



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.992.3

(01/2005)

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

Цифровые участки и система цифровых линий –
Сети доступа

**Приемопередатчики асимметричной цифровой
абонентской линии 2 (ADSL2)**

Рекомендация МСЭ-Т G.992.3

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

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЧ-СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНЫМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	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	G.990–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	G.7000–G.7999
ETHERNET И АСПЕКТЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ СООБЩЕНИЙ	G.8000–G.8999
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999

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

Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии 2 (ADSL2)

Резюме

В данной Рекомендации описывается приемопередатчик асимметричной цифровой абонентской линии (ADSL) на металлических витых парах, который обеспечивает высокоскоростную передачу данных между оператором сети (ATU-C) и пользователем (ATU-R). В Рекомендации определен ряд каналов передачи кадра совместно с одной из двух базовых служб, а также без таких служб в зависимости от среды:

- 1) передача системы ADSL одновременно со службой в голосовом спектре по той же самой паре;
- 2) передача системы ADSL одновременно со службами ЦСИС по той же самой паре (Дополнение I или II/G.961 [1]);
- 3) передача системы ADSL без базовых служб, оптимизированных для развертывания с системой ADSL, используя диапазон службы в голосовом спектре в том же самом связующем кабеле;
- 4) передача системы ADSL, работающей без базовых служб и оптимизированной для работы с системой ADSL, работающей поверх спектра ЦСИС в том же самом связующем кабеле;
- 5) передача системы ADSL с особыми требованиями для работы ADSL2 с расширенной полосой одновременно со службой в голосовом спектре на той же самой паре;
- 6) передача системы ADSL с расширенной полосой в восходящем потоке одновременно со службой в голосовом спектре по той же самой паре;
- 7) передача системы ADSL одновременно со службами в голосовом спектре по той же самой паре и работа вместе со службами ВС-ЦСИС (ЦСИС с системой временного уплотнения, Дополнение III/G.961 [1]) по соседней паре.

В данной Рекомендации определяются характеристики физического уровня интерфейса асимметричной цифровой абонентской линии (ADSL) с физическими шлейфами.

Данная Рекомендация была написана, чтобы помочь обеспечить надлежащее согласование и взаимодействие передающих устройств ADSL на стороне пользователя (ATU-R) и оператора сети (ATU-C), а также, чтобы определить транспортные возможности этих устройств. Надлежащая работа должна быть обеспечена в случае, если эти два устройства производятся и поставляются независимо. Для соединения устройства ATU-C с устройством ATU-R используют одну витую пару телефонных проводов. Передающие устройства ADSL должны учитывать разнообразные характеристики пар проводов, а также типичные искажения (например, переходные влияния и шум).

Передающее устройство ADSL может одновременно передавать все нижеследующее: ряд каналов передачи кадра нисходящего потока, ряд каналов передачи кадра восходящего потока, дуплексный канал POTS/ЦСИС, а также линейный заголовок ADSL для управления формированием кадров, контроля ошибок, технического обслуживания и эксплуатации. Система поддерживает эффективной скоростью передачи данных в сети вплоть до 8 Мбит/с нисходящего потока и до 800 кбит/с восходящего потока. Поддержка эффективной скорости передачи данных свыше 8 Мбит/с нисходящего потока и свыше 800 кбит/с восходящего потока не обязательна.

В данной Рекомендации определены некоторые необязательные особенности и возможности:

- транспортирование STM и/или ATM и/или пакетов;
- транспортирование сетевых эталонов синхронизации;
- множество трактов с ожиданием;
- множество носителей кадров;
- сокращенная процедура инициализации;

- динамическое перераспределение скорости;
- плавная адаптация скорости.

Цель данной Рекомендации – с помощью операции согласования во время инициализации по интерфейсу U обеспечить совместимость и взаимодействие между приемопередатчиками, отвечающими требованиям данной Рекомендации, а также между приемопередатчиками, которые содержат различные сочетания необязательных свойств.

В данной Рекомендации описано второе поколение систем ADSL, основанное на Рек. МСЭ-Т G.992.1 для первого поколения. Цель заключается в том, чтобы использовать данную Рекомендацию для устройств со многими режимами, которые поддерживают как Рек. МСЭ-Т G.992.3, так и G.992.1.

Данная Рекомендация призвана обеспечить дополнительные возможности по сравнению с Рек. МСЭ-Т G.992.1. Рек. МСЭ-Т G.992.1 была утверждена в июне 1999 года. С тех пор появились несколько потенциальных возможностей для усовершенствования в таких областях, как скорость передачи данных по отношению к радиусу действия шлейфа, диагностика шлейфа, развертывание от удаленных шлейфов, управление спектром, управление мощностью, устойчивость к искажениям в шлейфах и радиопомехам (RFI), техническое обслуживание и эксплуатация. Данная Рекомендация обеспечивает новую спецификацию интерфейса U системы ADSL, включая указанные усовершенствования, которые, по мнению МСЭ-Т, должны быть наиболее полезны отрасли ADSL.

По сравнению с Рек. МСЭ-Т G.992.1 были добавлены следующие возможности для приложений:

- улучшенная поддержка приложений для всех цифровых режимов работы и передачи речи по системе ADSL;
- пакетная функция TPS-TC в дополнение к существующим функциям TPS-TC: STM и ATM;
- обязательная поддержка скорости 8 Мбит/с нисходящего и 800 кбит/с восходящего потоков для функции TPS-TC #0 и канала передачи кадра #0;
- поддержка IMA функцией TPS-TC ATM;
- улучшенные возможности конфигурации для каждой функции TPS-TC: с конфигурации времени ожидания, КОБ, а также минимальной, максимальной и резервированной скоростями передачи данных.

По сравнению с Рек. МСЭ-Т G.992.1 были добавлены следующие возможности для приложений:

- более гибкое формирование кадров, включая поддержку до 4 каналов передачи кадров и до 4 трактов со временем ожидания;
- параметры, допускающие расширенную конфигурацию канального заголовка;
- структура кадра с параметрами кодирования, которые выбирает приемник;
- структура кадра с оптимизированным использованием кодирования коэффициента передачи согласно RS;
- структура кадра с конфигурируемыми временем ожидания и коэффициентом ошибок по битам;
- протокол ЭУТО (эксплуатации, управления и технического обслуживания) для отыскания более подробной информации о мониторинге характеристик;
- расширенные возможности реконфигурации на работающей линии, включая динамическое перераспределение скоростей.

По сравнению с Рек. МСЭ-Т G.992.1 были добавлены следующие возможности, связанные с подуровнем среды передачи (PMD):

- новые процедуры диагностики линии, пригодные для успешных и неуспешных сценариев инициализации, измерения характеристик цепи и отыскания повреждений;
- расширенные возможности реконфигурации на работающей линии, включая обмен битами и плавную адаптацию скорости;
- оптимальную последовательность сокращенной процедуры инициализации для защиты от ошибок и быстрого восстановления работы;
- оптимальную плавную адаптацию скорости с изменением скорости на работающей линии;
- улучшенную устойчивость к подключенным параллельным ответвлениям с помощью контрольного сигнала, определяемого приемником;
- улучшенный прогон приемопередатчика с изменением характеристик передаваемого сигнала;
- улучшенное измерение отношения SNR во время анализа канала;

- выключение поднесущей, которое позволяет измерять радиопомехи во время инициализации и в рабочем режиме;
- улучшенные характеристики с обязательной поддержкой решетчатого кодирования;
- улучшенные характеристики с обязательными одноканальными группами;
- улучшенные характеристики с модуляцией данных на контрольном сигнале;
- улучшенную устойчивость к радиопомехам с приемником, определяющим порядок сигналов;
- улучшенные возможности понижения мощности передачи со стороны центральной станции и удаленного объекта;
- улучшенную инициализацию, при которой приемник и передатчик контролируются во время стадий инициализации;
- улучшенную инициализацию, при которой приемник определяет несущие для модуляции сообщений;
- улучшенную идентификацию возможностей формирования спектра во время раскрытия канала и прогона приемопередатчика;
- обязательное понижение мощности передачи под управлением менеджмента уровня для минимизации излишнего запаса;
- свойство сбережения мощности для устройства ATU центральной станции с помощью нового состояния пониженной мощности L2;
- свойство сбережения мощности с помощью холостого состояния L3;
- управление спектром с индивидуальной маскировкой сигнала под управлением оператора с помощью CO-MIB;
- улучшенное согласование тестирования, включая увеличение скорости передачи данных для многих существующих тестов.

Вследствие согласования во время инициализации появляется возможность поддержки оборудованием Рекомендаций G.992.3 и/или G.992.1. Для лучшего взаимодействия оборудование может выбрать поддержку обеих рекомендаций, с тем чтобы быть в состоянии адаптироваться к рабочему режиму, который поддерживает оборудование на дальнем конце.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т G.992.3 утверждена 13 января 2005 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ

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

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

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

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

© ITU 2006

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Сфера применения	1
2 Справочные документы	2
3 Определения	3
4 Сокращения	6
5 Эталонные модели	9
5.1 Функциональная модель ATU	9
5.2 Эталонная модель протокола в плоскости пользователя	10
5.3 Эталонная модель в плоскости административного управления	11
5.4 Модели приложений	12
6 Функция транспортного протокола – специфическая конвергенция передачи (TPS-TC)	16
6.1 Возможности транспорта	16
6.2 Интерфейсные сигналы и примитивы	17
6.3 Параметры управления	18
6.4 Процедуры плоскости данных	19
6.5 Процедуры плоскости административного управления	19
6.6 Процедура инициализации	19
6.7 Реконфигурация в режиме он-лайн	21
6.8 Режим управления мощностью	21
7 Функция физической среды – специфическая конвергенция передачи (PMS-TC)	22
7.1 Транспортные возможности	22
7.2 Дополнительные функции	23
7.3 Сигналы и примитивы интерфейса блока	23
7.4 Блок-диаграмма и внутренние контрольные точки сигналов	26
7.5 Параметры управления	27
7.6 Структура кадра	28
7.7 Процедуры плоскости данных	35
7.8 Процедуры плоскости управления	38
7.9 Процедуры плоскости административного управления	46
7.10 Процедуры инициализации	47
7.11 Реконфигурация в режиме он-лайн	54
7.12 Режим управления мощностью	56
8 Функция зависимости от физической среды	57
8.1 Транспортные возможности	57
8.2 Дополнительные функции	58
8.3 Сигналы и примитивы интерфейсов блоков	59
8.4 Блок-диаграмма и сигналы внутренних контрольных точек	61
8.5 Параметры управления	63
8.6 Кодер группы для символов данных	73

	Стр.
8.7	Кодер группы для символов синхронизации и выхода из состояния L2..... 87
8.8	Модуляция..... 89
8.9	Динамический диапазон передатчика 92
8.10	Маски спектра передатчика 93
8.11	Процедуры плоскости управления..... 95
8.12	Процедуры плоскости административного управления 95
8.13	Процедуры инициализации 104
8.14	Сокращенная процедура инициализации 147
8.15	Процедуры режима диагностики замкнутой цепи 151
8.16	Реконфигурация функции PMD в режиме он-лайн 166
8.17	Управление мощностью в функции PMD 168
9	Функции протокола управления – специфическая конвергенция передачи (MPS-TC) 169
9.1	Функции транспорта..... 170
9.2	Дополнительные функции 170
9.3	Интерфейс блока сигналов и примитивов..... 171
9.4	Процедуры уровня менеджмента 173
9.5	Управление мощностью..... 194
10	Динамическое поведение 199
10.1	Инициализация 199
10.2	Реконфигурация в режиме он-лайн (OLR)..... 200
10.3	Управление мощностью..... 202
Приложение А	– Специальные требования для системы ADSL, работающей в полосе частот над POTS..... 205
A.1	Функциональные характеристики ATU-C (относится к разделу 8)..... 205
A.2	Функциональные характеристики ATU-R (относится к разделу 8)..... 209
A.3	Инициализация 211
A.4	Электрические свойства..... 211
Приложение В	– Специальные требования для системы ADSL, работающей в полосе частот над сетью ЦСИС, определенные в Дополнениях I и II Рек. МСЭ-Т G.961 216
B.1	Функциональные характеристики ATU-C (относится к разделу 8)..... 216
B.2	Функциональные характеристики ATU-R (относится к разделу 8)..... 220
B.3	Инициализация 223
B.4	Электрические характеристики..... 224
Приложение С	– Специальные требования к системе ADSL, работающей в том же кабеле, что и ЦСИС, как это определено в Дополнении III Рек. МСЭ-Т G.961 225
C.1	Сфера применения (дополняет раздел 1)..... 225
C.2	Справочные документы 225
C.3	Определения (дополняет раздел 3) 225
C.4	Сокращения (дополняет раздел 4)..... 226
C.5	Эталонные модели (дополняет раздел 5)..... 226

	Стр.
С.6 Функция транспортного протокола – специфическая конвергенция передачи (TPS-TC).....	226
С.7 Функция конвергенции специальной физической среды передачи (PMS-TC) (дополняет раздел 7).....	227
С.8 Функция зависимости от физической среды (дополняет раздел 8).....	233
С.9 Функция протокола управления – специфическая конвергенция передачи (MPS-TC) (дополняет раздел 9).....	288
С.10 Динамические характеристики.....	291
С.К Функциональное описание TPS-TC.....	291
Приложение С.А – Специальные требования для базирующейся на Приложении С системы ADSL, работающей в ширине полосы частот 1104 кГц для нисходящего потока и в ширине полосы частот 138 кГц для восходящего потока.....	295
С.А.1 Функциональные характеристики ATU-C (относится к разделу 8).....	295
С.А.2 Функциональные характеристики ATU-R (относится к разделу 8).....	295
С.А.3 Инициализация	295
Приложение С.В – Специальные требования для базирующейся на Приложении С системы ADSL, работающей в ширине полосы частот 1104 кГц для нисходящего потока и в ширине полосы частот 276 кГц для восходящего потока.....	296
С.В.1 Функциональные характеристики ATU-C (относится к разделу 8).....	296
С.В.2 Функциональные характеристики ATU-R (относится к разделу 8).....	296
С.В.3 Инициализация	296
Приложение D – Диаграмма состояний ATU-C и ATU-R.....	297
D.1 Предисловие	297
D.2 Определения.....	297
D.3 Диаграммы состояний	298
Приложение E – Основные разделители доступа к сетям POTS и ЦСИС	304
E.1 Тип 1 – разделитель POTS – Европа	304
E.2 Тип 2 – разделитель POTS – Северная Америка	304
E.3 Тип 3 – ЦСИС (Рек. МСЭ-Т. G.961 Дополнение I или II) Разделители – Европа.....	317
E.4 Тип 4 – Разделитель POTS – Япония	317
Приложение F – Требования к характеристикам ATU-х для региона А (Северная Америка)	329
F.1 Требования к характеристикам для работы ADSL над POTS (Приложение А)	329
F.2 Требования к характеристикам для работы ADSL в полностью цифровом режиме (Приложение I).....	330
Приложение G – Требования к характеристикам ATU-х для региона В (Европа)	330
G.1 Требования к характеристикам для работы ADSL над POTS (Приложение А)	330
G.2 Требования к характеристикам для работы ADSL над ЦСИС (Приложение В)	330
G.3 Требования к характеристикам для работы в полностью цифровом режиме (Приложение I).....	331
G.4 Требования к характеристикам для работы в полностью цифровом режиме (Приложение J)	331

Приложение Н – Специальные требования к синхронизированным симметричным системам DSL (SSDSL), работающим в одном пучке пар кабеля с системами ЦСИС, как это определено в Дополнении III к Рек. МСЭ-Т G.961	331
Приложение I – Система ADSL полностью цифрового режима с улучшенной спектральной совместимостью с ADSL над POTS	332
I.1 Функциональные характеристики ATU-C (относится к разделу 8).....	332
I.2 Функциональные характеристики ATU-R (относится к разделу 8).....	334
I.3 Инициализация	336
I.4 Электрические характеристики.....	336
Приложение J – Система ADSL полностью цифрового режима с улучшенной спектральной совместимостью с ADSL над ЦСИС	340
J.1 Функциональные характеристики ATU-C (относится к разделу 8).....	340
J.2 Функциональные характеристики ATU-R (относится к разделу 8).....	341
J.3 Инициализация	345
J.4 Электрические характеристики.....	351
Приложение К – Функциональные описания TPS-TC.....	351
К.1 Функция конвергенции передачи STM (STM-TC)	351
К.2 Функция конвергенции передачи ATM (ATM-TC).....	362
К.3 Функция конвергенции передачи пакетов (PTM-TC)	376
Приложение L – Специальные требования к системе ADSL2 с расширенным диапазоном (READSL2), работающей в полосе частот над POTS	385
L.1 Функциональные характеристики ATU-C (относится к разделу 8).....	385
L.2 Функциональные характеристики ATU-R (относится к разделу 8).....	389
L.3 Инициализация	394
L.4 Электрические характеристики.....	400
Приложение М – Специальные требования к системе ADSL с расширенной полосой частот в восходящем потоке, работающей в полосе частот над POTS.....	401
М.1 Функциональные характеристики ATU-C (относится к разделу 8).....	401
М.2 Функциональные характеристики ATU-R (относится к разделу 8).....	402
М.3 Инициализация	405
М.4 Электрические характеристики.....	408
Дополнение I – Логический интерфейс уровня ATM к физическому уровню.....	408
Дополнение II – Совместимость с другим оборудованием в помещении пользователя	410
Дополнение III – Влияние устройств первичной защиты на симметрию линии	410
III.1 Сфера применения	410
III.2 Основные положения	410
III.3 Рекомендуемые максимальные емкости устройств защиты от перенапряжений	412
III.4 Емкость, удовлетворяющая требованиям на устройства защиты от перенапряжений	412
III.5 Справочные документы	414

	Стр.
Дополнение IV – Примеры масок СПМ с перекрытием спектра для использования в среде с перекрестными помехами ВС-ЦСИС	416
IV.1 Примеры масок СПМ нисходящего потока для использования с профилями 5 и 6	416
IV.2 Пример маски СПМ нисходящего потока для использования с профилем 3	418
Дополнение V – Ограничения на задержку, защиту от импульсного шума, скорость заголовка и эффективную скорость данных при соединении.....	419
БИБЛИОГРАФИЯ	421

Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии 2 (ADSL2)

1 Сфера применения

О взаимодействии данной Рекомендации с другими рекомендациями Серии G.99х см. в Рек. МСЭ-Т G.995.1 [B1].

В данной Рекомендации описывается интерфейс между сетью связи и абонентским устройством в понятиях их взаимодействия и электрических характеристик. Требования данной Рекомендации применимы к одиночной асимметричной цифровой абонентской линии (ADSL).

ADSL предоставляет различные каналы переноса кадров совместно с другими службами:

- службу ADSL по той же самой паре совместно со службами голосового спектра (включая службы POTS и передачи данных по каналу ТЧ). Эта служба ADSL занимает частотную полосу над каналом ТЧ и отделена от него фильтром;
- службу ADSL по той же самой паре совместно с ЦСИС, как это определено в Дополнениях I и II/G.961 [1]. Эта служба ADSL занимает частотную полосу над каналом ЦСИС и отделена от него фильтром;
- службу ADSL по той же самой паре совместно со службами голосового спектра (например, службы POTS и передачи данных по каналу ТЧ) и службой ВС-ЦСИС по соседней паре, как это определено в Дополнении III/G.961[1]. Служба ADSL занимает полосу частот над каналом ТЧ и отделена от него фильтром;
- службу ADSL с особыми требованиями для работы ADSL2 с расширенной полосой на той же самой паре совместно со службами голосового спектра (включая службы POTS и службы передачи данных по каналу ТЧ). Служба ADSL занимает полосу частот над каналом ТЧ и отделена от него фильтром;
- службу ADSL с расширенной полосой восходящего потока на этой же паре со службами голосового спектра (включая службы POTS и службы передачи данных по каналу ТЧ). Служба ADSL занимает полосу частот над каналом ТЧ и отделена от него фильтром.

ADSL также предоставляет различные каналы переноса кадров без служб узкополосной связи (таких, как POTS или ЦСИС) по той же самой паре:

- службу ADSL по паре с улучшенной спектральной совместимостью с соседними парами, по которым работают системы ADSL над спектром POTS;
- службу ADSL по паре с улучшенной спектральной совместимостью с соседними парами, по которым работают системы ADSL над спектром ЦСИС.

В направлении от оператора сети к помещениям пользователей (т. е. в направлении нисходящего потока) носители кадров могут включать как низкоскоростные, так и высокоскоростные потоки кадров. В противоположном направлении, от помещений пользователей к центральной станции (т. е. в направлении восходящего потока) используют только каналы низкоскоростной передачи кадров.

Система передачи спроектирована для работы по витой двухпроводной металлической медной паре с различными диаметрами. Данная Рекомендация основана на использовании медных пар без катушек пупинизации. В некоторых нестандартных ситуациях возможно присутствие параллельных ответвлений.

Обзор приемопередатчиков цифровых абонентских линий содержится в Рек. МСЭ-Т G.995.1 [B1].

В данной Рекомендации:

- определен особый протокол передачи подуровня сходимости для режимов ATM, STM и транспортировки пакетов по каналам передачи кадров;

- определены комбинированные возможности и диапазоны для носителей кадров;
- определены линейные коды и спектральные построения сигналов, передаваемых устройствами как ATU-C, так и ATU-R;
- определена процедура инициализации как для ATU-C, так и для ATU-R;
- определены характеристики передаваемых сигналов как для ATU-C, так и для ATU-R;
- описана организация передачи и приема данных в кадрах;
- определены функции канала эксплуатации и технического обслуживания (ЭУТО).

Кроме того, в отдельных приложениях:

- описана методика передачи, используемая для одновременной транспортировки по одной витой паре речевых служб в канале ТЧ и носителей кадров (ADSL над POTS, Приложение А);
- описана методика передачи, используемая для одновременной транспортировки по одной витой паре служб ЦСИС, как это определено в Дополнениях I и II/G.961 [1], и носителей кадров (ADSL над ЦСИС, Приложение В);
- описана методика передачи, используемая для одновременной транспортировки по одной витой паре служб голосового спектра и носителей кадров (ADSL над POTS, Приложение С) со службой ВС-ЦСИС по соседней паре, как это определено в Дополнении III/G.961 [1];
- описана методика передачи, используемая для поддержки транспортировки только носителей кадров по паре с улучшенной спектральной совместимостью, с системой ADSL над POTS, работающей по соседней паре (Полностью цифровой режим, Приложение I);
- описана методика передачи, используемая для поддержки транспортировки только носителей кадров по паре с улучшенной спектральной совместимостью, с системой ADSL над ЦСИС, работающей по соседней паре (Полностью цифровой режим, Приложение J).
- описана методика передачи, используемая для одновременной транспортировки по одной витой паре служб голосового спектра и носителей кадров для работы с расширенной полосой (READSL над POTS, Приложение L);
- описана методика передачи, используемая для одновременной транспортировки по одной витой паре служб голосового спектра и носителей кадров для работы с расширенной полосой восходящего потока (EUADSL над POTS, Приложение M).

В данной Рекомендации определен минимальный набор требований, обеспечивающих удовлетворительную одновременную передачу разнообразных носителей кадров между сетью и интерфейсом пользователя, а также работу с другими службами, как POTS или ЦСИС. Рекомендация позволит провайдером сети дополнительно использовать существующие средства связи по меди. Определены все требуемые аспекты физического слоя для обеспечения совместимости между оборудованием сети и оборудованием удаленных пунктов. Это оборудование может быть внедрено с помощью дополнительных функций и процедур.

2 Справочные документы

Указанные ниже рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылки на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ в данной Рекомендации не придает ему как отдельному документу статус рекомендации.

- [1] ITU-T Recommendation G.961 (1993), *Digital transmission system on metallic local lines for ISDN basic rate access*.

- [2] Рекомендация МСЭ-Т G.994.1 (2003 г.), *Процедуры установления соединения для приемопередатчиков цифровых абонентских линий (DSL)*.
- [3] ITU-T Recommendation G.996.1 (2001), *Test procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers*.
- [4] Рекомендация МСЭ-Т G.997.1 (2003 г.), *Управление на физическом уровне для приемопередатчиков цифровой абонентской линии (DSL)*.
- [5] ISO 8601:2004, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*.
- [6] ITU-T Recommendation O.42 (1988), *Equipment to measure non-linear distortion using the 4-tone intermodulation method*.

Для Приложения В

- [7] ETSI TS 102 080 V1.3.2 (2000), *Transmission and Multiplexing (TM); Integrated Services Digital Network (ISDN) basic rate access; Digital transmission on metallic local lines*.

Для Приложения Е

- [8] ETSI TS 101 952-1 V1.1.1 (2002), *Specification of ADSL splitters for European deployment*.

Для Приложения F

- [9] DSL Forum TR-048 (2002), *ADSL Interoperability Test Plan*.

Для Приложения G

- [10] ETSI TS 101 388 V1.3.1 (2002), *ADSL – European Specific Requirements*.

Для Приложения К

- [11] ITU-T Recommendation I.361 (1999), *B-ISDN ATM layer specification*.
- [12] ITU-T Recommendation I.432.1 (1999), *B-ISDN user-network interface – Physical layer specification: General characteristics*.
- [13] ITU-T Recommendation G.993.1 (2004), *Very high speed digital subscriber line transceivers*.

3 Определения

В данной Рекомендации определяются следующие термины:

3.1 линия ADSL: линия ADSL характеризуется металлической средой передачи, использующей аналоговый кодирующий алгоритм, который обеспечивает мониторинг аналоговых и цифровых характеристик линейных объектов. Линия ADSL ограничена двумя оконечными пунктами, известными как линейные окончания. Линейные окончания ADSL представляют пункты, в которых заканчивается линейное кодирование и отслеживается целостность соответствующего цифрового сигнала. Линия ADSL определена между двумя контрольными точками α и β (см. рисунок 5-1 и 5.1/G.997.1).

3.2 данные заголовка ADSL: Все данные, переданные в контрольную точку U-x, необходимые для управления системой, дополненные сигналами PMS-TC в одном направлении, включая октеты CRC, сообщения заголовков ЭУТО и постоянные биты индикатора ЭУТО. В эти данные не включен заголовок упреждающей коррекции ошибок Рида-Соломона.

3.3 данные заголовка системы ADSL: Все данные, переданные в контрольную точку U-x, необходимые для управления системой и для защиты от ошибок, дополненные сигналами PMS-TC в одном направлении, т. е. заголовок ADSL плюс заголовок Рида-Соломона.

- 3.4 суммарная скорость данных:** Скорость данных, переданных в контрольную точку U-x в одном из любых направлений. Это – эффективная скорость данных плюс скорость данных заголовка ADSL.
- 3.5 аномалия:** Отклонение между действительной и желаемой характеристиками объекта. Желаемые характеристики могут быть выражены в форме спецификации. Аномалия может повлиять или не повлиять на способность объекта выполнять требуемую функцию. Характеристики аномалий описаны в 8.12.1.
- 3.6 параллельные ответвления:** Секции незаконченных витых пар кабелей, присоединенных параллельно к рассматриваемому кабелю.
- 3.7 формирование каналов:** Разделение скорости передачи данных в сети между носителями (каналами) кадров.
- 3.8 кадр данных:** Группировка битов от источников с различным временем ожидания в виде единого символа в течение периода времени после добавления октетов коррекции FEC и после чередования, которой обмениваются через контрольную точку δ между уровнями PMS-TC и PMD с помощью примитива PMD.Bits (см. рисунки 5-1 и 5-2).
- 3.9 символ данных:** Дискретный многочастотный символ (DMT), модулирующий кадр данных.
- 3.10 скорость символов данных:** Суммарная скорость в сети (с учетом заголовка символа синхронизации), на которой передают символы с кадрами данных (= 4000 символов данных в секунду).
- 3.11 дБн (dBm):** Отношение (в децибелах) уровня мощности по сравнению с мощностью 1 пиковатт (эквивалентно –90 дБм) (см. Рек. МСЭ-Т O.41 [B2]).
- 3.12 дБм (dBm):** Отношение (в децибелах) уровня мощности по сравнению с мощностью 1 милливатт (мВт), т. е. $\text{дБм} = 10 \times \log_{10}(\text{СПМ}[\text{Вт}]/1 \text{ мВт})$.
- 3.13 дБм/Гц:** Спектральная плотность мощности в Вт/Гц, где мощность выражена в единицах дБм, т. е. $\text{дБм/Гц} = 10 \times \log_{10}(\text{СПМ}[\text{Вт/Гц}]/1 \text{ мВт})$.
- 3.14 дефекты:** Дефект – ограниченное прерывание способности объекта выполнять требуемую функцию. В зависимости от результатов последующего анализа это может потребовать или не потребовать операции настройки. Повторяющиеся аномалии, которые приводят к снижению способности объекта выполнять требуемую функцию, рассматривают как дефект. Характеристики дефектов описаны в 8.12.1.
- 3.15 символ DMT:** Набор комплексных величин $\{Z_i\}$, формирующих входы частотной области в инверсное дискретное преобразование Фурье (IDFT, см. 8.8.2). Символ DMT эквивалентен набору действительных значений выборок во времени $\{x_n\}$, связанных с набором $\{Z_i\}$ преобразованием IDFT.
- 3.16 нисходящий:** Направление транспортировки данных от ATU-C к ATU-R.
- 3.17 характеристики на дальнем конце:** Термин, используемый в ATU-C, чтобы показать измеренные характеристики нисходящего потока двусторонней передачи – на входе ATU-R, откуда эти характеристики передают восходящим потоком к ATU-C в виде сообщений заголовков и указателей. Этот термин также используют в ATU-R, чтобы показать измеренные характеристики восходящего потока двусторонней передачи – на входе ATU-C, откуда эти характеристики передают восходящим потоком к ATU-R в виде сообщений заголовков и указателей.
- 3.18 кадр данных FEC:** Группирование кадров мультиплексированных данных в трактах со временем ожидания после добавления октетов FEC, но перед чередованием (см. 7.4).
- 3.19 носитель кадров:** Поток данных с установленной скоростью между двумя протоколами TPS-TC (по одному в каждом ATU), который прозрачно транспортирует подуровни PMS-TC и PMD.
- 3.20 биты индикатора:** Биты заголовка, часть данных заголовка ADSL, которые используют для целей оперативного контроля ЭУТО и которые включены в октеты синхронизации (см. 7.8.2.2).
- 3.21 линейная скорость:** Битовая скорость передачи в контрольной точке U-x в каком-нибудь одном направлении. Это – общая скорость данных плюс заголовок решетчатого кодирования, которую также определяют в виде $(\sum b_i) \times 4 \text{ кбит/с}$.

- 3.22 катушки пупинизации:** Последовательно включенные в витую пару на равных расстояниях индуктивности, которые улучшают характеристики в низкочастотной полосе. При использовании систем DSL катушки удаляют.
- 3.23 набор MEDLEYset:** Набор поднесущих, которые передают во время фазы анализа канала. Набор состоит из группы поднесущих SUPPORTEDset (как указывается передатчиком в фазе инициализации канала по G.994.1), из которой удалена группа поднесущих BLACKOUTset (как указывается приемником в фазе инициализации раскрытия канала, см. 8.13.2.4).
- 3.24 многократное время ожидания:** Одновременная транспортировка множества носителей кадров, при которой носители кадров размещены более чем в одном тракте со временем ожидания (например, в двух, трех или четырех).
- 3.25 контролируемая поднесущая:** Поднесущая из набора MEDLEYset, в которую приемник размещает нуль битов ($b_i = 0$) и ненулевую мощность ($g_i > 0$).
- 3.26 кадр мультиплексированных данных:** Группирование октетов из разных носителей кадров в одном и том же тракте с ожиданием после того, как был добавлен октет синхронизации.
- 3.27 характеристики на ближнем конце:** Термин, используемый в ATU-R, чтобы показать измеренные характеристики в нисходящем направлении двусторонней передачи – на входе ATU-R. Этот термин также используют в ATU-C, чтобы показать измеренные характеристики в восходящем направлении двусторонней передачи – на входе ATU-C.
- 3.28 эффективная скорость данных:** Сумма всех скоростей носителей кадров данных в одном направлении по всем трактам с ожиданием.
- 3.29 эталонная синхронизация сети:** Маркер синхронизации на частоте 8 кГц, который используют в качестве эталона для распределения синхронизации сети.
- 3.30 номинальный уровень передачи СПМ:** Уровень передачи спектральной плотности мощности (уровень СПМ, выраженный в дБм/Гц), определенный в данной Рекомендации для каждого из режимов работы (см. Приложения А, В, I и J) в одном направлении. Этот уровень используют при запуске инициализации. При последующей передаче уровень СПМ может изменяться относительно номинального, определенного приемопередатчиками во время инициализации и настройки.
- 3.31 понижение мощности:** Понижение в одном направлении передаваемого уровня СПМ (выраженное в дБ), относительно номинального уровня. Понижение уровня СПМ происходит на одну и ту же величину по всему частотному диапазону (т. е. "плоское" понижение).
- 3.32 примитивы:** Примитивы служат основными измерителями характеристик, которые получают из кодов цифровых линейных сигналов и форматов кадров или о них сообщают индикаторы заголовков с дальнего конца. Примитивы характеристик распределяют по категориям как события, аномалии и дефекты (см. 8.12). Примитивы могут также служить основными измерителями других величин (например, параметров переменного тока или мощности батареи), которые получают от индикаторов оборудования. Кроме того, этот термин используют для обозначения потоков логической информации в контрольных точках α , β , δ , γ , и U , изображенных на рисунке 5-2.
- 3.33 эталонный уровень передачи СПМ:** Номинальный уровень передачи СПМ, который уменьшают понижением мощности в любом одном направлении.
- 3.34 рабочий режим:** Возникающий после полного окончания инициализации и настройки режим работы ATU-C или ATU-R, при котором передают кадры данных.
- 3.35 однократное время ожидания:** Одновременная транспортировка одного или более носителей кадров в любом одном направлении. При этом все носители кадров размещены в тракте с одинаковым временем ожидания.
- 3.36 разделитель:** Фильтр, который отделяет сигналы высокой частоты (ADSL) от сигналов речевого спектра или ЦСИС (часто называют POTS или ЦСИС, хотя сигналы речевого спектра могут состоять не только из сигналов POTS).
- 3.37 поднесущая:** Конкретная комплексная величина входа Z_i , преобразованная в IDFT (см. 8.8.2).
- 3.38 суперкадр:** Группирование 68 кадров и одного кадра синхронизации, модулированных в 69 символов, с общей продолжительностью в 17 мс (см. 8.4).

- 3.39 скорость символов:** Скорость, с которой передают все символы, включая символ синхронизации, т. е. $((69/68) \times 4000 = 4058,8$ символов в секунду). Отличается от скорости передачи символов данных.
- 3.40 октет синхронизации:** Октет данных, который может быть представлен в начале каждого кадра мультимплексированных данных. Включает заголовок ADSL.
- 3.41 кадр синхронизации:** Кадр с определенным содержанием, модулированный в символ синхронизации.
- 3.42 символ синхронизации:** Многочастотный символ DMT, модулирующий кадр синхронизации.
- 3.43 суммарная скорость данных:** Общая скорость данных плюс заголовок коррекции FEC Рида-Соломона.
- 3.44 восходящий:** Транспортировка данных в направлении от ATU-R к ATU-C.
- 3.45 используемая поднесущая:** Поднесущая из набора MEDLEYset, которой приемник приписывает ненулевое число битов ($b_i > 0$).
- 3.46 речевая (голосовая) полоса частот:** Полоса частот от 0 до 4 кГц, расширенная по сравнению с традиционной от 0,3 до 3,4 кГц, чтобы предоставлять услуги более обширные, чем POTS.
- 3.47 службы в речевой полосе частот:** POTS и все службы передачи данных, которые используют речевую полосу частот или ее часть.
- 3.48 xDSL:** Любой из разных типов технологий цифровых абонентских линий.

4 Сокращения

В данной Рекомендации используются следующие сокращения:

ADSL	Асимметричная цифровая абонентская линия
AFE	Аналоговое окончание
APU	Автоматическая регулировка усиления
AN	Узел доступа
ATM	Асинхронный способ передачи
ATU	Приемопередающее устройство ADSL
ATU-C	Приемопередатчик ATU на центральной станции (т. е. на стороне оператора сети)
ATU-R	Приемопередатчик ATU на удаленном пункте (т. е. в помещении пользователя, CP)
ATU-x	Любой приемопередатчик, ATU-C или ATU-R
КОБ	Коэффициент ошибок по битам
СО	Центральная станция
CP	Помещения пользователей
ОПА	Оборудование в помещении абонента
CRC	Контроль избыточным циклическим кодом
DAC	Преобразователь цифра/аналог (ЦАП)
DC	Постоянный ток
DMT	Дискретный многочастотный сигнал
DSL	Цифровая абонентская линия
ЕС	Эхоподавитель
EMS	Система управления элементом
eoc	встроенный операционный канал

ES	Секунда с ошибками
ЧРК	Частотное разделение каналов
FEC	Упреждающая коррекция ошибок
ПВДК	Переходное влияние на дальнем конце
FFEC	Упреждающая коррекция ошибок на дальнем конце
FHEC	Проверка ошибок заголовка на дальнем конце
FLCD	Потеря выделения ячеек на дальнем конце
FNCD	Отсутствие выделения ячеек на дальнем конце
FOCD	Без потери ячеек на дальнем конце
GF	Поле Галуа
GSTN	Коммутируемая телефонная сеть общего пользования (КТСОП)
HEC	Контроль ошибок в заголовке
HPF	Высокочастотный фильтр
IB	Бит индикатора
ID code	Код идентификации производителя
IDFT	Инверсное дискретное преобразование
IMA	Инверсное мультиплексирование поверх технологии АТМ
ЦСИС	Цифровая сеть с интеграцией служб
LCD	Потеря выделения ячеек
LOF	Дефект потери кадра
LOS	Дефект потери сигнала
LPR	Дефект потери мощности
МЗБ	Младший значащий бит
LTR	Эталон местной синхронизации
MC	Максимальные показания счетчика
MDF	Кадр мультиплексированных данных
MIB	Информационная база управления
MPS	Специальный протокол управления
СЗБ	Старший значащий бит
MTPR	Коэффициент мощности многочастотного сигнала
NCD	Отсутствие выделения ячеек
ПВБК	Переходное влияние на ближнем конце
NID	Устройство сетевого интерфейса
NMS	Система управления сетью
СО	Сетевое окончание
NTR	Эталон синхронизации сети: передача эталонной частоты 8 кГц в нисходящем направлении
ЭУТО	Эксплуатация, управление и техническое обслуживание

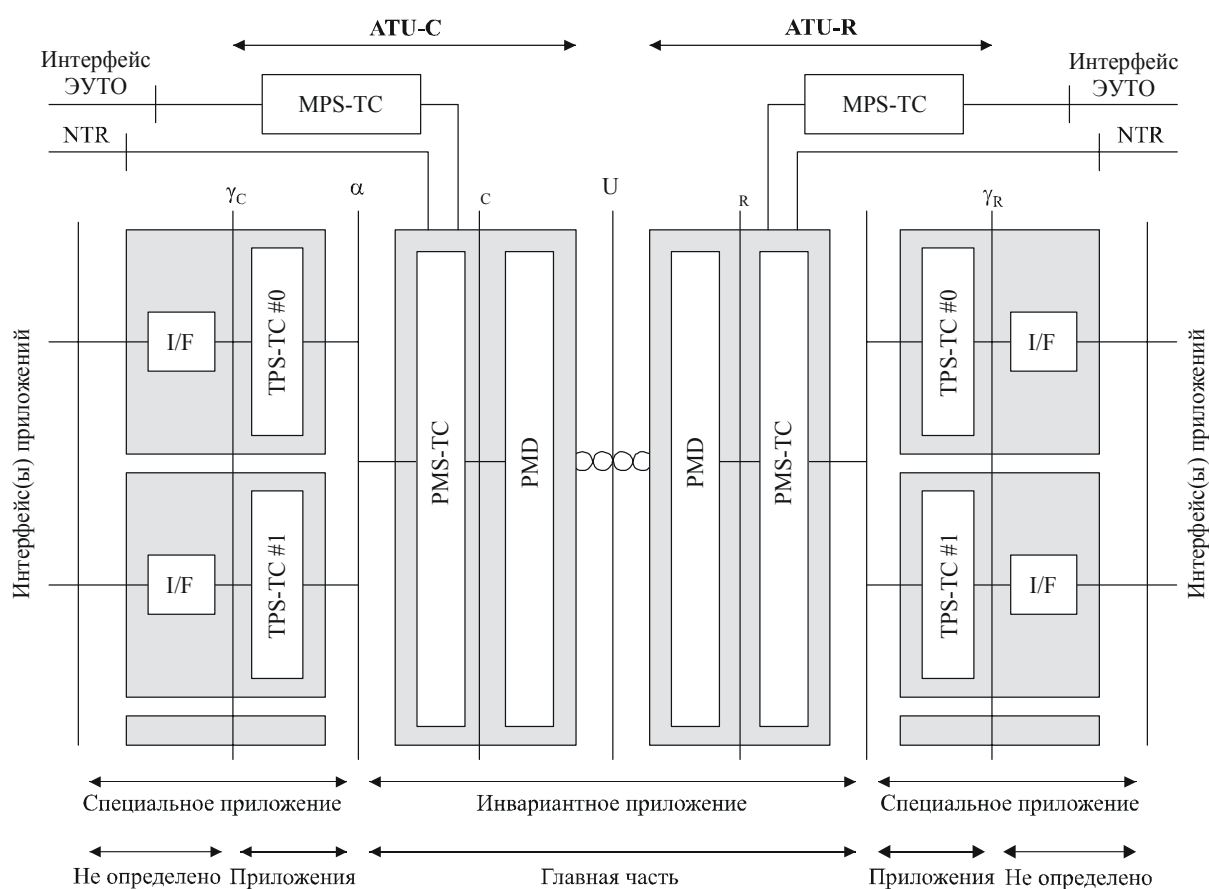
OCD	Без потери ячеек
PHY	Физический уровень
PMD	Физически зависимая среда (подуровень)
PMS-TC	Особая физическая среда подуровня TC
POTS	Обычная аналоговая телефонная услуга (это одна из услуг, использующих голосовой спектр, иногда этот термин используют для описания всех услуг в голосовом спектре)
ppm	число единиц на миллион
ПСПДС	Псевдослучайная последовательность двоичных символов
СПМ	Спектральная плотность мощности
PSTN	Коммутируемая телефонная сеть общего пользования (КТСОП)
PTS	Специальный транспортный пакет
KAM	Квадратурная амплитудная модуляция
RDI	Индикация удаленного дефекта
rms	Среднеквадратичное значение
RS	Рид-Соломон (код)
RT	Удаленный терминал
RX	Приемник
SEF	Кадр, пораженный ошибками
SM	Модуль обслуживания
SNR	Отношение сигнал/шум
TC	Сходимость передачи (подуровень)
TP	Витая пара
TPS-TC	Специальный протокол передачи уровня
T-R	Интерфейс(ы) между ATU-R и уровнем коммутации (ATM, STM или пакетным)
T/S	Интерфейс(ы) между сетевым окончанием ADSL и оборудованием CPE или офисной сетью
TX	Передатчик
U-C	Замкнутая цепь интерфейс – окончание центральной станции
U-R	Замкнутая цепь интерфейс – окончание удаленного терминала
UTC	Неспособность к совместимости
V-C	Логический интерфейс между ATU-C и элементом цифровой сети таким, как одна или несколько систем коммутации
ZHP	Полное сопротивление (импеданс) фильтра высоких частот
4-KAM	4-позиционная квадратурная модуляция KAM (т. е. два бита на символ)
⊕	Исключающее ИЛИ, сложение по модулю 2
[x]	Округление до целой в большую сторону

5 Эталонные модели

Устройства по G.992.3 подпадают под семейство рекомендаций по системам DSL, приведенных в Рек. МСЭ-Т G.995.1 [B1]. Кроме того, устройства по G.992.3 основаны на компонентах, описанных в Рек. МСЭ-Т G.994.1 [2] и G.997.1 [4]. В этом разделе приведены функциональные, прикладные и протокольные эталонные модели, с тем чтобы подразделы данной Рекомендации могли быть связаны с этими дополнительными Рекомендациями.

5.1 Функциональная модель ATU

На рисунке 5-1 показаны функциональные блоки и интерфейсы ATU-C и ATU-R, на которые ссылаются в данной Рекомендации. Каждое ATU содержит инвариантную секцию приложения и специальную секцию приложения. Инвариантная секция приложения состоит из уровней PMS-TC и PMD и описана в разделах 7 и 8. Аспекты специальной секции приложения, которые ограничены уровнем TPS-TC и интерфейсами устройства, описаны в Приложении К. Функции управления, которые обычно выполняет система управления оператора (EMS или NMS), на рисунке 5-1 не показаны. На рисунке 5-3 дано представление более высокого уровня, которое включает интерфейс управления.



G.992.3_F05-1

Рисунок 5-1/G.992.3 – Функциональная модель ATU

Принципиальные функции уровня PMD могут включать генерацию символов синхронизации и восстановления, кодирование и декодирование, модуляцию и демодуляцию, подавление эха (если эта опция включена), а также линейное выравнивание, запуск канала связи и служебные сигналы физического уровня (суперкадры). Дополнительно уровень PMD может генерировать и получать сообщения управления по служебному каналу уровня PMS-TC.

Уровень PMS-TC включает функции формирования и синхронизации кадров, а также упреждающую коррекцию ошибок, обнаружение ошибок, функции скремблирования и дескремблирования. Кроме того, уровень PMS-TC создает дополнительный канал, который используют для транспортировки сообщений управления, создаваемых в уровнях TPS-TC, PMS-TC или PMD, а также сообщений, создаваемых на интерфейсе управления.

Уровень PMS-TC соединяют с уровнем TPS-TC с помощью интерфейсов α и β , соответственно, в ATU-C и ATU-R. Уровень TPS-TC – это уровень специального приложения, которое заключается преимущественно в адаптации данных интерфейса пользователя и сигналов управления к интерфейсу (а)синхронных данных уровня TPS-TC. Кроме того, уровень TPS-TC может также создавать и принимать управляющие сообщения с помощью дополнительного канала уровня PMS-TC.

Уровень TPS-TC связывается с блоками интерфейса с помощью интерфейсов γ_R и γ_C . В зависимости от специального приложения уровень TPS-TC может потребоваться для поддержки одного или более каналов данных пользователя или соответствующих интерфейсов. Определение этих интерфейсов выходит за рамки данной Рекомендации.

Функция MPS-TC выполняет процедуры для облегчения управлением устройством ATU. Функция MPS-TC соединяется с функциями более высокого уровня в плоскости управления, как это описано в Рек. МСЭ-T G.997.1 [4] (например, система управления элементом, контролирующая базу CO-MIB). Обмен информацией управления между функциями MPS-TC происходит по дополнительному каналу ADSL. Подуровень PMS-TC мультиплексирует дополнительный канал потоком данных TPS-TC для передачи над DSL. Информация управления содержит индикацию аномалий и дефектов и показания счетчиков мониторинга характеристик. Кроме того, описаны некоторые управляющие командные процедуры для использования функциями высших уровней, в частности, для целей тестирования.

Интерфейсы α , β , γ_R и γ_C предназначены только для логического разделения и не требуют физического доступа. Интерфейсы γ_R и γ_C логически эквивалентны соответствующим интерфейсам T-R и V-C, показанным на рисунке 5-4.

5.2 Эталонная модель протокола в плоскости пользователя

Эталонная модель протокола в плоскости пользователя, изображенная на рисунке 5-2, является альтернативным представлением информации, показанной на рисунке 5-1. В эталонной модели протокола в плоскости пользователя акцент сделан на уровневой природе данной Рекомендации и представлена точка зрения, которая совместима с прежними моделями xDSL, приведенными в Рек. МСЭ-T G.995.1 [B1].

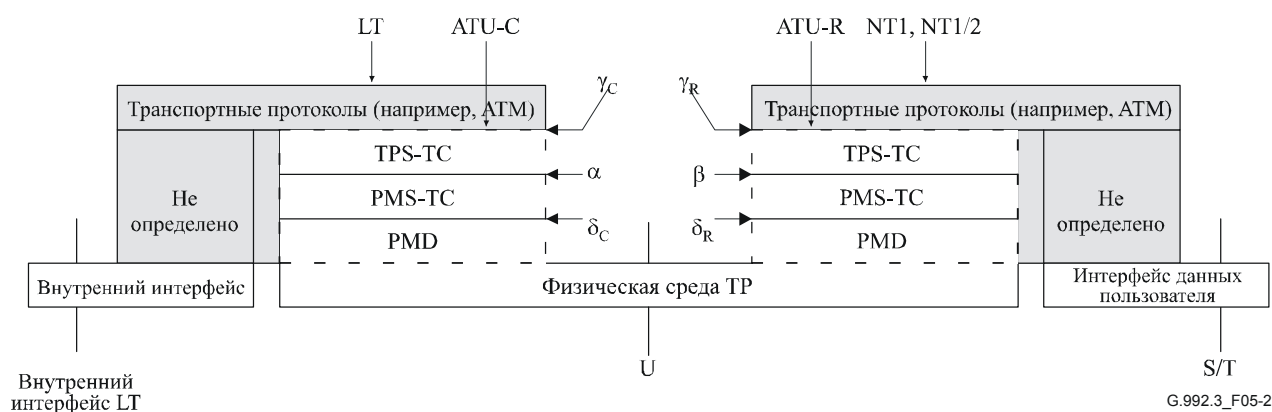


Рисунок 5-2/G.992.3 – Эталонная модель протокола в плоскости пользователя

Время ожидания при передаче полезной нагрузки между контрольными точками γ_C и γ_R представляет сумму из:

- время ожидания при прохождении через TPS-TC в ATU-C и ATU-R;
- время ожидания при прохождении через PMS-TC в ATU-C и ATU-R;
- время ожидания при прохождении через PMD в ATU-C и ATU-R.

Время ожидания при прохождении через TPS-TC зависит от использованного типа TPS-TC. Время ожидания при прохождении через PMS-TC и уровень PMD (т. е. задержка между контрольными точками α и β) может быть смоделировано независимо от использованного типа TPS-TC. Номинальной считают максимальное время ожидания передачи полезной нагрузки в одном направлении. Эту величину определяют как:

$$delay_{\alpha-\beta} = 3,75 + \frac{\lceil S_p \times D_p \rceil}{4} \text{ мс},$$

где $\lceil x \rceil$ обозначает округление до целой в большую сторону,

a S_p и D_p – параметры управления PMS-TC, описанные в 7.5 и 7.6.

Таблица 5-1 иллюстрирует терминологию скорости данных и определения, которые применяют к различным контрольным точкам. Эти контрольные точки показаны по отношению к таким же точкам в эталонной модели на рисунке 5-2 и на блок-диаграмме PMS-TC рисунка 7-6.

Таблица 5-1/G.992.3 – Терминология и определения скорости данных

Скорость данных	Уравнение (кбит/с)	Контрольная точка
Эффективная скорость данных	$\sum \text{Net}_{p.\text{act}}$ (см. таблицу 7-7)	α, β
Суммарная скорость данных = Эффективная скорость данных + скорость заголовка кадра	$\sum (\text{Net}_{p.\text{act}} + \text{OR}_p)$ (см. таблицу 7-7)	A
Общая скорость данных = Суммарная скорость данных + скорость кодирования заголовка RS	$(\sum L_p) \times 4$ (см. таблицу 7-6)	B, C, δ
Линейная скорость = Общая скорость данных + скорость заголовка решетчатого кодирования	$(\sum b_i) \times 4$ (см. таблицу 8-4)	U

5.3 Эталонная модель в плоскости административного управления

Эталонная модель протокола в плоскости административного управления, показанная на рисунке 5-3, дает альтернативное представление информации, представленной на рисунке 5-1. В эталонной модели протокола в плоскости административного управления акцент сделан на функциях разделения, создаваемых функциями MPS-TC и TPS-TC, и представлена точка зрения, которая совместима с прежними моделями xDSL, показанными в Рек. МСЭ-T G.995.1 [B1].

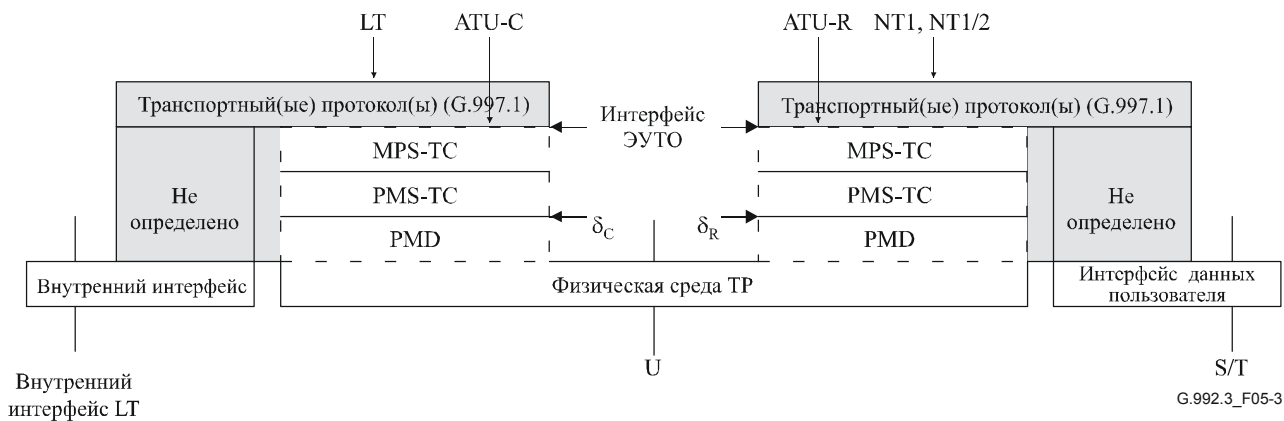


Рисунок 5-3/G.992.3 – Эталонная модель протокола в плоскости административного управления

5.4 Модели приложений

Модели приложений для устройств по G.992.3 основаны на прежних эталонных конфигурациях, описанных в 6.1/G.995.1 [B1]. Имеются четыре отдельных модели приложений, по одной только для услуги данных ADSL, услуге данных ADSL, основанных на услуге POTS, услуге данных ADSL, основанных на услуге ЦСИС, и услуге передачи речи по ADSL.

Существуют две прежние модели приложений для устройств по G.992.3. Модель приложения для удаленной аппаратуры с разделителем показана на рисунке 5-4.

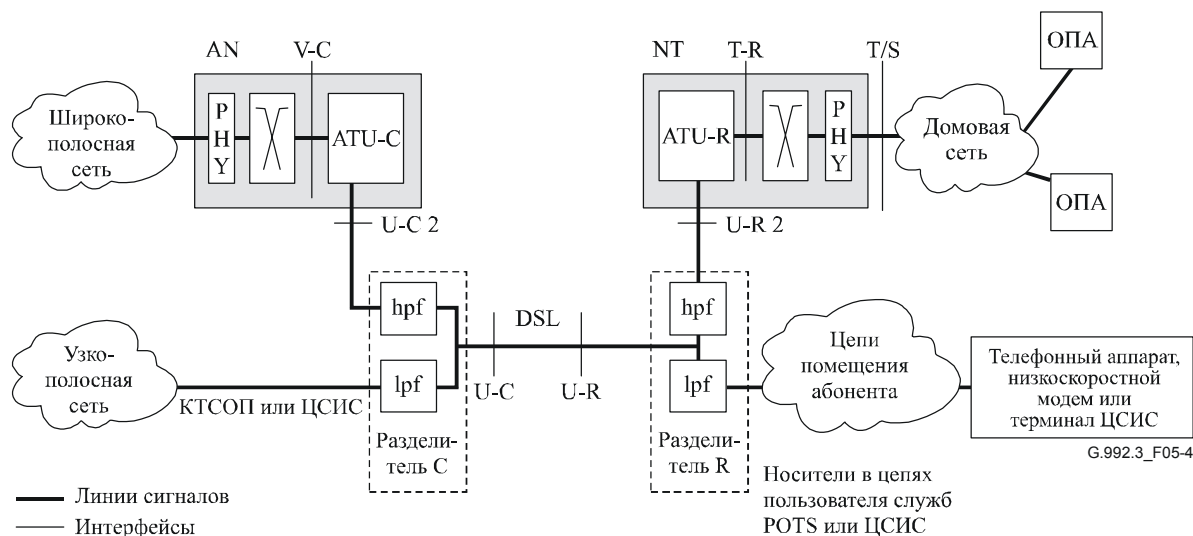


Рисунок 5-4/G.992.3 – Обобщенная эталонная модель с разделителем для удаленного размещения оборудования

Модель приложения для неразделенного удаленного размещения показана на рисунке 5-5. Чтобы обеспечить изоляцию и защиту телефонных аппаратов, модемов, терминалов ЦСИС и ATU-R, можно включить дополнительный низкочастотный фильтр. Расположение фильтров на всех диаграммах модели приложения показано только ради функциональности. Особые функции фильтра могут иметь региональные особенности. Фильтр можно установить различными способами, включая разделители, фильтры, установленные в линии, фильтры, объединенные с устройствами ATU, и фильтры, объединенные с речевым оборудованием.

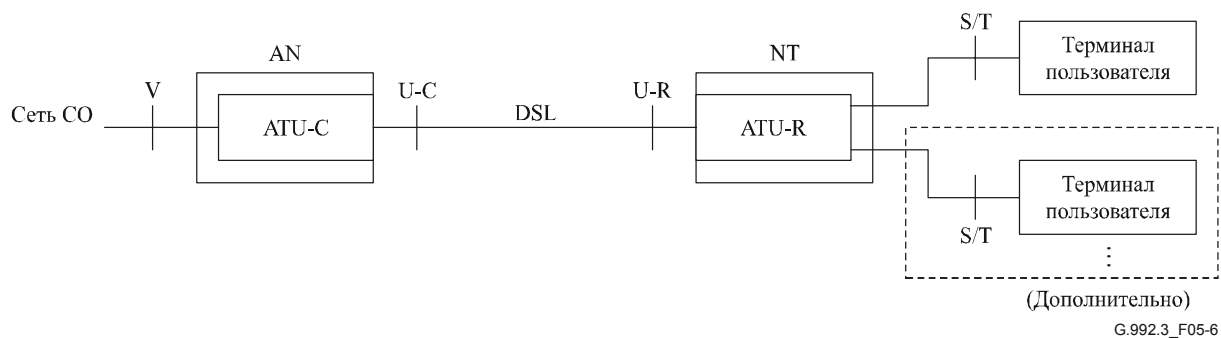
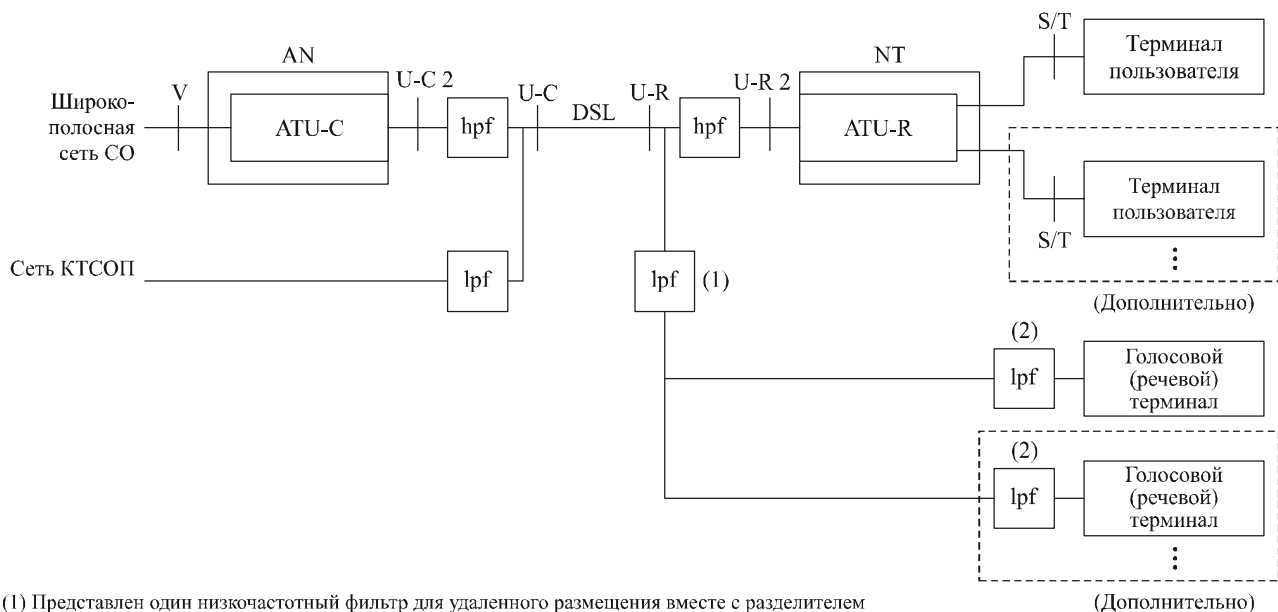


Рисунок 5-6/G.992.3 – Модель приложения услуги передачи данных

5.4.2 Данные совместно со службой POTS

На рисунке 5-7 приведена типовая модель приложения для передачи данных устройствами G.992.3 с расположенной ниже по спектру службой POTS по той же системе DSL. Показаны контрольные точки и подключенное оборудование. В таком приложении ATU-R является частью NT системы ADSL и обычно должно соединяться с одним или более пользовательских терминалов, которые могут включать терминалы данных, оборудование связи или другие устройства. Соединения с этими устройствами терминального оборудования производят в контрольных точках S/T. ATU-R не должно напрямую соединяться с контрольной точкой U-R, но должно отделяться от DSL элементом высокочастотного фильтра. Кроме того, один или более речевых терминалов также должны быть частью модели приложения в помещении пользователя. Эти речевые терминалы могут включать телефоны POTS, автоответчики, низкочастотные аналоговые модемы или другие устройства. Речевые терминалы могут непосредственно подключаться к контрольным точкам U-R или могут соединяться через элемент низкочастотного фильтра (удаленное размещение оборудования без разделения), или могут соединяться через общий элемент низкочастотного фильтра (удаленное размещение оборудования с разделителем). В оконечной точке DSL на центральной станции ATU-C должно присоединяться к контрольной точке U-C через элемент высокочастотного фильтра. ATU-C является частью узла доступа, который обычно соединяют с широкополосной сетью доступа в контрольной точке V. Кроме того, должен быть элемент низкочастотного фильтра, соединенный с контрольной точкой U-C для присоединения к магистральной сети КТСОП.



- (1) Представлен один низкочастотный фильтр для удаленного размещения вместе с разделителем
 (2) Представлено много низкочастотных фильтров для удаленного размещения без разделителей

Рисунок 5-7/G.992.3 – Модель приложения передачи данных совместно со службой POTS

ПРИМЕЧАНИЕ. – Показанный на рисунках 5-5 и 5-7 в помещении пользователя низкочастотный фильтр известен также как линейный (включенный в линию). Спецификация характеристик линейного фильтра выходит за рамки данной Рекомендации. Однако линейные фильтры нормируют региональными стандартами, например, см. [B10].

5.4.3 Данные со службой ЦСИС

На рисунке 5-8 приведена типовая модель приложения для передачи данных устройствами G.992.3 с расположенной ниже по спектру службой ЦСИС по той же системе DSL. Показаны контрольные точки и подключенное оборудование. В таком приложении ATU-R является частью ADSL CO и обычно должно соединяться с одним или более пользовательскими терминалами, которые могут включать терминалы данных, оборудование связи или другие устройства. Соединения с этими устройствами терминального оборудования производят в контрольных точках S/T. ATU-R не должно прямо соединяться с контрольной точкой U-R, но должно отделяться от DSL элементом высокочастотного фильтра. Одно СО ЦСИС должно быть также частью модели приложения в помещении пользователя. СО ЦСИС не должно прямо соединяться с контрольной точкой U-R, а должно быть отделено от устройства DSL элементом низкочастотного фильтра. Кроме того, один или более речевых терминалов должны быть также частью модели приложения в помещении пользователя. Эти речевые терминалы соединяют с СО сети ЦСИС, и они могут включать телефоны POTS или ЦСИС, автоответчики, низкочастотные модемы или другие устройства. В оконечной точке DSL центральной станции ATU-C должно присоединяться к контрольной точке U-C через элемент высокочастотного фильтра. ATU-C является частью узла доступа, который обычно соединяют с широкополосной сетью доступа в контрольной точке V. Кроме того, для соединения с магистральной сетью КТСОП к контрольной точке U-C должен быть присоединен элемент низкочастотного фильтра.

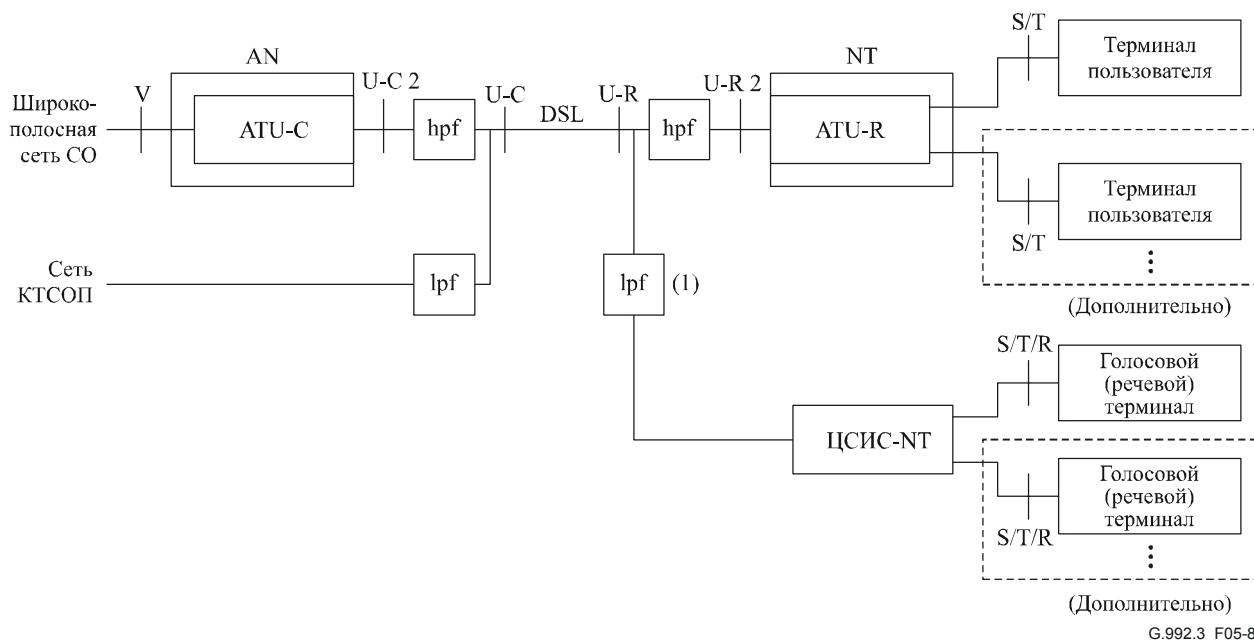


Рисунок 5-8/G.992.3 – Модель приложения данных со службой ЦСИС

5.4.4 Речь поверх службы передачи данных

На рисунке 5-9 приведена типовая модель приложения для передачи данных устройствами G.992.3. Показаны контрольные точки и подключенное оборудование. В таком приложении ATU-R является частью ADSL CO и обычно должно соединяться с одним или более пользовательскими терминалами и одним или более речевыми терминалами. Терминалы данных могут включать как собственно терминалы данных, так и оборудование связи или другие устройства. Речевые терминалы могут включать телефонные устройства POTS или ЦСИС, автоответчики, низкочастотные аналоговые модемы и другие устройства. Соединения с этими устройствами терминального оборудования производят в контрольных точках S/T. ATU-R и ATU-C должны включать функцию речевого

взаимодействия, которое обеспечит соединение сети КТСОП с оборудованием речевого терминала. Соединение между ATU-R и ATU-C обычно является прямым соединением через DSL с окончанием DSL в помещении пользователя в контрольной точке U-C и с сетевым окончанием – в контрольной точке U-R. ATU-C является частью узла доступа, который обычно соединяют с широкополосной сетью доступа в контрольной точке V. Кроме того, ATU-C должно присоединяться к магистральной сети КТСОП.

Система ADSL может работать во всех цифровых режимах без расположенных ниже по спектру служб или может работать в режиме вместе с прилегающими ниже службами POTS или ЦСИС при резервировании неиспользуемой ниже полосы частот, или, хотя это и не показано на рисунке 5-8, в системе DSL возможна также работа служб POTS или ЦСИС, расположенных ниже по спектру.

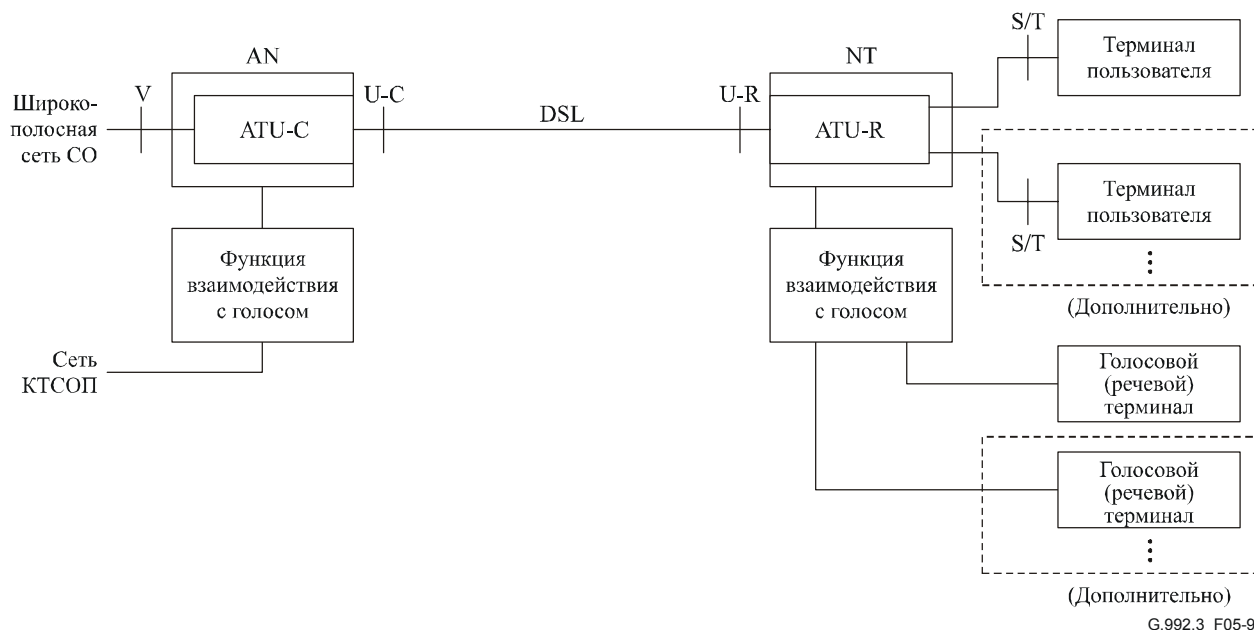


Рисунок 5-9/G.992.3 – Модель приложения передачи речи поверх службы передачи данных

6 Функция транспортного протокола – специфическая конвергенция передачи (TPS-TC)

6.1 Возможности транспорта

В данной Рекомендации приведены процедуры для транспортировки выходных носителей кадров от одной до четырех однонаправленных функций TPS-TC для восходящего и нисходящего направлений. Для связи и идентификации каждая из функций TPS-TC внутри ATU помечена так, как будто она отражена в конкретном носителе кадров, т. е. TPS-TC #0, #1, #2, #3 размещены в носителях кадров #0, #1, #2, #3, соответственно. Функции TPS-TC могут быть различных типов, и каждый тип подробно описан в Приложении К.

После того как во время фазы инициализации по G.994.1 отправленные и принятые функции TPS-TC размещены в носителях кадров, транспортировка функций TPS-TC в носителях кадров выполняется нижележащими уровнями PMS-TC и PMD с помощью последовательности кадров данных и символов PMD. Возможности транспортировки TPS-TC конфигурируются параметрами управления, описанными в Приложении К. Параметры управления определяют для этого приложения соответствующую скорость данных и характеристики каждой функции TPS-TC так, как будто они помещены в конкретном носителе кадров. Каждый прием функции TPS-TC может быть логически связан с каждой передачей функции TPS-TC, которая поддерживает данный тип функции TPS-TC. Если это специально не оговорено в Приложении К, параметры управления связанных передачи и приема функций TPS-TC должны быть сконфигурированы совместно с идентичными значениями параметров управления во время инициализации и реконфигурации ATU. При приеме функций PMD, PMS-TC и TPS-TC восстанавливается ряд входных сигналов соответствующих функций передач TPS-TC, сигналы которых передают с помощью функций TPS-TC, PMS-TC и PMD

пар ATU-C и ATU-R.

С точки зрения элемента плоскости управления, не существует специальных транспортных функций, вырабатываемых функцией TPS-TC. Каждый тип TPS-TC может иметь собственный единственный набор примитивов управления, описанных в Приложении К. Примитивами управления оперируют сквозным образом с помощью функций PMS-TC и MPS-TC.

6.2 Интерфейсные сигналы и примитивы

Как показано на рисунке 6-1, каждая функция TPS-TC ATU-C содержит много интерфейсных сигналов. Для каждого типа TPS-TC сигналы на верхней границе описаны в Приложении К. Изображенные в верхней части рисунка 6-1 сигналы служат просто примерами. Однако сигналы на нижнем, левом и правом краях должны соответствовать сигналам, которые требуют функциональные интерфейсы PMS-TC и MPS-TC, изображенные на рисунке 6-1. Каждый обозначенный сигнал состоит из одного или более примитивов, как показано направляющими стрелками. Тип примитива, связанного с каждой стрелкой, соответствует надписи на рисунке.

Диаграмма разделена пунктирными линиями, чтобы отделить функцию нисходящего направления от восходящего. Сигналы, показанные в верхней части, переносят примитивы к функциям верхнего уровня, и эти сигналы определены для каждого типа TPS-TC в Приложении К. Сигналы, показанные в нижней части, переносят примитивы к функции PMS-TC и должны соответствовать примитивам, определенным в 7.3. Очень важная характеристика сигналов данных, представленных в PMS-TC, состоит в том, что они должны быть синхронизированы с местным генератором тактовых импульсов PMD.

Каждая функция TPS-TC ATU-R имеет одинаковый интерфейс сигналов, как показано на рисунке 6-2, хотя верхний край изменяется в зависимости от типа TPS-TC. На рисунке 6-2 восходящие и нисходящие метки имеют обратное направление по сравнению с рисунком 6-1.

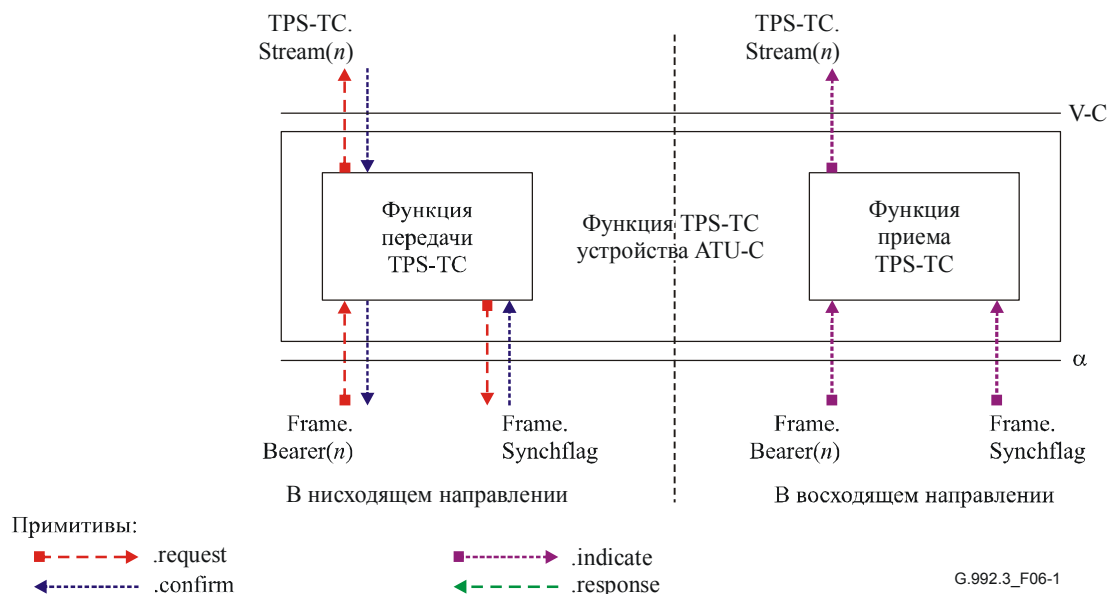


Рисунок 6-1/G.992.3 – Сигналы функции TPS-TC ATU-C

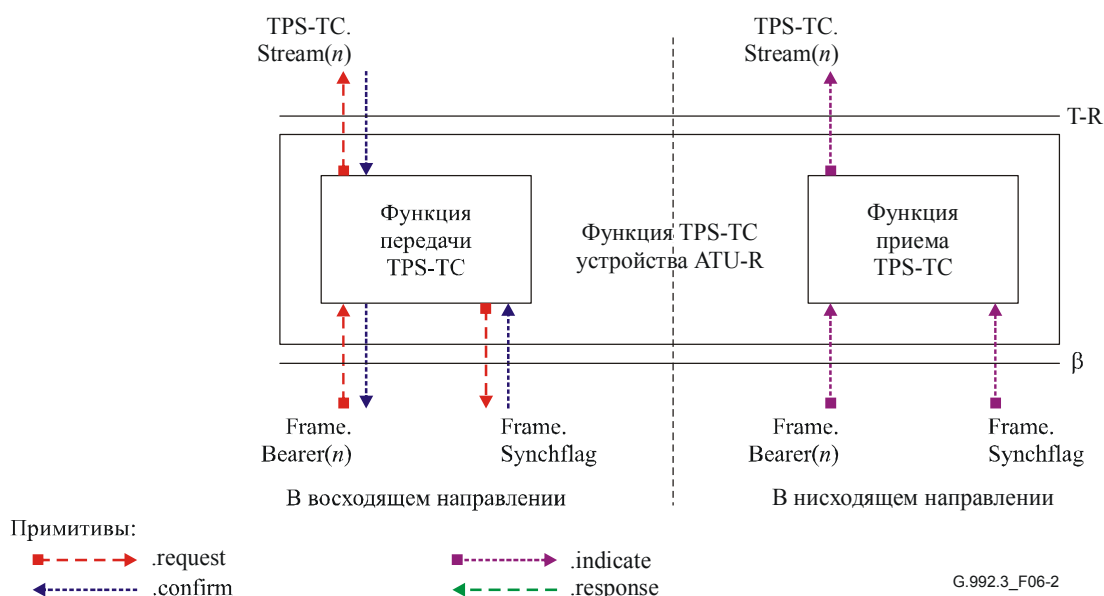


Рисунок 6-2/G.992.3 – Сигналы функции TPS-TC ATU-R

Сигналы, показанные на рисунках 6-1 и 6-2, используют для переноса примитивов между функциями данной Рекомендации. Примитивы предназначены исключительно для ясного определения характеристик функций с целью их взаимодействия.

Примитивы, которые используют между функцией высшего уровня и функцией TPS-TC, зависят от типа функции TPS-TC. Эти аспекты описаны в Приложении К.

Примитивы, которые используют между функциями TPS-TC и PMS-TC, описаны в 7.3.

6.3 Параметры управления

Конфигурация функций TPS-TC управляется набором параметров управления. Некоторые из этих параметров приведены в таблице 6-1. Остальные параметры управления зависят от типа TPS-TC и описаны в Приложении К.

Таблица 6-1/G.992.3 – Параметры TPS-TC

Параметр	Определение
N_{BC}	Число возможных функций TPS-TC и число возможных носителей кадров. Функции TPS-TC и носители кадров отмечают как #0, #1, #2 и #3. N_{BC} – это число ненулевой величины в наборе $\{type_0, type_1, type_2, type_3\}$. Значение может различаться в ATU-C и в ATU-R.
$type_n$	Тип TPS-TC, размещенный в носителе кадров #n ($n = 0-3$). Тип TPS-TC должен быть из набора, описанного в Приложении К. Значение $type_n$, равное нулю, должно использоваться для блокирования функции TPS-TC #n и носителя кадров #n.
$maxtype_n$	Максимальное число поддерживаемых функций TPS-TC типа n.

Значения всех перечисленных в таблице 6-1 значений параметров управления должны быть установлены во время фазы инициализации по G.994.1, в соответствии с общими возможностями ATU, как это описано в 6.6. Возможность поддержки этих параметров каждым ATU в каждом направлении может быть изменена также в фазе инициализации, как указано в 6.6. Все доступные конфигурации параметров управления описаны в 6.3.1, а работа ATU при других конфигурациях выходит за рамки данной Рекомендации. Все обязательные конфигурации параметров управления, которые описаны в 6.3.2, должны поддерживаться каждым ATU.

6.3.1 Действующие конфигурации

АТУ может поддерживать одновременно до четырех функций TPS-ТС в каждом направлении. Параметр управления N_{BC} должен быть в пределах от 1 до 4.

Действующие значения параметра управления $type_n$ должны быть такими, как указано в Приложении К, или нулевым значением. Все другие величины зарезервированы для использования МСЭ-Т. Если параметр $type_n$ ненулевой для восходящего и нисходящего направлений, то он должен быть одинаковым для обоих направлений.

АТУ должно поддерживать размещение всех допустимых типов TPS-ТС во всех поддерживаемых носителях кадров. Действующие метки поддерживаемых носителей кадров должны начинаться с 0 и возрастать на единицу. Таким образом, возможны только 4 случая: {0}, {0, 1}, {0, 1, 2} или {0, 1, 2, 3}.

6.3.2 Обязательные конфигурации

АТУ должно поддерживать в каждом направлении, по крайней мере, одну комбинацию функций TPS-ТС (тип определен в Приложении К) и носителя кадров.

6.4 Процедуры плоскости данных

Каждая функция TPS-ТС должна обеспечивать процедуры передачи данных, как это определено в Приложении К, которые заканчиваются подтверждением передачи примитивов PMS-ТС, описанных в 7.3. В других случаях эти процедуры прозрачны для функции PMS-ТС.

6.5 Процедуры плоскости административного управления

Каждая функция TPS-ТС может создавать примитивы локального управления, как это определено в Приложении К. До двух таких примитивов могут транспортироваться на дальний конец, используя процедуры PMS-ТС, определенные в 7.8.2.2. Их транспортируют таким способом, который в других случаях прозрачен для функции PMS-ТС.

Каждая функция TPS-ТС может дополнительно производить локальную обработку примитивов по Рек. МСЭ-Т G.997.1 [4]. Результаты локальной обработки могут быть доступны с помощью команд считывания регистра управления функцией MPS-ТС, как это описано в 9.4.1.6. Формат и синтаксис данных подтверждения этих команд описан в Приложении К.

6.6 Процедура инициализации

Функции TPS-ТС могут быть полностью отконфигурированы до инициализации функций PMS-ТС и PMD или отконфигурированы после инициализации функций PMS-ТС и PMS способом, рассмотрение которого выходит за рамки данной Рекомендации. Конфигурирование до инициализации выполняют с помощью сообщения MS по G.994.1. Информацию можно изменить до выбора режима, чтобы убедиться в возможностях использования сообщений CL или CLR по G.994.1. Большая часть информации, передаваемой по G.994.1, зависит от типа TPS-ТС и описана в Приложении К.

6.6.1 Фаза по G.994.1

Сообщения CL и CLR должны описывать возможности АТУ-С и АТУ-Р, соответственно, и могут ограничиваться требованиями к применению, требованиями к службе, вариантами реализации и т. д. Поэтому возможности, указанные в сообщениях CL и CLR, это потенциальные возможности, которые могут охватывать полностью или частично совокупность возможностей, обеспечиваемых АТУ-С и АТУ-Р, соответственно. В любом случае, сообщение MS (и все последующие сообщения инициализации) должны учитывать все ограничения на возможности, указанные в сообщениях CL и CLR.

6.6.1.1 Сообщение о списке возможностей по G.994.1

Следующая информация о функции TPS-ТС должна быть передана по Рек. МСЭ-Т G.994.1 [2] как часть сообщений CL и CLR. Дополнительная информация, соответствующая каждой функции TPS-ТС, должна быть распределена по блокам информации, как это указано в Приложении К. Информацию можно дополнительно затребовать и передать сообщениями CL и CLR по G.994.1 при запуске сеанса

связи. Однако эту информацию между устройствами ATU-C и ATU-R следует изменить, по крайней мере, один раз, прежде чем вступит в действие функция TPS-TC, но не обязательно в начале каждого сеанса связи. Информация обмена включает:

- поддерживаемые комбинации носителей кадров и типов TPS-TC в нисходящем потоке;
- поддерживаемые комбинации носителей кадров и типов TPS-TC в восходящем потоке;
- поддерживаемое число функций TPS-TC типа n .

Информацию о поддерживаемых комбинациях представляют, используя модель дерева информации по G.994.1, как это описано в Приложении К. ATU может представлять информацию в сообщениях CL и CLR как в восходящем, так и в нисходящем потоках. Соответствующий каждому установленному на единицу биту Spar(2) из Приложения К один дополнительный блок информации должны доставлять сообщения CL и CLR. Поддерживаемое число функций TPS-TC типа n определяют, используя модель дерева информации по G.994.1, как это показано в таблице 6-2.

Таблица 6-2/G.992.3 – Структура информации о возможностях TPS-TC

Биты Spar(2)	Определения битов Npar(3)
Восходящий поток Maxtype	Параметр блока из 2 октетов, который описывает значения <i>maxtype</i> для восходящего потока, используя 3-битовые значения без знака в диапазоне от 0 до 4 для каждого типа TPS-TC: 1 (STM), 2 (ATM) и 3 (PTM).
Нисходящий поток Maxtype	Параметр блока из 2 октетов, который описывает значения <i>maxtype</i> для нисходящего потока, используя 3-битовые значения без знака в диапазоне от 0 до 4 для каждого типа TPS-TC: 1 (STM), 2 (ATM) и 3 (PTM).

6.6.1.2 G.994.1 Сообщение о выборе режима

Следующие параметры управления функции TPS-TC должны быть сконфигурированы по Рек. МСЭ-Т G.994.1 [2] как часть сообщения MS. Дополнительные параметры управления, соответствующие каждому типу TPS-TC, должны быть распределены по блокам информации, как описано в Приложении К. Информация должна быть выбрана до инициализации PMD и TPS-TC. Эта информация включает:

- отображенные комбинации носителей кадров и типов TPS-TC в нисходящем потоке;
- отображенные комбинации носителей кадров и типов TPS-TC в восходящем потоке.

В сообщении MS не должна быть включена информация Maxtype. Бит Spar(2) должен быть установлен в 0.

Эта конфигурация TPS-TC представлена с использованием модели дерева информации по G.994.1, как описано в Приложении К. ATU создают как восходящее, так и нисходящее дерево в сообщении MS. Как указано в Приложении К, в сообщении MS должен быть создан один блок информации, соответствующий каждому биту Spar(2) из Приложения К (один бит на комбинацию из одного носителя кадров и типа TPS-TC), который установлен на 1. Для каждого носителя кадров должно быть установлено не более одного соответствующего бита Spar(2). Носитель кадров, для которого установлен соответствующий бит Spar(2), должен быть действующим (т. е. $type_n > 0$). Любой носитель кадров, который поддерживается, но не имеет соответствующего ему установленного бита Spar(2), должен быть аннулирован (т. е. $type_n = 0$). Обозначение N_{BC} представляет число ненулевой величины в наборе $\{type_0, type_1, type_2, type_3\}$.

6.6.2 Фаза анализа канала

Во время фазы анализа канала не происходит никаких ни изменений установок, ни возможностей TPS-TC, ни параметров управления.

6.6.3 Фаза обмена

Во время фазы обмена не происходит никаких ни изменений установок, ни возможностей TPS-TC, ни параметров управления.

6.7 Реконфигурация в режиме он-лайн

Процедуры реконфигурации в режиме он-лайн однозначно определены для каждого типа TPS-ТС в Приложении К. Эти процедуры могут быть основаны на примитивах, связанных с PMD. При реконфигурации для синхронизации в указанном режиме изменяют флаг Synchflag.

6.8 Режим управления мощностью

Предусмотренные функциями TPS-ТС процедуры предназначены для использования в период, когда звено связи ATU находится в состояниях управления мощностью L0 и L2.

6.8.1 Работа звена связи в состоянии L0

В период, когда звено связи находится в состоянии управления мощностью L0, функция TPS-ТС должна работать в соответствии со всеми процедурами уровней данных и уровней управления, определенными в 6.4 и 6.5, а также указанными в спецификациях Приложения К. Должны действовать все определения и условия для параметров управления, приведенные в 6.3 и в Приложении К.

6.8.1.1 Работа звена связи при переходе в состояние L2

Работе звена связи при переходе в состояние L2 должен предшествовать протокол, описанный в 9.5.3.3. Последующее успешное завершение протокола и координированный вход звена связи в состояние L2 может быть основан на примитивах, связанных с PMD.Synchflag для синхронизации, как далее описано в Приложении К.

6.8.1.2 Работа звена связи при переходе в состояние L3

Корректное выключение ATU предназначено для работы звена связи при переходе от состояния L0 к состоянию L3. Переход должен выполняться, как это описано в 9.5.3.1 или 9.5.3.2. Любая особая процедура выключения TPS-ТС должна производиться, как указано в Приложении К.

6.8.2 Работа звена связи в состоянии L2

В период, пока звено связи находится в состоянии управления мощностью L2, функция TPS-ТС должна действовать в соответствии со всеми процедурами уровня данных и уровня управления, описанными в 6.4 и 6.5, а также в Приложении К. Действуют все определения параметров управления, приведенные в 6.3 и Приложении К.

Процедура настройки на понижение мощности не должна влиять на работу функции TPS-ТС.

6.8.2.1 Работа звена связи при переходе в состояние L0

Работе звена связи при переходе в состояние L0 должен предшествовать протокол, описанный в 9.5.3.4 или 9.5.3.5. Последующее успешное завершение протокола и координированный вход звена связи в состояние L0 может быть основан на примитивах, связанных с PMD.Synchflag для последующей синхронизации, как это определено в Приложении К.

6.8.2.2 Работа звена связи при переходе в состояние L3

Если звено связи работает в состоянии L2, ATU предлагают перейти в режим L3 путем корректного выполнения процедуры выключения. В противном случае, ATU может также перейти в состояние линии L0 и далее в состояние линии L3, корректно выполняя процедуру выключения. Однако в случае внезапного отключения мощности звено связи может непосредственно перейти от состояния L2 к состоянию L3. Переход выполняется, как это описано в 9.5.3.2. Любая особая процедура выключения TPS-ТС должна производиться, как указано в Приложении К.

6.8.3 Работа звена связи в состоянии L3

В состоянии звена связи L3 любые особые процедуры для функции TPS-ТС должны выполняться, как указано в Приложении К.

6.8.3.1 Работа звена связи при переходе в состояние L0

Процедуры инициализации ATU предназначены для перехода звена связи от состояния L3 к состоянию L0. Переход должен производиться, как описано в 6.6.

7 Функция физической среды – специфическая конвергенция передачи (PMS-TC)

7.1 Транспортные возможности

Основная задача функции ATU PMS-TC состоит в обеспечении мультиплексирования и транспортировки нескольких каналов информации. Функция ATU PMS-TC создает процедуры для мультиплексирования и транспортировки:

- от одного до четырех носителей кадров в восходящем и нисходящем направлениях;
- сигнала NTR от устройства ATU-C к ATU-R; и
- заголовка канала для поддержки функции MPS-TC каждого ATU.

После того как выполнены процедуры передачи PMS-TC, перенос носителей кадров к функции приема PMS-TC выполняет пара функций PMD с помощью последовательности символов PMD. Транспортные возможности функции PMS-TC конфигурируют, используя ряд описанных в 7.5 параметров управления, чтобы обеспечить каждому носителю кадров соответствующие скорости передачи данных и характеристики. Значения параметров управления устанавливают во время инициализации или реконфигурации ATU. ATU функции приема PMS-TC восстанавливает ряд входных сигналов для соответствующей функции передачи PMS-TC. Эти сигналы передают с помощью функций PMS-TC и PMD пары устройств ATU-C и ATU-R.

Функция передачи PMS-TC на входе принимает сигналы от плоскостей данных и управления. В качестве элемента плоскости данных функция передачи PMS-TC принимает на входе от функций TPS-TC от одного до четырех носителей кадров. Все входные сигналы передачи плоскости данных синхронизированы с локальным передатчиком тактовых импульсов PMD. Эти входные сигналы переправляют на интерфейс функции приема PMS-TC, как показано на рисунке 7-1. Границы октетов в носителях кадров и позиции старших значащих битов сохраняются от входа интерфейса функции передачи PMS-TC до выхода интерфейса функции приема PMS-TC.

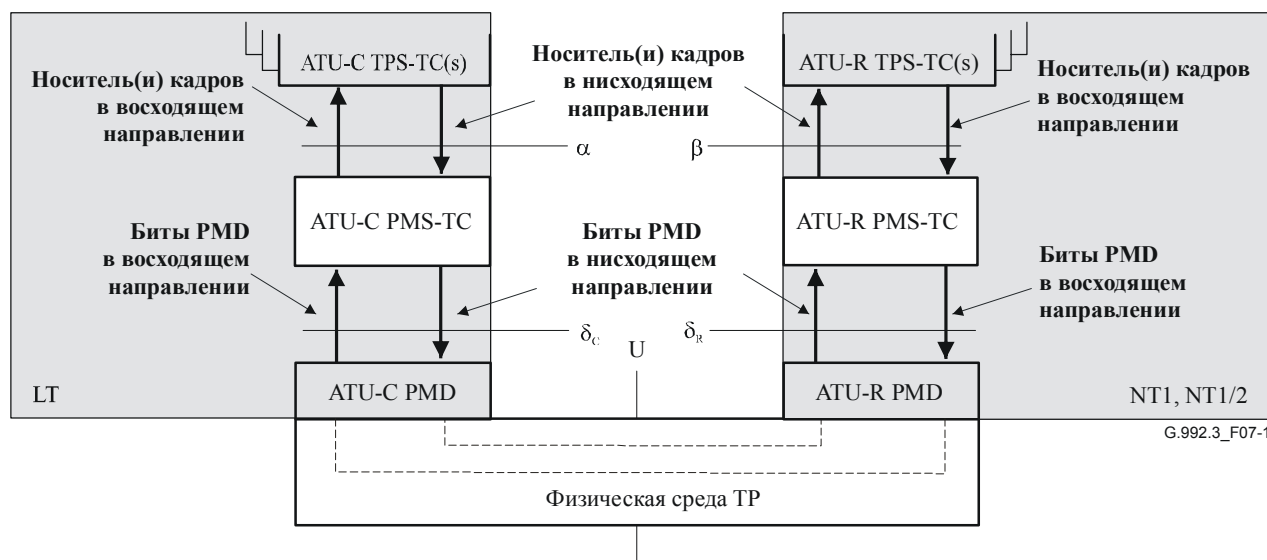


Рисунок 7-1/G.992.3 – Транспортные возможности PMS-TC внутри плоскости пользователя

В качестве элемента плоскости управления пара функций PMS-TC передает синхронизирующий опорный сигнал NTR от ATU-C к ATU-R, как показано на рисунке 7-2.

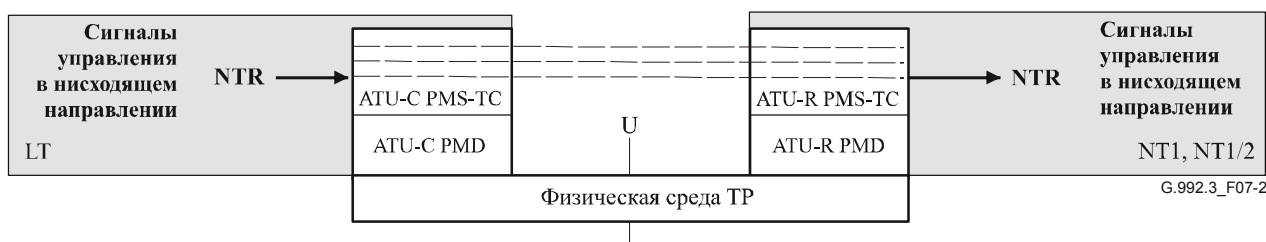


Рисунок 7-2/G.992.3 – Транспортные возможности PMS-TC внутри плоскости управления

В качестве элемента плоскости административного управления функция PMS-TC не выполняет специальных транспортных функций. Однако функция PMS-TC обеспечивает в ATU указания примитивов управления для функции MPS-TC, как показано на рисунке 7-3.

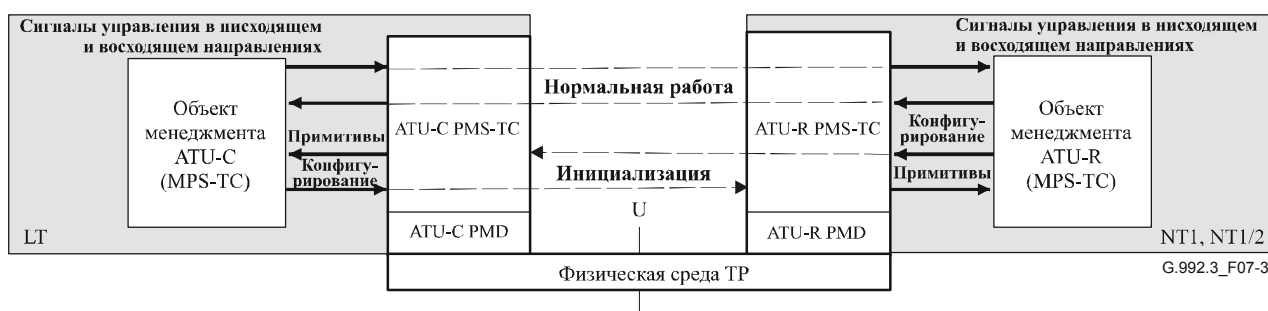


Рисунок 7-3/G.992.3 – Транспортные возможности PMS-TC внутри плоскости административного управления

7.2 Дополнительные функции

В дополнение к транспортным функциям функция передачи ATU PMS-TC также обеспечивает процедуры для:

- скремблера;
- ввода избыточности для упреждающей коррекции ошибок по Риду–Соломону;
- ввода контрольной суммы для блока обнаружения ошибок; и
- чередования кадров данных для распределения эффекта спонтанных повреждений на интерфейсе U.

Эти функции конфигурируют рядом описанных в 7.5 параметров управления, чтобы обеспечить соответствующую приложению защиту FEC, время ожидания и защиту от импульсного шума для каждого носителя кадров. Значения параметров управления устанавливают во время инициализации или реконфигурации ATU. Функция PMS-TC на приеме ATU реверсирует каждую из перечисленных процедур таким образом, чтобы восстановить транспортируемую информацию. Кроме того, функция PMS-TC на приеме ATU создает ряд контрольных примитивов, связанных с некоторыми функциями (например, ошибкой контрольной суммы блока, результатом упреждающей коррекции ошибок), как это описано в 7.9.1.

7.3 Сигналы и примитивы интерфейса блока

Как показано на рисунке 7-4, функция PMS-TC в ATU-C содержит множество интерфейсных сигналов. Каждый указанный сигнал состоит из одного или более примитивов, как указывают направленные стрелки. Тип связанного с каждой стрелкой примитива соответствует условному обозначению на рисунке.

Рисунок разделен штриховой линией, чтобы отделить сигналы и функции нисходящего и восходящего направлений. Показанные в верхней части сигналы передают примитивы к и от функции TPS-TC. Показанные в нижней части сигналы передают примитивы к и от функции PMD. Сигналы на левом и правом краях передают примитивы управления внутри ATU-C.

Как показано на рисунке 7-5, функция PMS-TC в ATU-R имеет аналогичные сигналы интерфейса. На этом рисунке знаки восходящего и нисходящего потоков имеют противоположное направление по сравнению с предыдущим рисунком. Кроме того, сигнал NTR передают как выходной на приеме функции PMS-TC в устройстве ATU-R.

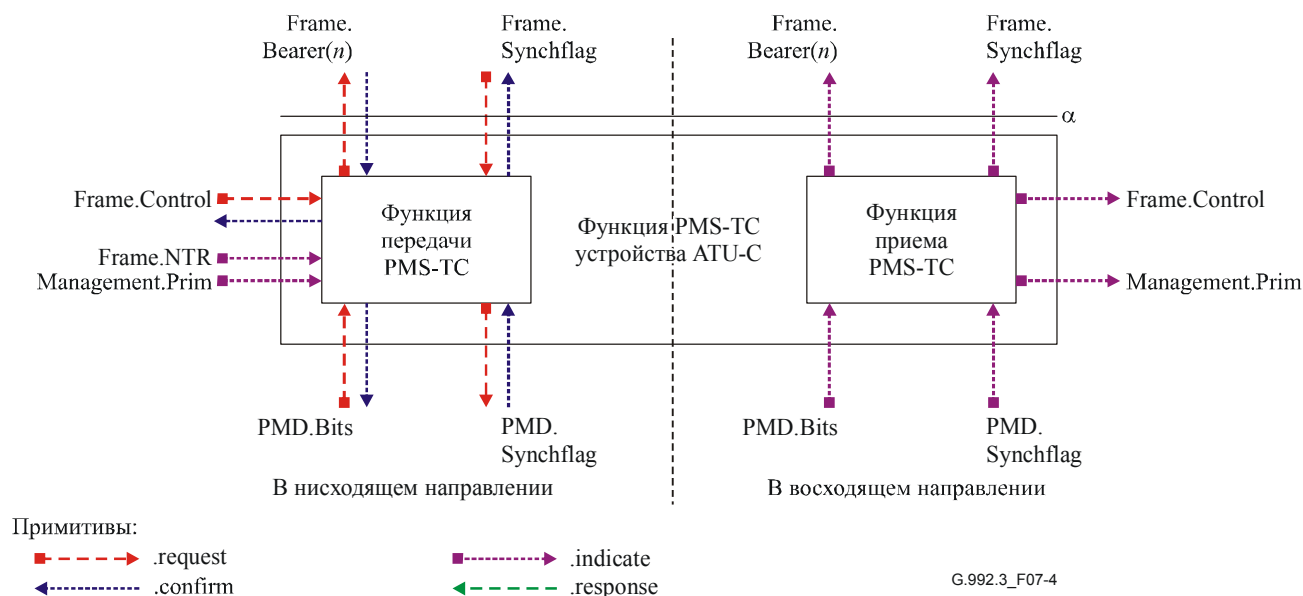


Рисунок 7-4/G.992.3 – Сигналы функции PMS-TC в ATU-C

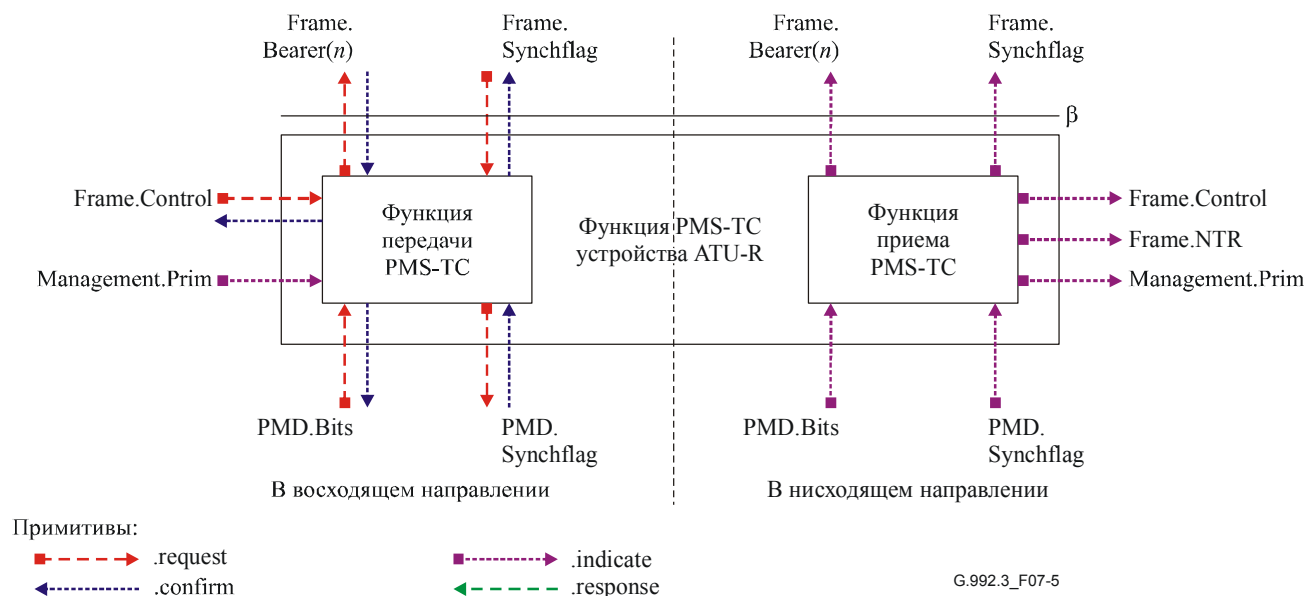


Рисунок 7-5/G.992.3 – Сигналы функции PMS-TC в ATU-R

Сигналы, изображенные на рисунках 7-4 и 7-5, используют для перемещения примитивов между функциями данной Рекомендации. Эти примитивы изображены только для разъяснения функций совместимости.

Примитивы, использованные между функциями TPS-TC и PMS-TC, описаны в таблице 7-1. Эти примитивы поддерживают обмен между данными носителя и данными потока для соответствия параметрам управления PMS-TC. Эти данные также поддерживают координацию реконфигурации при включении в линию ATU-C и ATU-R.

Примитивы, использованные между функциями PMS-TC и PMD, описаны в разделе 8.

Примитивы для транспортировки управляющих сообщений через общие заголовки каналов, описаны в таблице 7-2. Эти примитивы могут быть использованы функциями PMD, TPS-TC и другими функциями ATU. Эти примитивы поддерживают обмен управляющими сообщениями, битами и потоками данных регулирования для согласования конфигурации заголовка канала PMS-TC.

Разнообразные примитивы для транспортировки NTR функциями PMS-TC с помощью заголовков каналов описаны в таблице 7-3. Примитивы, которые используют для индикации применения в локальных объектах, описаны в таблице 7-4.

Таблица 7-1/G.992.3 – Примитивы сигнализации между функциями TPS-TC и PMS-TC

Сигнал	Примитив	Описание
Frame Bearer (<i>n</i>)	.request	Этот примитив использует функция передачи PMS-TC для запроса от функции передачи TPS-TC одного или более октетов для транспортировки. С помощью взаимодействия запроса-подтверждения поток данных подстраивают под конфигурацию PMS-TC (и расположенные ниже функции). Примитивы помечают как <i>n</i> = от 0 до 3, что соответствует носителям кадров от #0 до #3.
	.confirm	Функция передачи TPS-TC пересылает один или более октетов функции PMS-TC, которые должны транспортироваться вместе с этим примитивом. После приема октетов вместе с примитивом функция PMS-TC должна выполнить процедуру Mux Data Frame Selector (селектор кадра мультиплексированных данных) по 7.7.1.1.
	.indicate	Функция приема PMS-TC пересылает один или более октетов функции TPS-TC, которые были транспортированы вместе с примитивом.
Frame.Synchflag	.request	Функция передачи TPS-TC пересылает запросы к функции PMS-TC, чтобы заставить функцию PMS-TC транслировать запрос PMD.Synchflag уровню PMD. Примитив Frame.Synchflag используют для координации различных реконфигураций пар функций TPS-TC.
	.confirm	Этот примитив использует функция передачи PMS-TC для подтверждения приема примитива Frame.Synchflag.request. С помощью взаимодействия запроса и подтверждения функцию передачи PMS-TC уведомляют о том, что примитив PMD.Synchflag.confirm был получен функцией PMS-TC. В частности, любые примитивы Frame.Bearer(<i>n</i>).request, о которых не поступило подтверждения после приема примитива Frame.Synchflag.confirm, должны быть переданы функции передачи PMD после примитива PMD.Synchflag.confirm.
	.indicate	Функция приема PMS-TC использует этот примитив, чтобы указать функции TPS-TC, что примитив PMD.Synchflag.confirm уже получен функцией PMS-TC. Любые указания, которые уже получены функцией TPS-TC, должны быть пропущены функцией приема PMD раньше примитива PMD.Synchflag.confirm.

Таблица 7-2/G.992.3 – Примитивы сигнализации для транспортировки сообщений управления по паре функций PMS-TC

Сигнал	Примитив	Описание
Frame.Control	.request	Функция MPS-TC использует этот примитив, чтобы переслать одно внутреннее сообщение управления для транспортировки к функции передачи PMS-TC. После приема сообщения функция PMS-TC должна начать выполнение процедуры передачи по 7.8.2.4.1.
	.confirm	Этот примитив используется функцией передачи PMS-TC для подтверждения приема примитива Frame.Control.request. При взаимодействии запроса и подтверждения поток данных синхронизируется со скоростью, которая должна быть обеспечена скоростью заголовков функций PMS-TC.
	.indicate	Функция приема PMS-TC использует этот примитив, чтобы передать функции MPS-TC простые сообщения управления или индикации.

Таблица 7-3/G.992.3 – Примитивы сигнализации для транспортировки сообщений информации NTR по паре функций PMS-TC

Сигнал	Примитив	Описание
Frame.NTR	.indicate	Этот примитив используют, чтобы переслать текущую фазу сигнала NTR функции передачи PMS-TC. После получения этого примитива функция передачи PMS-TC должна выполнить процедуру транспортировки NTR по 7.8.1. В ATU-R этот примитив пересылает функция приема PMS-TC.

Таблица 7-4/G.992.3 – Примитивы сигнализации для транспортировки указаний по техническому обслуживанию локальному объекту обслуживания

Сигнал	Примитив	Описание
Management.Prim	.indicate	Этот примитив используется несколькими локальными функциями в ATU, чтобы передать аномалии управления, дефекты и параметры функции передачи MPS-TC. После приема этого примитива функция передачи PMS-TC должна выполнить процедуру индикатора битов по 7.8.2.2. Этот примитив использует функция приема PMS-TC для сигнализации функции MPS-TC о числе наблюдаемых аномалий примитивов.

7.4 Блок-диаграмма и внутренние контрольные точки сигналов

На рисунке 7-6 внутри функции передачи PMS-TC изображены функции, которые поддерживают носителей кадров N_{BC} ($1 \leq N_{BC} \leq 4$). Эти носители кадров (т. е. примитивы Frame.Bearer(n).confirm функции передачи TPS-TC) показаны в левой части рисунка 7-6. Внутри функции передачи PMS-TC имеется от одной до четырех функций каналов со временем ожидания, которые принимают на входе один или более носителей кадров или ни одного. Внутри каждой функции канала с ожиданием имеются три контрольные точки, обозначенные как А, В и С. Выходные сигналы каждой функции канала со временем ожидания в контрольной точке С объединяют дополнительной мультиплексирующей функцией для формирования битов PMD (т. е. примитивов PMD.Bits.confirm функции передачи PMD), изображенных в правой части рисунка 7-6.

Сигналы управления на входе изображены в самой верхней части рисунка 7-6. Эти сигналы кодируют в общий канал заголовка, один октет, который связан с каждой функцией канала с ожиданием. В контрольной точке А эти октеты синхронизации объединяют с данными носителя кадров внутри функции канала ожидания.

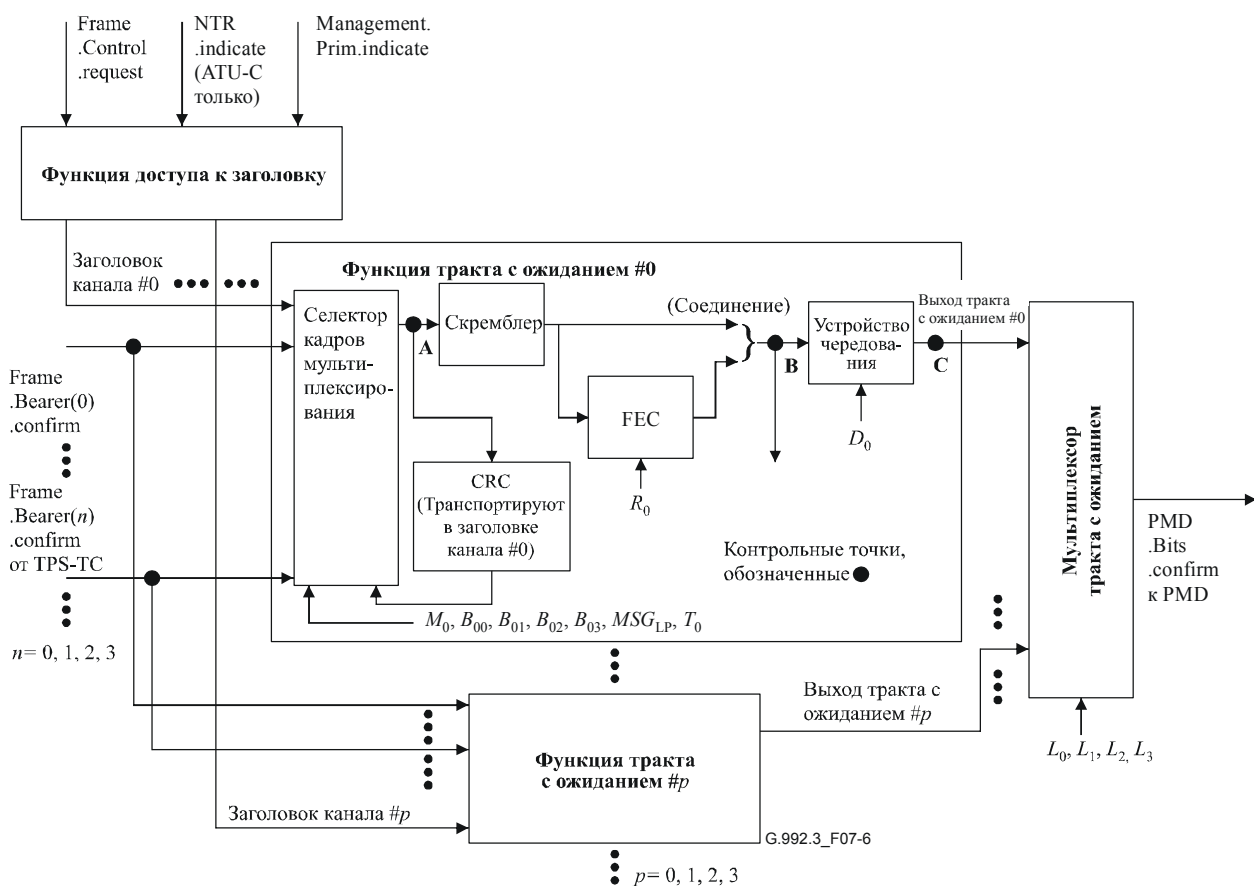


Рисунок 7-6/G.992.3 – Блок-диаграмма функции передачи PMS-TC

Из-за разнообразия изображенных на рисунке 7-6 функций данные внутри функции PMS-TC имеют разную структуру группирования, поскольку эти данные перемещаются от носителей кадров до битов PMD. С целью облегчения изображения этой структуры на блок-диаграмме показаны контрольные точки. Эти контрольные точки изображены исключительно для ясности. Контрольные точки, с помощью которых описывают процедуры PMS-TC, показаны на рисунке 7-6 и перечислены в таблице 7-5. Важно отметить, что в каждой контрольной точке, перечисленной в таблице 7-5, должны содержаться все границы октетов и положения старших значащих битов в носителях кадров.

Таблица 7-5/G.992.3 – Внутренние контрольные точки функции PMS-TC

Контрольная точка	Определение
А: Кадры мультимплексированных данных	Данные функции канала с ожиданием после добавления октета синхронизации.
В: FEC кадров данных	Данные функции канала с ожиданием после того, как октеты избыточности контроля ошибок FEC объединили с данными скремблирования.
С: Чередование кадров данных FEC	Данные и октеты избыточности после их чередования. Эта информация представляет сигнал на выходе функции канала с ожиданием.

7.5 Параметры управления

Конфигурация функции PMS-TC управляется набором параметров управления, показанных в таблице 7-6.

Таблица 7-6/G.992.3 – Параметры управления

Параметр	Определение
MSG_{min}	Минимальная скорость заголовка сообщения, которую поддерживает устройство ATU: MSG_{min} , выраженное в битах в секунду.
MSG_{max}	Максимальная скорость заголовка сообщения, которую поддерживает устройство ATU: MSG_{max} , выраженное в битах в секунду.
N_{BC}	См. таблицу 6-1. Это – параметр конфигурации TPS-ТС, повторенный здесь для ясности.
N_{LP}	Число каналов с ожиданием, пригодных для транспортировки носителей кадров и заголовков. Функции каналов с ожиданием помечены как #0, #1, #2 и #3.
MSG_{LP}	Метка канала с ожиданием, используемого для транспортировки сообщения, основанная на информации заголовка.
MSG_C	Число октетов в сообщении, основанное на структуре заголовка.
$B_{p,n}$	Отношение номинального числа октетов носителя кадров # n к кадру мультиплексированных данных в контрольной точке А функции канала с ожиданием # p . Если время T_p не установлено в 1, а n – наименьший индекс носителя кадров, присвоенный каналу с ожиданием # p , то число октетов от носителя кадров # n в функции канала с ожиданием # p изменяется от $B_{p,n}$ до $B_{p,n} + 1$.
M_p	Число кадров мультиплексированных данных на кадр данных FEC в функции канала с ожиданием # p .
T_p	Отношение числа кадров мультиплексированных данных к числу октетов синхронизации в функции канала с ожиданием # p . Октет синхронизации вводят в каждый T_p -й кадр мультиплексированных данных. Если T_p не установлен на единицу, то каждый раз, когда не вводят октет синхронизации, включают дополнительный октет носителя кадров.
R_p	Число октетов избыточности RS на одно кодовое слово в функции канала с ожиданием # p . Это также число октетов избыточности на кадр данных FEC в функции канала с ожиданием # p .
D_p	Глубина чередования в функции канала с ожиданием # p .
L_p	Число битов из функции канала с ожиданием # p , которое приходится на примитив PMD.Bits.confirm.

Перечисленные в таблице 7-6 первые два параметра управления накладывают постоянное ограничение на работу функции PMS-ТС, которая участвует во всех процедурах инициализации и реконфигурации. Значения этих параметров управления должны быть установлены во время фазы инициализации по G.994.1, в соответствии с общими требованиями к ATU. Требования к этим параметрам управления от каждого устройства ATU в любом направлении могут быть также изменены во время фазы инициализации по G.994.1.

Оставшиеся параметры управления, перечисленные в таблице 7-6, устанавливают специальные параметры, которые управляют описанными в этом разделе процедурами PMS-ТС. Значения этих параметров управления должны быть установлены во время инициализации процедуры PMD в соответствии с возможностями каждого устройства ATU и требованиями более высокого уровня каждого ATU, как это определено процедурами инициализации TPS-ТС. Кроме того, некоторые из параметров управления в таблице 7-6 могут быть модифицированы во время процедур реконфигурации при работе линии.

Все конфигурации действующих параметров управления описаны в 7.6.2. Все обязательные конфигурации параметров управления, которые описаны в 7.6.3, должны поддерживаться каждым ATU.

7.6 Структура кадра

Различные транспортируемые данные можно приписать к различным структурным группировкам во время их перемещения с помощью функции передачи PMS-ТС. Собранные вместе эти группировки обозначают термином структура кадра. Структуру кадра определяют только для ясности, а действительное группирование при использовании ATU может отличаться.

Структура кадра ATU для случая двух носителей кадров, транспортируемых по одному каналу с ожиданием ($N_{BC} = 2$, $N_{LP} = 1$, $T_p = 1$), показана на рисунке 7-7. На этом рисунке показаны структура кадра и группирование данных в каждой контрольной точке А, В и С функции канала с ожиданием #0 при запуске процедуры PMS-TC, а также в конце этой процедуры.

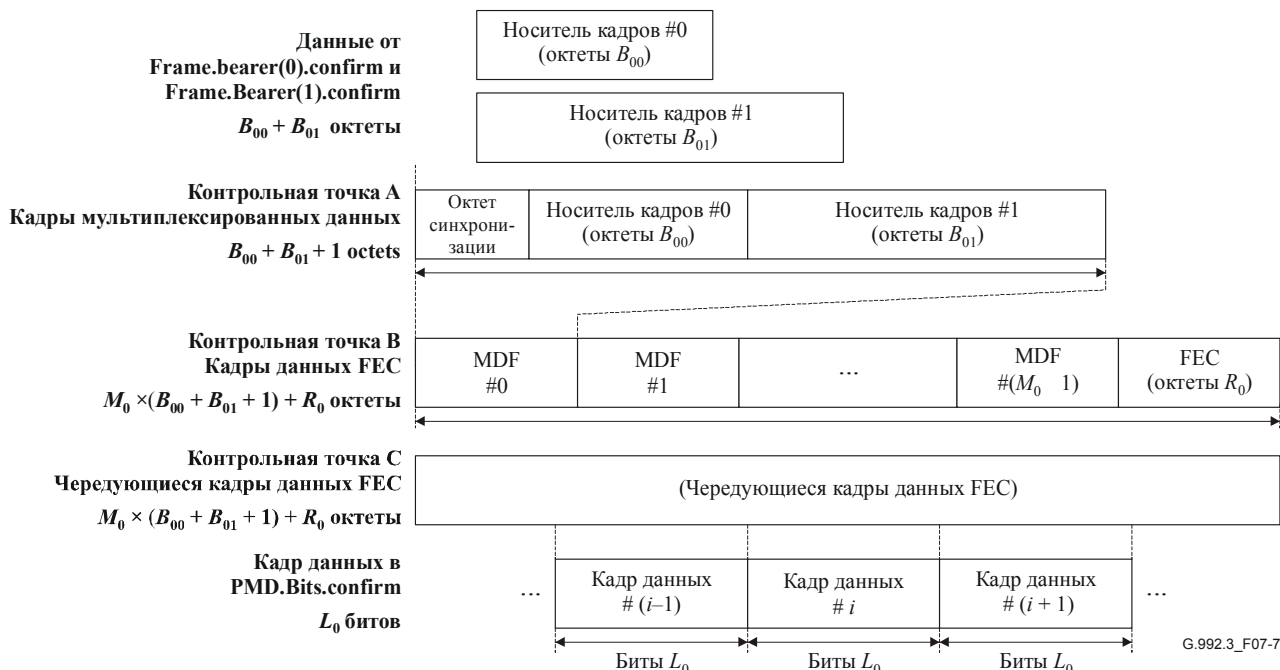


Рисунок 7-7/G.992.3 – Иллюстрация структуры кадра при транспортировании по одному каналу с ожиданием двух носителей кадров и $T_p = 1$

В качестве следующей иллюстрации на рисунке 7-8 показана структура кадра, когда функция PMS-TC сконфигурирована для поддержки двух носителей кадров с двумя каналами с ожиданием ($N_{BC} = 2$, $N_{LP} = 2$, $B_{00} = 0$, $B_{11} = 0$). Параметр MSG_{LP} установлен на единицу, а $T_0 = 1$. На рисунке 7-8 показаны функции PMS-TC для кадра мультиплексированных данных (MDF), которые не включают октет синхронизации для второго времени ожидания, полагая, что в этом примере параметр T_1 не установлен на 1, а текущий селектор счетчика модуля кадра MDF, T_p , не равен нулю.

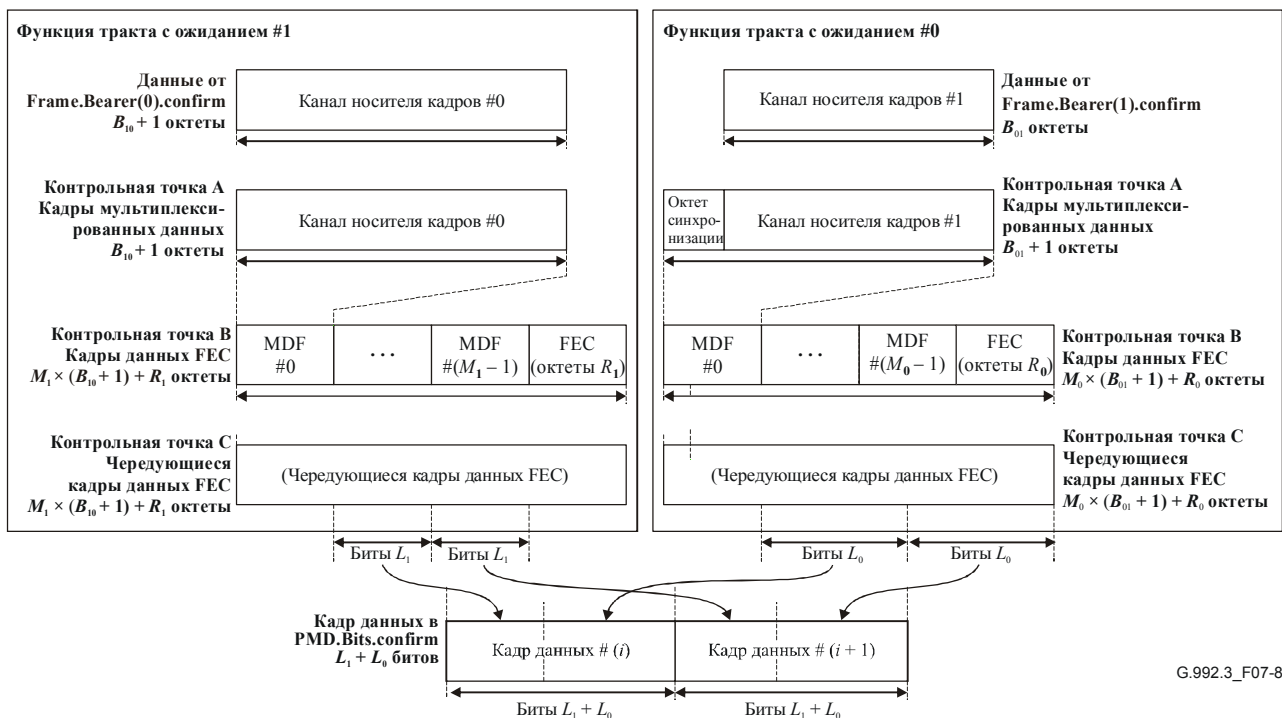


Рисунок 7-8/G.992.3 – Иллюстрация структуры кадра с двумя каналами с ожиданием и двумя носителями кадров

7.6.1 Производные определения

В таблице 7-7 приведены некоторые определения символов, которые выведены из параметров управления PMS-TC и которые использованы для описания характеристик кадра данных ATU. Эти определения приведены исключительно для ясности.

Таблица 7-7/G.992.3 – Производные характеристики кадра данных ATU

Символы	Определение и значение
K_p	Определение: Число октетов на кадр MDF в функции канала с ожиданием # p $K_p = \sum_{i=0}^{N_{BC}-1} B_{p,i} + 1$
$N_{FEC,p}$	Определение: Число октетов на кадр данных FEC и кадр данных чередования FEC в функции канала с ожиданием # p $N_{FEC,p} = M_p \times K_p + R_p$
S_p	Определение: Число примитивов PMD.Bits.request (и, соответственно, число символов PMD), на которые распространяется кадр данных FEC, без учета $S_p = \frac{8 \times N_{FEC,p}}{L_p}$ <p>Значение S_p может быть представлено не целой величиной.</p>

Таблица 7-7/G.992.3 – Производные характеристики кадра данных ATU

Символы	Определение и значение
$net_act_{p,n}$	<p>Определение: Эффективная скорость данных носителя кадров #n в функции канала с ожиданием #p</p> <p>Если $T_p = 1$:</p> $net_act_{p,n} = \frac{B_{p,n} \times M_p}{S_p} \times 32 \text{ кбит/с} = \frac{B_{p,n} \times M_p \times L_p}{K_p \times M_p + R_p} \times 4 \text{ кбит/с}$ <p>Если $T_p \neq 1$, для носителей с самым низким индексом:</p> $net_act_{p,n} = \left(\frac{B_{p,n} \times M_p}{S_p} + \frac{(T_p - 1) \times M_p}{T_p \times S_p} \right) \times 32 \text{ кбит/с}$ $= \frac{(T_p \times (B_{p,n} + 1) - 1) \times M_p \times L_p}{T_p \times (K_p \times M_p + R_p)} \times 4 \text{ кбит/с}$ <p>для носителей, связанных с последующими значениями в этом списке:</p> $net_act_{p,n} = \frac{B_{p,n} \times M_p}{S_p} \times 32 \text{ кбит/с} = \frac{B_{p,n} \times M_p \times L_p}{K_p \times M_p + R_p} \times 4 \text{ кбит/с}$
$Net_{p,act}$	<p>Определение: Эффективная скорость данных функции канала с ожиданием #p</p> <p>Если $T_p = 1$, $Net_{p,act} = \frac{(K_p - 1) \times M_p}{S_p} \times 32 \text{ кбит/с} = \frac{(K_p - 1) \times M_p \times L_p}{K_p \times M_p + R_p} \times 4 \text{ кбит/с}$</p> <p>Если $T_p \neq 1$, $Net_{p,act} = \left(\frac{(K_p - 1) \times M_p}{S_p} + \frac{(T_p - 1) \times M_p}{T_p \times S_p} \right) \times 32 \text{ кбит/с}$</p> $= \frac{(T_p \times K_p - 1) \times M_p \times L_p}{T_p \times (K_p \times M_p + R_p)} \times 4 \text{ кбит/с}$
OR_p	<p>Определение: Скорость заголовка функции канала с ожиданием #p</p> $OR_p = \frac{M_p}{T_p \times S_p} \times 32 \text{ кбит/с} = \frac{M_p \times L_p}{T_p \times (K_p \times M_p + R_p)} \times 4 \text{ кбит/с}$
$delay_p$	<p>Определение: Задержка PMS-TC функции канала с ожиданием #p</p> <p>Номинальный для одного направления максимум транспортной задержки функции канала с ожиданием #p определен как:</p> $delay_p = \left\lceil \frac{S_p \times D_p}{4} \right\rceil \text{ мс, (где } \lceil x \rceil \text{ обозначает округление до целой в большую сторону)}$
SEQ_p	<p>Определение: Длина последовательности октетов синхронизации как функция тракта с ожиданием #p</p> $SEQ_p = \begin{cases} 2 & \text{если } p \neq MSG_{LP} \text{ и тракт с ожиданием } \#p \text{ не является самым низким трактом с ожиданием (см. 7.8.2.1)} \\ 6 & \text{если } p \neq MSG_{LP} \text{ и тракт с ожиданием } \#p \text{ является самым низким трактом с ожиданием (см. 7.8.2.1)} \\ MSG_C + 2 & \text{если } p \neq MSG_{LP} \text{ и тракт с ожиданием } \#p \text{ не является самым низким трактом с ожиданием (см. 7.8.2.1)} \\ MSG_C + 6 & \text{если } p \neq MSG_{LP} \text{ и тракт с ожиданием } \#p \text{ является самым низким трактом с ожиданием (см. 7.8.2.1)} \end{cases}$

Таблица 7-7/G.992.3 – Производные характеристики кадра данных ATU

Символы	Определение и значение
ER_p	Определение: Период канального заголовка в канале с ожиданием $\#p$ $PER_p = \frac{T_p \times S_p \times SEQ_p}{4 \times M_p} \text{ мс}$
$PMS-TC$	Определение: Защита от импульсного шума (INP_p) в числе символов DMT как функция канала с ожиданием $\#p$ $INP_p = \left(\frac{1}{2}\right) \times (S \times D) \times \left(\frac{R}{N_{FEC}}\right)$

7.6.2 Конфигурации действующего формирования кадров

В таблице 7-8 показаны допустимые пределы для каждого параметра управления PMS-TC. Кроме того, параметры управления должны удовлетворять некоторым соотношениям для установки значений параметров управления, которые бы действовали, как показано в таблице 7-8. Некоторые диапазоны действующих значений параметров управления выражены в терминах NSC, которые представляют номер поднесущей, как это описано в разделе 8.

Дополнительное требование наложено на величину $B_{p,n}$. Каждый носитель кадров должен транспортироваться в одном и только в одном канале с ожиданием. Это означает, что в любой действующей конфигурации формирования кадров в каждом наборе $\{B_{0,n}, B_{1,n}, B_{2,n}, B_{3,n}\}$ должно быть не более одного ненулевого параметра управления.

Таблица 7-8/G.992.3 – Действующие конфигурации формирования кадров

Параметр	Возможности
MSG_{min}	$4000 \leq MSG_{min} \leq 64\,000$
MSG_{max}	$MSG_{max} = 64\,000$
N_{BC}	$1 \leq N_{BC} \leq 4$
N_{LP}	$1 \leq N_{LP} \leq 4$
MSG_{LP}	$0 \leq MSG_{LP} \leq 3$
MSG_C	Действующими величинами MSG_C являются те, которые требуются для поддержки действующих минимальных и максимальных скоростей заголовка, MSG_{min} и MSG_{max} .
$B_{p,n}$	$0 \leq B_{p,n} \leq 254, \sum_n B_{p,n} \leq 254$
M_p	1, 2, 4, 8 или 16. Если $R_p = 0$, то $M_p = 1$
T_p	$1 \leq T_p \leq 64$
R_p	0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 или 16
D_p	1, 2, 4, 8, 16, 32, 64. Если $R_p = 0$, то $D_p = 1$
L_p	$1 \leq L_p \leq 15 \times (NSC - 1)$, а сумма $\sum L_p$ является такой, что $8 \leq \sum L_p \leq 15 \times (NSC - 1)$
Отношение S_p и M_p	Действительны конфигурации, которые удовлетворяют следующим соотношениям: $M_p/2 \leq S_p \leq 32 \times M_p$ (см. Примечание 1).
Ограничения скорости заголовка	При инициализации действительны конфигурации, которые удовлетворяют следующим соотношениям: $0,1 \text{ кбит/с} \leq OR_p \leq 64 \text{ кбит/с}$ (см. Примечание 2).

Таблица 7-8/G.992.3 – Действующие конфигурации формирования кадров

Параметр	Возможности
Ограничения задержки	Действительны конфигурации, которые удовлетворяют следующим соотношениям: $\frac{1}{2} \leq S_p \leq 64$ (см. Примечание 3).
Период заголовка в канале	При инициализации действительны конфигурации, которые обеспечивают период для каждого заголовка в канале PER_p от 15 до 20 мс. После реконфигурации в режиме он-лайн типа 2 (DRR) или типа 3 (SRA) действительны конфигурации, которые обеспечивают период для каждого заголовка в канале PER_p от 1,875 до 160 мс.
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Это условие является граничным для числа кадров мультимплексированных данных на один символ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Скорость заголовка 0,1 кбит/с является наименьшей, соответствующей $SEQ_p = 2$ (см. таблицу 7-14) и периоду заголовка в канале 160 мс.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Это условие устанавливает границы числа кодовых слов FEC на один символ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Установка MSG_{min} выше 28 кбит/с может привести к ошибкам конфигурации и уменьшить максимально достижимую действительную скорость данных.</p>	

7.6.3 Обязательные конфигурации

7.6.3.1 Обязательная функция канала с ожиданием

ATU поддерживает все комбинации значений параметров управления PMS-TC для функции канала с ожиданием #0, как показано в таблицах 7-9 и 7-10, соответственно, в нисходящем и восходящем направлениях. Поддерживаются конфигурации, которые являются результатом не целых величин S_0 . Все передатчики и приемники поддерживают указанные в таблицах значения.

Таблица 7-9/G.992.3 – Обязательные параметры управления в нисходящем направлении для поддержки в канале с ожиданием #0

Параметр	Возможности
MSG_{min}	В канале с ожиданием #0 поддерживаются все действующие значения MSG_{min} .
MSG_{max}	В канале с ожиданием #0 параметр MSG_{max} устанавливается на 64 000.
Число носителей кадров	N_{BC}
B_{00}	Поддерживаются все действующие величины B_{00} вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в нисходящем направлении для любой функции TPS-TC, поддерживаемой ATU.
MSG_{LP}	0
MSG_C	Поддерживаются все действующие величины MSG_C в канале #0.
M_0	Поддерживаются все действующие величины M_0 .
T_0	Поддерживаются все действующие величины T_0 .
R_0	Поддерживаются все действующие величины R_0 .
D_0	Поддерживаются все действующие величины D_0 .
L_0	Поддерживаются все действующие величины L_0 вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в нисходящем направлении для любой функции TPS-TC, поддерживаемой ATU.

Таблица 7-10/G.992.3 – Обязательные параметры управления в восходящем направлении для поддержки в канале с ожиданием #0

Параметр	Возможности
MSG_{min}	В канале с ожиданием #0 поддерживаются все действующие величины MSG_{min} .
MSG_{max}	В канале с ожиданием #0 параметр MSG_{max} устанавливается на 64 000.
Число носителей кадров	N_{BC}
B_{00}	Поддерживаются все действующие величины B_{00} вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в восходящем направлении для любой функции TPS-TC, поддерживаемой ATU.
MSG_{LP}	0
MSG_C	В канале с ожиданием #0 поддерживаются все действующие величины MSG_C .
M_0	Поддерживаются все действующие величины M_0 .
T_0	Поддерживаются все действующие величины T_0 .
R_0	Поддерживаются все действующие величины R_0 .
D_0	Поддерживаются все действующие величины D_0 , такие, что $D_p \leq 8$.
L_0	Поддерживаются все действующие величины L_0 вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в восходящем направлении для любой функции TPS-TC, поддерживаемой ATU.

7.6.3.2 Функции других каналов с ожиданием

ATU поддерживает все комбинации значений параметров управления PMS-TC для каждого дополнительного канала с ожиданием # p , как показано в таблицах 7-11 и 7-12, соответственно, в нисходящем и восходящем направлениях. Поддерживаются конфигурации, которые являются результатом не целых величин S_p . Передатчик и приемник поддерживают указанные в таблицах значения.

Таблица 7-11/G.992.3 – Обязательные параметры управления в нисходящем направлении для поддержки дополнительных каналов с ожиданием

Параметр	Возможности
MSG_{min}	В любом канале с ожиданием поддерживаются все действующие величины MSG_{min} .
MSG_{max}	В любом канале с ожиданием параметр MSG_{max} устанавливается на 64 000.
Число носителей кадров	N_{BC}
B_{p0}	Поддерживаются все действующие величины B_{p0} вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в нисходящем направлении для любой функции TPS-TC, поддерживаемой ATU.
MSG_{LP}	Любая поддерживаемая функция канала находится в состоянии транспортировать сообщение на основании структуры заголовка. Также поддерживается $MSG_{LP} = p$.
MSG_C	В любом канале с ожиданием поддерживаются все действующие величины MSG_C .
M_p	Поддерживаются все действующие величины M_p .
T_p	Поддерживаются все действующие величины T_p .
R_p	Параметр $R_{p\ max}$ идентифицируют во время инициализации. Поддерживаются все действующие величины R_p , вплоть до и включая $R_{p\ max}$.
D_p	Параметр $D_{p\ max}$ идентифицируют во время инициализации $D_{p\ max}$. Поддерживаются все действующие величины D_p , вплоть до и включая $D_{p\ max}$.
L_p	Поддерживаются все действующие величины L_p вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в нисходящем направлении для любой функции TPS-TC, поддерживаемой ATU.

Таблица 7-12/G.992.3 – Обязательные параметры управления в восходящем направлении для поддержки дополнительных каналов с ожиданием

Параметр	Возможности
MSG_{min}	В любом канале с ожиданием поддерживаются все действующие величины MSG_{min} .
MSG_{max}	В любом канале с ожиданием параметр MSG_{max} устанавливается на 64 000.
Число носителей кадров	N_{BC}
B_{p0}	Поддерживаются все действующие величины B_{p0} вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в восходящем направлении для любой функции TPS-TC, поддерживаемой ATU.
MSG_{LP}	Любая поддерживаемая функция канала с ожиданием находится в состоянии транспортировать сообщение на основании структуры заголовка. Должно также поддерживаться значение $MSG_{LP} = p$.
MSG_C	В любом канале с ожиданием поддерживаются все действующие величины MSG_C .
M_p	Поддерживаются все действующие величины M_p .
T_p	Поддерживаются все действующие величины T_p .
R_p	Параметр $R_{p\ max}$ идентифицируют во время инициализации. Поддерживаются все действующие величины R_p , вплоть до и включая $R_{p\ max}$.
D_p	Параметр $D_{p\ max}$ идентифицируют во время инициализации $D_{p\ max}$. Поддерживаются все действующие величины D_p , вплоть до и включая $D_{p\ max}$.
L_p	Поддерживаются все действующие величины L_p вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в восходящем направлении для любой функции TPS-TC, поддерживаемой ATU.

7.7 Процедуры плоскости данных

7.7.1 Функция канала с ожиданием

7.7.1.1 Селектор кадра мультиплексированных данных

В функции канала с ожиданием $\#p$ селектор кадра мультиплексированных данных мультиплексирует носители кадров с канальными заголовками, соответствующими функции канала с ожиданием $\#p$. Выход селектора в контрольной точке А имеет структуру кадра мультиплексированных данных. Параметры управления M_p , T_p , и B_{p0}, \dots, B_{p3} определяют выбор и порядок октетов из примитивов `Frame.Bearer(n).confirm`, описанного в 7.7.1.2 октета CRC и канального заголовка $\#p$ из функции доступа к заголовку, описанной в 7.8.2.

Селектор кадра мультиплексированных данных содержит счетчик, который устанавливают на нуль при завершении инициализации. Показания счетчика возрастают каждый раз при создании кадра мультиплексированных данных и используют совместно с параметром управления T_p следующим образом. Первый октет каждого кадра номинально используют для транспортировки общего канального заголовка функции PMS-TC. Однако этот октет иногда используют и для переноса данных, если значение T_p не равно 1. Если значение T_p не равно 1 и если показание счетчика по модулю T_p – нуль, то октет используют для транспортировки заголовка, в противном случае транспортируют дополнительный октет. Данные получают из носителя кадров с самым низким индексом, который присвоен каналу с ожиданием $\#p$. Если отсутствует носитель кадров с присвоенным каналом $\#p$, используют октет со значением нуль.

Если для заголовка используют октет, то следующий октет берут из конструкции сообщения заголовка, описанной в 7.8.2.1. Поскольку счетчик, использованный вместе с параметром T_p , перестраивают при окончании инициализации, первый создаваемый кадр мультиплексированных данных всегда содержит октет синхронизации с канальным заголовком.

Остающиеся октеты каждого кадра мультиплексированных данных в канале с ожиданием $\#p$ создают, набирая октеты B_{p0} из примитивов `Frame.Bearer(0).config`, октеты B_{p1} – из носителя кадров (1) и т. д. Из примитивов октеты выбирают таким образом, чтобы сохранить их расположение, позицию СЗБ и порядок внутри носителя кадров. Каждый кадр мультиплексированных данных всегда содержит всего K_p октетов.

Процедура селектора кадра мультиплексированных данных в функции канала с ожиданием $\#p$ создает M_p кадров мультиплексированных данных, всего $M_p \times K_p$ октетов. За этой процедурой следует процедура CRC.

7.7.1.2 Контроль циклическим избыточным кодом (CRC)

Каждый канал с ожиданием периодически вычисляет октет CRC, от $crc0$ до $crc7$, чтобы обнаружить ошибку. CRC обслуживает $T_p \times SEQ_p \times K_p - 1$ октетов сообщений, начиная с первого октета после октета синхронизации кадра мультиплексированных данных и заканчивая последним октетом с последним кадром данных.

Биты от $crc0$ до $crc7$ должны вычисляться из $(T_p \times SEQ_p \times K_p - 1) \times 8$ битов сообщения в контрольной точке А, используя равенство:

$$crc(D) = M(D)D^8 \text{ по модулю } G(D),$$

где:

$$M(D) = m_0 D^{k-1} + m_1 D^{k-2} + \dots + m_{k-2} D + m_{k-1}, \text{ – полином сообщения,}$$

$$k = (T_p \times SEQ_p \times K_p - 1) \times 8,$$

$$G(D) = D^8 + D^4 + D^3 + D^2 + 1, \text{ – сгенерированный полином,}$$

$$crc(D) = c_0 D^7 + c_1 D^6 + \dots + c_6 D + c_7, \text{ – контрольный полином,}$$

а D – оператор задержки.

Таким образом, CRC представляет остаток от деления $M(D) D^8$ на $G(D)$. Каждый октет должен быть входом в равенство $crc(D)$ с первым младшим значащим битом.

Вычисленное значение CRC представляют описанному в 7.7.1.1 селектору кадров мультиплексированных данных для транспортировки в продолжение к следующему октету канального заголовка, т. е. к первому октету в следующем повторении структуры канального заголовка (см. 7.8.2.1). За этой процедурой следует процедура скремблирования.

7.7.1.3 Скремблер

Поток бинарных данных в контрольной точке А должен быть скремблирован, как показано на рисунке 7-9, с использованием следующего равенства:

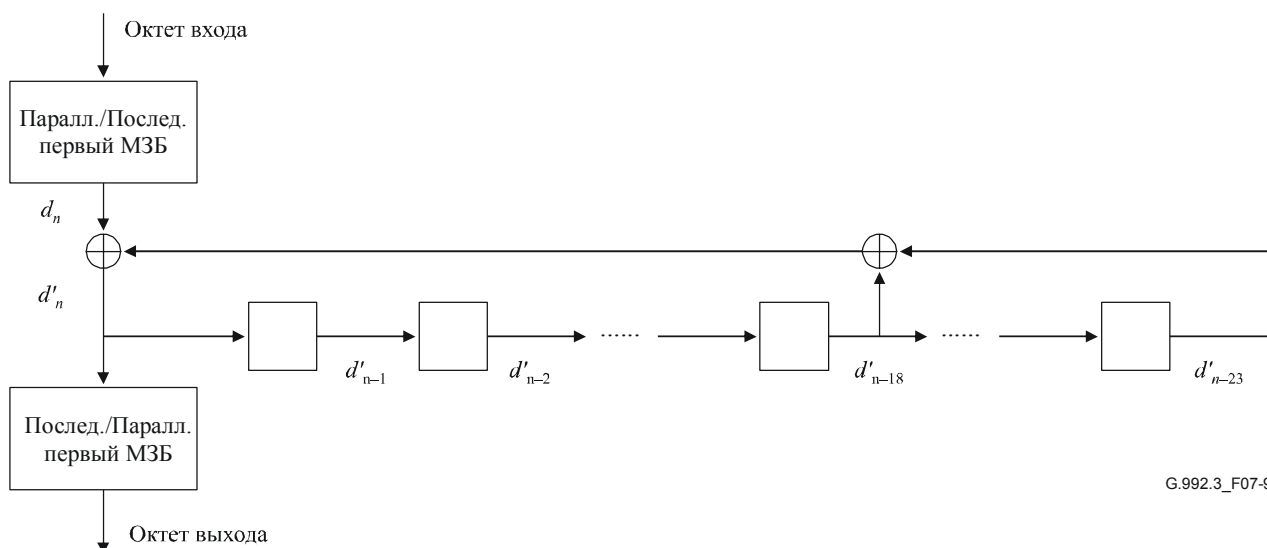
$$d'_n = d_n \oplus d'_{n-18} \oplus d'_{n-23},$$

где d_n – это n -й вход в скремблер,

а d'_n – это n -й выход из скремблера.

Каждый октет должен поступать в скремблер с первым младшим значащим битом. Процедура скремблера функции канала с ожиданием $\#p$ должна скремблировать M_p кадров мультиплексированных данных, или $M_p \times K_p$ октетов. За этой процедурой следует процедура коррекции FEC.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Начальное состояние скремблера не задано. В приемнике должен использоваться механизм самосинхронизации.



G.992.3_F07-9

Рисунок 7-9/G.992.3 – Процедура скремблирования

7.7.1.4 Функция упреждающей коррекции ошибок (FEC)

Процедура FEC вводит избыточные октеты FEC Рида-Соломона, чтобы обеспечить выигрыш в кодировании в виде выходной функции кодирования для функции PMD. Процедура FEC функции канала с ожиданием $\#p$ должна вычислить октеты R_p из входных октетов $M_p \times K_p$. Эти октеты в контрольной точке В присоединяют к концу входных октетов в виде структуры кадра выходных данных FEC.

Если $R_p = 0$, то никакие избыточные октеты не присоединяют, и выходные значения кадра выходных данных FEC идентичны их значениям на входе. Для всех прочих значений R_p , чтобы создать октеты R_p , должна быть использована следующая процедура.

Процедура FEC должна взять в M_p скремблированные кадры мультимплексированных данных, включая октеты сообщения, $m_0, m_1, \dots, m_{M_p \times K_p - 2}, m_{M_p \times K_p - 1}$. Далее процедура создает избыточные октеты $R_p, c_0, c_1, \dots, c_{R_p - 2}, c_{R_p - 1}$. Оба эти набора вместе включают кодовое слово FEC с размерами в $M_p \times K_p + R_p$ октетов. Избыточные октеты R_p должны присоединяться к октетам сообщения, чтобы сформировать в контрольной точке В кадр выходных данных FEC.

В конце последовательности инициализации функцию FEC всегда запускают с первым из M_p кадром мультимплексированных данных.

Избыточные октеты вычисляют из октетов сообщения с помощью равенства:

$$C(D) = M(D)D^{R_p} \text{ по модулю } G(D),$$

где:

$$M(D) = m_0 D^{M_p \times K_p - 1} + m_1 D^{M_p \times K_p - 2} + \dots + m_{M_p \times K_p - 2} D + m_{M_p \times K_p - 1} - \text{это полином сообщения,}$$

$$C(D) = c_0 D^{R_p - 1} + c_1 D^{R_p - 2} + \dots + c_{R_p - 2} D + c_{R_p - 1} - \text{это полином проверки, а}$$

$$G(D) = \prod (D + \alpha^i) - \text{полином генератора кода Рида-Соломона,}$$

где индекс изменяется от $i = 0$ до $R_p - 1$.

Таким образом, $C(D)$ – остаток, полученный от деления $M(D) D^{R_p}$ на $G(D)$. Арифметические вычисления выполняют в поле Галуа GF(256), где α – элемент примитива, который удовлетворяет бинарному полиному $x^8 + x^4 + x^3 + x^2 + 1$. Октет данных ($d_7, d_6, \dots, d_1, d_0$) идентифицируют элементом

поля Галуа $d_7 \alpha^7 + d_6 \alpha^6 \dots + d_1 \alpha + d_0$.

Процедура FEC канала с ожиданием $\#p$ создает октеты $N_{FEC,p}$ в кадре выходных данных FEC в контрольной точке В. За этой процедурой следует процедура чередования.

7.7.1.5 Устройство чередования

Чтобы расширить кодовое слово Рида-Соломона и тем самым понизить вероятность сбоя FEC в присутствии импульсного шума, кадры выходных данных FEC должен чередоваться. Устройство чередования создает чередующиеся кадры выходных данных FEC в контрольной точке С, на выходе функции канала с ожиданием. За этой процедурой следует процедура мультиплексирования кадров.

Операция чередования определяется следующим правилом (используя определенные значения параметров управления кадрированием D_p и полученным параметром $N_{FEC,p}$):

Каждый из октетов $N_{FEC,p} (B_0, B_1, \dots, B_{N_{FEC,p}-1})$ в кадре выходных данных FEC задерживают на величину, которая линейно изменяется в зависимости от индекса октета. Более точно, октет B_i (с индексом i) задерживают на $(D_p - 1) \times i$ октетов, где D_p – глубина устройства чередования.

В таблице 7-13 приведен пример для $N_{FEC,p} = 5$, $D_p = 2$, а B_i^j определяет i -й октет j -ого кадра выходных данных FEC.

Таблица 7-13/G.992.3 – Пример чередования для случая $N_{FEC,p} = 5$, $D_p = 2$

Вход устройства чередования	B_0^j	B_1^j	B_2^j	B_3^j	B_4^j	B_0^{j+1}	B_1^{j+1}	B_2^{j+1}	B_3^{j+1}	B_4^{j+1}
Выход устройства чередования	B_0^j	B_3^{j-1}	B_1^j	B_4^{j-1}	B_2^j	B_0^{j+1}	B_3^j	B_1^{j+1}	B_4^j	B_2^{j+1}

По вышеопределенному правилу, октеты с выхода устройства чередования всегда занимают особые временные слоты, если $N_{FEC,p}$ – нечетное число, а показатель степени D_p равен 2. Если $N_{FEC,p}$ – четное, к началу кодового слова на входе устройства чередования следует добавить пустой октет. В этом случае результирующее кодовое слово нечетной длины чередуют, а пустой октет должен быть удален на выходе устройства чередования.

Процедура чередования функции канала с ожиданием $\#p$ должна чередовать единичный кадр, т. е. октеты $M_p \times K_p + R_p$. За этой процедурой следует процедура мультиплексирования кадров.

7.7.2 Мультиплексирование кадров

Выходные сигналы всех каналов с ожиданием мультиплексируют вместе для формирования выходной функции PMS-ТС. Процедура мультиплексирования кадров объединяет биты от каждого конфигурированного канала с ожиданием в порядке уменьшения меток, начиная с $p = 3$ и далее до $p = 0$. Биты L_p получают от каждого канала с ожиданием. Если канал $\#p$ не поддерживается или выключен, то $L_p = 0$. Первый полученный бит является битом МЗБ. Данные упаковывают в примитив PMD.Bits.confirm в порядке метки канала: от $p = 3$ и далее до $p = 0$.

7.8 Процедуры плоскости управления

7.8.1 Транспорт NTR

ATU-C может дополнительно транспортировать маркер синхронизации 8 кГц как NTR, чтобы поддержать транспортировку эталонной частоты от сети доступа к КТСОП до оборудования, расположенного с ATU-R. Маркер синхронизации 8 кГц придают ATU-C как часть интерфейса в контрольной точке V. Кроме того, если поддерживается такая возможность, местное устройство PMD должно обеспечить передачу тактовых импульсов PMD, кратных 2,208 МГц ± 50 ppm, вместе с указанием того, когда начинается структура каждого заголовка сообщения (как описано в 7.8.2.1).

Если во время инициализации или реконфигурации функции PMS-TC транспорт NTR сконфигурирован, ATU-C должно генерировать локальную эталонную частоту 8 кГц (LTR) делением тактовых импульсов PMD на соответствующее целое число. ATU-C должно вычислять изменение сдвига фазы между входом NTR и LTR как разность между предыдущим и текущим показанием в структуре заголовка сообщения. Сдвиг фазы следует измерять как разность в циклах тактовых импульсов частоты 2,208 МГц размерностью примерно в 453 нс. Сдвиг фазы должен кодироваться в одиночный октет, с обозначением битов от *ntr7* до *ntr0*, представляющих целые числа со знаком в диапазоне от -128 до +127 с дополнительной двоичной записью. Если *ntr7* – это 0, то число должно представлять положительную величину изменения фазы, показывая, что частота LTR выше частоты NTR.

В ATU-C есть возможность заблокировать функцию передачи синхрои́мпульсов PMD с кратным числом частот NTR. В этом случае все изменения фазы между LTR и NTR следует измерять как нулевые, а ATU-C должно подавать сигнал, что NTR поддерживается во время инициализации, и кодировать биты индикатора от *ntr7* до *ntr0* как нули.

Биты от *ntr7* до *ntr0* следует транспортировать, используя каналный заголовок, как это описано в 7.8.2.2.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Максимальное отклонение частоты NTR должно быть ± 32 ppm. Максимальное отклонение частоты LTR должно быть ± 50 ppm. Поэтому максимальное расхождение будет ± 82 ppm. Сдвиг передают в канальном заголовке с такой же скоростью, что и индикаторы CRC, и этот сдвиг может быть размещен в одном октете.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Величину сдвига фаз NTR передают один раз за период канального заголовка (см. таблицу 7-8). Период канального заголовка в состоянии L2 может быть больше, чем в состоянии L0 (см. 7.12.2). Чтобы устройство NTR правильно функционировало, ATU-C должно удерживать максимум от периода канального заголовка в состоянии L2, который позволяет изменения сдвига фазы NTR за период представить в диапазоне [от -128 до +127]. Расхождение на ± 82 ppm для периода канального заголовка в состоянии L2 допускается в течение до 700 мс.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Максимальное отношение скорости в линии после реконфигурации в режиме он-лайн к скорости инициализации в линии может быть ограничено вследствие требований к NTR. При достаточно частых корректировках NTR может быть ограничена максимально допустимая величина PER_p . ATU-R следует принять во внимание этот предел при запросах DRR и SRA.

7.8.2 Доступ к канальному заголовку

Каждый канал с ожиданием в состоянии передавать структуру канального заголовка. Эти канальные заголовки сигнализируют о различных примитивах и сообщениях с помощью описанных в этом разделе процедур доступа к канальному заголовку.

7.8.2.1 Структура канального заголовка

Каждый канал с ожиданием, который в состоянии передавать каналный заголовок, должен транспортировать его в октетах синхронизации. Обычно каждый каналный заголовок должен передавать часть CRC, часть ориентированных битов, а также часть ориентированных сообщений с помощью повторяющейся последовательности октетов синхронизации длиной SEQ_p . Специальная структура канального заголовка для канала с ожиданием $\#p$ должна иметь один из четырех форматов (как показано в таблице 7-14) в зависимости от значения производного параметра SEQ_p .

Значение SEQ_p должно вычисляться, как показано в таблице 7-14. Это значение зависит от величины MSG_{LP} , а также от времени ожидания всех каналов. В неявной форме значение SEQ_p можно определить по обмену сообщениями PARAMS во время инициализации и далее не обновлять. Чтобы определить значение SEQ_p , биты индикатора должны принадлежать каналу с ожиданием, который имеет наименьшее значение производного параметра $delay_p$, а заголовок сообщения должен принадлежать каналу с ожиданием $\#MSG_{LP}$. Если более одного канала имеют одинаковую величину $delay_p$, каналом с наименьшей задержкой должен стать канал с наименьшим параметром $delay_p$ и наименьшей меткой p . Величину SEQ_p следует определять во время процедур инициализации и не следует изменять во время реконфигурации на линии или во время регулировки мощности, не связанной с процедурами инициализации (хотя можно менять канал с наименьшей задержкой).

Счетчик кадров структур заголовка имеется в каждом канале со счетчиком кадров, показания которого возрастают на единицу после каждого переданного октета синхронизации. Счетчик кадров

структур заголовка запускают с нуля в конце процедуры инициализации. Когда показания счетчика достигают максимальной величины SEQ_p , а последовательность закончена, счетчик возвращают в исходное состояние, а последовательность информации снова начинается с нулевой последовательности октетов. Этот же счетчик должен быть использован для управления процедурой CRC из 7.7.1.2 и процедурой транспортировки из 7.8.1. Значение MSG_C идентифицируют во время инициализации, а результат содержится в заголовке сообщения о скорости передачи данных с диапазоном от MSG_{min} до MSG_{max} .

В каждом канале с ожиданием первый октет синхронизации, следующий за последовательностью инициализации, должен содержать октет CRC. Значение октета CRC для первого октета синхронизации зависит от особенностей использования.

Октет CRC следует передать в том канале, для которого он был вычислен.

Таблица 7-14/G.992.3 – Структура канального заголовка в зависимости от SEQ_p

Номер октета	Информация	Длина SEQ_p
Случай, когда $p \neq MSG_{LP}$, а канал $\#p$ не является наименьшим каналом с ожиданием согласно определению этого раздела		2
0	Октет CRC	
1	Зарезервировано для использования МСЭ-Т. Во всех каналах этот октет должен быть установлен в положение FF ₁₆	
Случай, когда $p \neq MSG_{LP}$, а канал $\#p$ является наименьшим каналом с ожиданием		6
0	Октет CRC	
1, 2, 3, 4	Часть ориентированных битов канального заголовка	
5	Зарезервировано для использования МСЭ-Т. Во всех каналах этот октет должен быть установлен в положение FF ₁₆	
Случай, когда $p = MSG_{LP}$, а канал $\#p$ не является наименьшим каналом с ожиданием согласно определению этого раздела		$MSG_C + 2$
0	Октет CRC	
1	Зарезервировано для использования МСЭ-Т. Во всех каналах этот октет должен быть установлен в положение FF ₁₆	
2, 3, ... $MSG_C + 1$	Часть ориентированного сообщения канального заголовка	
Случай, когда $p = MSG_{LP}$, а канал $\#p$ является наименьшим каналом с ожиданием согласно определению этого раздела		$MSG_C + 6$
0	Октет CRC	
1, 2, 3, 4	Часть ориентированных битов канального заголовка	
5	Зарезервировано для использования МСЭ-Т. Во всех каналах этот октет должен быть установлен в положение FF ₁₆	
6, 7, ... $MSG_C + 5$	Часть ориентированного сообщения канального заголовка	

7.8.2.2 Биты индикатора

Следующие биты индикатора являются особенно чувствительными ко времени, и их следует транспортировать как биты индикатора порциями ориентированных битов канального заголовка. Для транспортировки битов индикатора должны резервироваться четыре октета. Должны транспортироваться следующие биты индикатора, которые касаются функций PMS-TC и PMD:

- от NTR7 до NTR0 в нисходящем направлении (связанные с PMS-TC);
- LOS и RDI в обоих направлениях (связанные с PMD);
- LPR в восходящем направлении (связанные с PMD).

Кроме того, каждая функция TPS-TC может создавать до двух индикаторов, обозначенных как *TIB #0* и *TIB #1*. Эти индикаторы прозрачно транспортируются функцией PMS-TC. Определение *TIB #0* и *TIB #1* приведено в Приложении К.

Структура части заголовка ориентированных битов показана в таблице 7-15. Биты PMD и PMS-TC имеют низкую активность. *TIB #0–n* и *TIB #1–n* являются битами индикатора функции TPS-TC, которые принадлежат функции TPS-TC и помечены как *#n*. Биты индикатора, которые не используют (например, восходящий NTR и нисходящий LPR), должны быть установлены в 1.

Таблица 7-15/G.992.3 – Структура канального заголовка, ориентированного на биты

Последовательность октетов	Бит 7 (СЗБ)	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0 (МЗБ)
1 (NTR)	NTR7	NTR6	NTR5	NTR4	NTR3	NTR2	NTR1	NTR0
2 (PMD)	LOS	RDI	LPR	1	1	1	1	1
3 (PMS-TC)	1	1	1	1	1	1	1	1
4 (TPS-TC)	<i>TIB #0–0</i>	<i>TIB #0–1</i>	<i>TIB #0–2</i>	<i>TIB #0–3</i>	<i>TIB #1–0</i>	<i>TIB #1–1</i>	<i>TIB #1–2</i>	<i>TIB #1–3</i>

7.8.2.3 Формат сообщения заголовка

Структура кадра, основанного на HDLC, показана в таблице 7-16 и должна использоваться для инкапсуляции сообщений заголовков. Выполняемые этими сообщениями функции включают:

- реконфигурацию на линии сообщений (связанных с PMS-TC и PMD);
- сообщения команд и откликов (связанных с MPS-TC);
- сообщения о мониторинге характеристик (связанных с MPS-TC).

Часть ориентированного сообщения канального заголовка следует переносить в канале с ожиданием, как это определено переменной управления *MSG_{LP}*.

Таблица 7-16/G.992.3 – Структура кадра MDLC

Октет #	СЗБ	МЗБ
	7E ₁₆ – Открывающий флаг	
1	Адресное поле	
2	Управляющее поле	
3	Октет сообщения 1	
...	
<i>P + 2</i>	Октет сообщения <i>P</i>	
<i>P + 3</i>	Высокий октет последовательности FCS	
<i>P + 4</i>	Низкий октет последовательности FCS	
	7E ₁₆ – Закрывающий флаг	

Максимальная длина сообщения определена как 1024 октета (*P* = 1024 максимум). Эта длина сообщения относится к длине до инкапсуляции HDLC.

7.8.2.4 Протокол канального заголовка

7.8.2.4.1 Протокол передатчика

Передатчик должен принимать от функции MPS-TC сообщения, как показано в 9.4.1, с приоритетами, описанными в таблице 7-17.

Таблица 7-17/G.992.3 – Приоритеты сообщений заголовка

Значение приоритета	Значение адресного поля (2 бита МЗБ)	Соответствующая величина перерыва	Тип команды
1	00 ₂	400 мс	Высокий приоритет сообщения заголовка в таблице 9-2
2	01 ₂	800 мс	Нормальный приоритет сообщения заголовка в таблице 9-3
3	10 ₂	1 с	Низкий приоритет сообщения заголовка в таблице 9-4
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Перерыв, определенный в таблице, включает сумму чередующихся задержек нисходящего и восходящего потоков.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Определение того, соответствует ли сообщение откликов перерыву или нет, осуществляется до верификации CRC.</p>			

Передачик должен создавать формат сообщений, используя кадровую структуру HDLC, описанную в 7.8.2.3, включая октеты последовательности контрольных кадров, как это описано в Рек. МСЭ-Т G.997.1 [4]. Прозрачность и время заполнения между кадрами должны соответствовать Рек. МСЭ-Т G.997.1 [4]. Флаги открытия и закрытия могут быть общими (т. е. только один флаг между следующими друг за другом сообщениями).

Два младших значащих бита адресного поля должны быть установлены с приоритетом сообщений, согласно указанным в таблице 7-17 значениям. Значение 11₂ зарезервировано. Все другие биты адресного поля должны быть установлены на 0₂.

Второй младший значащий бит поля управления должен быть установлен командой (0₂) или ответным кодом (1₂). Как только отправлены новые сообщения, младший значащий бит должен быть попеременно установлен на 0₂ и 1₂. Все другие биты поля управления должны быть установлены на 0₂.

Когда отправлено новое командное сообщение, порядок МЗБ поля управления должен меняться по сравнению с предыдущим сообщением, независимо от класса приоритета. Передачик должен отправить командное сообщение один раз и ждать ответного сообщения. Каждый раз следует ожидать ответного сообщения не более чем на одно командное сообщение с любым приоритетом. Новое командное сообщение может быть отправлено только после получения ответного сообщения. Если ответное сообщение не получено, происходит перерыв, и командное сообщение повторяют без включения МЗБ поля управления. Попеременно АТУ может воздержаться от передачи командного сообщения после оговоренного числа повторных передач. Для разных приоритетов сообщений существует разная продолжительность перерывов, эти значения приведены в таблице 7-17. Перерывы отсчитывают от момента, когда PMS-TC направляет последний октет сообщения запроса в примитиве PMD.Bits.confirm, и до момента, когда PMS-TC получает первый октет ответного сообщения в примитиве PMD.Bits.indicate или в примитиве PMD.Synchflag.indicate (см. рисунки 7-5 и 8-4 и таблицу 8-1).

Когда отправлено новое ответное сообщение, порядок МЗБ поля управления должен меняться по сравнению с предыдущим сообщением, независимо от класса приоритета.

Передачик может получать сообщения от MPS-TC для передачи с разными приоритетами. Первым должно быть передано сообщение с наивысшим приоритетом. В любом случае, если передачик получает сообщение более высокого приоритета, он должен отправить сообщение с более высоким приоритетом. Любое переданное послание с более низким приоритетом может быть отвергнуто, используя последовательность сброса, описанную в Рек. МСЭ-Т G.997.1 [4], т. е. появится октет управления с последующим флагом. Если передача сообщения с более низким приоритетом закончена, устройство остается активным, и значения таймера перерывов на него не действуют. Если сообщение с более низким приоритетом отвергнуто, передачик должен повторно передать сообщение, как это допускает схема приоритетов, без инвертирования МЗБ поля управления.

7.8.2.4.2 Протокол приемника

Приемник должен отыскивать границы октета сообщения, который соответствует структуре формата кадра HDLC. Любые неверные кадры, указанные в Рек. МСЭ-Т G.997.1 [4], должны быть отброшены. Также должны быть отброшены любые сообщения с полями адреса или управления, не соответствующими 7.8.2.4.1.

Чтобы обнаружить сообщения, которые повторно отправляли из-за перерывов, может быть использован альтернативный МЗБ поля управления, или этот бит можно использовать, чтобы обнаружить ранее потерянные или отброшенные из-за ошибок сообщения.

Каждое полученное сообщение должно быть доставлено функции MPS-TC.

7.8.2.4.3 Сегментация сообщений заголовка

Сообщение заголовка следует сегментировать, если длина сообщения P больше, чем максимум 1024 октета. В противном случае, длина сообщения может продолжать сегментироваться по усмотрению передатчика, даже если длина сообщения P меньше, чем максимум 1024 октета. Во избежание перегрузки передатчика может быть целесообразно уменьшить продолжительность передачи сегмента до величины значительно короче, чем перерыв сообщения самого высокого приоритета, например, 200 мс.

Если сообщение заголовка длиной P сегментируется в N сегментов, то n -ый сегмент ($1 \leq n \leq N$) содержит P_n октетов сообщения. Для того чтобы позволить включение индикатора сообщения и типа сообщения в каждый сегмент сообщения, необходимо, чтобы удовлетворялось следующее соотношение:

$$\sum_{n=1}^N (P_n - 2) = P - 2, \text{ где } \forall n: 2 < P_n < P.$$

Последние октеты сообщения ($P - 2$) несегментированного сообщения должны отображаться в N сегментах сообщения таким же образом, как они содержатся в несегментированном сообщении. Третий октет сообщения несегментированного сообщения должен отображаться в третьем октете сообщения первого сегмента сообщения. Последний октет несегментированного сообщения должен отображаться в P_N -ом октете сообщения N -ого сегмента сообщения. Каждый сегмент сообщения должен передаваться с использованием инкапсуляции структуры кадра HDLC, описанной в 7.8.2.3, с P_n октетами сообщения, содержащимися в кадре HDLC, инкапсулирующем n -ый сегмент сообщения. Каждый сегмент сообщения может содержать различное число октетов сообщения. Максимальным числом сегментов сообщения является 8 (т. е. $2 \leq N \leq 8$). На рисунке 7-10 показаны присвоения битов для поля управления.

Бит 7	Бит 6	Бит 5	Бит 4	Бит 3	Бит 2	Бит 1	Бит 0
Поле флага (установка в 10 или 00)		Поле сегментов ID (пронумерованы от 000 до 111)			Установка в 0	Команда (0) Отклик (1)	Заменитель (0/1)

Рисунок 7-10/G.992.3 – Присвоение битов для поля управления

Следующие аспекты относятся к сегментам инкапсулированных сообщений:

- длина сегментов сообщения является переменной с максимальной длиной 1024 октета сообщения на сегмент сообщения;
- адресное поле для всех сегментов сообщения должно быть одним и тем же (идентично несегментированному случаю);
- каждый из трех младших значащих битов поля управления должен быть тем же самым для всех сегментов сообщения (идентично несегментированному случаю);
- поле сегментов ID поля управления должно содержать сегмент сообщения ID n , с n в диапазоне от 0 до 7 (СЗБ сегмента сообщения ID, отображающегося в СЗБ поля сегментов ID);
- сегмент ID следует считать в обратном порядке от $N - 1$ до 0, где n – совокупное число сегментов в сообщении;
- поле флага следует установить как 10_2 для первого и последнего сегментов и как 00_2 для всех других сегментов;

- сегментированное сообщение должно иметь по крайней мере два сегмента (т. е. $N \geq 2$);
- первый октет сегмента сообщения должен быть указателем сообщения (тем же самым для всех сегментов, идентичных несегментированному случаю);
- второй октет сегмента сообщения должен быть типом сообщения (тем же самым для всех сегментов, идентичных несегментированному случаю).

Примерная последовательность полей управления в последующих сегментах сообщения показана на рисунке 7-11.

1	0		N – 1		0	0	1
0	0		N – 2		0	0	1
...							
0	0	0	0	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1

Рисунок 7-11/G.992.3 – Пример, показывающий поле управления в сегментированном сообщении длины N

Каждый переданный сегмент сообщения, за исключением последнего, должен подтверждаться на удаленном конце сообщением подтверждения сегмента. Последний сегмент сообщения управления должен подтверждаться на удаленном конце соответствующим сообщением отклика (аналогичным несегментированному случаю). Последний сегмент сообщения отклика не должен подтверждаться. Сообщение подтверждения сегмента определено в таблице 7-17а. Следующие аспекты должны относиться ко всем инкапсулированным сообщениям подтверждения сегментов:

- кадр HDLC должен содержать 5 октетов сообщения ($P = 5$);
- два младших значащих бита адресного поля должны быть идентичны соответствующим битам адресного поля подтвержденного сегмента сообщения. Все другие биты адресного поля должны быть установлены в 0₂;
- второй младший значащий бит поля управления должен указывать или сообщение команды (запрос на продолжение отклика, например, допуск L2) или сообщение отклика (запрос на продолжение команды, например, OLR);
- младший значащий бит поля управления должен менять состояние для каждого сообщения подтверждения также, как обычно для каждого сообщения команды/отклика (см. 7.8.2.4.2);
- все остальные биты поля управления должны быть установлены в 0₂.

Таблица 7-17а/G.992.3 – Сообщение подтверждения сегментов

Номер октета сообщения	Определение октета сообщения
Октет 1	Кодовое обозначение сообщения 1111 0000 _b для подтверждения сегмента сообщения высокого приоритета 1111 0001 _b для подтверждения сегмента сообщения нормального приоритета 1111 0010 _b для подтверждения сегмента сообщения низкого приоритета
Октет 2	Тип сообщения сообщения подтверждения сегмента 01 ₁₆
Октет 3	Подтвержденный сегмент сообщения ID (в диапазоне от 1 до 7)
Октет 4	Кодовое обозначение сообщения (первый октет сообщения подтвержденного сегмента сообщения)
Октет 5	Тип сообщения (второй октет сообщения подтвержденного сегмента сообщения)

Каждый сегмент сообщения должен подтверждаться с дальнего конца до того, как передается следующий сегмент сообщения. Сообщение подтверждения сегмента не должно сегментироваться.

Перерывы должны определяться следующим образом:

- Для несегментируемого сообщения перерыв это состояние между последним октетом переданного сообщения команды и первым октетом принятого сообщения отклика.
- Для сегментированного сообщения отклика перерыв это состояние между последним октетом переданного сообщения команды и первым октетом первого принятого сегмента сообщения.
- Перерыв, относящийся к приоритету команд, это состояние между последним октетом переданного сегмента сообщения и первым октетом принятого сообщения подтверждения сегмента.
- Другой перерыв, относящийся к приоритету команд, это состояние между последним октетом переданного сообщения подтверждения сегмента и первым октетом следующего принятого сегмента сообщения.

Если перерыв истекает, передатчик может повторить последнее переданное сообщение. Это повторенное сообщение может быть несегментированным сообщением команд, сегментом сообщения команда/отклик (за исключением последнего сегмента сообщения отклика) или сообщением подтверждения сегмента. В противном случае, АТУ может отказаться от сообщения после ряда повторных передач, характерных для реализации.

Если сегмент сегментированного сообщения прерывается сообщением более высокого приоритета, передатчик должен вновь передать только прерванный сегмент и продолжать передачу оставшихся сегментов, если они имеются. Сообщение подтверждения сегментов не должно прерываться сообщением более высокого приоритета.

Примеры сегментации сообщений заголовка и применимых перерывов приведены на рисунках 7-12 и 7-13.

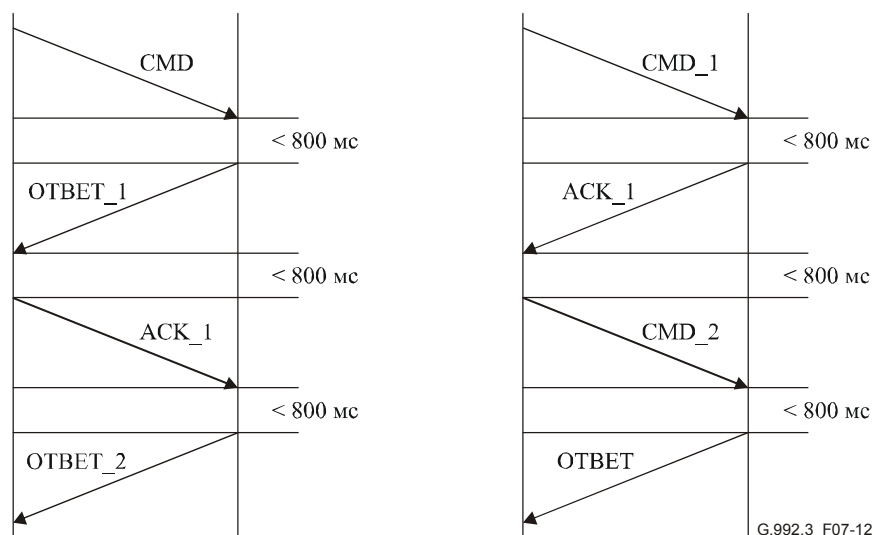


Рисунок 7-12/G.992.3 –Пример сегментации команды и отклика приоритета 2 в двух сегментах

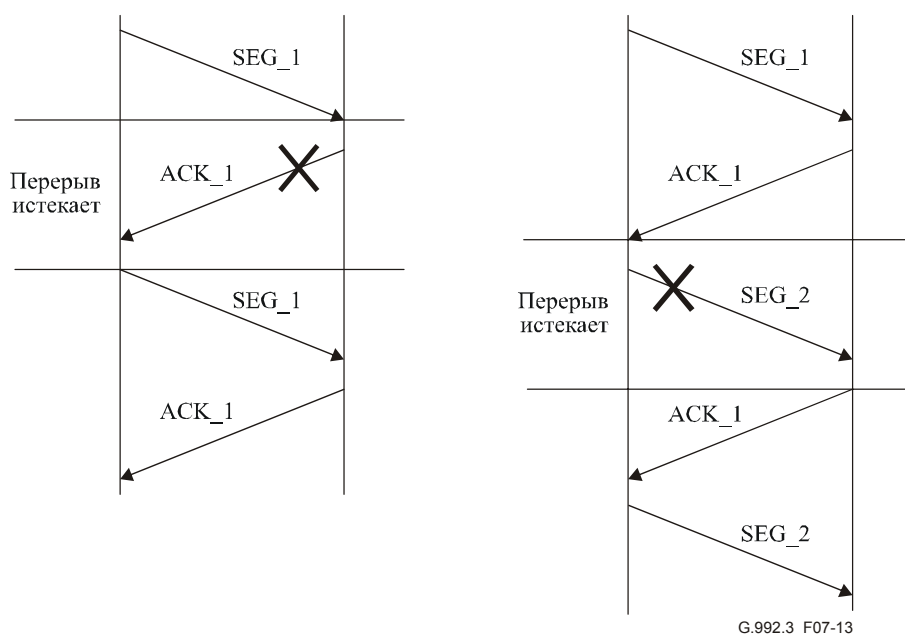


Рисунок 7-13/G.992.3 – Пример повторной передачи сегмента и подтверждения

7.9 Процедуры плоскости административного управления

7.9.1 Прimitives наблюдения

Все примитивы функции PMS-TC связаны с работой на линии. Для каждого канала приема с ожиданием описаны только аномалии.

На ближнем конце для канала приема с ожиданием $\#p$ описаны две аномалии:

- Упреждающая коррекция ошибок fec- p : аномалия fec- p происходит, когда принятое кодовое слово FEC для канала $\#p$ показывает, что ошибки уже скорректированы. Об этой аномалии не объявляют, если ошибки обнаружены и не поддаются коррекции.
- Контроль циклическим избыточным кодом csc- p : аномалия csc- p происходит, когда принятый код CRC-8 для канала $\#p$ не идентичен соответствующему локально генерируемому коду.

На дальнем конце для канала приема с ожиданием # p описаны две аномалии:

- Упреждающая коррекция ошибок на дальнем конце $ffec-p$: аномалия $ffec-p$ – это аномалия $fec-p$, обнаруженная на дальнем конце.
- Ошибка блока на дальнем конце $febe-p$: аномалия $febe-p$ – это аномалия $stc-p$, обнаруженная на дальнем конце.

В 7.2.1.1.3/G.997.1 и 7.2.1.2.3/G.997.1 для заявления секунды, пораженной ошибками на ближнем конце, (SES), используется односекундный счетчик. Этот односекундный счетчик должен осуществлять накопление значений с шагом $\Delta CRCsec_p$ (односекундное нормализованное аномальное CRC накопление счетчика) при каждом возникновении аномалии $stc-p$. Величина $\Delta CRCsec_p$ определяется отдельно для каждого канала с ожиданием в нисходящем и восходящем направлениях как реальная величина в диапазоне от 0,125 до 8 следующим образом:

$$\Delta CRCsec_p = \begin{cases} 1 & \text{если } 15 \leq PER_p \leq 20 \\ \frac{PER_p}{15} & \text{если } PER_p < 15 \\ \frac{PER_p}{20} & \text{если } PER_p > 20 \end{cases} .$$

7.10 Процедуры инициализации

7.10.1 Фаза G.994.1

Сообщения CL и CLR должны описывать возможности ATU-C и ATU-R, соответственно, и могут быть ограничены требованиями на применение, требованиями на обслуживание, выбором применения и т. д. Поэтому возможности, указанные в сообщениях CL и CLR, являются потенциальными возможностями, которые могут быть равны или являться частью совокупности возможностей, поддерживаемых ATU-C и ATU-R, соответственно. В любом случае, сообщение MS (и все последующие сообщения инициализации) должны принимать во внимание все ограничения на возможности, указанные в сообщениях CL и CLR.

7.10.1.1 Сообщение списка возможностей G.994.1

В Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2] определена следующая информация о функции PMS-ТС в качестве части сообщений CL и CLR. Эта информация может быть дополнительно затребована и объявлена в начале сеанса связи с помощью сообщений G.994.1. Однако этой информацией ATU-C и ATU-R могут обмениваться, по крайней мере, один раз и не обязательно в начале каждого сеанса. Эта информация включает:

- возможность транспортировать NTR (только в нисходящем направлении);
- минимальную требуемую скорость передачи данных канального заголовка в нисходящем направлении;
- минимальную требуемую скорость передачи данных канального заголовка в восходящем направлении;
- максимальную поддерживаемую в нисходящем направлении скорость передачи данных в сети каждого канала с ожиданием;
- максимальную поддерживаемую в восходящем направлении скорость передачи данных в сети каждого канала с ожиданием;
- параметр $R_{p\max}$ в каждом дополнительном канале, который может быть поддержан;
- параметр $D_{p\max}$ в каждом дополнительном канале, который может быть поддержан.

Кроме того, с помощью дополнительных сообщений NSF можно уведомить о нестандартных возможностях.

Эта информация представлена в виде таблицы 7-18 с помощью модели дерева информации из G.994.1. ATU в ответ на запрос о возможностях передает эту информацию как в нисходящем, так и в восходящем направлениях.

Поддерживаемые каналы с ожиданием должны начинаться с 0 и возрастать на единицу. В списке возможностей должны быть указаны номера поддерживаемых каналов: {#0}, {#0, #1}, {#0, #1, #2}

или {#0, #1, #2, #3} (имеются только четыре возможности). Номера поддерживаемых каналов в нисходящем и восходящем направлениях могут отличаться.

Таблица 7-18/G.992.3 – Информационный формат списка возможностей PMS-TC

бит Npar(2)	Определение бита Npar(2)
NTR	Этот бит устанавливают на единицу, если ATU в состоянии транспортировать сигнал NTR в нисходящем направлении.
бит Spar(2)	Определение зависимых от Npar(3) октетов
Скорость данных заголовка в нисходящем направлении	Параметр блока из 2 октетов, который описывает минимальную требуемую для ATU скорость передачи данных. 6-битовое значение без знака – это скорость данных, деленная на 1000 бит/с минус 1 (перекрывает диапазон от 1 до 64 кбит/с) – см. Примечание.
Скорость данных заголовка в восходящем направлении	Параметр блока из 2 октетов, который описывает минимальную требуемую для ATU скорость передачи данных. 6-битовое значение без знака – это скорость данных, деленная на 1000 бит/с минус 1 (перекрывает диапазон от 1 до 64 кбит/с) – см. Примечание.
Нисходящая скорость, поддерживаемая каналом #0 (всегда устанавливают в1)	Параметр блока из 2 октетов, описывающий максимальную нисходящую скорость в сети (net_max), которую обеспечивает канал #0. 12-битовое значение без знака (net_max) – это скорость данных, деленная на 4000 бит/с. Значение net_max нисходящей скорости должно быть больше или равно максимальной требуемой скорости данных для каждого типа TPS-TC, который поддерживает ATU.
Восходящая скорость, поддерживаемая каналом #0 (всегда устанавливают в1)	Параметр блока из 2 октетов, описывающий максимальную восходящую скорость в сети (net_max), которую обеспечивает канал #0. 12-битовое значение без знака (net_max) – это скорость данных, деленная на 4000 бит/с. Значение net_max восходящей скорости должно быть больше или равно максимальной требуемой скорости данных для каждого типа TPS-TC, который поддерживает ATU.
Нисходящая скорость, поддерживаемая каналом #1	Параметр блока из 4 октетов, описывающий максимальную нисходящую скорость в сети (net_max) и нисходящие параметры $R_{1\max}$ и $D_{1\max}$, которые поддерживает канал #1. 12-битовое значение без знака (net_max) – это скорость данных, деленная на 4000 бит/с. Параметр $R_{1\max}$ – это 4-битовое значение без знака, которое должно быть одним из действующих значений R_p , деленных на 2. Параметр $D_{1\max}$ – это 3-битовое значение без знака, которое должно быть логарифмом по основанию 2 от одного из действующих значений D_p .
Восходящая скорость, поддерживаемая каналом #1	Параметр блока из 4 октетов, который описывает максимальную восходящую скорость в сети (net_max) и восходящие параметры $R_{1\max}$ и $D_{1\max}$, которые поддерживает канал #1. 12-битовое значение без знака (net_max) – это скорость данных, деленная на 4000 бит/с. Параметр $R_{1\max}$ – это 4-битовое значение без знака, которое должно быть одним из действующих значений R_p , деленных на 2. Параметр $D_{1\max}$ – это 3-битовое значение без знака, которое должно быть логарифмом по основанию 2 от одного из действующих значений D_p .
Нисходящая скорость, поддерживаемая каналом #2	Параметр блока из 4 октетов, который описывает максимальную нисходящую скорость в сети (net_max), и нисходящие параметры $R_{2\max}$ и $D_{2\max}$, которые поддерживает канал #2. 12-битовое значение без знака (net_max) – это скорость данных, деленная на 4000 бит/с. Параметр $R_{2\max}$ – это 4-битовое значение без знака, которое должно быть одним из действующих значений R_p , деленных на 2. Параметр $D_{2\max}$ – это 3-битовое значение без знака, которое должно быть логарифмом по основанию 2 от одного из действующих значений D_p .
Восходящая скорость, поддерживаемая каналом #2	Параметр блока из 4 октетов, который описывает максимальную восходящую скорость в сети (net_max) и восходящие параметры $R_{2\max}$ и $D_{2\max}$, которые поддерживает канал #2. 12-битовое значение без знака (net_max) – это скорость данных, деленная на 4000 бит/с. Параметр $R_{2\max}$ – это 4-битовое значение без знака, которое должно быть одним из действующих значений R_p , деленных на 2. Параметр $D_{2\max}$ – это 3-битовое значение без знака, которое должно быть логарифмом по основанию 2 от одного из действующих значений D_p .
Нисходящая скорость, поддерживаемая каналом #3	Параметр блока из 4 октетов, который описывает максимальную нисходящую скорость в сети (net_max), и нисходящие параметры $R_{3\max}$ и $D_{3\max}$, которые поддерживает канал #3. 12-битовое значение без знака (net_max) – это скорость данных, деленная на 4000 бит/с. Параметр $R_{3\max}$ – это 4-битовое значение без знака, которое должно быть одним из действующих значений R_p , деленных на 2. Параметр $D_{3\max}$ – это 3-битовое значение без знака, которое должно быть логарифмом по основанию 2 от одного из действующих значений D_p .

Таблица 7-18/G.992.3 – Информационный формат списка возможностей PMS-TC

Восходящая скорость, поддерживаемая каналом #3	Параметр блока из 4 октетов, который описывает максимальную восходящую скорость в сети (<i>net_max</i>), и восходящие параметры R_{3_max} и D_{3_max} , которые поддерживает канал #3. 12-битовое значение без знака (<i>net_max</i>) – это скорость данных, деленная на 4000 бит/с. Параметр R_{3_max} – это 4-битовое значение без знака, которое должно быть одним из действующих значений R_p , деленных на 2. Параметр D_{3_max} – это 3-битовое значение без знака, которое должно быть логарифмом по основанию 2 от одного из действующих значений D_p .
ПРИМЕЧАНИЕ. – При осуществлении синхронизации ADSL2 скорость передачи данных заголовка на базе сообщения значительно ниже 64 кбит/с. Поэтому фаза инициализации G.994.1 не должна требовать минимального значения 64 кбит/с.	

7.10.1.1.1 Короткое сообщение CLR

Для режимов работы, описанных в данной Рекомендации, при которых бит SPAR(1) устанавливается как ЕДИНИЦА в сообщении CLR, ATU-R может включать только информацию NPAR(2), и не может включать информацию SPAR(2) и NPAR(3). Тем не менее, если ATU-R выбирает не включать информацию SPAR(2) и NPAR(3), то все (TPS-TC, PMS-TC и PMD) октеты SPAR(2) и NPAR(3) исключаются из сообщения CLR для всех режимов работы, определенных в данной Рекомендации, для которых бит SPAR(1) устанавливается как ЕДИНИЦА (т. е. без составляющих SPAR(2) и NPAR(3)).

Для обеспечения обмена необходимой информацией о возможностях до транзакции сообщения MS, ATU-R, передающий сообщение CLR без информации SPAR(2) и NPAR(3), направляет (в последующей транзакции и до транзакции сообщения MS) дополнительное сообщение CLR, содержащее полную информацию о NPAR(2), SPAR(2) и NPAR(3) (TPS-TC, PMS-TC и PMD) для всех режимов работы, определенных в данной Рекомендации, для которых бит SPAR(1) устанавливается как ЕДИНИЦА в этом дополнительном сообщении CLR.

Кроме того, для уменьшения продолжительности сессии G.994.1 в этом дополнительном сообщении CLR бит SPAR(1) устанавливается как НУЛЬ для всех режимов работы, определенных в данной Рекомендации, которые не совпадают с режимами работы, активизирующими направленные ранее сообщения CL и CLR.

7.10.1.1.2 Короткое сообщение CL

Для режимов работы, определенных в данной рекомендации, для которых бит SPAR(1) устанавливается как ЕДИНИЦА в сообщении CL, ATU-C может включать только информацию NPAR(2) и не может включать информацию SPAR(2) и NPAR(3). Тем не менее, если ATU-C решает не включать информацию SPAR(2) и NPAR(3), то все октеты SPAR(2) и NPAR(3) (TPS-TC, PMS-TC и PMD) исключаются из сообщения CL для всех режимов работы, определенных в данной Рекомендации, для которых бит SPAR(1) устанавливается как НУЛЬ (т. е. без составляющих SPAR(2) и NPAR(3)).

Для обеспечения обмена необходимой информацией о возможностях до транзакции сообщения MS, ATU-C, передающий сообщение CL без информации SPAR(2) и NPAR(3), направляет (в последующей транзакции и до транзакции сообщения MS) дополнительное сообщение CL, содержащее полную информацию о NPAR(2), SPAR(2) и NPAR(3) (TPS-TC, PMS-TC и PMD) для всех режимов работы, определенных в данной Рекомендации, для которых бит SPAR(1) устанавливается как ЕДИНИЦА в этом дополнительном сообщении CL.

7.10.1.2 Сообщение о выборе режима G.994.1

Следующие параметры управления функции PMS-TC определены в Рек. G.994.1 [2] как часть сообщения MS. Эта информация должна быть выбрана до инициализации PMD. Информация включает:

- минимальную требуемую скорость передачи данных канального заголовка в нисходящем направлении;
- минимальную требуемую скорость передачи данных канального заголовка в восходящем направлении;
- максимальную допустимую скорость передачи данных канального заголовка в нисходящем направлении;

- максимальную допустимую скорость передачи данных канального заголовка в восходящем направлении.

Скорость передачи данных заголовка в сообщении MS должна быть установлена наивысшей из возможных величин скоростей данных заголовков в сообщении CL и CLR.

Эта конфигурация PMS-TC представлена в таблице 7-19 с использованием модели дерева информации из G.994.1. ATU передает эти деревья информации как в нисходящем, так и в восходящем направлениях в сообщении MS.

Таблица 7-19/G.992.3 – Формат информации о выборе режима PMS-TC

Бит Npar(2)	Определение бита Npar(2)
NTR	Установить в 1, если и только если этот бит был установлен в 1 в обоих последних предыдущих сообщениях CL и CLR. Если этот бит установлен в единицу, ATU должно транспортировать сигнал NTR в нисходящем направлении так, чтобы сигнал NTR стал доступен интерфейсу T-R. Если этот бит установлен в 0, это означает, что сигнал NTR не доступен интерфейсу T-R.
Бит Spar(2)	Определение зависимых от Npar(3) октетов
Скорость данных заголовка в нисходящем направлении	Параметр блока из 1 октета, который описывает минимальную требуемую для ATU скорость передачи данных. 6-битовое значение без знака – это скорость данных, деленная на 1000 бит/с минус 1 (перекрывает диапазон от 1 до 64 кбит/с).
Скорость данных заголовка в восходящем направлении	Параметр блока из 1 октета, который описывает минимальную требуемую для ATU скорость передачи данных. 6-битовое значение без знака – это скорость данных, деленная на 1000 бит/с минус 1 (перекрывает диапазон от 1 до 64 кбит/с).
Нисходящая скорость PMS-TC, поддерживаемая каналом #0	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен в 0.
Восходящая скорость PMS-TC, поддерживаемая каналом #0	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен в 0.
Нисходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом #1	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен в 0.
Восходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом #1	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен в 0.
Нисходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом #2	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен в 0.
Восходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом #2	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен в 0.
Нисходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом #3	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен в 0.

Таблица 7-19/G.992.3 – Формат информации о выборе режима PMS-TC

Восходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом #3	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен в 0.
--	---

7.10.2 Фаза анализа канала

В таблице 7-20 перечислены параметры функции управления PMS-TC, которыми обмениваются в сообщении C-MSG1.

Таблица 7-20/G.992.3 – Параметры функции управления PMS-TC, включенные в C-MSG1

Номер октета [i]	Параметр	Формат [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	RATIO_BCds ₀	[0xxx xxxx], биты от 6 до 0
1	RATIO_BCds ₁	[0xxx xxxx], биты от 6 до 0
2	RATIO_BCds ₂	[0xxx xxxx], биты от 6 до 0
3	RATIO_BCds ₃	[0xxx xxxx], биты от 6 до 0

Отношение RATIO_BC_n выражено в процентах от скорости данных в сети, превышающей остаток от суммы минимальных скоростей данных в сети по всем носителям каналов, к скорости, которую предполагается выделить носителю канала #n. Проценты представлены 7-битовым целым числом в диапазоне от 0 до 100.

Эти величины сконфигурированы с помощью базы CO-MIB для каждого носителя каналов в нисходящем и восходящем направлениях, как указано в Рек. МСЭ-Т G.997.1. Сумма в процентах по всем восходящим каналам должна составлять 100%. Сумма в процентах по всем нисходящим каналам должна составлять 100%. Проценты в восходящем направлении локально используют в ATU-C, чтобы определить эффективную скорость данных для каждого из восходящих каналов. Проценты в нисходящем направлении передают в ATU-R в сообщении C-MSG1 во время инициализации и используют в ATU-R, чтобы определить эффективную скорость данных для каждого из нисходящих каналов.

7.10.3 Фаза обмена

Об оставшихся параметрах управления функций TPS-TC, а также о дополнительной информации о функциях TPS-TC должно быть сообщено функцией приема TPS-TC и транспортировано к функции передачи TPS-TC во время процедуры обмена.

Эта информация в C-PARAM включает:

- Канал с ожиданием MSG_{LP} для переноса в восходящем направлении части ориентированного сообщения канального заголовка.
- Присвоение носителей кадров в восходящем направлении каналам с ожиданием в восходящем направлении.
- Число октетов сообщений MSG_C, включенных в структуру заголовка восходящего потока.
- Параметр B_{p,n} для каждого восходящего потока и носителя кадров.
- Параметр M_p для каждого восходящего потока.
- Параметр R_p для каждого восходящего потока.
- Параметр D_p для каждого восходящего потока.
- Параметр T_p для каждого восходящего потока.
- Параметр L_p, соответствующий каждому восходящему потоку.

Информация в R-PARAM включает:

- Канал с ожиданием MSG_{LP} для переноса в нисходящем направлении части ориентированного сообщения канального заголовка.
- Присвоение носителей кадров в нисходящем направлении каналам с ожиданием в нисходящем направлении.
- Число октетов сообщений MSG_C , включенных в структуру заголовка нисходящего потока.
- Параметр $B_{p,n}$ для каждого восходящего потока и носителя кадров.
- Параметр M_p для каждого нисходящего потока.
- Параметр R_p для каждого нисходящего потока.
- Параметр D_p для каждого нисходящего потока.
- Параметр T_p для каждого нисходящего потока.
- Параметр L_p , соответствующий каждому нисходящему потоку.

Информация C-PARAMS и R-PARAMS представлена как группа параметров, как показано в таблице 7-21. Эту информацию передают в порядке, указанном в C-PARAM и R-PARAM, как описано в процедуре инициализации PMD.

Таблица 7-21/G.992.3 – Формат для информации PARAM функции PMS-TC

Номер октета [i]	Формат PMS-TC биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]	Описание
Октет 0	[pfff 00bb] биты от 7 до 0	Биты bb кодируют значение MSG_{LP} . Значение MSG_{LP} указывает на канал с ожиданием, в котором находится информация заголовка сообщения, подготовленного к передаче. Значения 00, 01, 10 и 11 соответствуют каналам с ожиданием #0, #1, #2 и #3. Биты ffff кодируют результат успех/неудача процесса инициализации, как описано в этом разделе. Бит p является установочным битом. Значение 1 указывает, что настоящая инициализация используется для установки в автоматическом режиме. Значение 0 указывает, что настоящая инициализация является обычной инициализацией.
Октет 1	[ssss dddd] биты от 7 до 0	Биты ssss устанавливают на 0000, 0001, 0010 или 0011, если носитель кадров #0 будут передавать по каналам #0, #1, #2 или #3, соответственно. Биты ssss устанавливают на 1111, если тип ($type_0$) представлен нулем (т. е. носитель кадров выключен, см. таблицу 6-1). Биты dddd описывают, куда поступит носитель кадров #1 при использовании того же метода кодирования, что и ssss.
Октет 2	[eeee ffff] биты от 7 до 0	Биты eeee и ffff описывают, куда поступят носители кадров #2 и #3, соответственно, при использовании того же метода кодирования, что и ssss октета 1.
Октет 3	[gggg gggg] биты от 7 до 0	Биты gggggggg кодируют значение MSG_C , число октетов в структуре части заголовка. Для транспортировки информации о заголовке используют канал с ожиданием $\#MSG_{LP}$.
Октет 4	[hhhh hhhh] биты от 7 до 0	Биты hhhhhhhh дают число октетов от носителя #0 транспортируемого кадра мультиплексированных данных. Эта величина может быть нулевой или ненулевой в зависимости от значений величин из набора $\{B_{00}, B_{10}, B_{20}, B_{30}\}$.
Октет 5	[iiii iiii] биты от 7 до 0	Биты iiiiiiii дают число октетов от носителя #1 транспортируемого кадра мультиплексированных данных. Эта величина может быть нулевой или ненулевой в зависимости от значений величин из набора $\{B_{01}, B_{11}, B_{21}, B_{31}\}$.

Таблица 7-21/G.992.3 – Формат для информации PARAM функции PMS-TC

Номер октета [i]	Формат PMS-TC биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]	Описание
Октет 6	[jjjj jjjj] биты от 7 до 0	Биты jjjjjjjj дают число октетов от носителя #2 транспортируемого кадра мультиплексированных данных. Эта величина может быть нулевой или ненулевой в зависимости от значений величин из набора $\{B_{02}, B_{12}, B_{22}, B_{32}\}$.
Октет 7	[kkkk kkkk] биты от 7 до 0	Биты kkkkkkkk дают число октетов от носителя #3 транспортируемого кадра мультиплексированных данных. Эта величина может быть нулевой или ненулевой в зависимости от значений величин из набора $\{B_{03}, B_{13}, B_{23}, B_{33}\}$.
Октет 8	[mmmm mmmm] биты от 7 до 0	Биты mmmmmmmm дают значение M_p для канала с ожиданием #0. Эти биты присутствуют всегда, и их устанавливают на нуль, если не используют.
Октет 9	[tttt tttt] биты от 7 до 0	Биты tttttttt дают значение T_p для канала с ожиданием #0. Эти биты присутствуют всегда, и их устанавливают на нуль, если не используют.
Октет 10	[ppp 0DDD] биты от 7 до 0	Биты ppp0DDD дают значения R_p и D_p для канала с ожиданием #0. Биты ppp и DDD кодируют, как показано в таблице 7-18. Эти биты присутствуют всегда, и их устанавливают на нуль, если не используют.
Октет 11	[llll llll] биты от 7 до 0	Биты llllllll указывают МЗБ значения L_p для канала с ожиданием #0. Эти биты присутствуют всегда, и их устанавливают на нуль, если не используют.
Октет 12	[llll llll] биты от 15 до 8	Биты llllllll указывают СЗБ значения L_p для канала с ожиданием #0. Эти биты присутствуют всегда, и их устанавливают на нуль, если не используют.
Оклеты 13–17	то же, что и оклеты 8–12	Эти оклеты описывают параметры для канала с ожиданием #1 в том же формате, что и оклеты 8–12. Эти оклеты присутствуют всегда, и их устанавливают на нуль, если не используют.
Оклеты 18–22	то же, что и оклеты 8–12	Эти оклеты описывают параметры для канала с ожиданием #2 в том же формате, что и оклеты 8–12. Эти оклеты присутствуют всегда, и их устанавливают на нуль, если не используют.
Оклеты 23–27	то же, что и оклеты 8–12	Эти оклеты описывают параметры для канала с ожиданием #3 в том же формате, что и оклеты 8–12. Эти оклеты присутствуют всегда, и их устанавливают на нуль, если не используют.

Величину N_{LP} (т. е. число задействованных каналов с ожиданием) передают в неявной форме при установке октетов на 0 (биты bb), 1 (биты ssss и dddd) и 2 (биты eeee и ffff). Каналы с метками, которые содержатся в наборе {bb, ssss, dddd, eeee, ffff}, должны быть действующими. Каналы, которые поддерживаются, но имеют метки, отсутствующие в указанном наборе, должны быть отключены.

Октет 0 в таблице 7-21 передает заголовок сообщения особому каналу $\#MSG_{LP}$ (со значением MSG_{LP} в диапазоне от 0 до 3). Оклеты 1 и 2 в таблице 7-21 передают носитель кадров $\#n$ (с $n =$ от 0 до 3) особому каналу $\#p$ (с величиной p в диапазоне от 0 до 3) или же выключают носитель кадров. Заголовок сообщения и действующие носители кадров должны быть переданы каналу, который поддерживается обоими устройствами ATU (как это обозначено в CL и CLR, см. таблицу 7-19). Если устройство ATU поддерживает особый канал $\#p$, оно должно также поддерживать передачу этому каналу заголовка сообщения и/или любого числа действующих носителей кадров (от 0 до N_{BC}). Возможно передать носитель кадров $\#n$ каналу $\#p$ с числом октетов от носителя кадров $\#n$ в кадре мультиплексированных данных (как указано в октетах 4, 5, 6 или 7 в таблице 7-21), установленным на нуль (т. е. $B_{p,n} = 0$).

В процессе инициализации невозможно сконфигурировать канал $\#p$ с длиной последовательности заголовков $SEQ_p = 6$ (т. е. последовательности только из CRC и части ориентированных битов заголовка) без одновременной транспортировки в этом канале по крайней мере одного носителя кадров.

Метод, используемый приемником для выбора этих значений, зависит от применения. Однако при ограниченном ряде скоростей данных и выигрышем в кодировании, который обеспечивает местное устройство PMD, выбранные величины могут соответствовать всем ограничениям, сообщенным передатчиком до фазы обмена, включая:

- (основанную на сообщении) скорость данных заголовка \geq минимальной скорости данных заголовка;
- эффективная скорость данных \geq минимальной скорости данных в сети для всех каналов-носителей;
- защиту от импульсного шума \geq минимальной защите от импульсного шума для всех каналов-носителей;
- задержка \leq максимальной задержки для всех каналов-носителей.

При этих ограничениях приемник может выбрать значения так, чтобы оптимизировать перечисленные приоритеты:

- 1) Максимизировать скорость передачи данных в сети для всех каналов-носителей при распределении скорости данных в сети, не превосходящей остатка суммы минимальных скоростей данных по всем каналам-носителям (см. 7.10.2).
- 2) Минимизировать излишек запаса по отношению к максимальному запасу по шуму MAXSNRM через масштабирование коэффициента передачи (см. 8.6.4). Чтобы это достичь, можно использовать другие параметры управления (например, PCB см. 8.13.3).

Если при этих ограничениях приемник не в состоянии выбрать набор параметров конфигурации, то в этом случае неудача инициализации должна привести к появлению информации PMS-TC PARAMS (3-битовое целое, см. таблицу 7-21), а прочие биты в информации PMS-TC PARAMS устанавливаются в 0. Если ненулевой код успех/неудача устанавливается одним из ATU, при окончании процесса инициализации передатчик должен перейти в состояние SILENT (см. Приложение D) вместо состояния SHOWTIME. Действительными причинами неудачи считают значения неудачи 1 (ошибка конфигурации) и 2 (конфигурация на линии не выполнена), как это определено в Рек. МСЭ-Т G.997.1. Если при этих ограничениях приемник в состоянии выбрать набор параметров конфигурации, то в этом случае используют значение 0, чтобы показать успех инициализации. Если нулевой код успех/неудача устанавливается обоими ATU, а установочный бит не устанавливается обоими ATU, передатчик должен войти в состояние SHOWTIME при завершении процедур инициализации.

Значения с 3 по 7 зарезервированы.

Если во время инициализации, используемой для установки во время процедуры автоматического режима, ATU решает не переходить в SHOWTIME, то установочный бит *p* должен вставляться в информацию PMS-TC PARAMS. Вопросы установки других битов в информации PMS-TC PARAMS регулируются величиной битов *fff*, как определено выше. Если установочный бит устанавливается одним из ATU, то при завершении процедур инициализации передатчик должен перейти в состояние SILENT (см. Приложение D) вместо состояния SHOWTIME.

Инициализации с установкой установочного бита в состояние 1, рассматриваются как часть обычной работы и их не следует рассматривать как неудачу инициализации линии (LINIT) (как определено в 7.1.1.3/G.997.1). Поэтому в данном случае коды успеха/неудачи инициализации во время установки не должны передаваться в функциональность LINIT G.997.1, в счетчик полной инициализации параметров управления качеством инициализации линии G.997.1 (как определено в 7.2.1.3.1/G.997.1) и в счетчик неудачи полной инициализации (как определено в 7.2.1.3.2/G.997.1).

7.11 Реконфигурация в режиме он-лайн

Процедура реконфигурации в режиме он-лайн функции PMS-TC поддерживает:

- прозрачность по отношению к высшим уровням поставкой средств для изменений, которые исключают транспортные ошибки и перерывы в эксплуатации;
- изменение параметров для адаптации к медленно меняющимся условиям на линии; и
- изменение параметров для динамического изменения скорости передачи данных (включая нулевую скорость).

7.11.1 Реконфигурация параметров управления

Реконфигурацию выполняют координированным изменением значений одного или более параметров, определенных в 7.5. Приведенные в таблице 7-22 параметры управления могут быть изменены в процессе реконфигурации на линии в указанных пределах.

Таблица 7-22/G.992.3 – Реконфигурация параметров управления функции PMS-TC

$B_{p,n}$	Если носитель кадров $\#n$ приписан к каналу с ожиданием $\#p$, число октетов от носителя кадров $\#n$, приписанных к каналу $\#p$ в кадре мультиплексированных данных, может быть увеличено или уменьшено от минимального нулевого значения до максимального, соответствующего максимальной скорости передачи данных в канале, как указано в G.994.1 об изменении возможностей. Носитель кадров может быть приписан только к одному каналу, и этот параметр не изменяют во время реконфигурации. Значение $B_{p,n}$ может быть изменено только при условиях, определенных в 7.11.1.1.
L_p	Если использован канал с ожиданием $\#p$, число битов от канала $\#p$, включенных в PMD.Bits.request, может быть увеличено или уменьшено от минимального значения 1 бит на символ PMD до максимального числа битов на символ PMD.

7.11.1.1 Изменения в действующих каналах с ожиданием

Реконфигурация значения $B_{p,n}$ в действующем канале $\#p$ происходит только в границах чередующихся кадров данных FEC. При передаче функции PMS-TC используют новые значения параметров управления для генерации чередующихся кадров данных FEC, за которой следует сигнализация примитива PMD.Synchflag.confirm от функции PMD к функции PMS-TC, как это описано в 8.16.2. Важно отметить, что примитивы PMD.Bits.confirm, которые непосредственно следуют за примитивом PMD.Synchflag.confirm, должны содержать биты, связанные с прежней конфигурацией вплоть до границы чередующихся кадров данных FEC. В процедуре функции приема PMS-TC используют значения новых параметров управления для обработки чередующихся кадров данных FEC, за которыми следует сигнализация примитива PMD.Synchflag.indicate от функции PMD к функции PMS-TC, как показано на 9-м шаге рисунка 10-1.

Эту процедуру используют, если только модифицируют значение $B_{p,n}$. Процедура ограничена для использования в каналах с параметрами $R_p = 0$, $S_p = 1$ и $D_p = 1$, а также при выравнивании границы чередующихся кадров данных FEC, границы кадров данных FEC, границ кадров мультиплексированных данных и символов PMD.

7.11.1.2 Изменения в мультиплексе кадров

Реконфигурация мультиплексора кадров происходит при запуске следующего символа PMD, который следует за транспортировкой флага синхронизации от функции PMD к функции PMS-TC, как описано в 8.16.2. Реконфигурация функций PMS-TC происходит при запуске следующего символа PMD, который следует за транспортировкой флага синхронизации от функции PMD к функции PMS-TC, как описано в 8.16.2. При передаче функции PMS-TC используют новые значения параметров управления в процедурах генерации примитивов PMD.Bits.confirm, за которыми следует сигнализация примитива PMD.Synchflag.confirm от функции PMD к функции PMS-TC, как описано в шаге 8 на рисунке 10-1. Процедуры приема функции PMS-TC используют новые значения параметров управления для обработки примитивов PMD.Bits.Indicate, за которыми следует сигнализация примитива PMD.Synchflag.indicate от функции PMD к функции PMS-TC, как описано в шаге 9 на рисунке 10-1.

Реконфигурация функции PMS-TC, которая является результатом изменения числа битов сигнализации в примитивах PMD.Bits.confirm, требует в связи с этим реконфигурации функции PMD.

Эту процедуру следует использовать, если параметр L_p модифицируют без модификации параметра $B_{p,n}$.

7.12 Режим управления мощностью

Описанные для функции PMS-TC процедуры предполагают их использование в период, когда звено связи ATU находится в состояниях управления мощностью L0 и L2.

7.12.1 Работа звена связи в состоянии L0

Функция PMS-TC должна работать в соответствии со всеми процедурами уровня данных, уровня контроля и управления, описанными в 7.7, 7.8 и 7.9, в то время, когда звено связи находится в состоянии L0.

Для параметров управления должны применяться все определения и условия, описанные в 7.5 и 7.6.

Процедуры реконфигурации функции PMS-TC, описанные в 7.11, должны выполняться для звена связи во время состояния L0 до успешного завершения протокола, описанного в 9.4.1.1.

7.12.1.1 Переход к работе звена связи в состоянии L2

Процедуры перехода функции PMS-TC от L0 к L2 сопровождаются изменением некоторых параметров управления для уменьшения числа битов, передаваемых с помощью примитива PMD в нисходящем направлении. Эти изменения выполняются изменением параметров управления в нисходящем направлении, приведенных в таблице 7-8. При переходе предполагают, что изменения параметров управления в нисходящем направлении будет происходить безошибочно (т. е. "без швов").

Таблица 7-23/G.992.3 – Параметры функции PMS-TC управления мощностью

Параметр	Определение
L_p	Число битов в канале $\#p$ должно быть уменьшено от L_p в состоянии L0 до значений в диапазоне $1 \leq L_p \leq 1024$, а $\sum L_p$ должна быть такой, что $8 \leq \sum L_p \leq 1024$.

Вхождение звена связи в состояние L2 происходит вместе с координированными изменениями в нисходящем потоке параметров L_p для уменьшения числа битов на каждый примитив PMD. Изменению должен предшествовать протокол, описанный в 9.5.3.3. Вслед за успешным завершением протокола должны происходить координированные изменения параметров L_p , как это определено в 7.11.1.2.

При переходе из состояния L0 к состоянию L2 ATU должны запоминать параметр управления L_p функции PMS-TC.

7.12.1.2 Переход к работе звена связи в состоянии L3

Корректное выключение ATU должно обеспечить переход звена связи из состояния L0 в состояние L3. Переход выполняют, как описано в 9.5.3.1 для процедуры корректного выключения или в 9.5.3.2 для процедуры некорректного выключения. В функции PMS-TC не предусмотрено никакой специальной процедуры в случае разъединения.

7.12.2 Работа звена связи в состоянии L2

В состоянии L2 функция PMS-TC должна работать в соответствии со всеми процедурами уровня данных, уровня контроля и управления, описанными в 7.7, 7.8 и 7.9.

Для параметров управления должны применяться все определения, описанные в 7.5. В состоянии L2 число битов, передаваемых с помощью примитива PMD, может быть значительно снижено по сравнению с работой звена связи в состоянии L0. Поэтому ограничения, приведенные в таблице 7-8 и наложенные на параметр MSG_{min} , скорость заголовка, задержка и период канального заголовка не применимы к звену связи в состоянии L2.

В состоянии звена связи L2 реконфигурация функции PMS-TC на линии должна быть исключена. Сообщения, описанные в 9.4.1.1, не должны передаваться ни ATU-C, ни ATU-R.

Процедура настройки для снижения мощности не должна влиять на работу функции PMS-TC.

7.12.2.1 Переход к работе звена связи в состоянии L0

Процедуры перехода от L2 к L0 функции PMS-TC поддерживают восстановление параметров управления от первоначального состояния L0 до нового перехода звена связи в это состояние. При переходе предполагают, что изменения параметров управления в нисходящем направлении будет происходить безошибочно (т. е. "без швов").

Вхождение звена связи в состояние L0 происходит вместе с координированными изменениями в нисходящем потоке параметров L_p для восстановления числа битов на каждый примитив PMD до значения, использованного в первоначальном состоянии L0. Изменению должен предшествовать протокол, описанный в 9.5.3.4 или в 9.5.3.5. Вслед за успешным завершением протокола должны происходить координированные изменения параметров L_p , как это определено в 7.11.1.2.

7.12.2.2 Переход к работе звена связи в состоянии L3

При работе звена связи в состоянии L2 ATU предполагают перевести в состояние L0 и использовать процедуру корректного выключения. Однако в случае внезапной потери мощности звено связи может непосредственно перейти от состояния L2 в L3. Переход должен происходить, как это описано в 9.5.3.2. В функции PMS-TC не предусмотрено никакой специальной процедуры в случае разъединения.

7.12.3 Работа звена связи в состоянии L3

В состоянии L3 для работы функции PMS-TC не предусмотрено никаких специальных процедур.

7.12.3.1 Переход к работе звена связи в состоянии L0

Процедуры инициализации ATU предполагают обеспечить переход звена связи из состояния L3 в состояние L0. Переход должен быть выполнен, как описано в 7.10.

8 Функция зависимости от физической среды

8.1 Транспортные возможности

Функция зависимости от физической среды (PMD) устройства обеспечивает процедуры для транспортировки потока битов по физической среде (т. е. по медной паре) в обоих направлениях: нисходящем и восходящем. Функция передачи PMD принимает данные от функции передачи PMS-TC, а функция приема PMD доставляет данные к приемной функции PMS-TC, как это показано на рисунке 8-1 (для плоскости данных). Характеристики функций передачи и приема TPS-TC описаны в разделе 7.

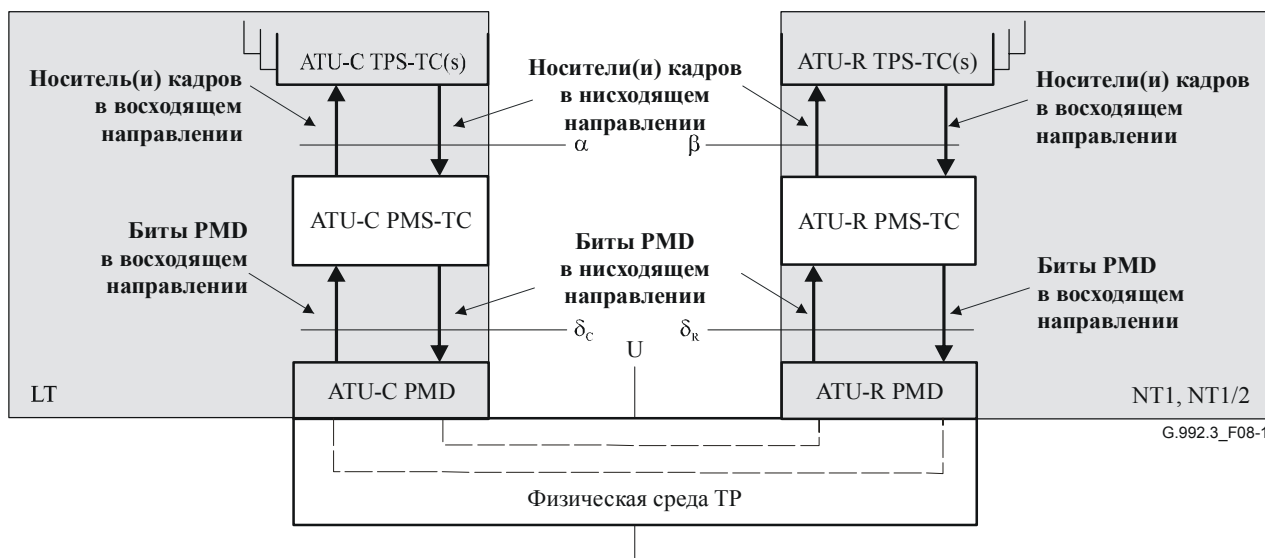
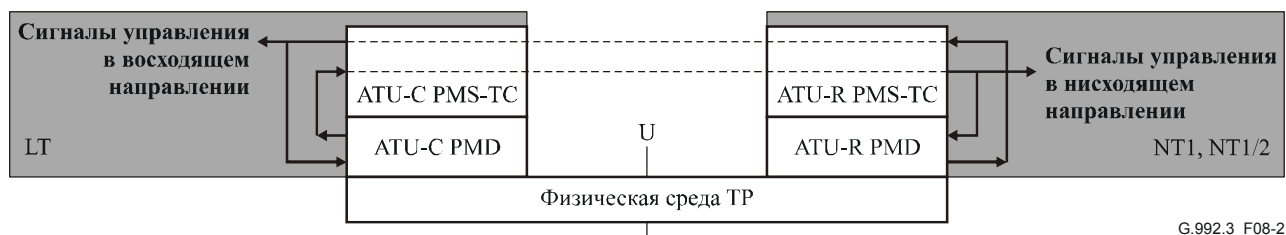


Рисунок 8-1/G.992.3 – Транспортные возможности PMD в плоскости данных

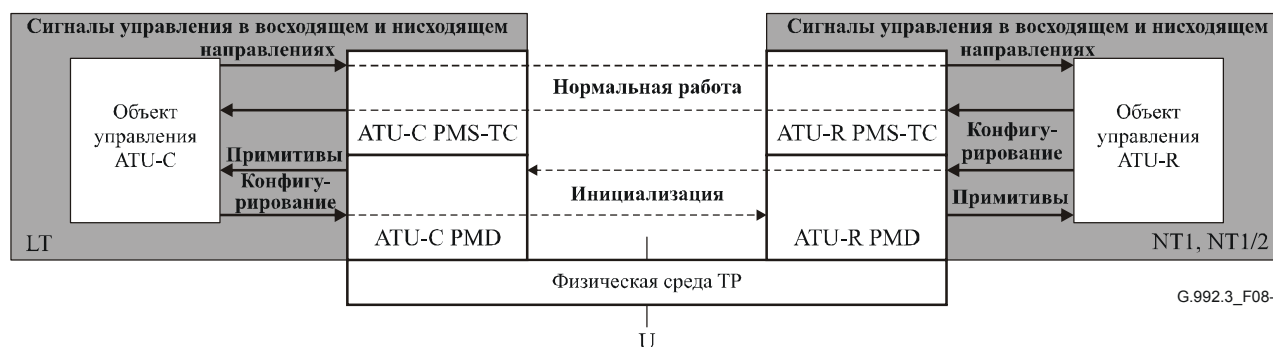
В качестве элемента плоскости управления не существует особой транспортной функции, которую выполняет функция PMD. Однако, используя транспортные функции PMS-TC, функция PMD пропускает и принимает сигналы управления, которые транспортируются в плоскости управления к дальнему концу PMD и от него, как показано на рисунке 8-2, например, для реконфигурации на линии.



G.992.3_F08-2

Рисунок 8-2/G.992.3 – Транспортные возможности PMD в плоскости управления

В качестве элемента плоскости административного управления не существует особой транспортной функции, которую выполняет функция PMD при нормальной работе. Однако функция приема PMD выполняет индикацию примитива административного управления для локального объекта управления внутри ATU. В ATU эти индикации примитива выражаются в сигналах административного управления, которые транспортируются в плоскость управления, используя транспортные функции PMS-TC, как показано на рисунке 8-3. Во время инициализации функция передачи PMD ATU обеспечивает транспортировку некоторых параметров конфигурации от ближнего конца объекта управления к дальнему концу функции PMD.



G.992.3_F08-3

Рисунок 8-3/G.992.3 – Транспортные возможности PMD в плоскости административного управления

8.2 Дополнительные функции

Функция передачи PMD помимо транспортных функций также обеспечивает процедуры для:

- распределения частот;
- кодирования группы;
- синхронизации и выдачи символов L2;
- модуляции;
- регулировки динамического диапазона передатчика;
- спектральной маски передатчика (включая формирование спектра);
- преобразования в аналоговый сигнал для передачи по технологии DSL;
- адаптации и реконфигурации на линии.