OLR 5-го типа выбираются новые параметры формирователя кадров, так чтобы выполнялись все ограничения конфигурации, а также ограничения в отношении максимального числа байтов, зарезервированных для очереди повторной передачи передатчика в восходящем и нисходящем направлениях, выбранного при инициализации.

В каждом запросе OLR 6-го типа выбираются новые параметры формирователя кадров, так чтобы выполнялись все ограничения конфигурации, за исключением параметров, определенных для SOS в [ITU-T G.993.2], а также ограничения в отношении максимального числа байтов, зарезервированных для очереди повторной передачи передатчика в восходящем и нисходящем направлениях, выбранного во время инициализации.

Если в направлении OLR 5-го или 6-го типа поддерживается перемежитель блоков (см. пункт 9.2), то старший бит октета, содержащий новое значение Q , указывает, равна ли новая глубина перемежителя 1 или Q . Если msb установлен в 0, то новая глубина перемежителя блоков D равна 1. Если msb установлен в 1, то новая глубина перемежителя блоков D равна Q .

Таблица С.11 – Команды OLR, передаваемые иницирующим VTU

Наименование	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание	Поддержка	
Запрос 5-го типа (SRA/ MCЭ-Т G.998.4)	$14 + 4 N_f$ ($N_f \leq 128$)	2	08_{16}	Факультативно	
		3–4	Два октета, содержащие новое значение L_1		
		5	Один октет, содержащий новое значение B_{10}		
		6	Один октет, содержащий новое значение M_1		
		7	Один октет, содержащий новое значение R_1		
		8	Один октет, содержащий новое значение Q		
		9	Один октет, содержащий новое значение V		
		10	Один октет, содержащий новое значение Q_{tx}		
		11	Один октет, содержащий новое значение lb		
		12–13	Два октета, содержащие число подлежащих изменению поднесущих N_f		
		14 – 13 + 4 N_f	Четыре октета N_f , описывающие поле параметров каждой поднесущей		
		14 + 4 N_f	Один октет кода сегмента (SC)		
Запрос 6-го типа (SOS/ MCЭ-Т G.998.4)	$N_{TG}/2 + 12$	2	09_{16}	Факультативно	
		3	Идентификатор сообщения		
		От 4 до $N_{TG}/2 + 3$	$\Delta b(2)$		$\Delta b(1)$
			$\Delta b(4)$		$\Delta b(3)$
			...		
			$\Delta b(N_{TG})$		$\Delta b(N_{TG} - 1)$
		От $N_{TG}/2 + 4$ до $N_{TG}/2 + 5$	Два октета, содержащие новое значение L_1		
		$N_{TG}/2 + 6$	Один октет, содержащий новое значение B_{10}		
		$N_{TG}/2 + 7$	Один октет, содержащий новое значение M_1		
		$N_{TG}/2 + 8$	Один октет, содержащий новое значение R_1		
		$N_{TG}/2 + 9$	Один октет, содержащий новое значение Q		
		$N_{TG}/2 + 10$	Один октет, содержащий новое значение V		
		$N_{TG}/2 + 11$	Один октет, содержащий новое значение Q_{tx}		
$N_{TG}/2 + 12$	Один октет, содержащий новое значение lb				

Таблица С.12 – Отклики на команды OLR, передаваемые отвечающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание	Поддержка
Отклонение запроса 5-го типа	3	2	85 ₁₆ (см. Примечание)	Факультативно
		3	Один октет кода причины (таблица 11-7)	
Отклонение запроса 6-го типа	3	2	86 ₁₆ (см. Примечание)	Факультативно
		3	Один октет кода причины (таблица 11-7)	
ПРИМЕЧАНИЕ. – Все прочие значения октета номер 2 зарезервированы МСЭ-Т.				

С.3.3 Процедура OLR, инициируемая приемником

Если приемник VTU инициирует реконфигурацию, он вычисляет необходимые изменения в соответствующих параметрах (например, в таблице битов и коэффициентов усиления) и запрашивает это изменение в PMD-функции передачи VTU на другом конце линии. Получив положительное подтверждение, как указано в пункте 11.2.3.3 [ITU-T G.993.2], VTU изменяет соответствующие параметры управления своей собственной PMD-функции приема и функции PMS-ТС в момент времени, указанный в пункте С.4.

Приемник VTU может инициировать OLR 1-го типа (перестановка битов). Запрос на перестановку битов изменяет только таблицу битов и коэффициентов усиления. Он не изменяет значение *L*. Реконфигурация типа перестановки битов предусматривает только изменение параметров конфигурации подуровня PMD. Она не изменяет параметры конфигурации подуровней TPS-ТС и PMS-ТС.

PMD-функция передачи должна поддерживать запросы на перестановку битов PMD-функции приема.

Если OLR 5-го типа (SRA) поддерживается (соответственно в нисходящем или восходящем направлении) и разрешена (командой RA-MODE = 3), то приемник VTU инициирует SRA, когда выполнены условия пункта С.3.3.1 или С.3.3.2.

Если OLR 5-го типа (SRA) поддерживается (соответственно в нисходящем или восходящем направлении) и разрешена (командой RA-MODE = 4), то приемник VTU инициирует SRA, когда выполнены условия пункта С.3.3.1, С.3.3.2 или С.3.3.3. Приемник VTU может инициировать SRA, когда выполнены условия пункта С.3.3.4.

Если OLR 6-го типа (SRA) поддерживается (соответственно в нисходящем или восходящем направлении) и разрешена (командой RA-MODE = 4), то приемник VTU инициирует SOS, когда выполнены условия пункта С.3.3.3.

Приемник VTU передает только те команды запроса OLR, которые соответствуют всем перечисленным ниже условиям:

- обеспечивается защита от импульсных помех, по меньшей мере от совокупной угрозы при наихудших условиях импульсных помех типа REIN, описанных параметрами INP_{min}_REIN и IAT_REIN_flag из CO-MIB, и наихудших условиях импульсных помех типа SHINE, описанных параметром INP_{min} из CO-MIB;
- минимальная задержка ≤ задержки ≤ максимальной задержки.

Приемник VTU передает только те команды запроса SOS, которые соответствуют следующему условию:

- ожидаемая пропускная способность (ETR) ≥ минимальной скорости передачи данных SOS (MIN-SOS-BR) для несущего канала.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Из-за ограничений диапазона параметров кадрирования уменьшение ETR до MIN-SOS-BR может оказаться невозможным.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Запрос SOS может привести к тому, что скорость передачи служебных данных сообщения временно опустится ниже заданной минимальной скорости. Это будет исправлено с помощью последующей процедуры SRA. См. пункт 13.4.3.3 [ITU-T G.993.2].

Приемник VTU передает только те команды запроса SRA, которые соответствуют следующим условиям:

- $ETR_{max} \geq ETR \geq ETR_{min}$ для несущего канала, если только фактическая эффективная скорость передачи данных не окажется ниже минимальной эффективной скорости передачи данных в результате процедуры SOS. В этом случае SRA может лишь запросить повышение скорости, но затребованное значение ETR может быть ниже ETR_{min} ;
- скорость передачи служебных данных сообщения \geq минимальной скорости передачи служебных данных сообщения.

С.3.3.1 Процедура понижающей SRA, инициированная приемником

См. пункт 13.4.1 [ITU-T G.993.2].

С.3.3.2 Процедура повышающей SRA, инициированная приемником

См. пункт 13.4.2 [ITU-T G.993.2].

С.3.3.3 Процедура SOS, инициированная приемником

См. пункт 13.4.3 [ITU-T G.993.2].

С.3.3.4 Процедура SRA, инициированная приемником после процедуры SOS

После процедуры SOS VTU передает один или несколько запросов SRA для исправления ситуации, когда текущее значение ETR меньше ETR_{min} . Пока текущее значение ETR меньше ETR_{min} , эти запросы SRA могут не соблюдать ограничения RA-UTIME и RA-USNRM.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Хотя эти запросы SRA могут подаваться по усмотрению VTU, в примечании к пункту 13.1 [ITU-T G.993.2] определено целевое значение общей продолжительности процедуры SOS.

С.4 Синхронизация изменений параметров управления

В этом разделе определена процедура синхронизации изменения параметров, включенных в OLR 5-го и 6-го типов. Синхронизация изменения значений различных параметров управления выполняется в соответствии с процедурой, определенной в пункте 13.2.

ПРИМЕЧАНИЕ. – После изменения параметров RS и DTU повторная передача DTU, закодированных со старыми значениями параметров, становится невозможной. Модемы должны попытаться обеспечить, чтобы все DTU, закодированные со старыми параметрами кадрирования, были корректно доставлены до внесения изменений в параметры кадрирования. Этого можно добиться путем временного прерывания передачи новых DTU по интерфейсу α_1 и автономной повторной передачи только DTU из очереди повторной передачи в течение соответствующего периода времени. Этот период времени не должен превышать $T_{DTU-Stoppage}$.

Для всех используемых тонов в группе k тонов SOS применяется одно и то же значение b_i понижения $\Delta b(k)$, за исключением тонов, относящихся к ROC. В частности, новое значение $b_i' = b_i - \Delta b(k)$. Если новое значение $b_i' < 2$, то оно устанавливается в 0. Таким образом, в SOS не создается новая 1-битовая нагрузка. Если результирующее значение b_i' содержит нечетное число 1-битовых точек созвездия и решетчатое кодирование разрешено, то последнему (в соответствии с переупорядоченной таблицей тонов) 1-битовому созвездию присваивается значение $b_i' = 0$.

Если поддерживается функция SOS, то поддержка одноступенчатого запроса SOS является обязательной. VTU-O устанавливает поля #14 и #15 сообщения O-MSG 1 в 00_{16} . VTU-R устанавливает поля #5 и #6 сообщения R-MSG 2 в 00_{16} . Выполнение запроса SOS за несколько шагов является предметом дальнейшего изучения.

Получив запрос SOS, VTU должен ответить в течение 200 мс, прислав либо символ Syncflag, либо отклонение запроса 6-го типа по причине неверного параметра (см. таблицу 11-7 в [ITU-T G.993.2]).

Во время перехода OLR 6-го типа за один шаг могут возникнуть ошибки по битам. По завершении перехода VTU работает с КОБ, не превышающем номинальное значение КОБ, если условия линии позволяют это.

Приложение D

Поддержка МСЭ-Т G.998.4 в сочетании с МСЭ-Т G.993.5

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

Работу в соответствии с настоящим Приложением D можно активировать двумя способами:

- если выбрана векторизация МСЭ-Т G.993.5 (как указано в сообщении MS МСЭ-Т G.994.1), то режим работы МСЭ-Т G.998.4 должен соответствовать настоящему Приложению D;
- если расширение NPar(3) МСЭ-Т G.998.4 "поддержка Приложения D к G.998.4" установлено в ЕДИНИЦУ (см. таблицу 11.68.11 МСЭ-Т G.994.1), то режим работы МСЭ-Т G.998.4 должен соответствовать настоящему Приложению D.

Приложение D связано с Приложением C. Все требования Приложения C остаются в силе с заменами и дополнениями, указанными в настоящем Приложении D.

D.1.1 Память (заменяет пункт C.1.1)

Применяются следующие определения:

$$\text{delay_octet}_{DS,0} = (D_{DS,0} - 1) \times (I_{DS,0} - 1);$$

$$\text{delay_octet}_{US,0} = (D_{US,0} - 1) \times (I_{US,0} - 1).$$

Если возможна повторная передача в нисходящем направлении,

то $\text{delay_octet}_{DS,1} = 2 \times Q_{tx,DS} \times Q_{DS} \times H_{DS},$

иначе $\text{delay_octet}_{DS,1} = (D_{DS,1} - 1) \times (I_{DS,1} - 1).$

Если возможна повторная передача в восходящем направлении,

то $\text{delay_octet}_{US,1} = 2 \times Q_{tx,US} \times Q_{US} \times H_{US},$

иначе $\text{delay_octet}_{DS,1} = (D_{US,1} - 1) \times (I_{US,1} - 1).$

AGGDELAYOCTET определяется следующим образом:

$$\text{AGGDELAYOCTET} = \text{delay_octet}_{DS,0} + \text{delay_octet}_{DS,1} + \text{delay_octet}_{US,0} + \text{delay_octet}_{US,1}.$$

Применяется следующее ограничение:

$$\text{AGGDELAYOCTET} \leq \text{MAXDELAYOCTET_ext}.$$

Если величина MAXDELAYOCTET_ext_R (согласно параметру VTU-R в сообщении R-MSG2, см. пункт C.2.2.1) превышает MAXDELAYOCTET (параметр "совокупная задержка перемежителя и удаленного перемежителя" (в октетах), указанный в таблице 6-1 [ITU-T G.993.2] для данного профиля), то возможна работа с расширенной памятью при MAXDELAYOCTET_ext, равным минимальной величине из MAXDELAYOCTET_ext_R (определена в пункте C.1.1.1) и MAXDELAYOCTET_ext_O (определена в пункте C.1.1.1). В противном случае работа с расширенной памятью невозможна, и значение MAXDELAYOCTET_ext равно MAXDELAYOCTET.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Поскольку разделением октетов MAXDELAYOCTET_ext в восходящем и нисходящем потоках управляет VTU-O (см. пункт C.2.1.3), значение MAXDELAYOCTET_ext_O не нужно передавать из VTU-O в VTU-R.

Кроме того, к памяти, выделенной для перемежителей, применяется следующее ограничение:

- если возможна повторная передача в обоих направлениях:

$$\text{delay_octet}_{DS,0} + \text{delay_octet}_{US,0} \leq \text{MAXDELAYOCTET};$$

- если возможна повторная передача только в нисходящем направлении:

$$\text{delay_octet}_{DS,0} + \text{delay_octet}_{US,0} + \text{delay_octet}_{US,1} \leq \text{MAXDELAYOCTET};$$

– если возможна повторная передача только в восходящем направлении:

$$\text{delay_octet}_{\text{DS},0} + \text{delay_octet}_{\text{DS},1} + \text{delay_octet}_{\text{US},0} \leq \text{MAXDELAYOCTET}.$$

Приемопередатчики VTU-O и VTU-R должны поддерживать все значения $\text{delay_octet}_{\text{DS},0}$, $\text{delay_octet}_{\text{DS},1}$, $\text{delay_octet}_{\text{US},0}$ и $\text{delay_octet}_{\text{US},1}$, так чтобы выполнялись оба вышеуказанных ограничения. Минимально необходимый для удовлетворения этого требования объем памяти приемопередатчика (VTU-O или VTU-R) равен $\frac{\text{MAXDELAYOCTET_ext}}{2}$ октетов. Фактический объем используемой памяти зависит от реализации.

Минимальный объем памяти для очереди повторной передачи приемника равен объему памяти соответствующей очереди передачи в том же направлении.

Максимальный размер DTU в октетах ($Q \times H$) равен значению, указанному в таблице D.1, в зависимости от профиля и направления.

Таблица D.1 – Максимальный размер DTU

Профиль	Максимальный размер DTU ($Q \times H$)	
	Нисходящий поток	Восходящий поток
8a, 8b, 8c, 8d	2048 байтов	512 байтов
12a	2048 байтов	1536 байтов
17a	3072 байта	1536 байтов
30a	3072 байта	3072 байта

В МСЭ-Т G.998.4 для MAXDELAYOCTET_ext применяется параметр конфигурации $\text{MAXDELAYOCTET_split}$ (MDOSPLIT). При значении $\text{delay_octet}_{x,p}$ (при $x = \text{DS}$ или US и $p = 0$ или 1), указанном в этом пункте, сумма значений max_delay_octet , указанных в O-PMS (см. пункт C.2.1.3), ограничена величиной (см. пункт 11.4.2.7 [ITU-T G.993.2](#)):

$$\text{max_delay_octet}_{\text{DS},0} + \text{max_delay_octet}_{\text{DS},1} \leq \text{MAXDELAYOCTET_DS};$$

$$\text{max_delay_octet}_{\text{US},0} + \text{max_delay_octet}_{\text{US},1} \leq \text{MAXDELAYOCTET_US}.$$

При этом $\text{MAXDELAYOCTET_DS} = \lceil \text{MDOSPLIT} \times \text{MAXDELAYOCTET_ext} \rceil$;

$$\text{MAXDELAYOCTET_US} = \text{MAXDELAYOCTET_ext} - \text{MAXDELAYOCTET_DS};$$

и $\lceil x \rceil$ означает округление до ближайшего целого в большую сторону.

D.1.1.1 Работа с расширенной памятью для повышения эффективной скорости передачи данных при поддержке МСЭ-Т G.993.5 (векторизация) (новый пункт)

Применяются следующие значения эталонной двусторонней полузадержки (HRT_{ref}) для определения параметров $\text{AggAchievableNDR_O}$ и $\text{AggAchievableNDR_R}$:

- профиль 17a: (HRT_{ref}) = 8 символов DMT (2 мс);
- профиль 30a: (HRT_{ref}) = 12 символов DMT (1,5 мс).

Максимальная совокупная достижимая эффективная скорость передачи данных ($\text{MaxAggAchievableNDR}$) для каждого профиля:

- профиль 17a = 150 Мбит/с;
- профиль 30a = 250 Мбит/с.

Указанные значения можно использовать для выделения объема памяти в VTU на основании знания фактической двусторонней полузадержки VTU (HRT_{VTU}) и предполагаемой эталонной двусторонней полузадержки VTU (HRT_{ref}) на дальнем конце линии.

Если для VTU-O:

- фактическая двусторонняя полузадержка, выраженная в символах, $\leq HRT_{ref}$, то есть $HRT_{rx}^S \leq HRT_{ref}$, и $HRT_{tx}^S \leq HRT_{ref}$; и
- фактическая двусторонняя полузадержка, выраженная в DTU, равна 0, то есть $HRT_{rx}^D = 0$, и $HRT_{tx}^D = 0$; и
- символы синхронизации в направлении передачи DTU совмещены с символами синхронизации в направлении RRC в диапазоне от $-HRT_{rx}^S + \lfloor Q \times S_1 \rfloor$ до $HRT_{tx}^S - 1$ символов DMT, где положительное значение указывает, что символ синхронизации в направлении передачи DTU отправляется после символа синхронизации в направлении RRC,

то для данного значения AGGDELAYOCTET, поддерживаемого в VTU-O (обозначается как MAXDELAYOCTET_ext_O), значение AggAchievableNDR_O вычисляется следующим образом:

$$AggAchievableNDR_O \text{ (кбит/с)} = \min \left(\frac{8 \text{ (бит/байт)} \times \text{MAXDELAYOCTET_ext_O (байт)}/2}{(HRT_{VTU-O}^S + HRT_{ref} + 1) / f_{DMT} \text{ (кГц)}}, MaxAggAchievableNDR \right),$$

где HRT_{VTU-O}^S – максимальное из значений фактической двусторонней полузадержки VTU-O HRT_{rx}^S и HRT_{tx}^S . В противном случае значение AggAchievableNDR_O является неопределяемым.

Если для VTU-R

- фактическая двусторонняя полузадержка, выраженная в символах, $\leq HRT_{ref}$, то есть $HRT_{rx}^S \leq HRT_{ref}$, и $HRT_{tx}^S \leq HRT_{ref}$; и
- фактическая двусторонняя полузадержка, выраженная в DTU, равна 0, то есть $HRT_{rx}^D = 0$, и $HRT_{tx}^D = 0$,

то для данного значения AGGDELAYOCTET, поддерживаемого в VTU-R (обозначается как MAXDELAYOCTET_ext_R), значение AggAchievableNDR_R вычисляется следующим образом:

$$AggAchievableNDR_R \text{ (кбит/с)} = \min \left(\frac{8 \text{ (бит/байт)} \times \text{MAXDELAYOCTET_ext_R (байт)}/2}{(HRT_{VTU-O}^S + HRT_{ref} + 1) / f_{DMT} \text{ (кГц)}}, MaxAggAchievableNDR \right),$$

где HRT_{VTU-R}^S – максимальное из значений фактической двусторонней полузадержки VTU-R HRT_{rx}^S и HRT_{tx}^S . В противном случае значение AggAchievableNDR_R является неопределяемым.

AggAchievableNDR_O заносится в CO-MIB как AGGACHNDR_NE. AggAchievableNDR_R заносится в CO-MIB как AGGACHNDR_FE. Также заносится специальное значение, указывающее на то, что AggAchievableNDR является неопределяемым.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Некоторые приемопередатчики могут выбирать реализацию дополнительной памяти или меньшее значение HRT, чтобы получить возможность поддерживать скорости передачи данных, превышающие вышеуказанные значения MaxAggAchievableNDR. Если фактический объем памяти, используемый в состоянии Showtime, достаточно велик или фактическая двусторонняя полузадержка в состоянии Showtime достаточно мала, то можно достичь эффективной скорости передачи данных, превышающей MaxAggAchievableNDR.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Приведенные выше расчеты предполагают, что настройка DTU выполнена в пределах одного символа DMT. Если эти или другие условия не выполняются, то фактическое суммарное значение NDR может быть меньше минимального из значений AggAchievableNDR_O и AggAchievableNDR_R.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Ниже приведен пример.

- Для поддержки MaxAggNDR профиля 17а приемопередатчик А обеспечивает фактическую двустороннюю полузадержку HRT^S , равную 8 символам DMT. Для поддержки значения MaxAggNDR профиля 17а на уровне 150 Мбит/с этому приемопередатчику требуется 79 688 байтов памяти, исходя из предположения, что HRT приемопередатчика на дальнем конце линии не превышает $HRT_{ref} = 2$ мс.

- Приемопередатчик В обеспечивает фактическую двустороннюю полузадержку HRT^S , равную 7 символам DMT. Для поддержки MaxAggNDR на уровне 150 Мбит/с этому приемопередатчику требуется 75 000 байтов памяти.
- Если предполагается, что приемопередатчики А и В будут взаимодействовать друг с другом, то скорость NDR на уровне 150 Мбит/с может быть достигнута, если условия линии позволяют это.

D.1.3.3 ATTNR_MAXDELAYOCTET-split (ATTNR_MDOSPLIT) (дополняет пункт C.1.3.3)

См. пункт 11.4.2.8 [\[ITU-T G.993.2\]](#), притом что:

$$ATTNR_MAXDELAYOCTET_DS = \lceil ATTNR_MDOSPLIT \times MAXDELAYOCTET_ext \rceil,$$

$$ATTNR_MAXDELAYOCTET_US = MAXDELAYOCTET_ext - ATTNR_MAXDELAYOCTET_DS$$

и $\lceil x \rceil$ означает округление до ближайшего целого в большую сторону.

D.2.2.1 Сообщение R-MSG2 (дополняет пункт C.2.2.1)

Поле #10 таблицы C.5 заменяется следующим определением поля.

Таблица C.5. Поле параметров МСЭ-Т G.998.4 сообщения R-MSG2

	Содержание поля	Формат	Описание
10	MAXDELAYOCTET_ext_R	3 байта	Значение AGGDELAYOCTET, поддерживаемое в VTU-R для работы с расширенной памятью

Поле #10 "MAXDELAYOCTET_ext_R" представляет собой поле из трех октетов, в котором указано значение AGGDELAYOCTET, поддерживаемое в VTU-R (см. пункт C.1.1.1) для работы с расширенной памятью (см. пункт C.1.1). Это поле кодируется как 24-битовое целое число без знака, имеющее значение, кратное 1 октету.

Приложение Е

Работа в режиме энергосбережения VDSL2

(Данное Приложение является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

Е.1 Сфера применения

В этом Приложении дается определение необязательного энергосберегающего режима работы (LPMode) с использованием [\[ITU-T G.993.2\]](#) и [\[ITU-T G.993.5\]](#). Когда оба VTU работают в соответствии с настоящим Приложением, линия находится в состоянии L2. Определены два подсостояния линии, связанные с работой в режиме LPMode, называемые L2.1 и L2.2, с разным уровнем качества обслуживания (QoS). Работа в режиме LPMode не запрещает использование [\[ITU-T G.993.5\]](#) и не требует использования [\[ITU-T G.993.5\]](#).

Е.2 Функциональные возможности

Для режима LPMode в этом Приложении определяются набор состояний управления мощностью линии VDSL2 и способы использования сообщений eos для координации управления мощностью между VTU. Понижение потребляемой мощности может быть достигнуто путем минимизации энергии, передаваемой VTU в контрольную точку U, а также путем понижения мощности, потребляемой самими устройствами VTU (например, за счет уменьшения тактовой частоты и количества используемых поднесущих, а также отключения драйверов линий). В [\[ITU-T G.993.2\]](#) определен набор состояний линии VDSL2 (то есть состояния линии L0 и L3) между VTU-R и VTU-O с указанием сигналов, активных в линии в каждом состоянии, событий перехода линии из одного состояния на другое и связанных с этим процедур. Режим LPMode в конкретной линии достигается путем ее перехода из состояния L0 в состояние LPMode (называемое состоянием линии L2) с двумя промежуточными подсостояниями – L2.1 (см. определение в пункте Е.2.1) и L2.2 (см. определение в пункте Е.2.2) – с разными уровнями энергосбережения, QoS и процедурами входа и выхода для данного подсостояния.

Детали процесса координирования VTU с функциями управления мощностью системы выходят за рамки настоящей Рекомендации.

Для конкретного направления передачи передающий VTU определяет необходимость перехода линии в подсостояния L2.1 и L2.2 с помощью примитивов, поступающих от VME на ближнем конце линии. Необходимость перехода из подсостояний L2.1 и L2.2 определяет функция более высокого уровня в передающем VTU. VTU получает инструкции на переход линии из подсостояний L2.1 и L2.2 посредством примитивов, передаваемых функцией более высокого уровня в VME на ближнем конце линии. Принимающий VTU получает примитивы в сообщениях eos от VME на дальнем конце линии. Переходами линии в подсостояния L2.1 и L2.2 и из них управляют переменные управления настройкой функций TPS-TC, PMS-TC и PMD на ближнем конце линии, а также сообщения eos, передаваемые в VME на дальнем конце линии.

Как для VTU-O, так и для VTU-R функция LPMode, определенная в этом Приложении, не является обязательной. Если VTU поддерживает работу в режиме LPMode в соответствии с настоящим Приложением, то этот VTU должен поддерживать работу в режиме LPMode в нисходящем направлении, как определено в пункте Е.3.1 для подсостояния линии L2.1 и в пункте Е.3.2 для подсостояния L2.2. Работа в режиме LPMode в восходящем направлении является предметом дальнейшего изучения.

Возможность работы в режиме LPMode определяется в фазе инициализации (см. сообщения O-MSG1 в таблице С.2, R-MSG 2 в таблице С.5 и O-TPS в таблице С.3) в зависимости от возможностей VTU-O, возможностей VTU-R и параметров конфигурации CO-MIB (см. таблицу Е.1). Режим LPMode может быть задействован либо не задействован в отдельном порядке для восходящего и нисходящего потоков и для подсостояний L2.1 и L2.2. Если подсостояние линии L2.1 в определенном направлении невозможно, то невозможно и подсостояние линии L2.2.

Если VTU поддерживает работу в режиме LPMode в соответствии с настоящим Приложением, то этот VTU должен поддерживать режим SNRM_MODE = 5 (см. пункт 11.4.1.1.6.1.5 [\[ITU-T G.993.2\]](#)). В состоянии линии L0, между шагами входа в подсостояние L2.1 и во время работы в

установившемся подсостоянии L2.1 (то есть после завершения последнего шага процедуры входа в подсостояние L2.1) VTU-O может передать команду SAVN-Update. VTU-O не может передать команду SAVN-Update на шаге входа линии в подсостояние L2.1, во время выхода из подсостояния L2.1 и перехода в состояние L0 и во время процедур OLR, связанных с изменением параметров загрузки битов или кадрирования в нисходящем направлении при работе в установившемся состоянии линии L0 или L2.1.

Е.3 Состояния линии и схема состояния линии

Этот пункт дополняет пункт 12.1.1 [ITU-T G.993.2] информацией о состоянии линии L2 и подсостояниях линии L2.1 и L2.2.

На рисунке Е.1 показана схема состояний линии связи VDSL2 и процедур их активации/деактивации.

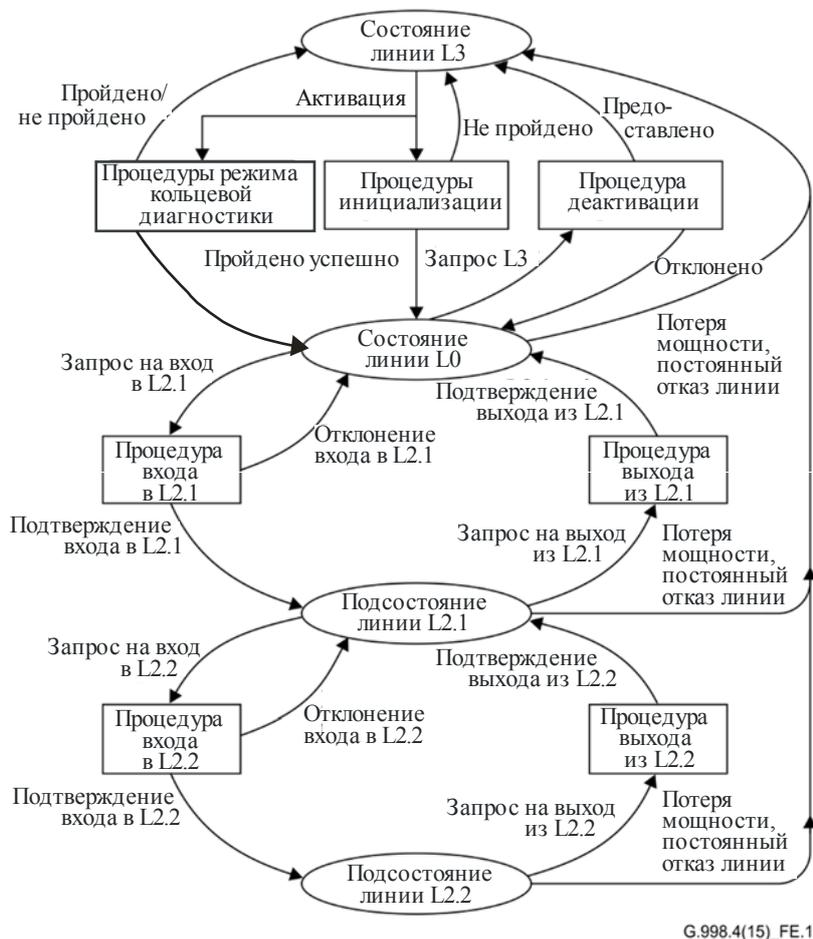


Рисунок Е.1 – Схема состояния линии связи VDSL2

На рисунке Е.1 показаны три состояния линии связи (L0, L2 и L3), причем состояние L2 включает два подсостояния – L2.1 и L2.2, а также показаны процедуры перехода из одного состояния линии связи в другое. Состояния линии связи обозначены овалами, а процедуры – прямоугольниками.

Состояние линии связи L3 – это состояние, в котором VTU через интерфейс управления предоставляется для службы, определенной оператором. В этом состоянии линии связи ни VTU-O, ни VTU-R не передают никаких сигналов.

Состояние линии связи L0 – это состояние, достигаемое после успешного завершения процедуры инициализации обоих VTU. В состоянии L0 по линии передается информация пользователя с характеристиками передачи, соответствующими конфигурации CO-MIB. Когда линия связи находится в состоянии L0, VTU-O и VTU-R находятся в состоянии приемопередатчика Showtime.

Состояние линии L2 представлено двумя подсостояниями – L2.1 и L2.2. Подсостояние L2.1 определено в пункте Е.3.1, а подсостояние L2.2 – в пункте Е.3.2. Когда линия связи находится в любом из подсостояний L2, VTU-О и VTU-R находятся в состоянии приемопередатчика Showtime.

Процедура прямого выхода из подсостояния L2.2 в состояние L0 не определена. Выход из L2.2 в L0 должен состоять из выхода из подсостояния L2.2 в L2.1 (то есть процедуры выхода из подсостояния L2.2), за которой следует выход из подсостояния L2.1 в L0 (то есть процедура выхода из подсостояния L2.1). Аналогичным образом не определена процедура прямого входа из L0 в L2.2. Вход из L0 в L2.2 должен состоять из входа из L0 в L2.1 (то есть процедуры входа в подсостояние L2.1), за которой следует вход из подсостояния L2.1 в L2.2 (то есть процедура входа в подсостояние L2.2).

В подсостояниях L2.1 и L2.2 и в периоды перехода между подсостояниями L2.1 и L2.2 VTU может применять методы управления потоком, установленные поставщиком. Применяемые методы управления потоком в направлении верхних уровней должны гарантировать, что скорость передачи данных в контрольной точке гамма не превысит возможную скорость передачи данных через контрольную точку U.

На рисунке Е.2 показан пример изменения уровня PSD при переходах между состояниями линии L2. Процедура входа в подсостояние L2.1 (см. пункт Е.3.1.1) может состоять из одного или нескольких шагов, причем на каждом шаге выполняется один переход к более низкому уровню PSD. Процедура выхода из подсостояния L2.1 (см. пункт Е.3.1.2) может состоять из одного или нескольких шагов, причем на каждом шаге выполняется один переход к более высокому уровню PSD. Переход из подсостояния L2.1 в L2.2 и обратно выполняется за один шаг (для каждого случая).

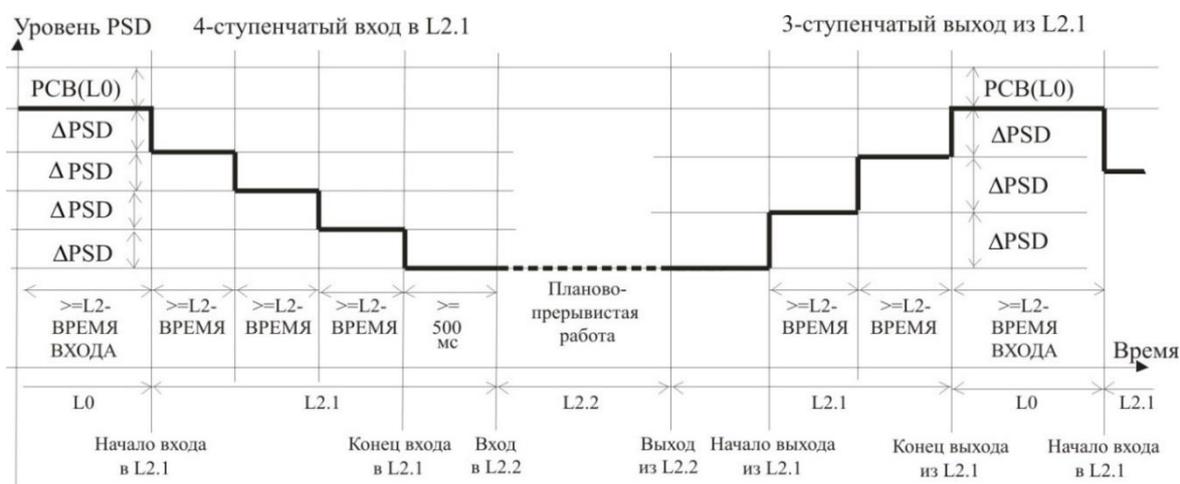


Рисунок Е.2 – Пример изменения уровня PSD при переходах между состояниями линии L2

Е.3.1 Подсостояние линии L2.1

Основной целью работы в подсостоянии L2.1 в режиме LPMode является передача сигналов VoIP (уровень POTS) и данных о сохранении активности линии. Технология управления потребляемой мощностью для работы в подсостоянии L2.1 в режиме LPMode основана на уменьшении мощности передачи на всех или части поднесущих с сохранением непрерывной передачи символов. Мощность передачи можно уменьшить путем уменьшения числа активных поднесущих или снижения мощности передачи на каждую поднесущую (уменьшение PSD) либо за счет применения обоих вариантов.

Когда линия находится в подсостоянии L2.1, VTU отслеживают изменения в канале (например, колебания шума) посредством реконфигурации в режиме онлайн (OLR, см. пункт Е.3.1.3).

Когда линия находится в подсостоянии L2.1, функции TPS-TC (см. пункт 7), повторной передачи (см. пункт 8), PMS-TC (см. пункт 9) и характеристики PMD-функции (см. пункт 10), а также функции управления (см. пункт 13) применяются со следующими особенностями:

- параметры ETR_{min} и ETR_{max} (см. пункт 7.1.1) не применяются. В CO-MIB настраиваются специальные границы ETR для L2.1 (см. пункт Е.4);

- значение *INP_act_SHINE* (см. пункт 11.2.3) может быть меньше *INP_min* (см. пункт 7.1.1) вплоть до 0, тогда как значение *INP_act_REIN* (см. пункт 11.2.4) не должно быть меньше *INP_min_rein* (см. пункт 7.1.1);
- значение *delay_act_RTX* (см. пункт 11.2.5):
 - не должно превышать значения максимальной задержки (6 мс, *delay_max*);
- значение *msg* (см. пункт 9.5.4 [ITU-T G.993.2]) должно быть не меньше 64 кбит/с в обоих направлениях. Значение *msg* настраивается посредством параметра *MSGmin* в базе данных CO-MIB;
- параметры *TARSNRM*, *MAXSNRM* и *SNRMOFFSET-ROC* (см. примечание) не применяются. В CO-MIB настраиваются специальные границы SNRM для L2 (см. пункт Е.4).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Разработчики должны установить достаточный запас SNR для поднесущих ROC, чтобы в подсостоянии L2.1 не ухудшилась надежность ROC.

Е.3.1.1 Вход в подсостояние L2.1 из состояния L0

Когда линия находится в состоянии L0, передающий VTU измеряет пропускную способность на входе (*THRP*) в битах/с при приеме от более высоких уровней через контрольную точку γ . *THRP* измеряется путем подсчета количества байтов, полученных по γ -интерфейсу за каждую полную секунду.

Критерий входа в подсостояние L2.1 определяется как понижение *THRP* ниже порога пропускной способности для входа в состояние L2 ($L2.1-ENTRY-THRP = 0,75 \times L2.1-MIN-ETR$ для *L2.1-MIN-ETR*, см. пункт Е.4) за непрерывный период времени, превышающий пороговое значение для входа в состояние L2 (*L2.1-ENTRY-TIME*, см. пункт Е.4). Передающий VTU начинает отсчет этого непрерывного периода времени после первой секунды, в которой *THRP* опускается ниже порога *L2.1-ENTRY-THRP*, и заканчивает подсчет со сбросом в исходное состояние на секунде, в которой *THRP* достигает или превышает порог *L2.1-ENTRY-THRP*.

Процесс перехода из состояния L0 в подсостояние L2.1 (процедура входа в L2.1) показан на рисунке Е.3. Когда критерий входа в подсостояние L2.1 соблюден, передающий VTU инициирует переход линии связи из состояния L0 в подсостояние L2.1 (см. примитив *L2.1-entry-request* на рисунках Е.1 и Е.3). Переход может происходить за один шаг (с использованием одноступенчатой процедуры входа, определенной в пункте Е.3.1.1.1) или за несколько шагов (с использованием многоступенчатой процедуры входа, определенной в пункте Е.3.1.1.2). Многоступенчатая процедура входа заключается в выполнении нескольких одноступенчатых процедур входа, по одной для каждого шага многоступенчатой процедуры входа.

По завершении одноступенчатой процедуры входа (для одноступенчатого перехода) или хотя бы одного шага многоступенчатой процедуры входа (для многоступенчатого перехода) линия считается находящейся в подсостоянии L2.1 до тех пор, пока не завершится процедура выхода из подсостояния L2.1 в состояние L0, или до перехода линии в состояние L3.

Если критерий выхода из подсостояния L2.1 выполнен до завершения процедуры входа в подсостояние L2.1, то передающий VTU прерывает процедуру входа в подсостояние L2.1 (как определено в пунктах Е.3.1.1.1 и Е.3.1.1.2) и инициирует возврат линии в состояние L0, используя процедуру выхода из подсостояния L2.1, определенную в пункте Е.3.1.2.

В процедуре входа в подсостояние L2.1 используются следующие параметры конфигурации L2 из CO-MIB (см. пункт Е.4):

- максимальное понижение АТР (дБ) на шаг (*L2.1-ATPD*);
- максимальное общее понижение АТР (дБ) (*L2.1-ATPRT*);
- минимальное время между шагами (*L2-TIME*);
- минимальное значение ETR в подсостоянии L2.1 (*L2.1-ETR-MIN*);
- максимальное значение ETR в подсостоянии L2.1 (*L2.1-ETR-MAX*);
- целевой запас SNR в подсостоянии L2.1 (*L2-TARSNRM*);
- максимальный запас SNR в подсостоянии L2.1 (*L2-MAXSNRM*);
- полосы частот, в которых недопустим запрет поднесущих в подсостоянии L2.1 (*L2-BANDS*).

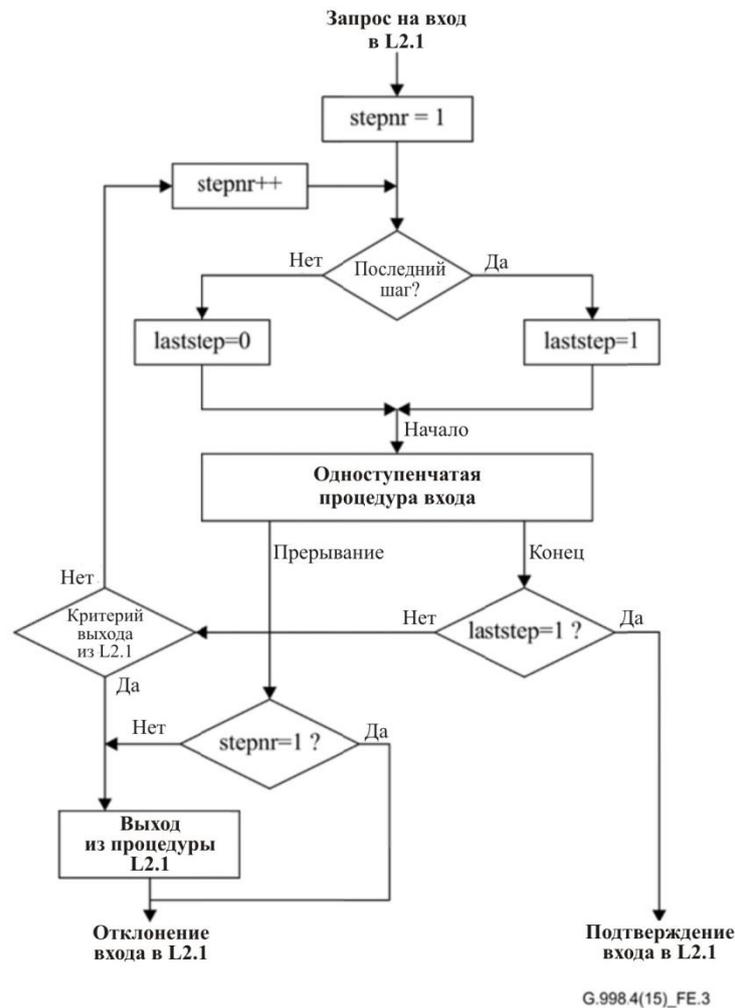


Рисунок Е.3 – Процедура входа в подсостояние L2.1

Е.3.1.1.1 Одноступенчатая процедура входа

При одноступенчатой процедуре входа сначала изменяются таблица загрузки битов и параметры формирования кадра, а затем – PSD передачи и набор активных поднесущих.

- Изменение таблицы загрузки битов (BLT) и параметров кадрирования и изменение (уменьшение) уровня PSD передачи и набора активных поднесущих выполняется отдельно, в разных суперкадрах. Точные настройки коэффициентов усиления (то есть значения g_i) не изменяются.
- Если работа в соответствии с [\[ITU-T G.993.5\]](#) невозможна, то последовательность L2-SYNCHRO определяется как состоящая из одного инвертированного символа синхронизации (переданного в конце суперкадра, в позиции кадра синхронизации, см. рисунок 10-2 [\[ITU-T G.993.2\]](#)), за которым следует последовательность из 9 символов синхронизации. Если работа в соответствии с [\[ITU-T G.993.5\]](#) возможна, то последовательность L2-SYNCHRO определяется как состоящая из одного символа синхронизации с инвертированными флаговыми тонами (переданного в конце суперкадра, в позиции кадра синхронизации, см. рисунок 10-2 [\[ITU-T G.993.2\]](#)), за которым следует последовательность из 9 символов синхронизации.
- Чтобы инициировать изменение таблицы загрузки битов и параметров кадрирования и изменение (уменьшение) уровня PSD передачи и набора активных поднесущих, передающий VTU должен передать последовательность L2-SYNCHRO. Изменение начинается с первого символа, следующего за последним символом последовательности L2-SYNCHRO, то есть с 9-го по счету символа (отсчет начинается с 0) соответствующего суперкадра.

- Одноступенчатая процедура входа сначала изменяет таблицу загрузки битов и параметры кадрирования после первой последовательности L2-SYNCHRO, а затем – уровень PSD передачи и набора активных поднесущих после второй последовательности L2-SYNCHRO. Изменение уровня PSD и интервал времени между первой и второй последовательностью L2-SYNCHRO определяется передающим VTU. Таблица загрузки битов, набор активных поднесущих и параметры кадрирования определяются принимающим VTU. Изменения параметров должны происходить в граничных условиях и по правилам, определенным в этом пункте.

Е.3.1.1.1 Обмен сообщениями между VTU

Процедура обмена между VTU при одноступенчатой процедуре входа (см. процедуру входа в подсостояние L2.1 на рисунке Е.1 и обмен между VTU на рисунке Е.4) определяется следующим образом.

- 1 Передающий VTU инициирует одноступенчатую процедуру входа, отправив команду L2.1-Entry-Step-Request (см. пункт Е.5.1), и ожидает подтверждения. Эта команда L2.1-Entry-Step-Request может повторяться до тех пор, пока подтверждение не будет получено. Команда L2.1-Entry-Step-Request содержит порядковый номер шага и признак, указывающий, является ли этот шаг последним шагом процедуры входа в подсостояние L2.1. Команда L2.1-Entry-Step-Request указывает значение целевого приращения PSD (ΔPSD_{TAR}), которое следует применить на данном шаге, и тип применяемого приращения (фиксированное или ограниченное приращение PSD). Отправив команду L2.1-Entry-Step-Request, передающий VTU игнорирует любые входящие команды OLR от принимающего VTU (см. пункт Е.3.1.3).
- 2 Приняв команду L2.1-Entry-Step-Request, принимающий VTU в течение 128 мс либо подтверждает команду L2.1-Entry-Step-Request, отправив команду L2-SRA-Request, либо отклоняет ее, отправив ответ L2.1-Entry-Step-Reject (см. пункт Е.5.3). Получив команду L2.1-Entry-Step-Request, принимающий VTU сбрасывает все ожидающие команды OLR (см. пункт Е.3.1.3). В команде L2-SRA-Request указываются фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT} , определенное приемником), которое нужно применить на данном шаге, таблица загрузки битов, набор активных поднесущих и параметры кадрирования, соответствующие ΔPSD_{ACT} . Принимающий VTU вычисляет параметры передачи, указанные в команде L2-SRA-Request (включая ΔPSD_{ACT}), в соответствии со всеми граничными условиями и правилами, определенными в этом пункте.
- 3 Отправив команду L2-SRA-Request, принимающий VTU в течение следующих 128 мс ожидает приема первой последовательности L2-SYNCHRO, ответа L2-SRA-Reject или команды L2.1-Exit-Step-Request. Отправив ответ L2.1-Entry-Step-Reject, принимающий VTU ожидает новую команду L2.1-Entry-Step-Request (с тем же или другим значением ΔPSD_{TAR}) или команду L2.1-Exit-Step-Request.
- 4 Приняв команду L2-SRA-Request, передающий VTU в течение 128 мс либо подтверждает команду L2-SRA-Request, отправив первую последовательность L2-SYNCHRO, либо отклоняет ее, отправив ответ L2-SRA-Reject с соответствующим кодом причины или команду L2.1-Exit-Step-Request (если передающий VTU получил примитив L2.1-exit-request через контрольную точку γ_MGMT на ближнем конце линии, так что процедура входа в подсостояние L2.1 невозможна, или передающий VTU решил прервать процедуру входа в подсостояние L2.1). Приняв ответ L2.1-Entry-Step-Reject, передающий VTU в течение 128 мс либо подтверждает ответ L2.1-Entry-Step-Reject новой командой L2.1-Entry-Step-Request (с тем же или другим значением ΔPSD_{TAR}), либо передает команду L2.1-Exit-Step-Request.
- 5 Начиная с первого символа, следующего за первой последовательностью L2-SYNCHRO, как передающий, так и принимающий VTU применяют таблицу загрузки битов и параметры кадрирования, указанные в команде L2-SRA-Request. Передающий VTU не изменяет набор активных поднесущих и PSD передачи.

- 6 Приняв первую последовательность L2-SYNCHRO, принимающий VTU в течение 64 мс подтверждает первую последовательность L2-SYNCHRO, отправив команду L2-ΔPSD-Request (см. пункт Е.5.3). Команда L2-ΔPSD-Request указывает, что принимающий VTU готов применить фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}), указанное в команде L2-SRA-Request. Отправив команду L2-ΔPSD-Request, принимающий VTU в течение следующих 128 мс ожидает поступления второй последовательности L2-SYNCHRO, команды L2.1-Exit-Step-Request или ответа L2-ΔPSD-Reject. Если в течение этого времени принимающий VTU не получил вторую последовательность L2-SYNCHRO, команду L2.1-Exit-Step-Request или ответ L2-ΔPSD-Reject, он передает команду L2-ΔPSD-Request еще раз. Получив ответ L2-ΔPSD-Reject, принимающий VTU не подтверждает ответ L2-ΔPSD-Reject и в течение 128 мс ожидает новую команду L2.1-Entry-Step-Request (с тем же номером шага, что и у предыдущей команды L2.1-Entry-Step-Request, и тем же или другим значением ΔPSD_{TAR}) или команду L2.1-Exit-Step-Request.
- 7 Получив команду L2-ΔPSD-Request, передающий VTU в течение 128 мс либо подтверждает команду L2-ΔPSD-Request, отправив вторую последовательность L2-SYNCHRO, либо отклоняет ее, отправив команду L2.1-Exit-Step-Request или ответ L2-ΔPSD-Reject.
- 8 Начиная с первого символа, следующего за второй последовательностью L2-SYNCHRO, как передающий, так и принимающий VTU применяют фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}), указанное в команде L2-SRA-Request, в соответствии с процедурой, определенной в пункте Е.3.1.1.1.3.

Если во время одноступенчатой процедуры входа принимающий VTU получил команду L2.1-Exit-Step-Request, он отклоняет одноступенчатую процедуру входа в подсостояние L2.1 и подтверждает команду L2.1-Exit-Step-Request, как определено для одноступенчатой процедуры выхода из подсостояния L2.1 в пункте Е.3.1.2.

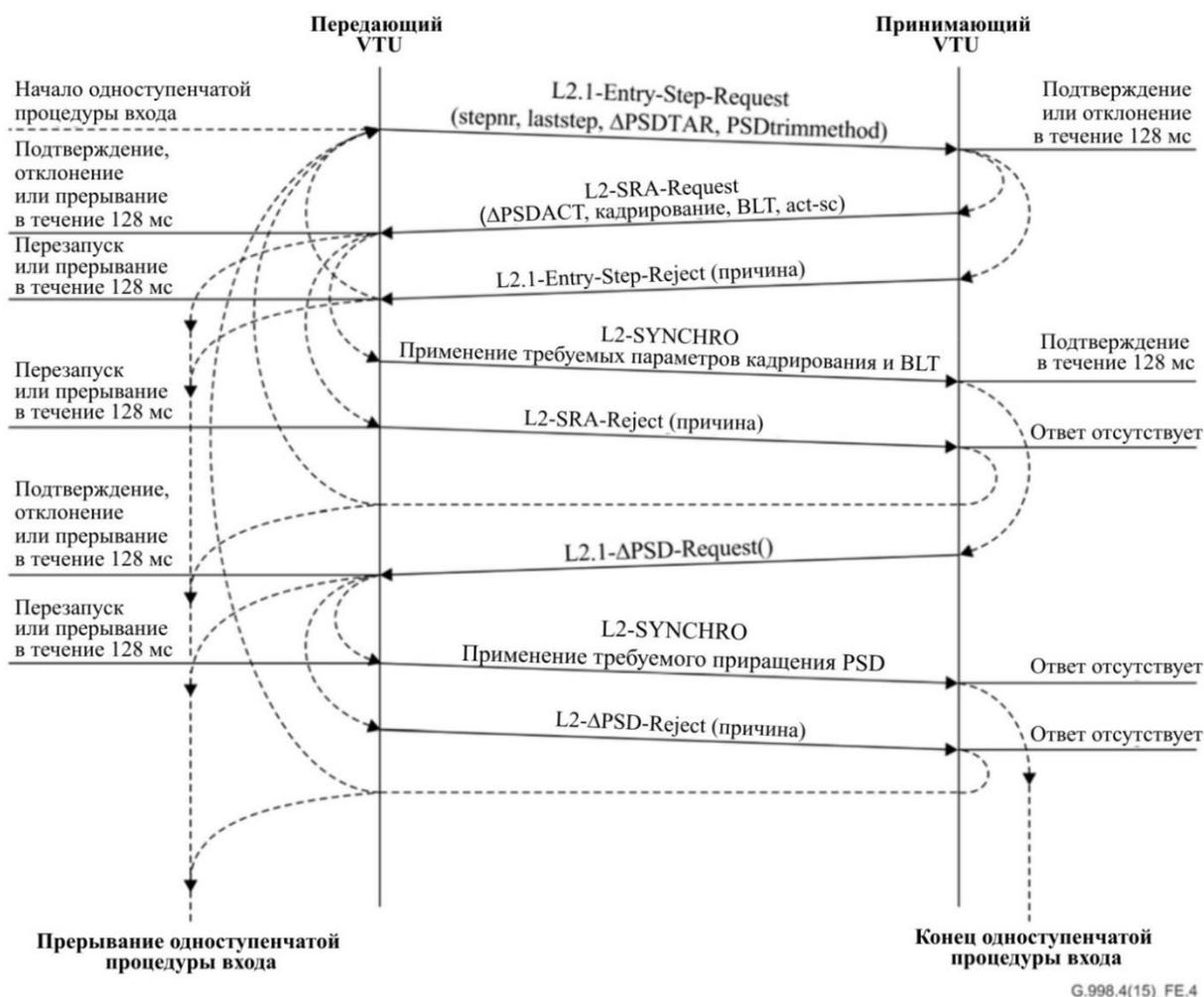


Рисунок Е.4 – Обмен сообщениями между VTU при одноступенчатой процедуре входа в подсостояние L2.1

Е.3.1.1.2 Граничные условия и правила

Передающий VTU выбирает параметры, указываемые в команде L2.1-Entry-Step-Request, так, чтобы выполнялось следующее граничное условие:

- значение целевого приращения PSD (ΔPSD_{TAR}) не должно превышать L2.1-ATPD;
- набор поднесущих, отключение которых в подсостоянии L2.1 не разрешено, должен быть тем же, какой указан в L2-BANDS, или расширенным набором поднесущих.

Принимающий VTU выбирает параметры, указываемые в команде L2-SRA-Request, так, чтобы выполнялись следующие граничные условия:

- $\Delta PSD_{ACT} \leq \Delta PSD_{TAR}$;
- все поднесущие, неактивные в момент передачи команды L2.1-Entry-Step-Request, остаются неактивными. Все активные поднесущие, находящиеся в полосах, указанных в L2-BANDS, остаются активными (превращаясь в контролируемую поднесущую, когда b_i опускается до $b_i = 0$ в подсостоянии линии L2.1). Другие активные поднесущие могут стать неактивными. Точные настройки коэффициентов усиления (то есть значения g_i) и значений $tssi$ неактивных поднесущих сохраняются во время состояния линии L2 для использования во время первой одноступенчатой процедуры выхода. В состоянии линии L0 набор активных поднесущих определяется как набор поднесущих из множества MEDLEY при $g_i > 0$ в линейном масштабе;
- сокращение NOMATP после каждого шага входа (относительно момента передачи команды L2.1-Entry-Step-Request) в результате применения передающим VTU фактического приращения PSD (ΔPSD_{ACT}) в соответствии с процедурой, определенной в пункте Е.3.1.2.1. 3, не должно превышать значения L2.1-ATPD;

- общее сокращение $NOMATP$ (относительно момента запуска процедуры входа в подсостояние L2.1) в результате применения передающим VTU фактического приращения PSD (ΔPSD_{ACT}) в соответствии с процедурой, определенной в пункте E.3.1.2.1.3, не должно превышать значения L2.1-ATPRT;
 - значение SNRM должно быть больше или равно L2-TARSNRM и меньше или равно L2-MAXSNRM;
 - если одноступенчатая процедура входа не является последним шагом процедуры входа в подсостояние L2.1, то значения первичных параметров кадрирования должны приводить к производному значению $ETR \geq L2.1-ETR-MAX$ и не должны превышать ETR_{max} ;
 - если одноступенчатая процедура входа является последним шагом процедуры входа в подсостояние L2.1, то значения первичных параметров кадрирования должны приводить к производному значению $ETR \geq L2.1-ETR-MIN$ и не должны превышать L2-ETR-MAX;
- ПРИМЕЧАНИЕ. – Для первого шага процедуры выхода из подсостояния L2.1 требуются первичные параметры кадрирования, приводящие к производному значению ETR, равному или превышающему L2.1-ETR-MAX (см. пункт E.3.1.2). Вышеуказанные граничные условия ETR подразумевают, что это требование будет выполнено (исходя из того, что условия канала во время первого шага процедуры выхода из подсостояния L2.1 будут такими же, как и во время последнего шага процедуры входа в подсостояние L2.1). Выполнение этого требования также контролируется в установившемся подсостоянии L2.1 (см. пункт E.3.1.3).

При этих граничных условиях передающий и принимающий VTU должны определить изменение параметров загрузки битов и кадрирования и изменение (уменьшение) PSD передачи и набора активных поднесущих в соответствии со следующими правилами входа в подсостояние L2.1.

- Целевое приращение PSD (ΔPSD_{TAR}) увеличивается до максимального значения, которое приведет к уменьшению $NOMATP$, не превышающему L2.1-ATPD.
- Фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}) увеличивается до максимального значения целевого приращения PSD (ΔPSD_{TAR}), определяемого передающим VTU для данного шага.
- Если одноступенчатая процедура входа не является последним шагом процедуры входа в подсостояние L2.1, то следует:
 - максимизировать ETR.
 ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти правила гарантируют плавный возврат в состояние L0 во время или после каждого промежуточного шага, поскольку ETR доводится до максимума и превышает значение L2.1-ETR-MAX.
- Если одноступенчатая процедура входа является последним шагом процедуры входа в подсостояние L2.1, то следует:
 - максимизировать SNRM;
 - минимизировать номинальную совокупную мощность передачи в подсостоянии L2.1 (L2.1-NOMATP).
 ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти правила подразумевают, что по завершении процедуры входа в подсостояние L2.1 из состояния L0 (см. процедуру входа в подсостояние L2.1 на рисунке E.1) будет достигнуто целевое понижение ATPRT в линии (или максимально возможное приближение к нему) и обеспечена требуемая минимальная битовая скорость при максимальном значении SNRM. Последнее требует, чтобы приемник минимизировал количество отключенных поднесущих и повысил свою способность достигать значения L2.1-ETR-MAX после первого шага процедуры выхода.

E.3.1.1.1.3 Применение фактического приращения PSD

Передающий VTU применяет фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}) следующим образом.

- Если одноступенчатая процедура входа является первым шагом процедуры входа в подсостояние L2.1, то устанавливается переменная общего понижения PSD, $\Delta PSD_{TOT} = \Delta PSD_{ACT}$; в противном случае текущее значение ΔPSD_{TOT} увеличивается на величину ΔPSD_{ACT} .

- Если применяется фиксированное приращение PSD, то PSD передачи (в дБм/Гц) для всех активных поднесущих уменьшается так, чтобы

$$L2.1-MREFPSD(f) = MREFPSD(f) - \Delta PSD_{TOT}.$$

- Если применяется ограниченное приращение PSD, то PSD передачи (в дБм/Гц) для всех активных поднесущих уменьшается так, чтобы

$$L2.1-MREFPSD(f) = \text{MIN} (MREFPSD(f); MAXMREFPSD - \Delta PSD_{TOT}),$$

где $L2.1-MREFPSD$ в подсостоянии линии L2.1 применяется так же, как $MREFPSD$ в состоянии линии L0, и

где $MAXMREFPSD$ – самый высокий уровень PSD в дескрипторе PSD, используемом для передачи $MREFPSD$ в сообщении O-PRM или сообщении R-PRM во время инициализации (см. соответственно пункт 12.3.3.2.1.3 [ITU-T G.993.2] или пункт 12.3.3.2.2.3 [ITU-T G.993.2]).

- $L2.1-NOMATP$ вычисляется следующим образом:

$$L2.1-NOMATP = 10\log_{10} \Delta f + 10\log_{10} \left(\sum_{i \in ACTIVE \text{ set}} \left(10^{\frac{L2.1-MREFPSD[i]}{10}} g_i^2 \right) \right),$$

где $ACTIVEset$ – набор активных поднесущих, указанный в команде L2-SRA-Request.

- Для поднесущих из набора MEDLEY, которые в подсостоянии линии L2.1 становятся неактивными, должно выполняться условие $Z_i = 0$.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В случае поддержки МСЭ-Т G.993.2 без векторизации это приводит к отсутствию мощности в контрольной точке U.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В случае поддержки МСЭ-Т G.993.2 с векторизацией в контрольной точке U мощность может присутствовать за счет сигналов предварительной компенсации (то есть Z_i' не равно 0).

- Если применяется векторизация в нисходящем направлении, то понижение PSD в этом направлении не должно вызывать никаких изменений в значениях сигналов предварительной компенсации в контрольной точке U-O.
- Во время прохождения символов синхронизации и символов данных поднесущие из набора MEDLEY передаются с одним и тем же уровнем PSD.
- Поднесущие ROC и RRC не становятся неактивными.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Разработчикам приемопередатчиков, работающих в соответствии с [ITU-T G.993.5] или Приложением X или Y [ITU-T G.993.2], следует избегать изменений импеданса приемопередатчика на любой из поднесущих из набора MEDLEY.

Е.3.1.1.2 Многоступенчатая процедура входа

При многоступенчатой процедуре входа одноступенчатая процедура входа выполняется несколько раз – однократно для каждого шага многоступенчатой процедуры входа. Каждое выполнение одноступенчатой процедуры входа должно соответствовать требованиям, определенным в пункте Е.3.1.1.1. На каждом шаге многоступенчатой процедуры входа в подсостояние L2.1 используется один и тот же метод изменения PSD (то есть либо только фиксированные, либо только ограниченные приращения PSD).

При многоступенчатой процедуре входа последующая одношаговая процедура входа в подсостояние L2.1 инициируется только в том случае, если:

- в течение всего времени после завершения предыдущей одношаговой процедуры входа критерий входа в подсостояние L2.1 по-прежнему выполняется;
- это время превышает значение L2-TIME; и
- в течение этого времени не выполняется критерий выхода из подсостояния L2.1 (см. пункт Е.3.1.2).

Если во время многоступенчатой процедуры входа в подсостояние L2.1 критерий выхода из подсостояния L2.1 выполняется после одного или нескольких шагов и до завершения последнего шага процедуры, то передающий VTU прерывает многоступенчатую процедуру входа, инициируя возврат линии в состояние L0 с использованием процедуры выхода из подсостояния L2.1, определенной в пункте E.3.1.2.

E.3.1.2 Выход из подсостояния L2.1 в состояние L0

Критерий выхода из подсостояния L2.1 определяется как поступление от передающего VTU примитива из функции более высокого уровня, указывающего на необходимость выхода линии из подсостояния L2.1.

Процесс перехода из подсостояния L2.1 в состояние L0 (процедура выхода из подсостояния L2.1) показан на рисунке E.5. Когда линия находится в подсостоянии L2.1 и соблюден критерий выхода из подсостояния L2.1, передающий VTU инициирует переход линии связи из подсостояния L2.1 в состояние L0 (см. примитив L2.1-exit-request на рисунках E.1 и E.5). Переход может происходить за один шаг (с использованием одноступенчатой процедуры выхода, определенной в пункте E.3.1.2.1) или за несколько шагов (с использованием многоступенчатой процедуры выхода, определенной в пункте E.3.1.2.2). Многоступенчатая процедура выхода заключается в выполнении нескольких одноступенчатых процедур выхода, по одной для каждого шага многоступенчатой процедуры выхода.

После инициализации процедуры выхода из подсостояния L2.1 передающий VTU завершает процедуру выхода из подсостояния L2.1, возвратив линию в состояние L0, независимо от того, продолжает ли выполняться критерий выхода из подсостояния L2.1 (см. пункт E.3.1.2) во время процедуры выхода из подсостояния L2.1.

Линия считается возвращенной в состояние L0, когда одноступенчатая процедура выхода (для одноступенчатого перехода) или все шаги многоступенчатой процедуры выхода (для многоступенчатого перехода) завершены. До тех пор линия считается находящейся в подсостоянии L2.1.

В процедуре выхода из подсостояния L2.1 используются следующие параметры конфигурации L2 из CO-MIB (см. пункт E.4):

- максимальное повышение ATP (дБ) на шаг (L2.1-ATPD);
- минимальное время между шагами (L2-TIME);
- максимальное значение ETR в подсостоянии L2.1 (L2-ETR-MAX);
- минимальный запас SNR в состоянии L2 (L2-MINSNRM, только для многоступенчатой процедуры выхода);
- целевой запас SNR в подсостоянии L2.1 (L2-TARSNRM);
- максимальный запас SNR в подсостоянии L2.1 (L2-MAXSNRM).

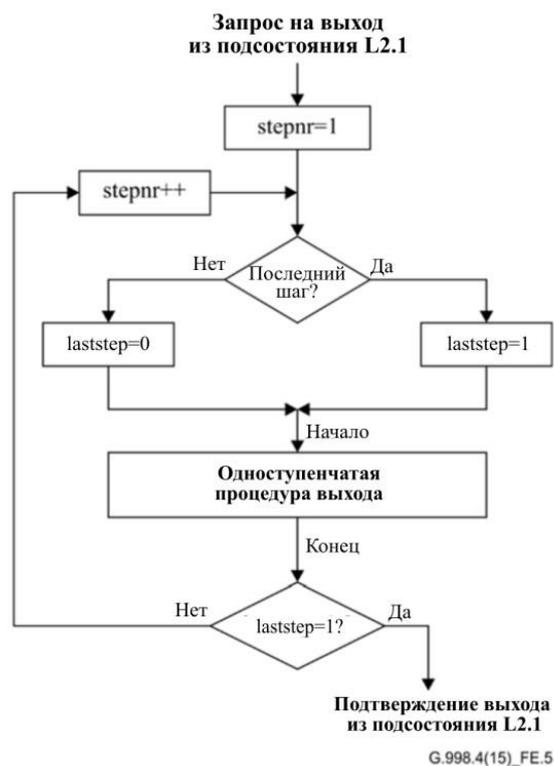


Рисунок Е.5 – Процедура выхода из подсостояния L2.1

Е.3.1.2.1 Одноступенчатая процедура выхода

При одноступенчатой процедуре выхода сначала изменяются PSD передачи и набор активных поднесущих, а затем таблица загрузки битов и параметры кадрирования.

- Изменение таблицы загрузки битов (BLT) и параметров кадрирования и изменение (повышение) уровня PSD передачи и набора активных поднесущих выполняются отдельно, в разных суперкадрах. Точные настройки коэффициентов усиления (то есть значения g_i) не изменяются.
- Чтобы инициировать изменение таблицы загрузки битов и параметров кадрирования и изменение (увеличение) уровня PSD передачи и набора активных поднесущих, передающий VTU должен передать последовательность L2-SYNCHRO. Последовательность L2-SYNCHRO для одноступенчатой процедуры выхода определяется так же, как последовательность L2-SYNCHRO для одноступенчатой процедуры входа, определенной в пункте Е.3.1.1.1. Изменение начинается с первого символа, следующего за последним символом последовательности L2-SYNCHRO, то есть с 9-го по счету символа (отсчет начинается с 0) соответствующего суперкадра.
- Одноступенчатая процедура выхода сначала изменяет уровень PSD передачи и набор активных поднесущих после первой последовательности L2-SYNCHRO, а затем таблицу загрузки битов и параметры кадрирования после второй последовательности L2-SYNCHRO. Изменение уровня PSD и интервал времени между первой и второй последовательностью L2-SYNCHRO регулируются передающим VTU. Таблица загрузки битов, набор активных поднесущих и параметры кадрирования определяются принимающим VTU.

Е.3.1.2.1.1 Обмен сообщениями между VTU

Процедура обмена между VTU при одноступенчатой процедуре выхода (см. процедуру выхода из подсостояния L2.1 на рисунке Е.1 и обмен между VTU на рисунке Е.6) определяется следующим образом.

- 1 Передающий VTU инициирует одноступенчатую процедуру, отправив команду L2.1-Exit-Step-Request (см. пункт E.5.2), и ожидает подтверждения. Эта команда L2.1-Exit-Step-Request может повторяться до тех пор, пока подтверждение не будет получено. Команда L2.1-Exit-Step-Request содержит порядковый номер шага и признак, указывающий, является ли этот шаг последним шагом процедуры выхода из подсостояния L2.1. В команде L2.1-Exit-Step-Request указано фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}), которое нужно применить на данном шаге. Отправив первую команду L2.1-Exit-Step-Request, передающий VTU игнорирует любые входящие команды OLR от принимающего VTU (см. пункт E.3.1.3).
- 2 Приняв команду L2.1-Exit-Step-Request, принимающий VTU в течение 128 мс подтверждает ее получение командой L2- Δ PSD-Request (см. пункт E.5.4). Получив команду L2.1-Exit-Step-Request, принимающий VTU сбрасывает все ожидающие команды OLR (см. пункт E.3.1.3). Команда L2- Δ PSD-Request указывает, что принимающий VTU готов применить фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}), указанное в команде L2.1-Exit-Step-Request.
- 3 Отправив команду L2- Δ PSD-Request, принимающий VTU в течение следующих 128 мс ожидает первую последовательность L2-SYNCHRO. Если команда L2.1-Exit-Step-Request принята более одного раза до приема первой последовательности L2-SYNCHRO, то принимающий VTU подтверждает каждую команду L2.1-Exit-Step-Request идентичной командой L2- Δ PSD-Request.
- 4 Получив команду L2- Δ PSD-Request, передающий VTU подтверждает получение команды L2- Δ PSD-Request, отправив в течение 128 мс первую последовательность L2-SYNCHRO.
- 5 Начиная с первого символа, следующего за первой последовательностью L2-SYNCHRO, как передающий, так и принимающий VTU применяют фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}), указанное в команде L2.1-Exit-Step-Request, в соответствии с процедурой, определенной в пункте E.3.1.2.1.3. Передающий VTU не изменяет таблицу загрузки битов и параметры кадрирования.
- 6 Приняв первую последовательность L2-SYNCHRO, принимающий VTU в течение 128 мс оценивает SNR и подтверждает первую последовательность L2-SYNCHRO, отправив команду L2-SRA-Request (см. пункт E.5.3). В команде L2-SRA-Request указано фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}), уже примененное на данном шаге, таблица загрузки битов и параметры кадрирования, соответствующие фактическому приращению PSD (ΔPSD_{ACT}), указанному в команде L2.1-Exit-Step-Request. Отправив команду L2-SRA-Request, принимающий VTU в течение следующих 128 мс ожидает вторую последовательность L2-SYNCHRO. Если в течение этого времени принимающий VTU не получил вторую последовательность L2-SYNCHRO, он повторяет передачу команды L2-SRA-Request.
- 7 Получив команду L2-SRA-Request, передающий VTU подтверждает ее получение, отправив в течение 128 мс вторую последовательность L2-SYNCHRO.
- 8 Начиная с первого символа, следующего за второй последовательностью L2-SYNCHRO, как передающий, так и принимающий VTU применяют таблицу загрузки битов и параметры кадрирования, указанные в команде L2-SRA-Request.

Время выполнения с момента отправки команды L2.1-Exit-Step-Request до момента отправки второй последовательности L2-SYNCHRO не должно превышать 1 секунды.

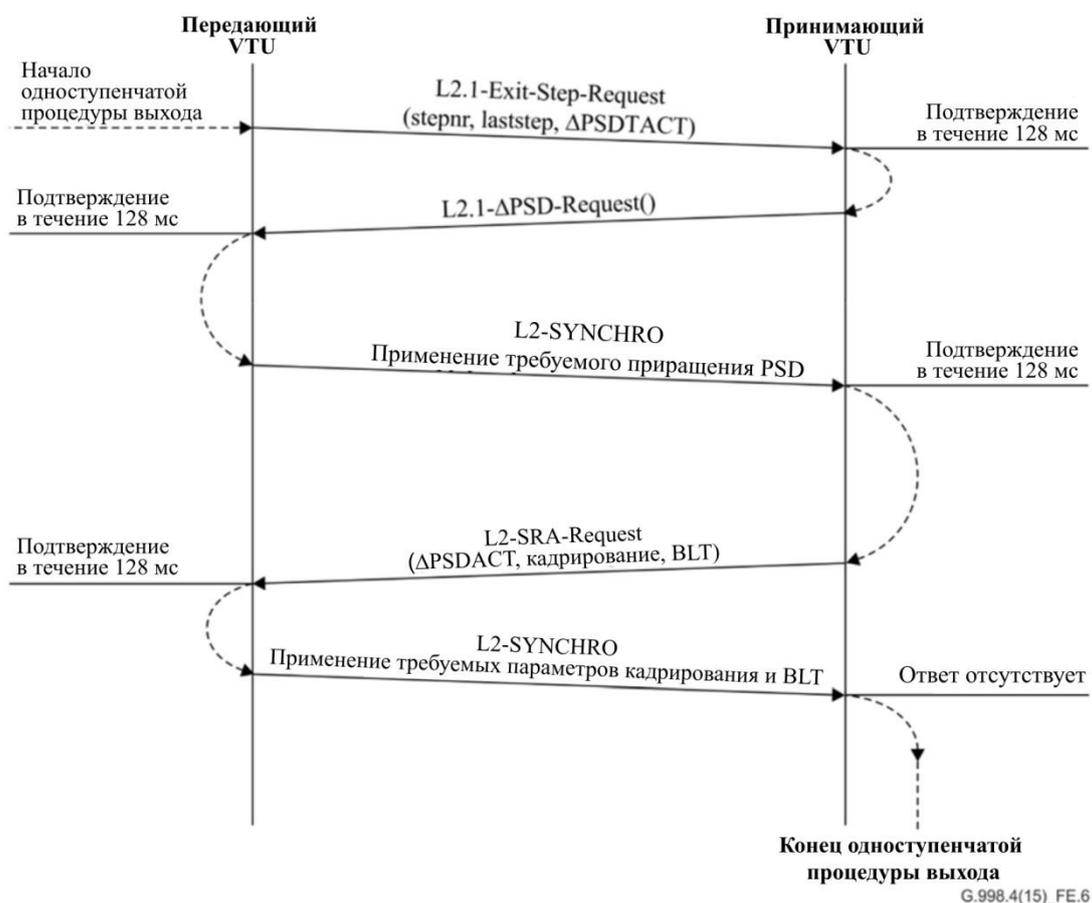


Рисунок Е.6 – Обмен сообщениями между VTU при одноступенчатой процедуре выхода из подсостояния L2.1

Е.3.1.2.1.2 Граничные условия и правила

Передающий VTU выбирает параметры, указываемые в команде L2.1-Exit-Step-Request, так чтобы выполнялись следующие граничные условия:

- фактическое значение приращения PSD (ΔPSD_{ACT}) не должно превышать L2.1-ATPD;
- фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}) для первого шага процедуры выхода должно быть эквивалентным значению, которое приведет к повышению NOMATP на величину L2.1-ATPD относительно значения NOMATP после реактивации всех поднесущих, ставших неактивными в подсостоянии L2.1;
- если одноступенчатая процедура выхода является последним шагом процедуры выхода из подсостояния L2.1, то
 - $\Delta PSD_{ACT} = \Delta PSD_{TOT}$.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Это значение ΔPSD_{ACT} возвращает PSD передачи к значению PSD передачи, которое использовалось при прошлой инициализации процедуры входа в подсостояние L2.1 из состояния линии L0.

Принимающий VTU выбирает параметры передачи, указываемые в команде L2-SRA-Request, так чтобы выполнялись следующие граничные условия.

- Набор активных поднесущих после первой одноступенчатой процедуры выхода должен быть эквивалентным набору активных поднесущих в состоянии L0. Точные настройки коэффициентов усиления и tssi неактивных поднесущих должны быть восстановлены до значений, которые использовались в момент инициирования входа в подсостояние L2.1 из состояния линии L0 в последний раз. В состоянии линии L0 набор активных поднесущих определяется как набор поднесущих из множества MEDLEY при $g_i > 0$ в линейном масштабе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Поскольку все поднесущие, ставшие неактивными в состоянии линии L2, повторно активируются во время первой одноступенчатой процедуры выхода, повышение величины L2.1-NOMATP (определенное в пункте E.3.1.1.1) в результате первой одноступенчатой процедуры выхода может превышать величину L2.1-ATPD.

- Если одноступенчатая процедура выхода – первый и не последний шаг процедуры выхода из подсостояния L2.1, то:
 - первичные параметры кадрирования должны приводить к производному значению ETR, равному или превышающему L2.1-ETR-MAX и не превосходящему ETR_{max} ;
 - значение SNRM должно быть больше или равно L2-MINSNRM.
- Если одноступенчатая процедура выхода не является первым шагом процедуры выхода из подсостояния L2.1, то:
 - значение SNRM должно быть больше или равно L2-TARSNRM и меньше или равно L2-MAXSNRM.
- Если одноступенчатая процедура выхода является последним шагом процедуры выхода из подсостояния L2.1, то:
 - значение SNRM должно находиться в диапазоне между MINSNRM и MAXSNRM;
 - параметр кадрирования NDR, производный от первичных параметров кадрирования, должен быть больше или равен NDR, которая использовалась в момент начала процедуры последнего предыдущего входа в подсостояние L2.1 из состояния линии L0, если это возможно в соответствии с условиями канала;
 - если условия канала не предусматривают NDR, которая использовалась в момент начала процедуры последнего предыдущего входа в подсостояние L2.1 из состояния линии L0, то для команды L2-SRA-Request могут потребоваться другие первичные значения параметров кадрирования (которые приведут к меньшему производному значению параметра кадрирования NDR, чем при входе в L2.1), но без нарушения соответствия конфигурации CO-MIB.

При этих граничных условиях передающий и принимающий VTU должны определять изменение (повышение) PSD передачи и изменение таблицы загрузки битов и параметров кадрирования в соответствии со следующими правилами выхода из состояния L2:

- фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}) увеличивается до максимального значения, которое приводит к повышению NOMATP, не превышающему L2.1-ATPD;
- первичные параметры кадрирования выбираются так, чтобы получить максимальное производное значение ETR.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Эти правила подразумевают, что после первого шага выхода из подсостояния L2.1 (после которого скорость передачи достигает значения L2.1-ETR-MAX или более при данных условиях) каждый из последующих шагов обеспечивает максимально возможное повышение ETR. Эти правила обеспечивают самый быстрый возврат в состояние L0 (минимальное количество шагов выхода при заданном ограничении на повышение PSD).

E.3.1.2.1.3 Применение фактического приращения PSD

Передающий VTU применяет фактическое приращение PSD (ΔPSD_{ACT}) следующим образом:

- ΔPSD_{TOT} уменьшается на величину ΔPSD_{ACT} ;
- если во время входа в подсостояние L2.1 применялось фиксированное приращение PSD, то на всех активных поднесущих значение PSD передачи (в дБм/Гц) повышается, а на всех реактивированных поднесущих устанавливается таким образом, чтобы выполнялось равенство

$$L2.1-MREFPSD(f) = MREFPSD(f) - \Delta PSD_{TOT};$$

- если во время входа в подсостояние L2.1 применялось ограниченное приращение PSD, то на всех активных и всех реактивированных поднесущих значение PSD передачи (в дБ) устанавливается таким образом, чтобы выполнялось равенство

$$L2.1-MREFPSD(f) = \text{MIN} (MREFPSD(f); MAXMREFPSD - \Delta PSD_{TOT}),$$

где *L2.1-MREFPSD* в подсостоянии линии L2.1 применяется так же, как *MREFPSD* в состоянии линии L0, и

где *MAXMREFPSD* – самый высокий уровень PSD в дескрипторе PSD, используемом для передачи *MREFPSD* во время инициализации (см. соответственно пункт 12.3.3.2.1.3 [ITU-T G.993.2] или пункт 12.3.3.2.2.3 [ITU-T G.993.2]).

Если применяется векторизация в нисходящем направлении, то повышение PSD в этом направлении не должно вызывать никаких изменений в значениях сигналов предварительной компенсации в контрольной точке U-O.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Разработчикам приемопередатчиков, работающих в соответствии с [ITU-T G.993.5] или Приложением X или Y [ITU-T G.993.2], следует избегать изменений импеданса приемопередатчика на любой из поднесущих из набора MEDLEY.

Е.3.1.2.2 Многоступенчатая процедура выхода

При многоступенчатой процедуре выхода одноступенчатая процедура выхода выполняется несколько раз – однократно для каждого шага многоступенчатой процедуры выхода. Каждое выполнение одноступенчатой процедуры выхода должно соответствовать требованиям, определенным в пункте Е.3.1.2.1. Все поднесущие, ставшие неактивными в подсостоянии линии L2.1, заново активируются на первом шаге одноступенчатой процедуры выхода.

Е.3.1.3 Реконфигурация в подсостоянии линии L2.1 в режиме онлайн

В подсостоянии линии L2.1 (за исключением случаев, когда выполняется процедура входа в подсостояние L2.1 или выхода из подсостояния L2.1) должны выполняться следующие граничные условия:

- значение SNRM должно быть не меньше MINSNRM;
- первый шаг выхода из подсостояния L2.1 (при текущих условиях канала) должен обеспечивать параметры кадрирования с производным значением ETR, большим или равным L2.1-ETR-MAX.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для первого шага процедуры выхода из подсостояния L2.1 требуются параметры кадрирования с производным значением ETR, большим или равным L2.1-ETR-MAX (см. пункт Е.3.1.2). В подсостоянии линии L2.1 указанное выше граничное условие для ETR гарантирует, что это требование может быть выполнено на первом шаге выхода из подсостояния L2.1.

В подсостоянии линии L2.1 (за исключением случаев, когда выполняется процедура входа в подсостояние L2.1 или выхода из подсостояния L2.1) VTU должны иметь возможность использовать процедуру перестановки битов, определенную в пункте 11.2.2.3 [ITU-T G.993.2] (запрос OLR 1-го типа), в целях сохранения значения SNRM не ниже L2-TARNRM.

Поддержка SRA (запрос OLR 5-го типа) обязательна при входе в L2.1 и в установившемся подсостоянии L2.1. SOS (запрос OLR 6-го типа) не должен использоваться при выполнении процедуры входа в подсостояние L2.1 или выхода из подсостояния L2.1 либо когда линия находится в подсостоянии L2.1. Включение/выключение функции SRA с помощью параметра режима адаптации скорости нисходящего потока (RA-MODE) в CO-MIB применяется только в состоянии линии L0.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – По завершении процедуры выхода из подсостояния L2.1 принимающий VTU может инициировать запросы OLR, разрешенные в состоянии линии L0 (запрос 1, 5 или 6-го типа), для оптимизации характеристик линии.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Изменение точных настроек коэффициентов усиления активных поднесущих во время OLR-процедур может повлиять на ATP состояния линии L0 после выхода из подсостояния L2.1 из-за того, что при повторном входе в состояние L0 точные настройки коэффициентов усиления неактивных поднесущих восстановятся до значений предыдущего состояния линии L0.

Е.3.2 Подсостояние линии L2.2

Основная цель работы в подсостоянии линии L2.2 в режиме LPMode заключается в передаче данных об активности соединения в моменты, когда активность пользователя отсутствует. Помимо методов понижения потребляемой мощности, применяемых в подсостоянии L2.1, для работы в подсостоянии линии L2.2 в режиме LPMode используется дополнительный метод масштабирования мощности, называемый плано-прерывистой работой (SDO).

При SDO символы передаются только в заранее определенном подмножестве из 256 доступных позиций символов данных на каждый суперкадр. Эти 256 позиций символов в каждом суперкадре делятся на четыре группы по 64 смежные позиции символов. Каждая группа начинается со смежных периодов символов, в которых передаются символы данных, за которыми следуют смежные позиции символов, в которых передаются символы молчания (то есть $Z_i = 0$ для всех поднесущих). Когда линия находится в подсостоянии L2.2, позиции символов, в которых передаются символы данных, и позиции символов, в которых передаются символы молчания, во всех суперкадрах одинаковы.

Схема SDO в подсостоянии L2.2 показана на рисунке Е.7. Имеются четыре группы по 64 позиции символов в каждой. В первых 9 позициях символов каждой группы передаются символы данных, а в последних 55 позициях символов – символы молчания.

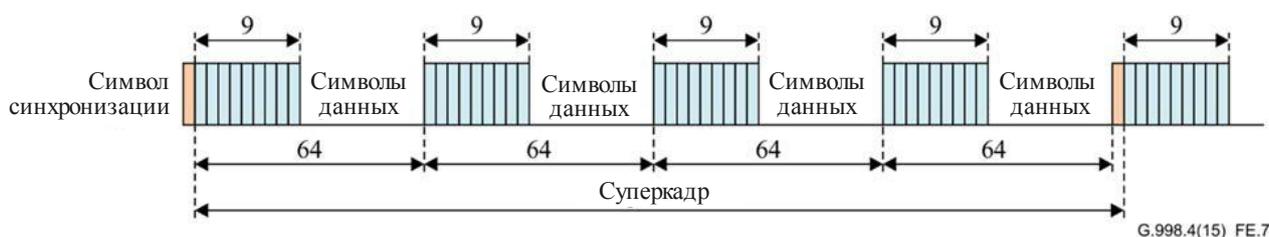


Рисунок Е.7 – Пример подсостояния линии L2.2

В позиции символа синхронизации, за которой следуют первые 9 позиций символов первой группы из 64 позиций символов, вместо передачи 9 символов данных передается последовательность L2-SYNCHRO, определенная для синхронизации входа в подсостояние L2.2 и выхода из него (см. пункты Е.3.2.1 и Е.3.2.2).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – При передаче символов молчания прилагается противодействие в сторону PMS-TC, что предотвращает отправку сообщений eos.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Разработчикам приемопередатчиков, работающих в соответствии с [ITU-T G.993.5] или Приложением X или Y [ITU-T G.993.2], следует избегать изменений импеданса приемопередатчика на любой из поднесущих из набора MEDLEY, в том числе во время передачи символов QUIET.

Когда линия находится в подсостоянии L2.2, функции TPS-TC (см. пункт 7), повторной передачи (см. пункт 8), PMS-TC (см. пункт 9) и PMD (см. пункт 10), а также функции управления повторной передачей (см. пункт 11) применяются со следующими особенностями:

- функции повторной передачи как в нисходящем, так и в восходящем направлении должны быть отключены. Передающий VTU не должен повторно передавать DTU, независимо от того, что было получено по RRC (содержание RRC должно игнорироваться передающим VTU). Однако данные передаются в DTU с тем же допустимым диапазоном параметров кадрования и размерами DTU, что и в подсостоянии линии L2.1;
- значения ETR_{min} и ETR_{max} (см. пункт 7.1.1) не применяются ни в нисходящем, ни в восходящем направлении. Поскольку повторная передача невозможна, для подсостояния линии L2.2 в CO-MIB не определены никакие конкретные границы ETR;
- параметры $TARSNRM$, $MAXSNRM$ и $SNRM_{OFFSET-ROC}$ (см. примечание 3) не применяются. Посредством CO-MIB устанавливаются специальные границы SNRM для состояния L2 (см. пункт Е.4);
- параметры тестирования в CO-MIB не обновляются, а значения ETR, EFTR и $delay_{act_RTX}$ не определяются (см. пункт 11.2), аномалии fec и crc , а также дефекты $left$ и $seft$ не возникают (см. пункт 11.3), а число безошибочных битов, переданных через контрольную точку β_1 , считается нулевым (см. пункт 11.4);

- величина INP_{act_SHINE} (см. пункт 11.2.3) может быть меньше INP_{min} (см. пункт 7.1.1) и даже равной 0;
- величина INP_{act_REIN} (см. пункт 11.2.4) может быть меньше INP_{min_rein} (см. пункт 7.1.1) и даже равной 0.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Если в подсостоянии линии L2.1 возможна векторизация, то может потребоваться продолжение режима поддержки отмены FEXT и в подсостоянии линии L2.2 в целях использования той же таблицы загрузки битов, что и в подсостоянии линии L2.1.

Прежде чем инициировать вход в подсостояние линии L2.2, передающий VTU оценивает стабильность принятого канала с учетом того, что повторная передача в обоих направлениях будет невозможна.

Е.3.2.1 Вход в подсостояние L2.2 из подсостояния L2.1

Критерий входа в подсостояние L2.2 определяется как отсутствие данных, которые должны быть получены от более высоких уровней через контрольную точку γ , за временной интервал, превышающий 500 мс, хотя стабильность принятого канала оценивается как достаточная.

Когда линия находится в подсостоянии L2.1 и соблюден критерий входа в подсостояние L2.2, передающий VTU инициирует переход линии связи из подсостояния L2.1 в подсостояние L2.2 (см. примитив L2.2-entry-request на рисунке Е.1).

Таблица загрузки битов (b_i), набор активных поднесущих и точная настройка коэффициентов усиления (g_i) в подсостоянии L2.2 должны быть такими же, как и в установившемся подсостоянии L2.1.

Процедура входа (см. процедуру входа в подсостояние L2.2 на рисунке Е.1) определяется следующим образом.

- 1 Передающий VTU инициирует одноступенчатую процедуру входа в подсостояние L2.2, отправив команду L2.2-Entry-Request (см. пункт Е.5.5), и ожидает подтверждения. Эта команда L2.2-Entry-Request может повторяться до тех пор, пока подтверждение не будет получено. Отправив команду L2.2-Entry-Request, передающий VTU игнорирует любые входящие запросы OLR от принимающего VTU.
- 2 После приема команды L2.2-Entry-Request принимающий VTU должен в течение 128 мс отменить любой ожидающий запрос OLR и подтвердить команду L2.2-Entry-Request ответом L2.2-Entry-ACK (см. пункт Е.5.5) или отклонить команду L2.2-Entry-Request ответом L2.2-Entry-Reject. Отправив ответ L2.2-Entry-ACK, принимающий VTU в течение следующих 128 мс ожидает последовательность L2-SYNCHRO. Если до приема последовательности L2-SYNCHRO команда L2.2-Entry-Request принята более одного раза, то принимающий VTU подтверждает или отклоняет каждую команду L2.2-Entry-Request соответственно ответом L2.2-Entry-ACK или L2.2-Entry-Reject.
- 3 Получив ответ L2.2-Entry-ACK, передающий VTU подтверждает его, отправив в течение 128 мс последовательность L2-SYNCHRO. Получив ответ L2.2-Entry-Reject, передающий VTU может повторить команду L2.2-Entry-Request.
- 4 Начиная с первого символа, следующего за последовательностью L2-SYNCHRO, передающий VTU передает, а принимающий VTU принимает символы данных в позициях символов данных, определенных SDO (см. пункт Е.3.2).

По завершении процедуры входа в подсостояние L2.2 линия считается находящейся в подсостоянии L2.2 до выполнения процедуры выхода из подсостояния L2.2 или перехода линии в состояние L3.

Пока линия находится в подсостоянии L2.2, принимающий VTU отслеживает изменения канала (например, изменения шума) через OLR. Если в подсостоянии линии L2.2 принимающий VTU обнаруживает, что $SNRM$ меньше чем $L2-MINSNRM$, он подает в передающий VTU команду L2.2-RX-Exit-Request с кодом причины "OLR2" (см. пункт Е.5.6). Пока линия находится в подсостоянии L2.1, величина $SNRM$ корректируется с использованием стандартной процедуры OLR, определенной в пункте Е.3.1.3. По завершении процедуры OLR передающий VTU инициирует переход линии из подсостояния L2.1 в подсостояние L2.2, если критерий входа в подсостояние L2.2 все еще выполняется (см. примитив L2.2-entry-request на рисунке Е.1).

Если передающий VTU обнаруживает ошибки, вызванные присутствием помех типа REIN, когда линия находится в подсостоянии L2.1, передающий VTU не должен инициировать переход линии из подсостояния L2.1 в подсостояние L2.2. Если принимающий VTU обнаруживает помехи типа REIN, когда линия находится в подсостоянии L2.2, он подает передающему VTU команду L2.2-RX-Exit-Request с кодом причины "REIN" (см. пункт E.5.6).

E.3.2.2 Выход из подсостояния L2.2 в подсостояние L2.1

Критерий выхода из подсостояния L2.2 определяется как прием передающим VTU от функции управления более высокого уровня примитива, указывающего на необходимость перехода линии из подсостояния L2.2, или обнаружение передающим VTU условия, которое при его сохранении может вызвать повторную передачу, или получение передающим VTU команды L2.2-RX-Exit-Request от принимающего VTU.

Когда линия находится в подсостоянии L2.2 и соблюден критерий выхода из подсостояния L2.2, передающий VTU инициирует переход линии из подсостояния L2.2 в подсостояние L2.1 (см. примитив L2.2-exit-request на рисунке E.1).

Процедура выхода (см. процедуру выхода из подсостояния L2.2 на рисунке E.1) определяется следующим образом.

- 1 Передающий VTU инициирует процедуру выхода из подсостояния L2.2, отправив команду L2.2-Exit-Request (см. пункт E.5.6), и ожидает подтверждения. Эта команда L2.2-Exit-Request может повторяться до тех пор, пока подтверждение не будет получено.
- 2 Приняв команду L2.2-Exit-Request, принимающий VTU в течение 128 мс подтверждает ее получение ответом L2.2-Exit-ACK (см. пункт E.5.6). Отправив ответ L2.2-Exit-ACK, принимающий VTU в течение следующих 128 мс ожидает последовательность L2-SYNCHRO. Если до приема последовательности L2-SYNCHRO команда L2.2-Exit-Request принята более одного раза, то принимающий VTU подтверждает каждую команду L2.2-Exit-Request ответом L2.2-Entry-ACK.
- 3 Получив ответ L2.2-Exit-ACK, передающий VTU подтверждает его, отправив в течение 128 мс последовательность L2-SYNCHRO.
- 4 Начиная с первого символа, следующего за последовательностью L2-SYNCHRO, передающий VTU передает, а принимающий VTU принимает символы данных в позициях символов данных с параметрами, определенными для работы в подсостоянии L2.1.

Когда процедура выхода из подсостояния L2.2 завершена, считается, что линия возвратилась в подсостояние L2.1. До тех пор линия считается находящейся в подсостоянии L2.2.

E.4 Конфигурация и отчеты о состоянии СО-МІВ

Параметры конфигурации СО-МІВ, относящиеся к режиму LPMode, определены в таблице E.1. Параметры отчетов о состоянии СО-МІВ, относящиеся к режиму LPMode, определены в таблице E.2.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Форум по широкополосной связи рекомендует, чтобы после первого шага процедуры выхода из подсостояния L2.1 (см. пункт E.3.1.2) скорость передачи данных составляла 5 Мбит/с. Это позволит перейти из подсостояния L2.1 в состояние L0 без дополнительных шагов, вызывающих чрезмерную задержку или прерывание обслуживания. Эта скорость передачи данных может быть подходящей настройкой параметра L2.1-ETR-MAX.

Таблица Е.1 – Параметры конфигурации CO-MIB, относящиеся к режиму LPMode

Параметр конфигурации	Ссылка на МСЭ-Т G.997.1	Определение
Принудительный перевод в состояние регулирования мощности (PMSF)	7.3.1.1.3	Принудительный перевод в состояние регулирования мощности указывает состояние управления мощностью, в которое VTU устанавливается посредством CO-MIB
Разрешение состояния регулирования мощности (PMMode)	7.3.1.1.4	Режим управления мощностью указывает допустимые состояния линии. Этот параметр передается в VTU-R во время инициализации. Бит 0: указывает, разрешено (1) или не разрешено (0) состояние линии L3. Бит 1: указывает, разрешено (1) или не разрешено (0) подсостояние линии L2.1 в нисходящем направлении. Бит 2: указывает, разрешено (1) или не разрешено (0) подсостояние линии L2.2 в нисходящем направлении
Минимальный интервал времени между последовательными приращениями L2 ΔPSD во время процедуры входа в подсостояние L2.1 или выхода из подсостояния L2.1 (L2-TIME)	7.3.1.1.6	Минимальное время (в секундах), в течение которого применяется одна и та же PSD передачи между последовательными приращениями L2 ΔPSD во время процедуры входа в подсостояние L2.1 или выхода из подсостояния L2.1. Изменяется в диапазоне от 0 до 255 секунд с шагом 1 секунда
Максимальное приращение суммарной мощности передачи (отрицательное или положительное) на каждое приращение L2 ΔPSD соответственно во время процедуры входа в подсостояние L2.1 или выхода из него (L2.1-ATPD)	7.3.1.1.7	Максимальное приращение суммарной мощности передачи (в дБ) на каждое приращение L2 ΔPSD во время процедуры входа в подсостояние L2.1 или выхода из подсостояния L2.1. Изменяется в диапазоне от 0 до 31 дБ с шагом 1 дБ
Общее максимальное суммарное понижение мощности передачи в подсостоянии L2.1 (L2.1-ATPRT)	7.3.1.1.9	Общее максимальное суммарное понижение мощности передачи (в дБ), которое может быть выполнено в подсостоянии линии L2.1. Это суммарная величина понижения АТР, обеспечиваемая всеми приращениями L2 ΔPSD во время процедуры входа в подсостояние L2.1 или выхода из него. Изменяется в диапазоне от 0 до 31 дБ с шагом 1 дБ
Временной порог для входа в состояние L2 (L2.1-ENTRY-TIME)		Период времени (в секундах) для запуска перехода из состояния линии L0 в подсостояние линии L2.1. Изменяется в диапазоне от 1 до 255 секунд с шагом 1 секунда
L2.1-ETR-MIN		Минимальное значение ETR (в кбит/с), которое должно поддерживаться в подсостоянии линии L2.1. Допустимый диапазон: от 256 кбит/с до 8192 кбит/с с шагом 8 кбит/с.
L2.1-ETR-MAX		Максимальное значение ETR (в кбит/с), разрешенное в подсостоянии линии L2.1 (см. примечание). Допустимый диапазон: от 4096 кбит/с до 32 768 бит/с с шагом 8 кбит/с
L2-MINSNRM		Минимальный запас SNR (в дБ), предусмотренный после первого шага многоступенчатой процедуры выхода из подсостояния L2.1. Изменяется в диапазоне от 0 до 31 дБ с шагом 0,1 дБ
L2-TARSNRM		Целевое значение SNR (в дБ), которое должно поддерживаться в подсостоянии линии L2.1. Изменяется в диапазоне от 0 до 31 дБ с шагом 0,1 дБ

Таблица Е.1 – Параметры конфигурации СО-МІВ, относящиеся к режиму LPMode

Параметр конфигурации	Ссылка на МСЭ-Т G.997.1	Определение
L2-MAXSNRM		Максимальный запас SNR (в дБ) в подсостоянии линии L2.1, включая вход в него и вход из него. Изменяется в диапазоне от 0 до 31 дБ с шагом 0,1 дБ
L2-BANDS		Полосы частот, в которых отключение поднесущих в подсостоянии L2.1 недопустимо

Таблица Е.2 – Параметры отчетов о состоянии СО-МІВ, относящиеся к режиму LPMode

Параметр отчетов	Ссылка на МСЭ-Т G.997.1	Определение
Состояние управления мощностью (PM-STATE)	7.5.1.5	Состояние управления мощностью линии (находящейся в L0, L2.1, L2.2 или L3). Его значение настраивается с помощью функции управления VTU на ближнем конце линии, возможно, на основе конфигурации, установленной посредством СО-МІВ и/или функции управления на дальнем конце линии. Определяется отдельно для нисходящего и восходящего направлений
Метод регулирования PSD		Тип приращений PSD, применявшихся при последнем входе в подсостояние линии L2.1. Допустимые значения метода регулирования PSD – "фиксированные приращения PSD" и "ограниченные приращения PSD"

Параметры конфигурации СО-МІВ, передаваемые в VTU-R, включены в поле параметров LPMode Рекомендации МСЭ-Т G.998.4, описанное в таблице Е.3. Поле параметров LPMode G.998.4 должно быть включено в поле параметра G.998.4 сообщения инициализации O-TPS (см. таблицу С.3).

Таблица Е.3 – Поле параметров LPMode МСЭ-Т G.998.4 сообщения O-TPS

Номер поля	Наименование поля	Формат	Описание
1	Длина поля параметров	1 байт	Общее число байтов данных в поле параметров LPMode МСЭ-Т G.998.4 (см. Примечание)
2	L2.1-ATPDds	1 байт	См. таблицу Е.1
3	L2.1-ATPRTds	1 байт	См. таблицу Е.1
4	L2-MINSNRMds	2 байта	См. таблицу Е.1
5	L2-TARSNRMds	2 байта	См. таблицу Е.1
6	L2-MAXSNRMds	2 байта	См. таблицу Е.1
7	L2.1-ETR-MINds	2 байта	См. таблицу Е.1
8	L2.1-ETR-MAXds	2 байта	См. таблицу Е.1
9	L2-BANDSds	Переменная	См. таблицу Е.1

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если работа в соответствии с настоящим приложением запрещена, то число байтов данных может быть равно нулю.

Поле #1 "длина поля параметров" указывает количество байтов данных в поле параметров LPMoDe MCЭ-Т G.998.4. Байты данных – это байты, следующие за этим байтом указателя длины (то есть все байты поля параметров LPMoDe MCЭ-Т G.998.4, отсчитываемые от предпоследнего байта). Этот байт позволяет правильно анализировать сообщения O-TPS даже тем устройствам VTU-R, которые не поддерживают LPMoDe MCЭ-Т G.998.4.

Поле #2 "L2.1-ATPDds" представляет собой 1-байтовое поле, содержащее целое число без знака в диапазоне от 0 до 31 (от 0 до 31 дБ с шагом 1 дБ).

Поле #3 "L2.1-ATPRTds" представляет собой 1-байтовое поле, содержащее целое число без знака в диапазоне от 0 до 31 (от 0 до 31 дБ с шагом 1 дБ).

Поле #4 "L2-MINSNRMs" представляет собой 2-байтовое поле, содержащее целое число без знака в диапазоне от 0 до 310 (от 0 до 31 дБ с шагом 0,1 дБ).

Поле #5 "L2-TARSNRMs" представляет собой 2-байтовое поле, содержащее целое число без знака в диапазоне от 0 до 310 (от 0 до 31 дБ с шагом 0,1 дБ).

Поле #6 "L2-MAXSNRMs" представляет собой 2-байтовое поле, содержащее целое число без знака в диапазоне от 0 до 310 (от 0 до 31 дБ с шагом 0,1 дБ).

Поле #7 "L2.1-ETR-MINds" представляет собой 2-байтовое поле, содержащее значение ETR, кратное 8 кбит/с.

Поле #8 "L2.1-ETR-MAXds" представляет собой 2-байтовое поле, содержащее значение ETR, кратное 8 кбит/с.

Поле #9 "L2-BANDSds" представляет собой дескриптор полос, определенный в таблице 12-22 [ITU-T G.993.2].

E.5 Координация переходов состояний линии между VTU-O и VTU-R

Этот пункт дополняет пункт 11.2.3.9 [ITU-T G.993.2] eoc-сообщениями управления мощностью для состояния линии L2 и его подсостояний L2.1 и L2.2.

В этом пункте определяются следующие сообщения eoc:

- команда L2.1-Entry-Step-Request и ответы на нее (см. пункт E.5.1);
- команда L2.1-Exit-Step-Request и ответы на нее (см. пункт E.5.2);
- команда L2-SRA-Request и ответы на нее (см. пункт E.5.3);
- команда L2-ΔPSD-Request и ответы на нее (см. пункт E.5.4);
- команда L2.2-Entry-Request и ответы на нее (см. пункт E.5.5);
- команда L2.2-Exit-Request и ответы на нее (см. пункт E.5.6).

E.5.1 Команда L2.1-Entry-Step-Request и ответы на нее

Команда L2.1-Entry-Step-Request определена в таблице E.4. Ответы на команду L2.1-Entry-Step-Request определены в таблице E.5. Команда L2.1-Entry-Step-Request инициируется передающим VTU для выполнения одноступенчатой процедуры входа в подсостояние L2.1. Команда L2-Entry-Step содержит порядковый номер шага и признак, указывающий, является ли этот шаг последним шагом процедуры входа в L2.1. Команда L2.1-Entry-Step-Request указывает значение целевого приращения PSD (ΔPSD_{TAR}) и тип применяемого приращения PSD (фиксированное или ограниченное). Приемник либо подтверждает команду, отправив команду L2-SRA-Request, либо отклоняет ее, отправив ответ L2.1-Entry-Step-Reject с соответствующим кодом причины, определенным в таблице E.5.

Первый октет команды и ответа определен в таблице 11-4 [ITU-T G.993.2] (обычный приоритет). Другие октеты определены соответственно в таблице E.4 и таблице E.5.

Таблица Е.4 – Команда L2.1-Entry-Step-Request, отправляемая передающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2.1-Entry-Step-Request	5	2	01 ₁₆ (см. Примечание 1)
		3	Один октет, содержащий: бит 7 (MSB): значение 1 указывает, что это последний шаг процедуры входа в подсостояние L2.1; биты 6–0 (LSB): счетчик числа шагов в формате целого числа без знака (см. Примечание 2)
		4	Один октет, содержащий значение ΔPSD_{TAR} в диапазоне от 0 до 25,5 дБ с шагом 0,1 дБ, представленное как целое число без знака
		5	Тип приращения PSD: 00 ₁₆ : фиксированное приращение PSD; 01 ₁₆ : ограниченное приращение PSD (см. Примечание 1)
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т. ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Счетчик шагов устанавливается в 1 на первом шаге процедуры входа в подсостояние L2.1 и увеличивается на 1 на каждом последующем шаге многоступенчатой процедуры входа.			

Таблица Е.5 – Ответы на команду L2.1-Entry-Step-Request, отправляемые принимающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2-SRA-Request	См. пункт Е.5.3		См. пункт Е.5.3
L2.1-Entry-Step-Reject	3	2	81 ₁₆ (см. Примечание)
		3	Один октет кода причины со следующими допустимыми значениями: 01 ₁₆ – занят; 02 ₁₆ – недопустимые параметры; 03 ₁₆ – чрезмерное понижение PSD (см. Примечание)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.			

Е.5.2 Команда L2.1-Exit-Step и ответы на нее

Команда L2.1-Exit-Step-Request определена в таблице Е.6. Ответы на команду L2.1-Exit-Step-Request определены в таблице Е.7. Команда L2.1-Exit-Step-Request инициирует выполнение одноступенчатой процедуры выхода с указанием фактического приращения PSD, которое будет применяться начиная с первой позиции символа данных после первой последовательности L2-SYNCHRO (см. пункт Е.3.1.2).

Первый октет команды и ответа определен в таблице 11-2 [[ITU-T G.993.2](#)] (высокий приоритет). Другие октеты определены соответственно в таблице Е.6 и таблице Е.7.

Таблица Е.6 – Команда L2.1-Exit-Step-Request, отправляемая передающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2.1-Exit-Step-Request	4	2	02 ₁₆ (см. Примечание 1)
		3	Один октет, содержащий: бит 7 (MSB) – значение 1 указывает, что это последний шаг процедуры выхода из подсостояния L2.1; биты 6–0 (LSB) – счетчик числа шагов в формате целого числа без знака (см. Примечание 2)
		4	Один октет, содержащий значение ΔPSD_{TAR} в диапазоне от 0 до 25,5 дБ с шагом 0,1 дБ, представленное как целое число без знака (см. Примечание 3)
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Счетчик шагов устанавливается в 1 на первом шаге процедуры выхода и увеличивается на 1 на каждом последующем шаге многоступенчатой процедуры выхода.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Используется один и тот же тип приращения PSD (фиксированное или ограниченное), указанный командой L2.1-Entry-Step-Request.</p>			

Таблица Е.7 – Ответы на команду L2.1-Exit-Step-Request, отправляемые принимающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2- Δ PSD-Request	См. пункт Е.5.4		См. пункт Е.5.4

Е.5.3 Команда L2-SRA-Request и ответы на нее

Команда L2-SRA-Request определена в таблице Е.8. Команда L2-SRA-Request инициируется принимающим VTU и либо подтверждается последовательностью L2-SYNCHRO, либо отклоняется ответом, определенным в таблице Е.9. Сообщение L2-SRA-Request указывает фактическое приращение PSD, таблицу загрузки битов (только биты, без коэффициентов усиления и тональных индексов, всего 4 бита на поднесущую), набор активных поднесущих и параметры кадрирования, которые применяются начиная с первой позиции символа данных после следующей последовательности L2-SYNCHRO (см. пункты Е.3.1.1 и Е.3.1.2). Группирование поднесущих (со значением группового идентификатора (G), равным 1, 2 или 4) сокращает длину команды до длины, не требующей сегментации.

Время изменения параметров, указанных в команде L2-SRA-Request, указано в пункте Q.3.1.1.1 (одноступенчатая процедура).

Первый октет команды и ответа определен в таблице 11-2 [ITU-T G.993.2] (высокий приоритет). Другие октеты определены соответственно в таблице Е.8 и таблице Е.9.

Таблица Е.8 – Команда L2-SRA-Request, отправляемая принимающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2-SRA-Request	Переменная	2	03 ₁₆ (см. Примечание 1)
		3	Один октет, содержащий значение ΔPSD_{TAR} в диапазоне от 0 до 25,5 дБ с шагом 0,1 дБ, представленное как целое число без знака
		4–5	Два октета, содержащие новое значение L_1
		6	Один октет, содержащий новое значение B_{10}
		7	Один октет, содержащий новое значение M_1
		8	Один октет, содержащий новое значение R_1
		9	Один октет, содержащий новое значение Q
		10	Один октет, содержащий новое значение V
		11	Один октет, содержащий новое значение Q_{tx}
		12	Один октет, содержащий новое значение lb
		13	Группа поднесущих (G) для таблицы загрузки битов ($G = 1, 2$ или 4)
		Переменный	Таблица загрузки битов 1-го диапазона набора MEDLEY с использованием группы поднесущих (см. Примечания 2, 3)
		Переменный	Таблица загрузки битов 2-го диапазона набора MEDLEY с использованием группы поднесущих (см. Примечания 2, 3)
	
Переменный	Таблица загрузки битов последнего диапазона набора MEDLEY с использованием группы поднесущих (см. Примечания 2, 3)		
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все прочие значения октета номер 2 зарезервированы МСЭ-Т.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Полосы набора MEDLEY определены в O-PRM (таблица 12-30 [ITU-T G.993.2]) для нисходящего потока и в R-PRM (таблица 12-36 [ITU-T G.993.2]) для восходящего потока, а формат дескриптора полос определен в таблице 12-22 [ITU-T G.993.2]. Таблица загрузки битов для полосы содержит $\lceil (\text{Индекс последней поднесущей} - \text{Индекс первой поднесущей} + 1) / (2 \times G) \rceil$ октетов в длину (4 бита на группу поднесущих, причем младшие разряды последнего октета установлены в 0, если число групп поднесущих в полосе нечетно).</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Если команда подается в ответ на команду L2.1-Entry-Step-Request, то особое значение F_{16} из 4 битов на поднесущую указывает на то, что поднесущая должна быть неактивна и оставаться неактивной до получения команды L2.1-Exit-Step-Request.</p>			

Таблица Е.9 – Ответы на команду L2-SRA-Request, отправляемые передающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2-SRA- Reject	3	2	83 ₁₆ (см. Примечание 1)
		3	Один октет кода причины со следующими допустимыми значениями (см. Примечание 1): 01 ₁₆ – занят; 02 ₁₆ – недопустимые параметры
L2.1-Exit- Step-Request (см. Примечание 2)	См. пункт Е.5.2		См. пункт Е.5.2
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Передающий VTU использует эту команду только в том случае, если он получил примитив L2.1-exit-request через контрольную точку γ_MGMT на ближнем конце линии, и, таким образом, переход к процедуре входа в подсостояние L2.1 невозможен, или если он решил прервать процедуру входа в подсостояние L2.1.</p>			

Е.5.4 Команда L2-ΔPSD-Request и ответы на нее

Команда L2-ΔPSD-Request определена в таблице Е.10. Команда L2-ΔPSD-Request инициируется принимающим VTU и либо подтверждается последовательностью L2-SYNCHRO, либо отклоняется ответом, определенным в таблице Е.11. Команда L2-ΔPSD-Request указывает, что принимающий VTU готов к тому, что передающий VTU применит приращение ΔPSD (указанное в команде L2.1-Exit-Step-Request), начиная с первой позиции символа данных после следующей последовательности L2-SYNCHRO (см. пункты Е.3.1.1 и Е.3.1.2).

Первый октет команды и ответа определен в таблице 11-2 [[ITU-T G.993.2](#)] (высокий приоритет). Другие октеты определены соответственно в таблице Е.10 и таблице Е.11.

Таблица Е.10 – Команда L2-ΔPSD-Request, отправляемая принимающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2-ΔPSD- Request	2	2	04 ₁₆ (см. Примечание)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.			

Таблица Е.11 – Ответы на команду L2-ΔPSD-Request, отправляемые передающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2-ΔPSD- Reject (см. Примечания 2, 3)	3	2	84 ₁₆ (см. Примечание 1)
		3	Один октет кода причины со следующими допустимыми значениями (см. Примечание 1): 01 ₁₆ – занят
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Передающий VTU может использовать эту команду только во время процедуры входа в подсостояние L2.1. Во время процедуры выхода из подсостояния L2.1 передающий VTU должен быть готов к выполнению команды L2-ΔPSD-Request.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Передающий VTU использует эту команду только в том случае, если он получил примитив L2.1-exit-request через контрольную точку γ_MGMT на ближнем конце линии и, таким образом, переход к процедуре входа в подсостояние L2.1 невозможен, или если он решил прервать процедуру входа в подсостояние L2.1.</p>			

Е.5.5 Команда L2.2-Entry-Request и ответы на нее

Команда L2.2-Entry-Request определена в таблице Е.12. Ответы на команду L2.2-Entry-Request определены в таблице Е.13. Команда L2.2-Entry-Request инициирует процедуру входа с передачей, как определено для подсостояния линии L2.2, начиная с первой позиции символа данных после следующей последовательности L2-SYNCHRO (см. пункт Е.3.2.1).

Первый октет команды и ответа определен в таблице 11-4 [ITU-T G.993.2] (обычный приоритет). Другие октеты определены соответственно в таблице Е.12 и таблице Е.13.

Таблица Е.12 – Команда L2.2-Entry-Request, отправляемая передающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2.2-Entry-Request	2	2	05 ₁₆ (см. Примечание)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.			

Таблица Е.13 – Ответы на команду L2.2-Entry-Request, отправляемые принимающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2.2-Entry-ACK	2	2	80 ₁₆ (см. Примечание)
L2.2-Entry-Reject	3	2	85 ₁₆ (см. Примечание)
		3	Один октет кода причины со следующими допустимыми значениями (см. Примечание): 01 ₁₆ – занят
ПРИМЕЧАНИЕ. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.			

Е.5.6 Команда L2.2-Exit-Request и ответы на нее

Команда L2.2-Exit-Request определена в таблице Е.14. Ответы на команду L2.2-Exit-Request определены в таблице Е.15. Команда L2.2-Exit-Request инициирует процедуру выхода с передачей, как определено для подсостояния линии L2.1, начиная с первой позиции символа данных после следующей последовательности L2-SYNCHRO (см. пункт Е.3.2.1).

Первый октет команды и ответа определен в таблице 11-4 [ITU-T G.993.2] (обычный приоритет). Другие октеты определены соответственно в таблице Е.14 и таблице Е.15.

Таблица Е.14 – Команда L2.2-Exit-Request, отправляемая передающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2.2-Exit-Request	2	2	06 ₁₆ (см. Примечание)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.			

Таблица Е.15 – Ответы на команду L2.2-Exit-Request, отправляемые принимающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2.2-Exit-ASK	2	2	80 ₁₆ (см. Примечание)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.			

Е.5.7 Команда L2.2-RX-Exit-Request и ответы на нее

Команда L2.2-RX-Exit-Request определена в таблице Е.16. Ответы на команду L2.2-RX-Exit-Request определены в таблице Е.17. Команда L2.2-RX-Exit-Request представляет собой запрос принимающего VTU на выход линии из подсостояния L2.2 для выполнения OLR в подсостоянии L2.1 (код причины "OLR") или во избежание нахождения линии в подсостоянии L2.2 при наличии помех типа REIN (код причины "REIN").

Первый октет команды и ответа определен в таблице 11-4 [ITU-T G.993.2] (обычный приоритет). Другие октеты определены соответственно в таблице Е.16 и таблице Е.17.

Таблица Е.16 – Команда L2.2-RX-Exit-Request, отправляемая принимающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2.2-RX-Exit-Request	3	2	07 ₁₆ (см. Примечание 1)
		3	Один октет кода причины со следующими допустимыми значениями (см. Примечание 1): 01 ₁₆ – OLR; 02 ₁₆ – REIN
ПРИМЕЧАНИЕ. – Все прочие значения зарезервированы МСЭ-Т.			

Таблица Е.17 – Ответы на команду L2.2-RX-Exit-Request, отправляемые передающим VTU

Имя	Длина (октеты)	Номер октета	Содержание
L2.2-Exit-Request	См. пункт Е.5.6		См. пункт Е.5.6

Дополнение I

Конечный автомат передачи

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

I.1 Эталонный конечный автомат передачи

ПРИМЕЧАНИЕ. – При выводе нижеследующих уравнений для эталонного конечного автомата передачи предполагается, что символы данных передаются с частотой f_s без вставки символов синхронизации.

По завершении последней передачи одних и тех же DTU эталонный конечный автомат передачи повторно передает неподтвержденные DTU, а именно Q_{tx} DTU. Неподтвержденный DTU не подлежит повторной передаче позднее $delay_max$ с момента первой передачи того же DTU. Поэтому максимальный размер буфера приема, выраженный числом DTU ($Q_{rx,max}$), можно получить из $delay_max$ следующим образом:

$$Q_{rx,max} = \left\lfloor \frac{Delay_max \cdot f_s}{S \cdot Q} \right\rfloor.$$

Аналогично, для удовлетворения требования минимальной задержки $delay_min$ минимальный размер буфера приема, выраженный числом DTU ($Q_{rx,min}$), можно получить из $delay_min$ следующим образом:

$$Q_{rx,min} = \left\lceil \frac{Delay_min \cdot f_s}{S \cdot Q} \right\rceil.$$

Информационный конечный автомат передачи не имеет ограничений на число повторных передач за единицу времени.

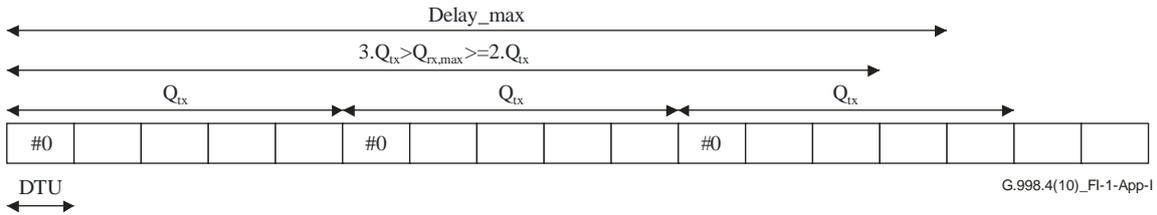


Рисунок I.1 – Пример многократных повторных передач DTU при $SID = 0$ и $2 \cdot Q_{tx} \leq Q_{rx,max} < 3 \cdot Q_{tx}$

Самый длинный импульс эталонного конечного автомата передачи (выраженный числом символов DMT), который может быть исправлен в отсутствие помех типа REIN (то есть $INP_REIN_min = 0$), вычисляется по формуле

$$INP = \begin{cases} \lfloor (N_{ret} \times Q_{tx} - 1) \times S \times Q \rfloor, & \text{если } Q_{tx} \geq roundtrip_{DTU}, \\ 0 & \text{иначе,} \end{cases}$$

где $roundtrip_{DTU} = \left\lceil \frac{HRT_{tx}^S + HRT_{Rx}^S}{S \cdot Q} \right\rceil + HRT_{Tx}^{DTU} + HRT_{Rx}^{DTU} + 1$ – полная двусторонняя задержка,

выраженная числом DTU;

N_{ret} – максимальное число повторных передач в пределах максимальной задержки, указанной в пункте 8.6.4.

Если требуется защита от помех типа REIN (то есть $INP_REIN_min > 0$), то INP определяется как

$$INP = \lfloor ((N_{ret} - 1) \times Q_{tx} - 1) \times S \times Q \rfloor,$$

если соблюдаются следующие условия:

- i) $N_{ret} \geq 2$;
- ii) $Q_{tx} \geq \text{roundtrip}_{DTU}$;
- iii) $\left(N_{ret} \times Q_{tx} + \left\lceil \frac{INP_min_rein}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \right) \times S_1 \times Q \leq \left\lfloor \frac{k \times f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rfloor$;
- iv) $N_{ret} \times Q_{tx} \geq \left\lceil \left(\left\lfloor \frac{(k-1) \times f_{DMT}}{f_{REIN}} + INP_min_rein \right\rfloor \right) \times \frac{1}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1$;
- v) $\left(Q_{tx} + \left\lceil \frac{INP_min_rein}{S_1 \times Q} \right\rceil + 1 \right) \times S_1 \times Q \leq \left\lfloor \frac{f_{DMT}}{f_{REIN}} \right\rfloor$.

Если какое-либо из вышеуказанных условий не выполняется, INP равно 0.

I.2 Конечный автомат последней повторной передачи

Если DTU, расположенный в любом месте буфера повторной передачи TX, превысит ограничение $delay_max$, поскольку его повторная передача производится после следующего исходящего DTU-контейнера, то этот DTU передается в следующем исходящем контейнере и помечается как подтвержденный. Никакие другие изменения в буфере не требуются. Переданный DTU не ставится в начало очереди. Эта последняя повторная передача выполняется, даже если предыдущая повторная передача на данный момент не подтверждена. Плановые (повторные) передачи других DTU задерживаются на один DTU-контейнер. Схема изображена на рисунке I.2.

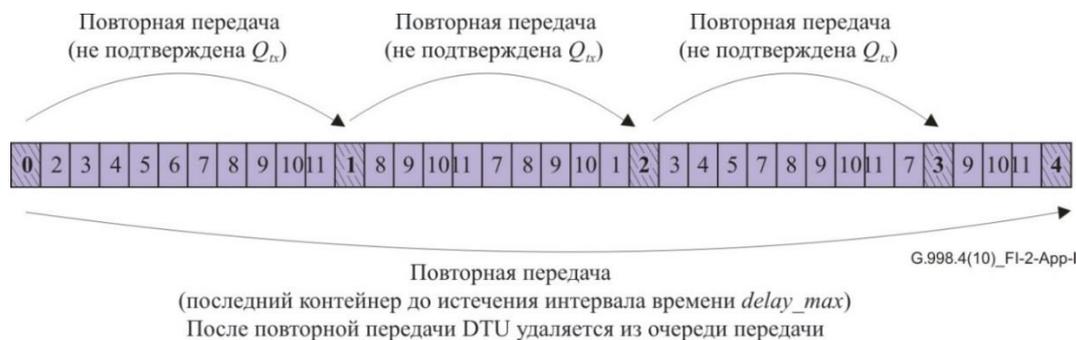


Рисунок I.2 – Графическое представление конечного автомата последней повторной передачи

Конечный автомат последней повторной передачи обеспечивает максимально достижимую защиту от импульсных помех $INP_min \sim delay_max$.

Дополнение II

Обоснование ускоренного тестирования МТВЕ

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

Данное Дополнение содержит обоснование требования ускоренного тестирования МТВЕ для P_{DTU} .

Постоянный шум может вызывать повторные передачи в зависимости от уровня шума. Можно предположить, что вероятность искажения DTU из-за постоянного шума одинакова для всех повторных передач одного и того же DTU. Это связано с тем, что время между повторными передачами велико по сравнению с влиянием декодера Витерби.

Рассматривая среду только с постоянным шумом, можно рассчитать МТВЕ после повторной передачи по следующей формуле:

$$MTBE_{RET} = \frac{T_{DTU}}{(P_{DTU})^{M_{RET}+1}},$$

где:

$MTBE_{RET}$: МТВЕ в секундах после повторных передач;

P_{DTU} : вероятность того, что DTU искажен, то есть не принят надлежащим образом при первой передаче;

T_{DTU} : длительность DTU в секундах;

M_{RET} : допустимое число повторных передач для дополнительной устойчивости к ошибкам, вызванным постоянным шумом. Это число повторных передач, которые система может поддерживать в дополнение к числу повторных передач, необходимых для удовлетворения различных требований по защите от импульсных помех.

И наоборот, для данного требуемого значения $MTBE_{RET}$ можно рассчитать требуемое значение P_{DTU} по следующей формуле:

$$P_{DTU} = \left(\frac{T_{DTU}}{MTBE_{RET}} \right)^{\frac{1}{M_{RET}+1}}.$$

В этой версии Рекомендации МСЭ-Т G.998.4 предполагается, что $M_{RET} = 1$. Условия, позволяющие дополнительно оптимизировать рабочие характеристики, являются предметом дальнейшего изучения. В данном случае:

$$P_{DTU} = \left(\frac{T_{DTU}}{MTBE_{RET}} \right)^{1/2}.$$

Также предполагается, что $MTBE_{RET} = 14\,400$ секунд (см. пункт 10.3). Тогда получаем:

$$P_{DTU} = \left(\frac{T_{DTU_in_DMT}}{14\,400 \times f_s} \right)^{1/2} = \frac{8,3333 \times 10^{-3}}{\sqrt{f_s}} \times (T_{DTU_in_DMT})^{1/2},$$

где:

f_s : скорость передачи символов данных (Гц);

$T_{DTU_in_DMT}$: длительность DTU, выраженная в символах DMT. Это идентично $Q \times S_1$.

Как указано в пункте 8.1, значение $T_{DTU_in_DMT}$ может варьироваться в диапазоне от $1/2$ до 4 символов DMT.

В таблице II.1 приведены некоторые примеры числовых значений P_{DTU} для DTU разного размера.

Таблица II.1 – Значение P_{DTU} в зависимости от длительности DTU

$T_{DTU_in_DMT}$	P_{DTU} для $f_s = 4000$	P_{DTU} для $f_s = 8000$
0,5	$0,9317 \times 10^{-4}$	$0,6588 \times 10^{-4}$
1	$1,3176 \times 10^{-4}$	$0,9317 \times 10^{-4}$
2	$1,8634 \times 10^{-4}$	$1,3176 \times 10^{-4}$
4	$2,6352 \times 10^{-4}$	$1,8634 \times 10^{-4}$

Служебные данные при повторной передаче для коррекции ошибок, вызванных постоянным шумом ($STAT_OH$, см. таблицу 9-2), приблизительно равны P_{DTU} . В таблице 9-2 это значение аппроксимируется как значение порядка единиц на 10^{-4} , независимо от размера DTU и скорости передачи символов. Это значение согласуется с диапазоном значений, указанных в таблице II.1.

Библиография

- [b-TR-126] Broadband Forum TR-126 (2006), *Triple-Play Services Quality of Experience (QoE) Requirements*

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Принципы тарификации и учета и экономические и стратегические вопросы международной электросвязи/ИКТ
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	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	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация, а также соответствующие измерения и испытания
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 межсетевого протокола, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи