



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.992.3

(07/2002)

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 СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО РАДИОРЕЛЕЙНЫМ ИЛИ СПУТНИКОВЫМ ЛИНИЯМ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.500–G.599
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 иерархическими скоростями на основе скорости 2048 кбит/с	G.920–G.929
Системы цифровых линий для передачи по кабелю с неиерархическими скоростями	G.930–G.939
Системы цифровых линий, создаваемые транспортными передачами ЧРК	G.940–G.949
Системы цифровых линий	G.950–G.959
Цифровые участки и цифровые системы передачи для абонентского доступа к ЦСИС	G.960–G.969
Подводные волоконно-оптические кабельные системы	G.970–G.979
Системы оптических линий для местных сетей и сетей доступа	G.980–G.989
Сети доступа	G.990–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.7000–G.7999
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.8000–G.8999

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) для металлических витых пар, который обеспечивает высокоскоростную передачу данных между окончанием сети оператора (ATU-C) и окончанием пользователя (ATU-R). В Рекомендации определен ряд носителей кадров совместно с одной из двух нижележащих по спектру служб, а также без таких служб в зависимости от следующих условий эксплуатации:

- 1) передача системы ADSL одновременно со службами в речевой полосе частот по этой же паре;
- 2) передача системы ADSL одновременно со службами ЦСИС по этой же паре (Добавление I или II/G.961 [1]);
- 3) передача системы ADSL без нижележащих по спектру служб, оптимизированной для работы с системой ADSL, работающей по соседней паре того же кабеля над спектром службы в речевой полосе частот;
- 4) передача системы ADSL, работающей без нижележащих по спектру служб и оптимизированной для работы с системой ADSL, работающей по соседней паре того же кабеля поверх спектра ЦСИС.

Передача системы ADSL одновременно со службами в речевой полосе частот по этой же паре и работа вместе со службами TCM-ЦСИС (ЦСИС с системой временного уплотнения, Добавление III/G.961 [1]) по соседним парам, является предметом дальнейшего изучения.

В данной Рекомендации приведены спецификации характеристик физического уровня интерфейса асимметричной цифровой абонентской линии (ADSL) с металлическими цепями.

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

Передающее устройство ADSL может одновременно транспортировать следующее: ряд носителей кадров в нисходящем направлении, ряд носителей кадров в восходящем направлении, дуплексный канал POTS/ЦСИС, а также линейный заголовок ADSL для управления формированием кадров, технического обслуживания и эксплуатации. Система поддерживает скорость передачи данных в сети вплоть до 8 Мбит/с в нисходящем направлении и до 800 кбит/с в восходящем направлении. Поддержка скорости передачи данных свыше 8 Мбит/с в нисходящем направлении и свыше 800 кбит/с в восходящем направлении не обязательна.

Данная Рекомендация включает обязательные требования, рекомендации и не обязательные требования, которые обозначены словами "должен", "следует" и "может" соответственно.

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.

История

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

Данная Рекомендация призвана обеспечить дополнительные возможности по сравнению с Рекомендацией МСЭ-Т G.992.1. Рекомендация МСЭ-Т G.992.1 была одобрена в июне 1999 года. С тех пор появились возможности для улучшения в таких областях, как скорость передачи данных по отношению к радиусу действия цепи, диагностика цепи, размещение удаленного оборудования, управление спектром, управление мощностью, устойчивость к искажениям в цепи и радиопомехам (RFI), техническое обслуживание и эксплуатация. Данная Рекомендация обеспечивает новую спецификацию интерфейса U системы ADSL, включая идентифицированные улучшения, которые, по мнению МСЭ-Т, должны быть наиболее полезны промышленности ADSL.

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

- улучшенная поддержка системой ADSL приложений для всех цифровых режимов работы и речи;
- пакетная функция TPS-TC в дополнение к существующим функциям TPS-TC: STM и ATM;
- обязательная поддержка скорости 8 Мбит/с в нисходящем и 800 кбит/с в восходящем направлениях для функции TPS-TC № 0 и носителя кадров № 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 Рекомендацией МСЭ-Т G.992.1 были добавлены следующие возможности для приложений:

- более гибкое формирование кадров, включая поддержку до 4 носителей 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 битовых ошибок;
- 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 Рекомендацией 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 контрольной частоты, определяемой приемником;
- улучшенный прогон приемопередатчика с изменением характеристик передаваемого сигнала;
- улучшенное измерение отношения ОСШ 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 контрольной частоте;
- улучшенную устойчивость к радиопомехам с приемником, определяющим порядок частот;
- 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;
- особенность сбережения мощности для устройства АТУ центральной станции с помощью нового состояния пониженной мощности L2;
- особенность сбережения мощности с помощью холостого состояния L3;
- управление спектром с индивидуальной маскировкой частоты под управлением оператора с помощью СО-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 29 июля 2003 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

Рекомендация включает изменения, внесенные Поправкой 1 к Рекомендации МСЭ-Т G.992.3 (2002 г.), утвержденной 22 мая 2003 года.

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.

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

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ

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

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("следует", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации 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 2003

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	1
2 Ссылки	2
3 Определения	3
4 Сокращения	6
5 Эталонные модели	8
5.1 Функциональная модель ATU	8
5.2 Эталонная модель протокола в плоскости пользователя	10
5.3 Эталонная модель в плоскости административного управления	11
5.4 Модели приложений	11
6 Функция специального транспортного протокола – сходимость 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 постоянного подключения к линии (On line)	20
6.8 Режим управления мощностью	20
7 Функция конвергенции специальной физической среды передачи (PMS TC)	21
7.1 Транспортные возможности	21
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	28
7.6 Структура кадра	29
7.7 Процедуры плоскости данных	35
7.8 Процедуры плоскости управления	38
7.9 Процедуры плоскости административного управления	42
7.10 Процедуры инициализации	43
7.11 Реконфигурация на линии	49
7.12 Режим управления мощностью	50
8 Функция зависимости от физической среды	52
8.1 Транспортные возможности	52
8.2 Дополнительные функции	53
8.3 Сигналы и примитивы интерфейсов блоков	54
8.4 Блок-диаграмма и сигналы внутренних контрольных точек	56
8.5 Параметры управления	57
8.6 Кодер группы для символов данных	67
8.7 Кодер группы для символов синхронизации и выхода из режима L2	82
8.8 Модуляция	84
8.9 Динамический диапазон передатчика	87

	Стр.
8.10 Маски спектра передатчика	88
8.11 Процедуры плоскости управления	89
8.12 Процедуры плоскости административного управления	89
8.13 Процедуры инициализации	98
8.14 Сокращенная процедура инициализации	140
8.15 Процедуры режима диагностики замкнутой цепи	144
8.16 Реконфигурация функции PMD на линии	159
8.17 Управление мощностью в функции PMD	161
9 Функции сходимости передачи по протоколу управления (MPS-TC)	162
9.1 Функции транспорта	163
9.2 Дополнительные функции	163
9.3 Интерфейс блока сигналов и примитивов	163
9.4 Процедуры плоскости административного управления	165
9.5 Управление мощностью	185
10 Динамическое поведение	189
10.1 Инициализация	189
10.2 Реконфигурация на линии (OLR)	189
10.3 Управление мощностью	192
Приложение А – Специальные требования для системы ADSL, работающей в полосе частот над POTS	195
A.1 Функциональные характеристики ATU C (относящиеся к разделу 8)	195
A.2 Функциональные характеристики ATU R (относящиеся к разделу 8)	198
A.3 Инициализация	200
A.4 Электрические свойства	200
Приложение В – Специальные требования для системы ADSL, работающей в полосе частот над сетью ЦСИС, определенные в Добавлениях I и II Рек. МСЭ-Т G.961	205
B.1 Функциональные характеристики ATU C (относящиеся к разделу 8)	205
B.2 Функциональные характеристики ATU R (относящиеся к разделу 8)	209
B.3 Инициализация	212
B.4 Электрические характеристики	213
Приложение С – Специальные требования для системы ADSL, работающей в одном кабеле с ЦСИС, как это определено в Добавлении III Рек. МСЭ-Т G.961	213
Приложение D – Диаграмма состояний устройств ATU C и ATU R	213
D.1 Предисловие	213
D.2 Определения	213
D.3 Диаграммы состояний	214
Приложение E – Основные разделители доступа к сетям POTS и ЦСИС	221
E.1 Тип 1 – разделитель POTS – Европа	221
E.2 Тип 2 – разделитель POTS – Северная Америка	221
E.3 Тип 3 – ЦСИС (Рек. МСЭ-Т. G.961, Добавлении I или II) Разделители – Европа	233
E.4 Тип 4 – Разделитель POTS – Япония	234
Приложение F – Требования к характеристикам ATU x для региона A (Северная Америка)...	246
F.1 Требования к характеристикам для работы ADSL над POTS (Приложение A)	246

	Стр.
F.2 Требования к характеристикам для работы ADSL в полностью цифровом режиме (Приложение I).....	247
Приложение G – Требования к характеристикам ATU x для региона B (Европа).....	247
G.1 Требования к характеристикам для работы ADSL над POTS (Приложение A)	247
G.2 Требования к характеристикам для работы ADSL над ЦСИС (Приложение B)	247
G.3 Требования к характеристикам для работы в полностью цифровом режиме (Приложение I).....	248
G.4 Требования к характеристикам для работы в полностью цифровом режиме (Приложение J)	248
Приложение H – Специальные требования к синхронизированным симметричным системам DSL (SSDSL), работающим одним пучке пар кабеля с системами ЦСИС, как это определено в Рек. МСЭ-Т G.961, Добавление III.....	248
Приложение I – Система ADSL "полностью цифрового режима" (All Digital Mode) с улучшенной спектральной совместимостью с ADSL над POTS	249
I.1 Функциональные характеристики ATU C (имеющих отношение к разделу 8)	249
I.2 Функциональные характеристики (дополнение к разделу 8).....	251
I.3 Инициализация	253
I.4 Электрические характеристики	253
Приложение J – Система ADSL "полностью цифрового режима" (All Digital Mode) с улучшенной спектральной совместимостью с ADSL над ЦСИС.....	257
J.1 Функциональные характеристики ATU C (имеющих отношение к разделу 8)	257
J.2 Функциональные характеристики (дополнение к разделу 8).....	258
J.3 Инициализация	261
J.4 Электрические характеристики.....	261
Приложение K – Функциональные описания TPS TC	261
K.1 Функция сходимости передачи STM (STM TC)	261
K.2 Функция конвергенции передачи ATM (ATM TC)	271
K.3 Функция конвергенции передачи пакетов (PTM TC).....	284
Добавление I – Уровень ATM к логическому интерфейсу физического уровня	292
Добавление II – Совместимость с другим оборудованием в помещении пользователя.....	294
Добавление III – Влияние устройств первичной защиты на симметрию линии	294
III.1 Назначение	294
III.2 Основные положения	294
III.3 Рекомендуемые максимальные емкости устройств защиты от перенапряжений.....	296
III.4 Емкость, удовлетворяющая требованиям на устройства защиты от перенапряжений.....	296
III.5 Ссылки	298
Добавление IV – Библиография	299

Приемопередатчики асимметричной цифровой абонентской линии 2 (ADSL2)

1 Область применения

О взаимодействии данной Рекомендации с другими Рекомендациями серии G.99х см. в Рекомендации 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 с передачей речи (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 Добавлениях I и II/G.961 [1]. Эта служба ADSL занимает частотную полосу над каналом ЦСИС 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 нисходящем направлении) носители кадров могут включать как низкоскоростные, так и высокоскоростные потоки кадров. В противоположном направлении, от помещений пользователей к центральной станции (т. е. в восходящем направлении) 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.

Работа по той же паре одновременно со службами в полосе канала ТЧ (например, POTS или передачи данных в полосе ТЧ) и службой со сжатием во времени TCM-ISDN по соседней паре, как это определено в Добавлении III/G.961 [1], является предметом дальнейшего изучения.

Обзор приемопередатчиков цифровых абонентских линий содержится в Рекомендации 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 Добавлениях I и II/G.961 [1], и носителей кадров (ADSL над ЦСИС, Приложение В);
- 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).

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 Ссылки

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 всем 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] ITU-T Recommendation G.994.1 (2002), *Handshake procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers*.
- [3] ITU-T Recommendation G.996.1 (2001), *Test procedures for digital subscriber line (DSL) transceivers*.
- [4] ITU-T Recommendation G.997.1 (1999), *Physical layer management for digital subscriber line (DSL) transceivers*.
- [5] ISO 8601:2000, *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 K

[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 (2001), *Very high speed digital subscriber line foundation*.

3 Определения

В данной Рекомендации определяются следующие термины:

3.1 линия ADSL: Линия 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 прямой коррекции ошибок Рида–Соломона (Reed-Solomon FEC).

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 – скорость данных в сети 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 ПИО 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 дБо (dBrn): Отношение (в децибелах) уровня мощности по сравнению с мощностью 1 пиковатт (эквивалентно –90 дБм) (см. Рекомендацию МСЭ-Т O.41 [B2]).

- 3.12 дБм (dBm):** Отношение (в децибелах) уровня мощности по сравнению с мощностью 1 милливатт (мВт), т. е. $\text{дБм} = 10 \times \lg(\text{СПМ}[\text{Вт}]/1 \text{ мВт})$.
- 3.13 дБм/Гц:** Спектральная плотность мощности в Вт/Гц, где мощность выражена в единицах дБм, т. е. $\text{дБм/Гц} = 10 \times \lg(\text{СПМ}[\text{Вт/Гц}]/1 \text{ мВт})$.
- 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 в нисходящем направлении двусторонней передачи – на входе ATU-R, откуда эти характеристики передают в восходящем направлении к ATU-C в виде сообщений заголовков и указателей. Этот термин также используют в ATU-R, чтобы показать измеренные характеристики в восходящем направлении двусторонней передачи – на входе ATU-C, откуда эти характеристики передают в восходящем направлении к ATU-R в виде сообщений заголовков и указателей.
- 3.18 кадр данных ПИО:** Группирование кадров мультиплексированных данных в трактах со временем ожидания после добавления октетов ПИО, 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 $(\sum b_i) \times 4$ 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 Рекомендации МСЭ-Т 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 скорость данных в сети:** 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 сверхцикл:** 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 мультиплексированных 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 ПИО 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
APY	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
еос	встроенный операционный канал
ES	Секунда с ошибками
ЧРК	Частотное разделение каналов
ПИО	Прямое исправление ошибок
ПВДК	Переходное влияние на дальнем конце
FFEC	Прямая 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
КТСОП	Коммутируемая телефонная сеть общего пользования
HEC	Контроль ошибок в заголовке
HPF	Фильтр высокой частоты
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 значимый бит
LTR	Эталон местной синхронизации
MC	Максимальные показания счетчика
MDF	Кадр мультиплексированных данных
MIB	Информационная база управления
MPS	Специальный протокол управления
СЗБ	Старший значимый бит
MTPR	Коэффициент мощности многочастотного сигнала
NCD	Отсутствие выделения ячеек
ПВБК	Переходное влияние на ближнем конце
NID	Устройство сетевого интерфейса
NMS	Система управления сетью
CO	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 ТС
POTS	Обычная аналоговая телефонная услуга. Эта услуга использует речевую полосу частот. Иногда этот термин используют для описания всех услуг в речевой (голосовой) полосе частот
ppm	число единиц на миллион
ПСПДС	Псевдослучайная последовательность двоичных символов
СПМ	Спектральная плотность мощности
КТСОП	Коммутируемая телефонная сеть общего пользования
PTS	Специальный транспортный пакет
КАМ	Квадратурная амплитудная модуляция
RDI	Индикация удаленного дефекта
rms	Среднеквадратичное значение

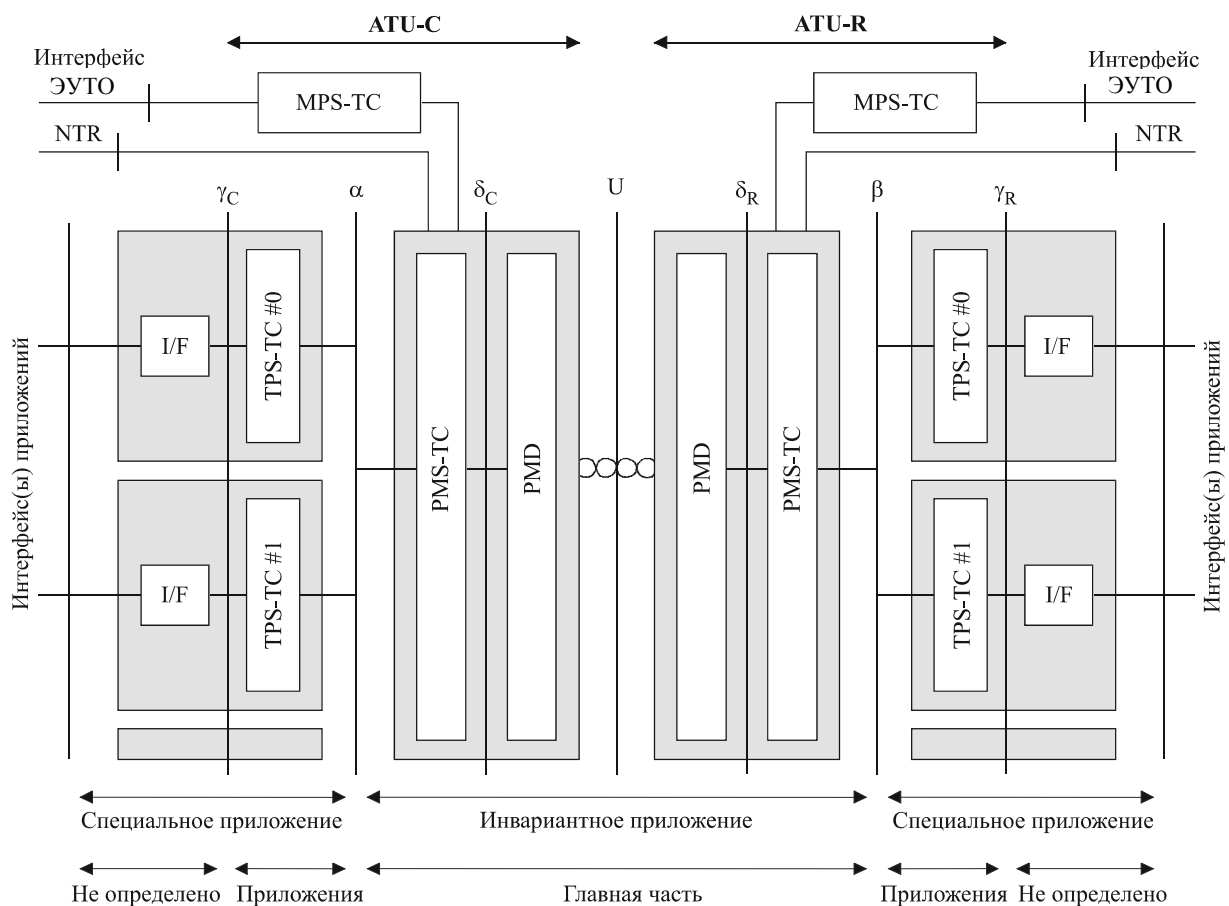
RS	Рид–Соломон (код)
RT	Удаленный терминал
RX	Приемник
SEF	Кадр, пораженный ошибками
SM	Модуль обслуживания
ОСШ	Отношение сигнал/шум
TC	Сходимость передачи (подуровень)
TP	Витая пара
TPS-TC	Специальный протокол передачи уровня
T-R	Интерфейс(ы) между ATU-R и уровнем коммутации (ATM, STM или пакетным)
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-КАМ	4-позиционная квадратурная модуляция КАМ (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 Рекомендации МСЭ-Т G.995.1 [B1]. Кроме того, устройства по G.992.3 основаны на компонентах, описанных в Рекомендациях 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 устройств ATU-C и ATU-R, на которые ссылаются в данной Рекомендации. Каждое устройство 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 (сверхциклы). 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 прямую 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 Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4] (например, система управления элементом, контролирующая базу СО-МІВ). Обмен информацией управления между функциями MPS-TC происходит по дополнительному каналу ADSL. Подуровень PMS-TC мультиплексирует дополнительный канал

поток 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 Рекомендации МСЭ-Т G.995.1 [B1].

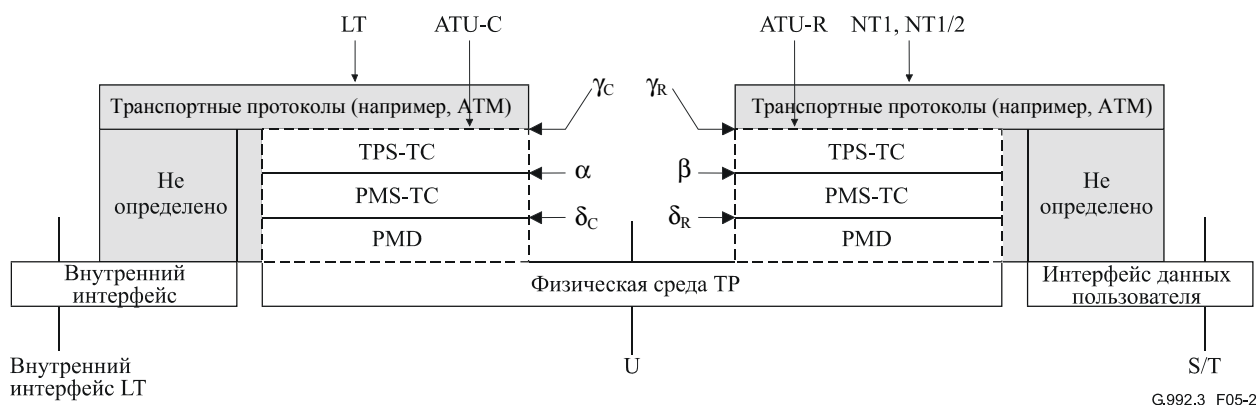


Рисунок 5-2/G.992.3 – Эталонная модель протокола в плоскости пользователя

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:

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

где $[x]$ обозначает округление до целой в большую сторону,

а 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
Сетевая скорость данных	$\sum \text{Net}_{p.\text{act}}$ (см. таблицу 7-7)	α, β
Суммарная скорость данных = Сетевая 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 Рекомендации МСЭ-Т G.995.1 [B1].

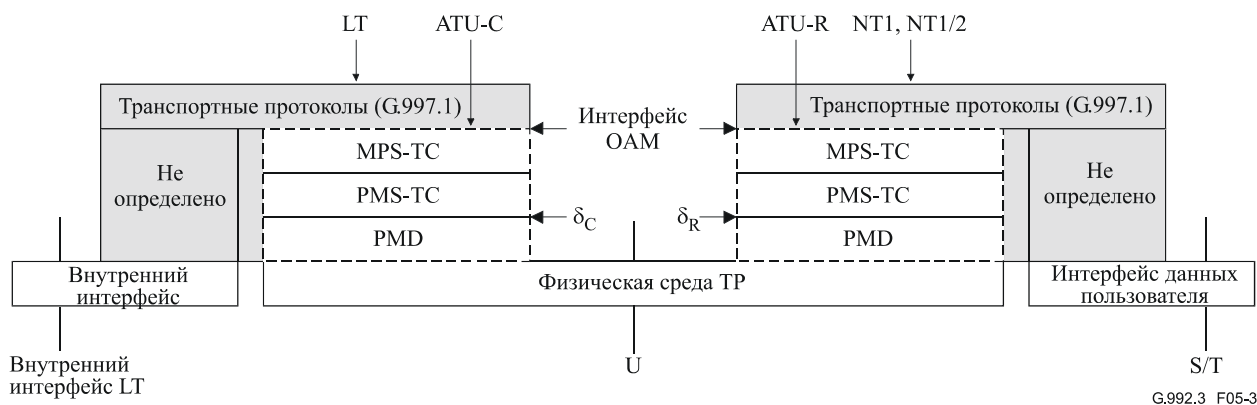


Рисунок 5-3/G.992.3 – Эталонная модель протокола в плоскости административного управления

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.

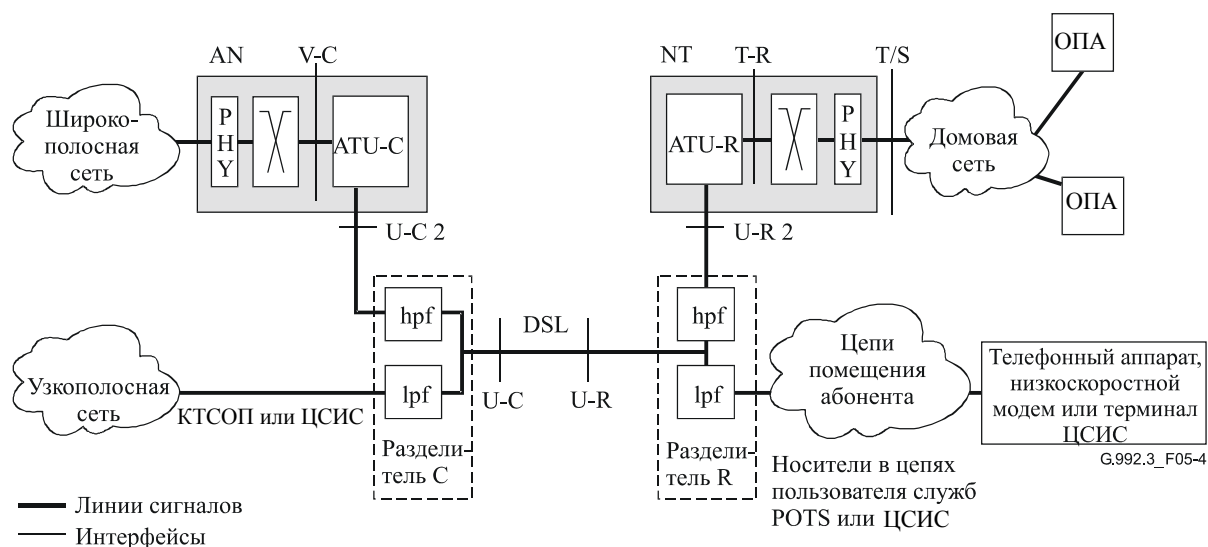


Рисунок 5-4/G.992.3 – Традиционная эталонная модель с разделителем для удаленного размещения оборудования

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.

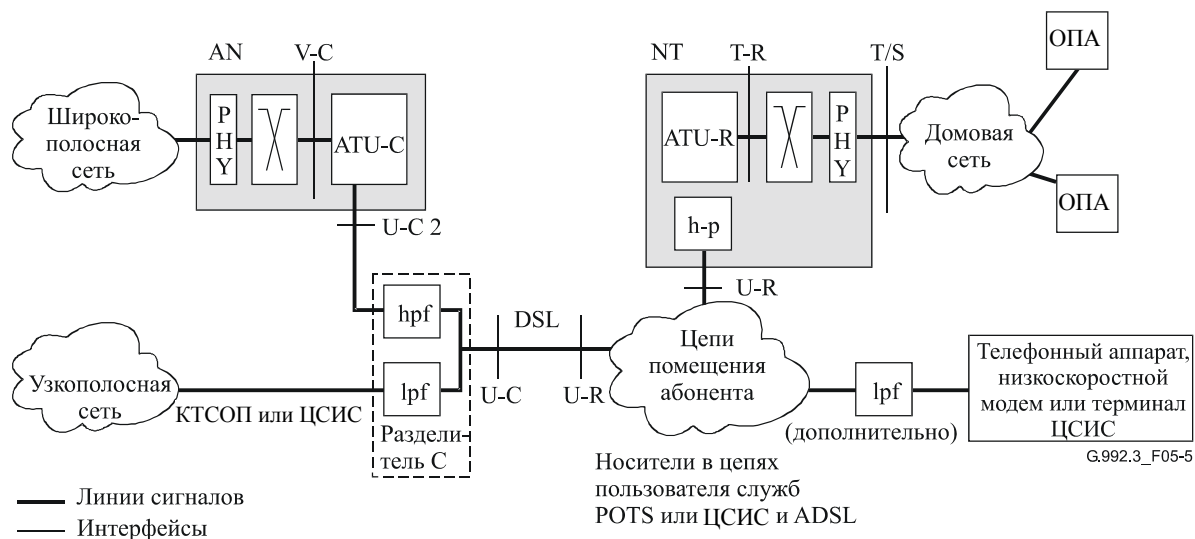


Рисунок 5-5/G.992.3 – Традиционная эталонная модель для удаленного размещения оборудования без разделения

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Интерфейсы U-C и U-R полностью определены в данной Рекомендации. Интерфейсы V-C и T-R определены только в понятиях логических функций, а не физических. Интерфейс T/S в данной Рекомендации не определен.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Использование интерфейсов V-C и T-R не является обязательным в случаях, когда взаимодействующие элементы интегрированы в общий элемент.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Один или более высокочастотных фильтров, которые являются частью разделителя, могут быть интегрированы в устройство ATU-х. В этом случае интерфейсы U-C 2 и U-R становятся такими же, как, соответственно, интерфейсы U-C и U-R.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Может быть определено более одного типа интерфейса T-R и создан более чем один тип интерфейса T/S от терминала ADSL NT (например, типы функциональностей CO1 и CO2).

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Будущие выпуски этой Рекомендации могут быть посвящены требованиям на распределение включения пользователей и на домовые сети.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Спецификация на разделители приведена в Приложении Е.

5.4.1 Услуга передачи данных

На рисунке 5-6 приведена типовая модель приложения для передачи данных устройствами G.992.3, в которой показаны контрольные точки подключенного оборудования. В таком приложении устройство ATU-R является частью CO 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. Соединение между ATU-R и ATU-C должно быть прямым соединением через DSL с конечной точкой DSL в помещении пользователя, обозначенной как контрольная точка U-R, и сетевой конечной точкой, обозначенной как контрольная точка U-C. Устройство ATU-C является частью узла доступа, который обычно соединяют с широкополосной сетью доступа в контрольной точке V. В этой модели приложения не должны присутствовать никакие узкополосные службы, использующие эту же систему DSL.

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.

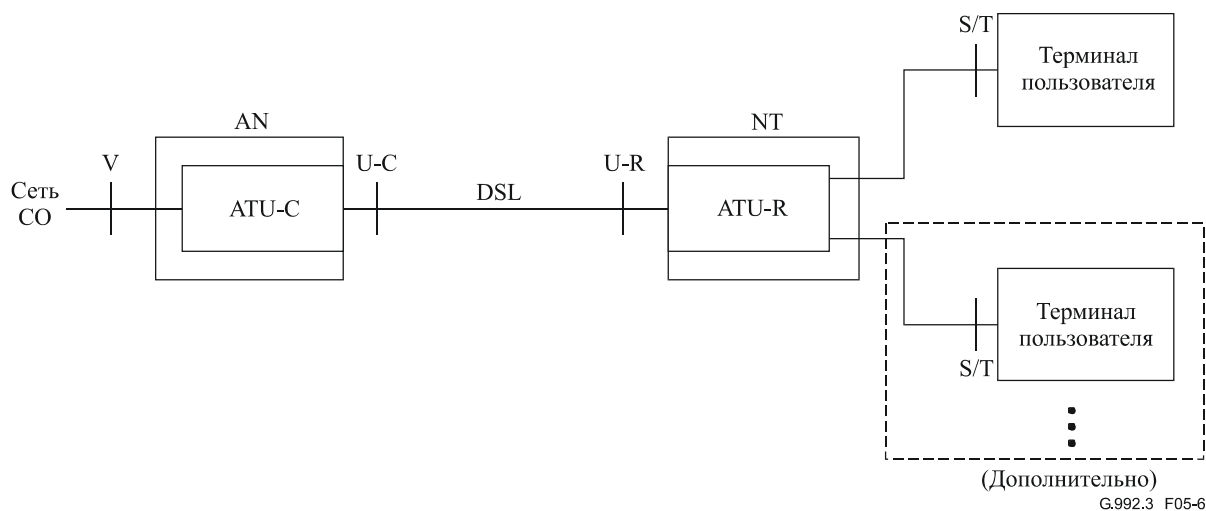


Рисунок 5-6/G.992.3 – Модель приложения услуги передачи данных

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 устройство 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. Устройство ATU-R не должно прямо 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 устройство ATU-C должно присоединяться к контрольной точке U-C через элемент высокочастотного фильтра. Устройство 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.

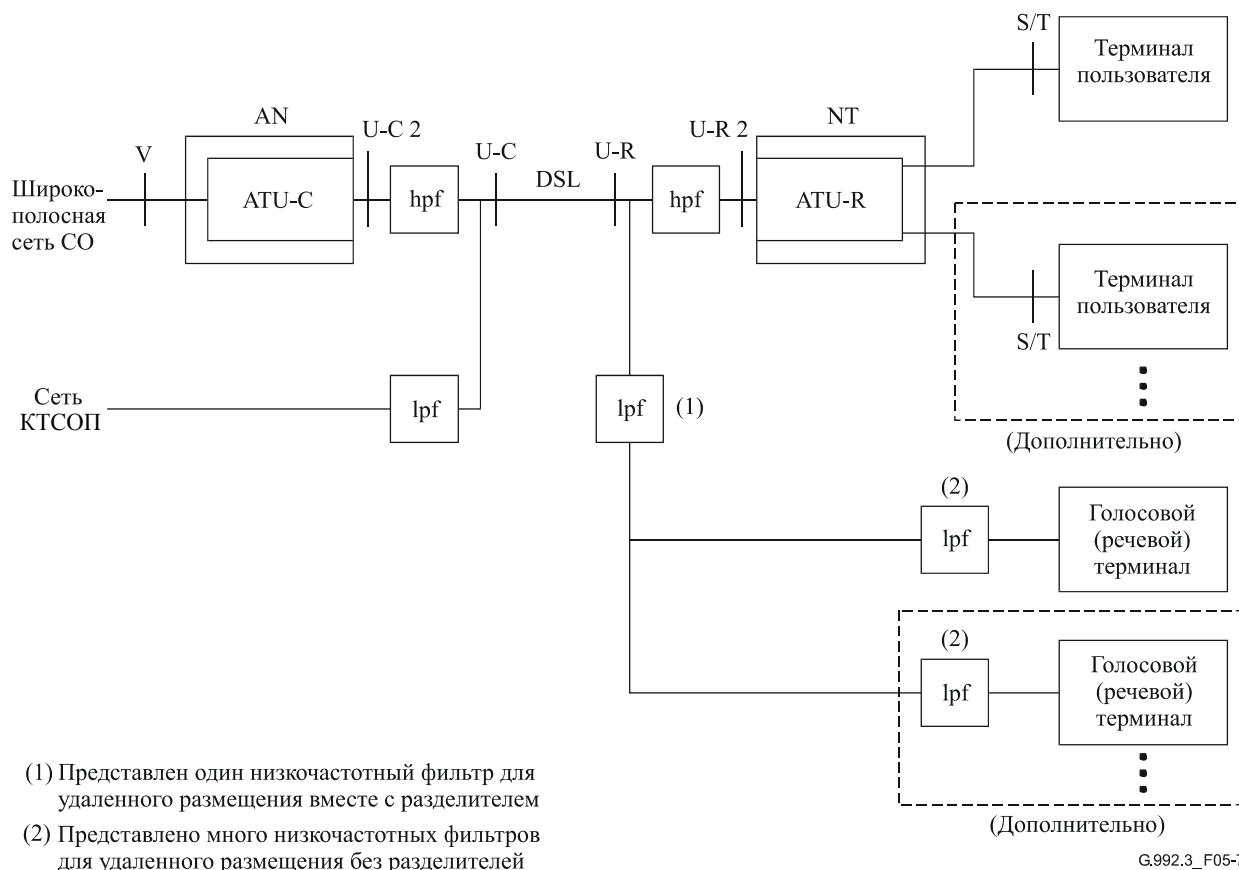


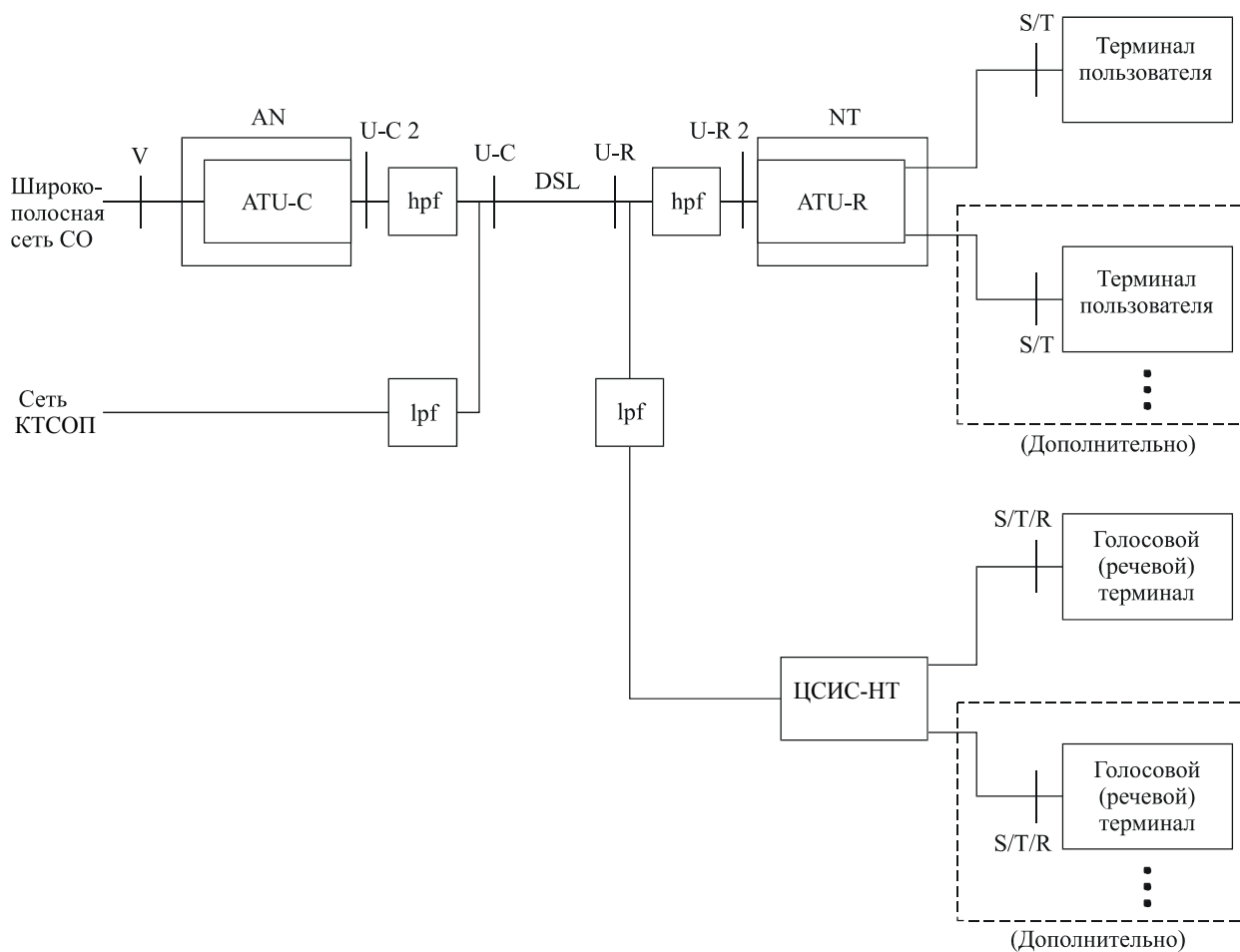
Рисунок 5-7/G.992.3 – Модель приложения передачи данных совместно со службой POTS

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 устройство 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. Устройство ATU-R не должно прямо соединяться с контрольной точкой U-R, но должно отделяться от DSL элементом высокочастотного фильтра. Одно CO-сети ЦСИС должно быть также частью модели приложения в помещении пользователя. ISDN NT 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 CO сети ЦСИС, и они могут включать телефоны POTS или ЦСИС, автоответчики, низкочастотные модемы или другие

устройства. В оконечной точке DSL центральной станции устройство ATU-C должно присоединяться к контрольной точке U-C через элемент высокочастотного фильтра. Устройство 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.



G.992.3_F05-8

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 устройство 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. Устройства ATU-R и ATU-C должны включать функцию речевого взаимодействия, которое обеспечит соединение сети GSTN 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. Устройство ATU-C является частью узла доступа, который обычно соединяют с широкополосной сетью доступа в контрольной точке V. Кроме того, устройство 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.

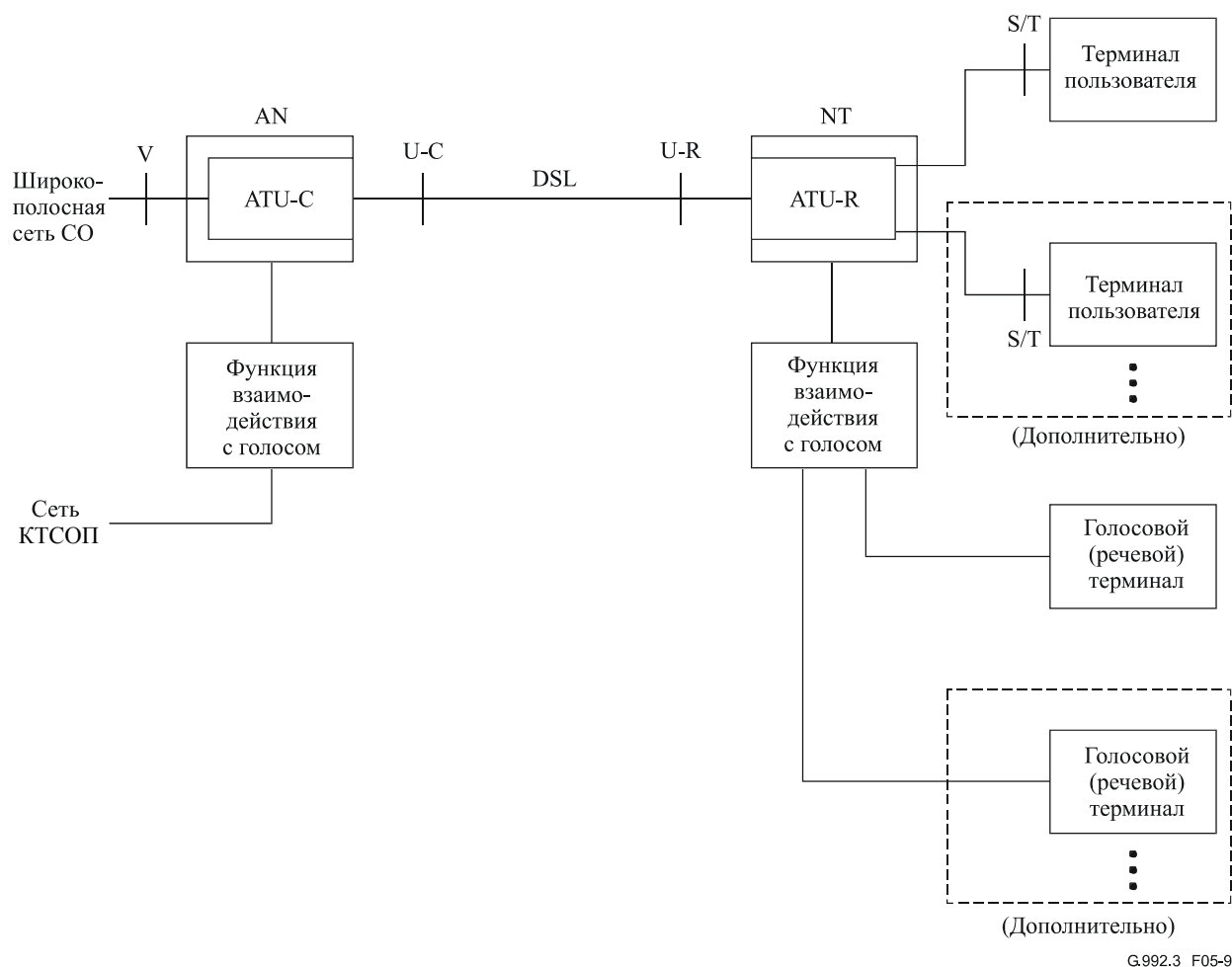


Рисунок 5-9/G.992.3 – Модель приложения передачи речи поверх службы передачи данных

6 Функция специального транспортного протокола – сходимость 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 устройств 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 устройств 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 устройства 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 устройства 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.

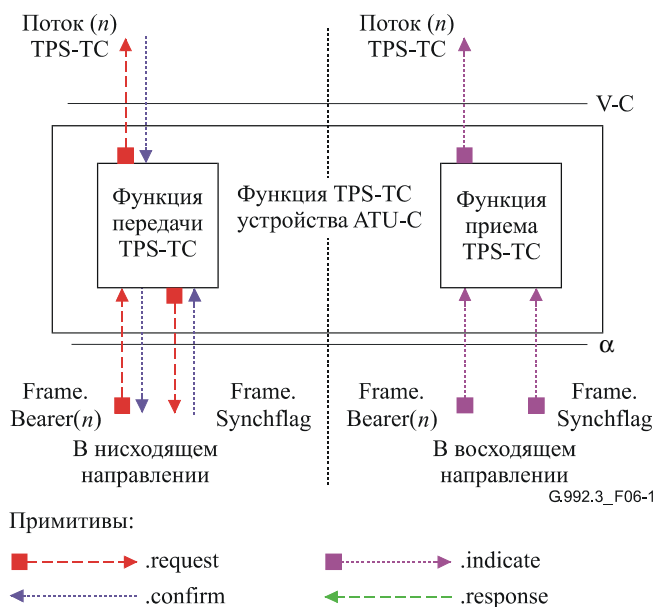


Рисунок 6-1/G.992.3 – Сигналы функции TPS-TC устройства ATU-C

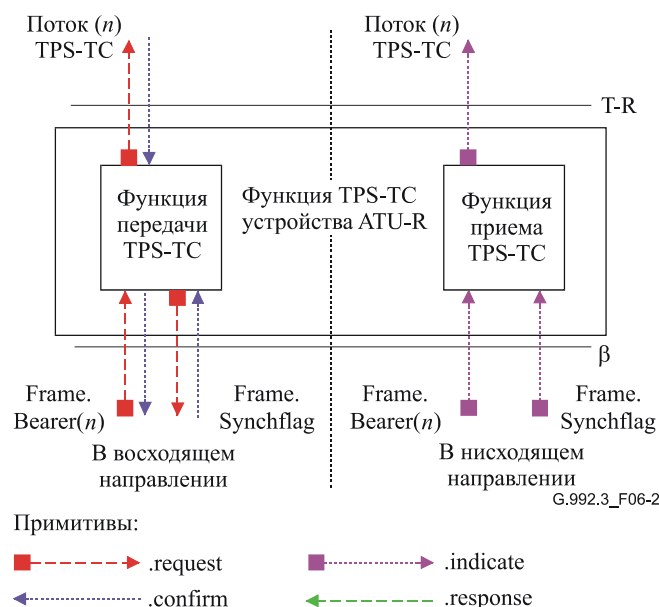


Рисунок 6-2/G.992.3 – Сигналы функции TPS-TC устройства ATU-R

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 устройств ATU, как это описано в 6.6. Возможность поддержки этих параметров каждым устройством 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 устройства ATU при других конфигурациях выходит за рамки данной Рекомендации. Все обязательные конфигурации параметров управления, которые описаны в 6.3.2, должны поддерживаться каждым устройством ATU.

6.3.1 Действующие конфигурации

Устройство ATU может поддерживать одновременно до четырех функций TPS-TC 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.

Устройство ATU должно поддерживать размещение всех допустимых типов TPS-TC 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

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

6.4 Процедуры плоскости данных

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

6.5 Процедуры плоскости административного управления

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

Каждая функция TPS-TC может дополнительно производить локальную обработку примитивов по Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4]. Результаты локальной обработки могут быть доступны с помощью команд считывания регистра управления функцией MPS-TC, 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-TC могут быть полностью отконфигурированы до инициализации функций PMS-TC и PMD или отконфигурированы после инициализации функций PMS-TC 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-TC и описана в Приложении К.

6.6.1 Фаза по G.994.1

6.6.1.1 Сообщение о списке возможностей по G.994.1

Следующая информация о функции TPS-TC должна быть передана по Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2] как часть сообщений CL и CLR. Дополнительная информация, соответствующая каждой функции TPS-TC, 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. Устройство 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)
Maxtype Upstream (восходящий)	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).
Maxtype Downstream (нисходящий)	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 Рекомендации 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 на 0.

Эта конфигурация TPS-TC представлена с использованием модели дерева информации по G.994.1, как описано в Приложении К. Устройства 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 постоянного подключения к линии (On-line)

Процедуры реконфигурации в режиме постоянного подключения к линии однозначно определены для каждого типа TPS-TC 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-TC процедуры предназначены для использования в период, когда звено связи ATU находится в режимах управления мощностью L0 и L2.

6.8.1 Работа звена связи в режиме L0

В период, когда звено связи находится в режиме управления мощностью L0, функция TPS-TC 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 Переход звена связи к режиму работы L2

Переходу звена связи к режиму работы L2 должен предшествовать протокол, описанный в 9.5.3.3. Последующее успешное завершение протокола и координированный вход звена связи в режим L2 может быть основан на примитивах, связанных с PMD.Synchflag для синхронизации, как далее описано в Приложении К.

6.8.1.2 Переход звена связи к режиму работы L3

Корректное выключение устройства ATU предназначено для перехода звена связи от режима L0 к режиму L3. Переход должен выполняться, как это описано в 9.5.3.1 или 9.5.3.2. Любая особая процедура выключения TPS-TC должна производиться, как указано в Приложении К.

6.8.2 Работа звена связи в режиме L2

В период, пока звено связи находится в режиме управления мощностью L2, функция TPS-TC 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-TC.

6.8.2.1 Переход звена связи к режиму работы L0

Переходу звена связи к режиму работы 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 режим L0 может быть основан на примитивах, связанных с PMD.Synchflag для последующей синхронизации, как это определено в Приложении К.

6.8.2.2 Переход звена связи к режиму работу L3

Если звено связи работает в режиме L2, устройствам ATU предлагают перейти в режим L0 и корректно выполнить процедуру выключения. Однако в случае внезапного отключения мощности звено связи может непосредственно перейти от режима L2 к режиму L3. Переход выполняется, как это описано в 9.5.3.2. Любая особая процедура выключения TPS-TC должна производиться, как указано в Приложении К.

6.8.3 Работа звена связи в режиме L3

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

6.8.3.1 Переход звена связи к режиму работы L0

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

7 Функция конвергенции специальной физической среды 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 устройства 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. Устройство 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 наиболее значимых битов сохраняются от входа интерфейса функции передачи PMS-TC до выхода интерфейса функции приема PMS-TC.

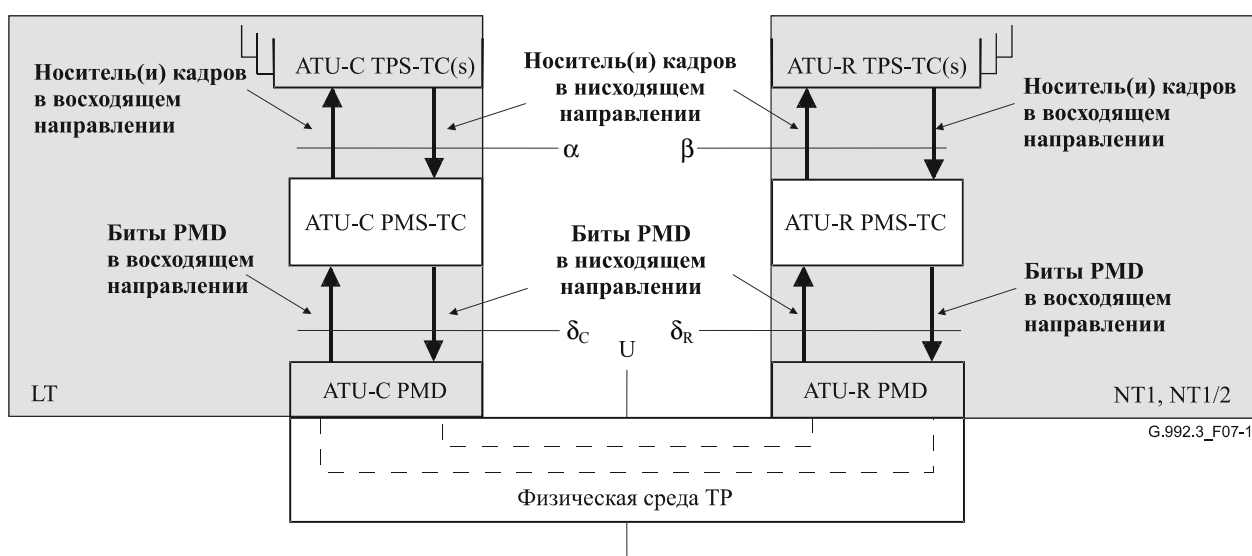


Рисунок 7-1/G.992.3 – Транспортные возможности PMS-TC внутри плоскости пользователя

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.

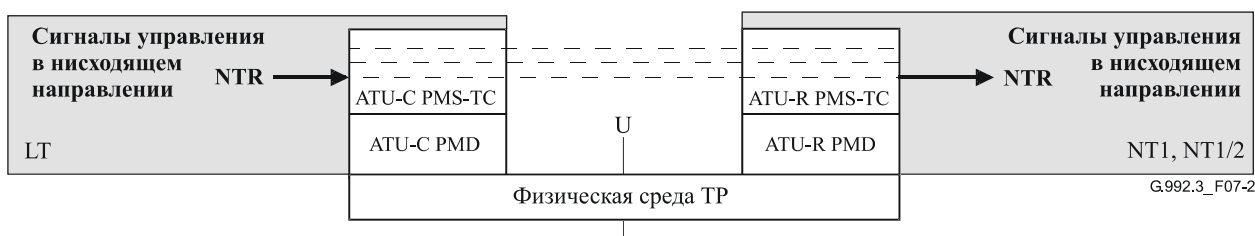


Рисунок 7-2/G.992.3 – Транспортные возможности PMS-TC внутри плоскости управления

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.

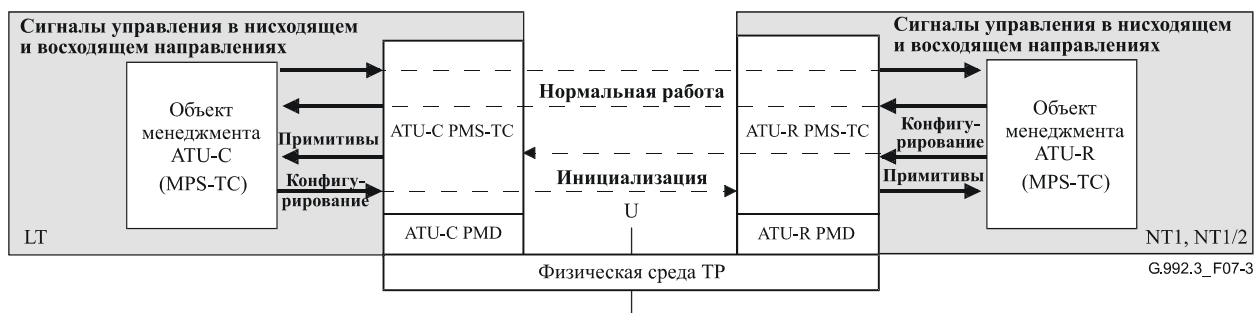


Рисунок 7-3/G.992.3 – Транспортные возможности PMS-TC внутри плоскости административного управления

7.2 Дополнительные функции

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

- скремблера;
- ввода избыточности для прямой 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 прямой 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.

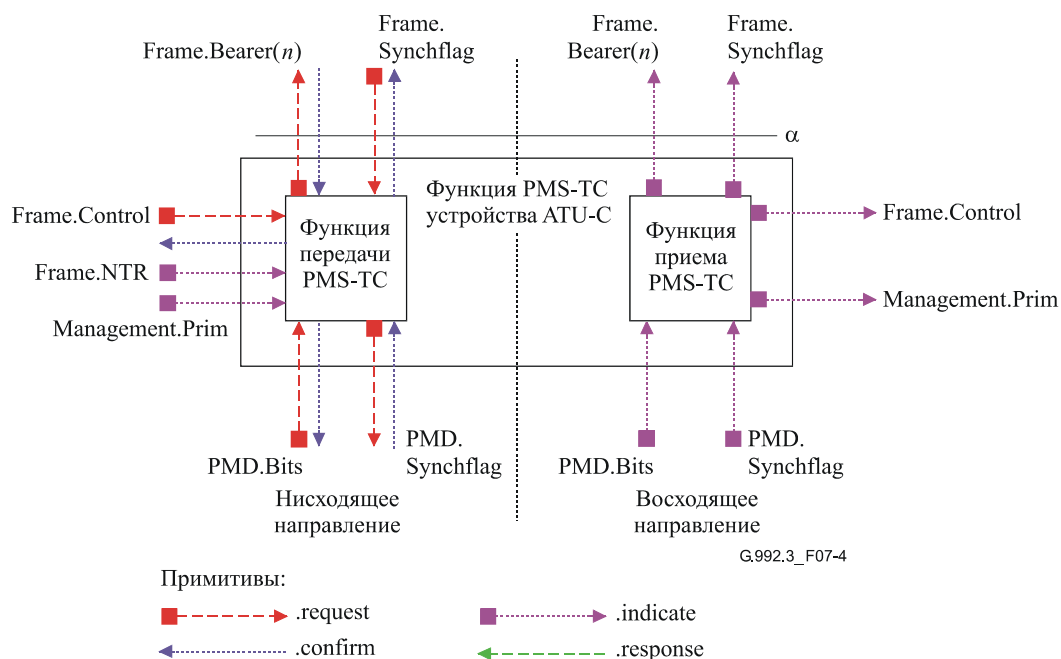


Рисунок 7-4/G.992.3 – Сигналы функции PMS-TC в ATU-C

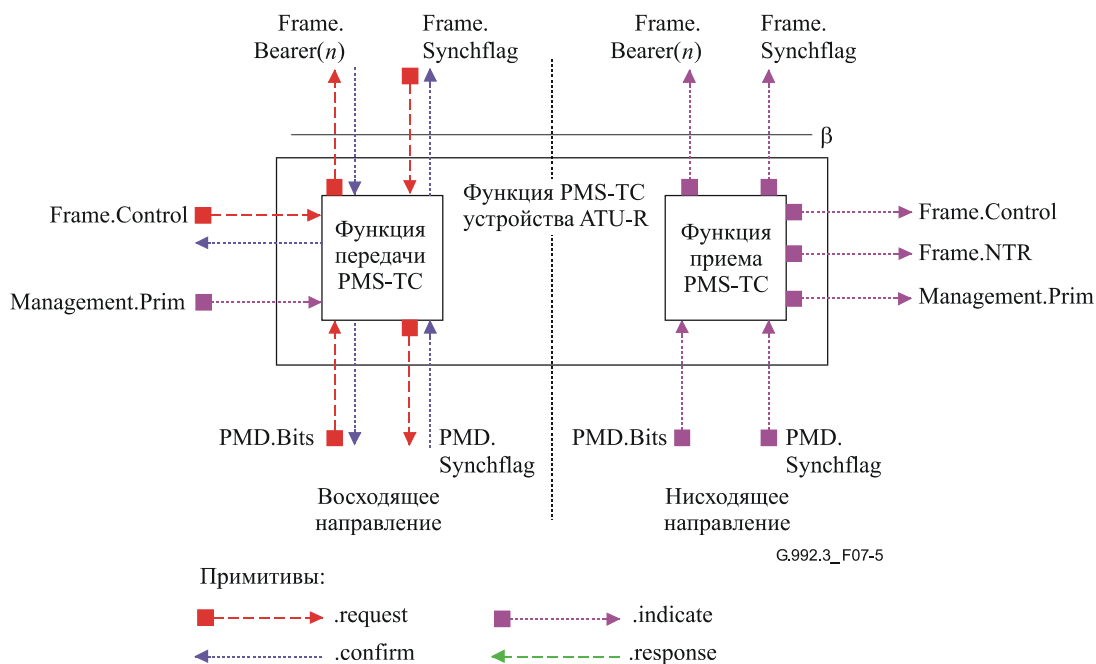


Рисунок 7-5/G.992.3 – Сигналы функции PMS-TC в ATU-R

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 устройств 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 парой 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 парой 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 устройстве 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.

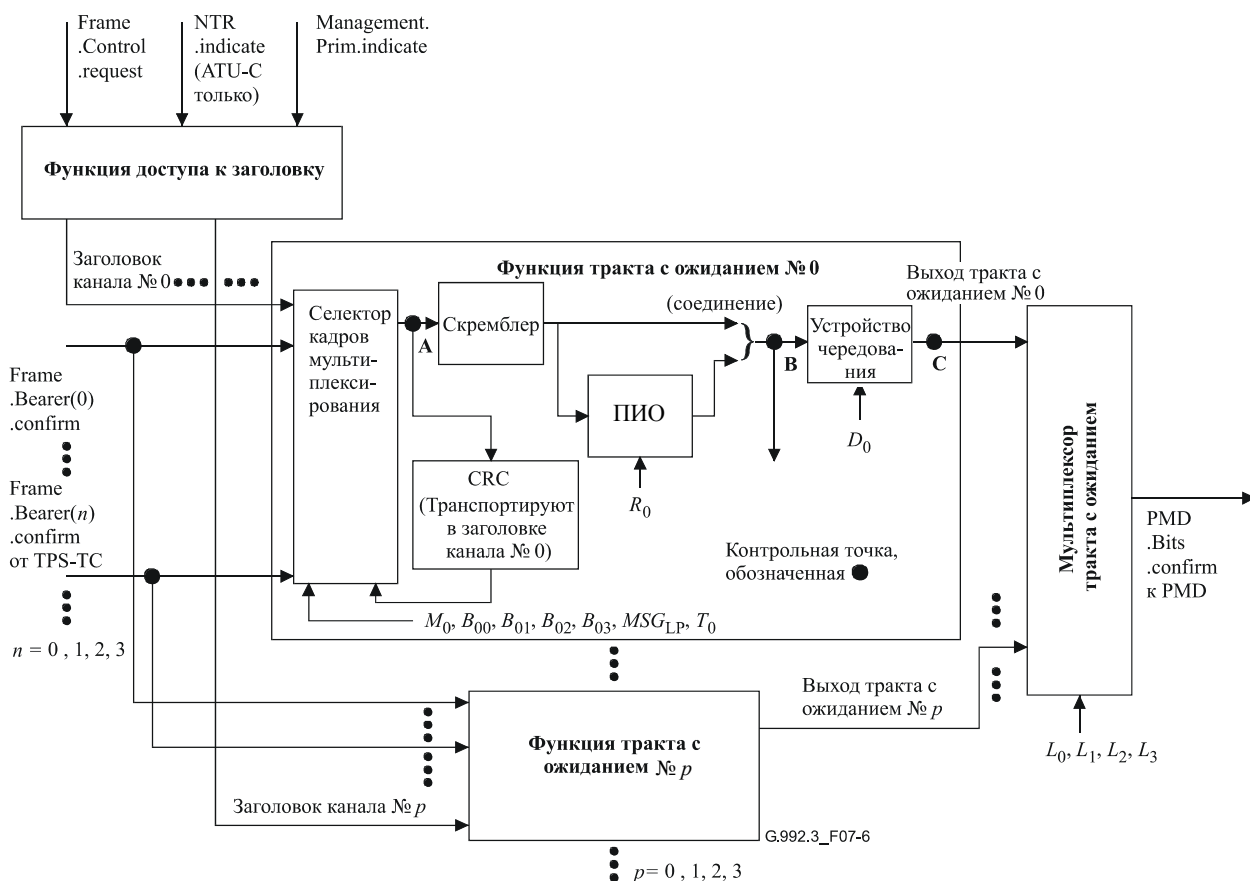


Рисунок 7-6/G.992.3 – Блок-диаграмма функции передачи PMS-TC

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 наиболее значимых 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: Коррекция ошибок ПИО 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-ТС управляется набором параметров управления, показанных в таблице 7-6.

Таблица 7-6/G.992.3 – Параметры кадрирования

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 на 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 ПИО 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 устройствам 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-TC. Собранные вместе эти группирования 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.

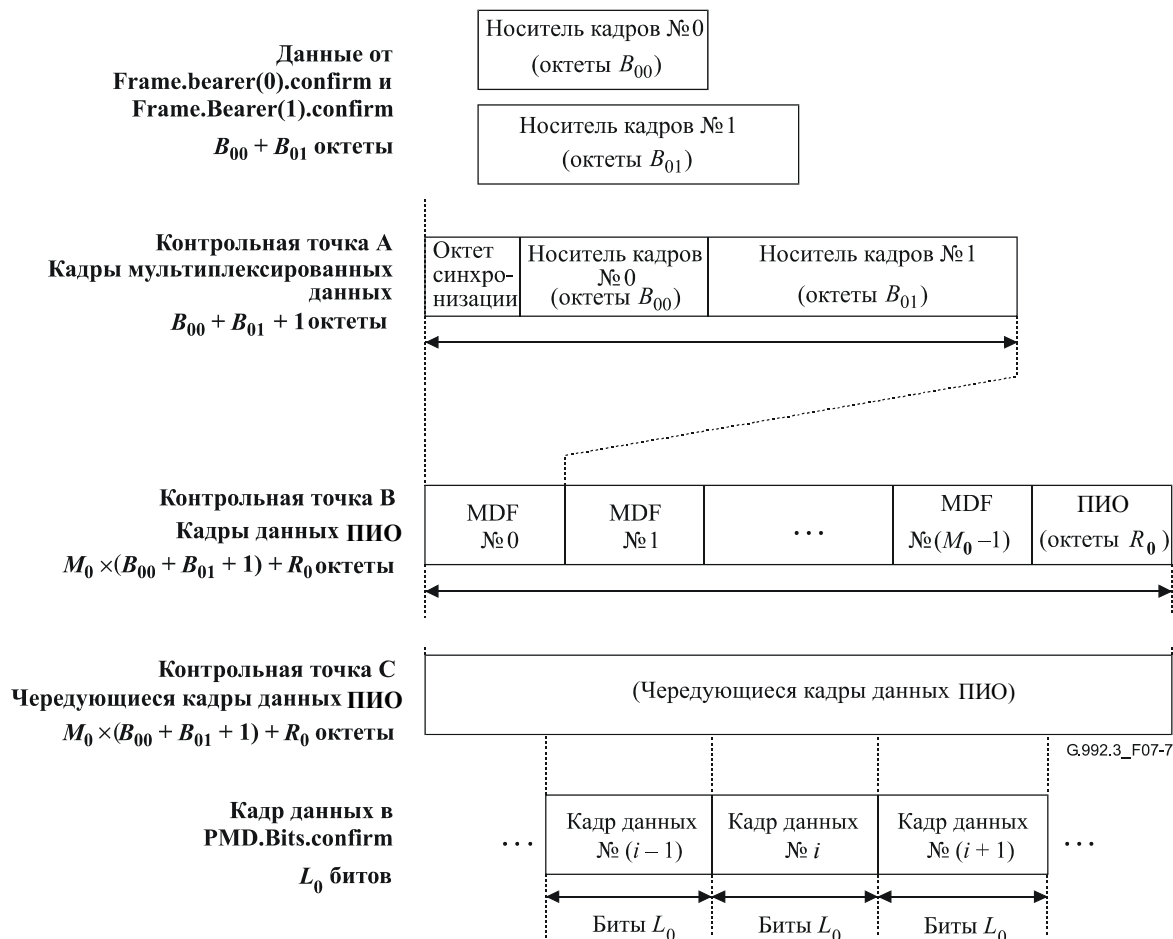


Рисунок 7-7/G.992.3 – Иллюстрация структуры кадра при транспортировании по одному каналу с ожиданием двух носителей кадров и $T_p = 1$

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.

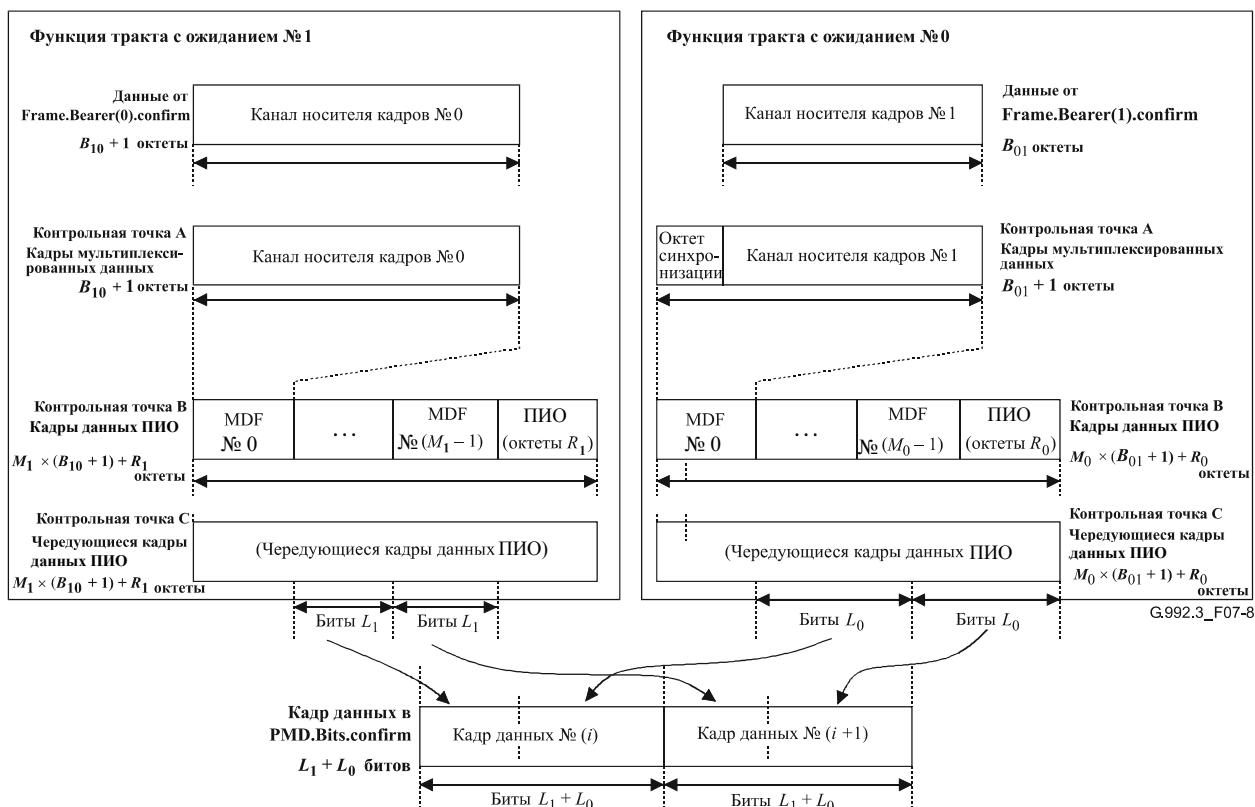


Рисунок 7-8/G.992.3 – Иллюстрация структуры кадра с двумя каналами с ожиданием и двумя носителями кадров

7.6.1 Производные определения

В таблице 7-7 приведены некоторые определения символов, которые выведены из параметров управления PMS-ТС 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 ПИО и кадр данных чередования ПИО 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 ПИО, без учета $S_p = \frac{8 \times N_{FEC,p}}{L_p}$ Значение S_p может быть представлено не целой величиной.

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

Символы	Определение и значение
$net\_act_{p,n}$	Определение: Скорость данных сети носителя кадров № n в функции канала с ожиданием № p Если $T_p = 1$: $net\_act_{p,n} = \frac{B_{p,n} \times M_p}{S_p} \times 32 \text{ кбит/с} = \frac{B_{p,n} \times M_p \times L_p}{K_p \times M_p + R_p} \times 4 \text{ кбит/с}$ Если $T_p \neq 1$, для носителей с самым низким индексом: $net\_act_{p,n} = \left(\frac{B_{p,n} \times M_p}{S_p} + \frac{(T_p - 1) \times M_p}{T_p \times S_p} \right) \times 32 \text{ кбит/с}$ $= \frac{(T_p \times (B_{p,n} + 1) - 1) \times M_p \times L_p}{T_p \times (K_p \times M_p + R_p)} \times 4 \text{ кбит/с}$ для носителей, связанных с последующими значениями в этом списке: $net\_act_{p,n} = \frac{B_{p,n} \times M_p}{S_p} \times 32 \text{ кбит/с} = \frac{B_{p,n} \times M_p \times L_p}{K_p \times M_p + R_p} \times 4 \text{ кбит/с}$
$Net_{p,act}$	Определение: Скорость данных сети функции канала с ожиданием № p Если $T_p = 1$, $Net_{p,act} = \frac{(K_p - 1) \times M_p}{S_p} \times 32 \text{ кбит/с} = \frac{(K_p - 1) \times M_p \times L_p}{K_p \times M_p + R_p} \times 4 \text{ кбит/с}$ Если $T_p \neq 1$, $Net_{p,act} = \left(\frac{(K_p - 1) \times M_p}{S_p} + \frac{(T_p - 1) \times M_p}{T_p \times S_p} \right) \times 32 \text{ кбит/с}$ $= \frac{(T_p \times K_p - 1) \times M_p \times L_p}{T_p \times (K_p \times M_p + R_p)} \times 4 \text{ кбит/с}$
OR_p	Определение: Скорость заголовка функции канала с ожиданием № p $OR_p = \frac{M_p}{T_p \times S_p} \times 32 \text{ кбит/с} = \frac{M_p \times L_p}{T_p \times (K_p \times M_p + R_p)} \times 4 \text{ кбит/с}$
$delay_p$	Определение: Задержка PMS-TC функции канала с ожиданием № p Номинальный для одного направления максимум транспортной задержки функции канала с ожиданием № p определен как: $delay_p = \frac{\lceil S_p \times D_p \rceil}{4} \text{ мс, (где } \lceil x \rceil \text{ обозначает округление до целой в большую сторону)}$
SEQ_p	Определение: Длина последовательности октетов синхронизации как функция тракта с ожиданием № p $SEQ_p = \begin{cases} 2 & \text{если } p \neq MSG_{LP} \text{ и тракт с ожиданием } \text{№ } p \text{ не является самым низким трактом с ожиданием (см. 7.8.2.1)} \\ 6 & \text{если } p \neq MSG_{LP} \text{ и тракт с ожиданием } \text{№ } p \text{ является самым низким трактом с ожиданием (см. 7.8.2.1)} \\ MSG_C + 2 & \text{если } p \neq MSG_{LP} \text{ и тракт с ожиданием } \text{№ } p \text{ не является самым низким трактом с ожиданием (см. 7.8.2.1)} \\ MSG_C + 6 & \text{если } p \neq MSG_{LP} \text{ и тракт с ожиданием } \text{№ } p \text{ является самым низким трактом с ожиданием (см. 7.8.2.1)} \end{cases}$

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}	$4000 \leq MSG_{min} \leq 64000$
MSG_{max}	$MSG_{max} = 64000$
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 $\sum L_p$ должна быть 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).

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

Параметр	Возможности
Ограничения скорости заголовка	Действительны конфигурации, которые удовлетворяют следующим соотношениям: $0,8 \text{ кбит/с} \leq OR_p \leq 64 \text{ кбит/с}$ (см. Примечание 2).
Ограничения задержки	Действительны конфигурации, которые удовлетворяют следующим соотношениям: $\frac{1}{2} \leq S_p \leq 64$ (см. Примечание 3).
Период заголовка в канале	Действительны конфигурации, которые обеспечивают период для каждого заголовка в канале PER_p от 15 до 20 мс.
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Это условие является граничным для числа кадров мультиплексированных данных на один символ. ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Скорость заголовка 0,8 кбит/с является наименьшей, соответствующей $SEQ_p = 2$ (см. таблицу 7-14) и периоду заголовка в канале 20 мс. ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Это условие устанавливает границы числа кодовых слов ПИО на один символ.	

7.6.3 Обязательные конфигурации

7.6.3.1 Обязательная функция канала с ожиданием

Устройство АТУ должно поддерживать все комбинации значений параметров управления PMS-ТС для функции канала с ожиданием № 0, как показано в таблицах 7-9 и 7-10, соответственно, в нисходящем и восходящем направлениях. Должны поддерживаться конфигурации, которые являются результатом не целых величин S_0 . Все передатчики и приемники должны поддерживать 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 должны поддерживаться все действующие значения MSG_{min} .
MSG_{max}	В канале с ожиданием № 0 параметр MSG_{max} должен быть установлен на 64 000.
Число носителей кадров	N_{BC}
B_{00}	Должны поддерживаться все действующие величины B_{00} вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в нисходящем направлении для любой функции TPS-ТС, поддерживаемой АТУ.
MSG_{LP}	0
MSG_C	Должны поддерживаться все действующие величины MSG_C в канале № 0.
M_0	Должны поддерживаться все действующие величины M_0 .
T_0	Должны поддерживаться все действующие величины T_0 .
R_0	Должны поддерживаться все действующие величины R_0 .
D_0	Должны поддерживаться все действующие величины D_0 .
L_0	Должны поддерживаться все действующие величины L_0 вплоть до максимальной, которая требуется для поддержки наивысшей обязательной скорости данных в нисходящем направлении для любой функции TPS-ТС, поддерживаемой АТУ.

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 должны поддерживаться все действующие величины MSG_{min} .
MSG_{max}	В канале с ожиданием № 0 параметр MSG_{max} должен быть установлен на 64 000.
Число носителей кадров	N_{BC}
B_{00}	Должны поддерживаться 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 должны поддерживаться все действующие величины MSG_C .
M_0	Должны поддерживаться все действующие величины M_0 .
T_0	Должны поддерживаться все действующие величины T_0 .
R_0	Должны поддерживаться все действующие величины R_0 .
D_0	Должны поддерживаться все действующие величины D_0 , такие, что $D_p \leq 8$.
L_0	Должны поддерживаться 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

Устройство ATU должно поддерживать 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. Должны поддерживаться конфигурации, которые являются результатом не целых величин S_p . Передатчик и приемник должны поддерживать 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 должны поддерживаться все действующие величины MSG_{min} .
MSG_{max}	В любом канале с ожиданием параметр MSG_{max} должен быть установлен на 64 000.
Число носителей кадров	N_{BC}
B_{p0}	Должны поддерживаться 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 с ожиданием должна быть в состоянии транспортировать сообщение на основании структуры заголовка. Должно также поддерживаться $MSG_{LP} = p$.
MSG_C	В любом канале с ожиданием должны поддерживаться все действующие величины MSG_C .
M_p	Должны поддерживаться все действующие величины M_p .
T_p	Должны поддерживаться все действующие величины T_p .
R_p	Параметр $R_{p\ max}$ идентифицируют во время инициализации. Должны поддерживаться все действующие величины R_p , вплоть до и включая $R_{p\ max}$.
D_p	Параметр $D_{p\ max}$ идентифицируют во время инициализации $D_{p\ max}$. Должны поддерживаться все действующие величины D_p , вплоть до и включая $D_{p\ max}$.
L_p	Должны поддерживаться 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 должны поддерживаться все действующие величины MSG_{min} .
MSG_{max}	В любом канале с ожиданием параметр MSG_{max} должен быть установлен на 64 000.
Число носителей кадров	N_{BC}
B_{p0}	Должны поддерживаться 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 должна быть в состоянии транспортировать сообщение на основании структуры заголовка. Должно также поддерживаться значение $MSG_{LP} = p$.
MSG_C	В любом канале с ожиданием должны поддерживаться все действующие величины MSG_C .
M_p	Должны поддерживаться все действующие величины M_p .
T_p	Должны поддерживаться все действующие величины T_p .
R_p	Параметр $R_{p\ max}$ идентифицируют во время инициализации. Должны поддерживаться все действующие величины R_p , вплоть до и включая $R_{p\ max}$.
D_p	Параметр $D_{p\ max}$ идентифицируют во время инициализации $D_{p\ max}$. Должны поддерживаться все действующие величины D_p , вплоть до и включая $D_{p\ max}$.
L_p	Должны поддерживаться 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:

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

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

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

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

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 наименее значимым 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:

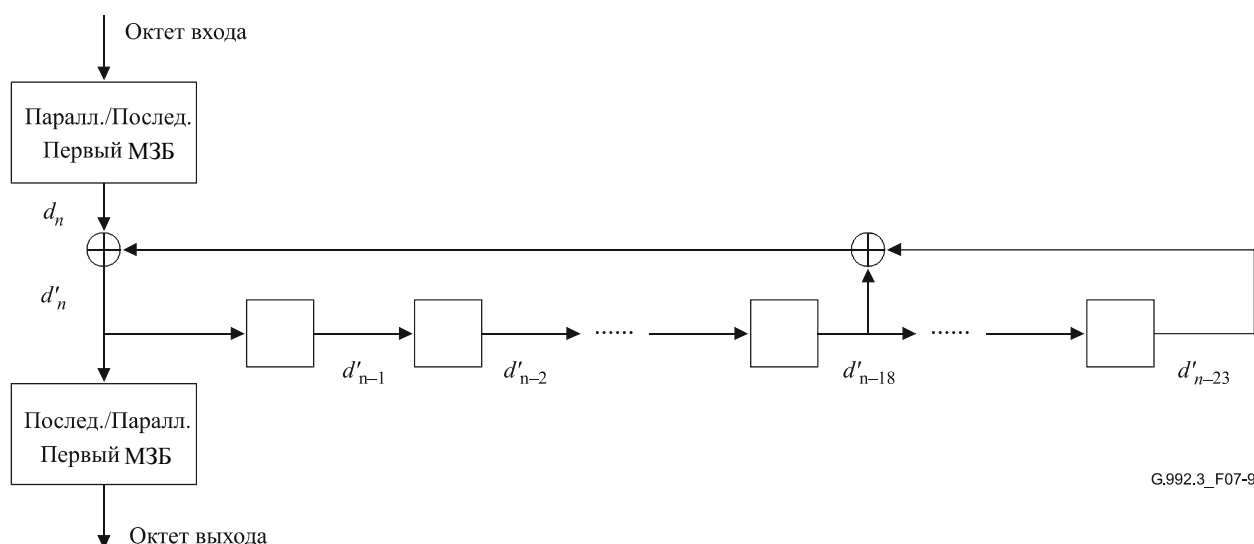
$$d'_n = d_n \oplus d'_{n-18} \oplus d'_{n-23},$$

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 наименее значимым 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 ПИО.

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 прямой коррекции ошибок (ПКО)

Процедура ПКО вводит избыточные октеты ПКО Рида–Соломона, чтобы обеспечить выигрыш в кодировании в виде выходной функции кодирования для функции PMD. Процедура ПКО 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 ПКО.

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

Процедура ПКО должна взять в M_p скремблированные кадры мультиплексированных 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 ПКО 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 ПКО.

В конце последовательности инициализации функцию ПКО всегда запускают с первым из M_p кадром мультиплексированных 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 ПИО канала с ожиданием № p создает октеты $N_{FEC,p}$ в кадре выходных данных ПИО в контрольной точке В. За этой процедурой следует процедура чередования (интерливинга).

7.7.1.5 Устройство чередования

Чтобы расширить кодовое слово Рида–Соломона и тем самым понизить вероятность сбоя ПИО в присутствии импульсного шума, кадры выходных данных ПИО должен чередоваться. Устройство чередования создает чередующиеся кадры выходных данных ПИО 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 ПИО 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 ПИО.

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

Устройство ATU-C может дополнительно транспортировать маркер синхронизации 8 кГц как NTR, чтобы поддержать транспортировку эталонной частоты от сети доступа к ТСОП до оборудования, расположенного с устройством ATU-R. Маркер синхронизации 8 кГц придают устройству 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-ТС транспорт NTR сконфигурирован, устройство ATU-C должно генерировать локальную эталонную частоту 8 кГц

(LTR) делением тактовых импульсов PMD на соответствующее целое число. Устройство 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 устройстве ATU-C есть возможность заблокировать функцию передачи синхроимпульсов PMD с кратным числом частот NTR. В этом случае все изменения фазы между LTR и NTR следует измерять как нулевые, а устройство 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 режиме L2 может быть больше, чем в режиме L0 (см. 7.12.2). Чтобы устройство NTR правильно функционировало, ATU-C должно удерживать максимум от периода канального заголовка в режиме 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 режиме L2 допускается в течение до 700 мс.

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 канальный заголовок, должен транспортировать его в октетах синхронизации. Обычно каждый канальный 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 может быть использован для управления процедурой CRC из параграфа 7.7.1.2 и процедурой транспортировки из параграфа 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 на 1.

Таблица 7-15/G.992.3 – Структура ориентированных битов канального заголовка

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</i> <i>№ 0–0</i>	<i>TIB</i> <i>№ 0–1</i>	<i>TIB</i> <i>№ 0–2</i>	<i>TIB</i> <i>№ 0–3</i>	<i>TIB</i> <i>№ 1–0</i>	<i>TIB</i> <i>№ 1–1</i>	<i>TIB</i> <i>№ 1–2</i>	<i>TIB</i> <i>№ 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 HDLC

Октет №	СЗБ	МЗБ
	$7E_{16}$ – Открывающий флаг	
1	Адресное поле	
2	Управляющее поле	
3	Октет сообщения 1	
...		
$P + 2$	Октет сообщения P	
$P + 3$	Высокий октет последовательности FCS	
$P + 4$	Низкий октет последовательности FCS	
	$7E_{16}$ – Закрывающий флаг	

Максимальная длина сообщения определена как 1024 октетов ($P = 1024$ максимум).

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

Передатчик должен создавать формат сообщений, используя кадровую структуру HDLC, описанную в 7.8.2.3, включая октеты последовательности контрольных кадров, как это описано в Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4]. Прозрачность и время заполнения между кадрами должны соответствовать Рекомендации 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 наименее значимые биты адресного поля должны быть установлены с приоритетом сообщений, согласно указанным в таблице 7-17 значениям. Значение 11_2 зарезервировано. Все другие биты адресного поля должны быть установлены на 0_2 .

Второй наименее значимый бит поля управления должен быть установлен командой (0_2) или ответным кодом (1_2). Как только отправлены новые сообщения, наименее значимый бит должен быть попеременно установлен на 0_2 и 1_2 . Все другие биты поля управления должны быть установлены на 0_2 .

Когда отправлено новое командное сообщение, порядок МЗБ поля управления должен меняться по сравнению с предыдущим сообщением. Передатчик 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 LSB поля управления. Попеременно устройство 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 последнего октета отправленного сообщения запроса и до последнего октета полученного ответного сообщения.

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

Передатчик может получать сообщения от MPS-ТС для передачи с разными приоритетами. Первым должно быть передано сообщение с наивысшим приоритетом. В любом случае, если передатчик 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 Рекомендации 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, передатчик должен повторно передать сообщение, как это допускает схема приоритетов, без инвертирования бита 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 Рекомендации 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 бит 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-ТС.

7.9 Процедуры плоскости административного управления

7.9.1 Примитивы наблюдения

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

На ближнем конце для канала приема с ожиданием описаны две аномалии:

- Прямая коррекция ошибок fec- p : аномалия fec- p происходит, когда принятое кодовое слово ПИО для канала № p показывает, что ошибки уже скорректированы. Об этой аномалии не объявляют, если ошибки обнаружены и не поддаются коррекции.
- Контроль циклическим избыточным кодом crc- p : аномалия crc- p происходит, когда принятый код CRC-8 для канала № p не идентичен соответствующему локально генерируемому коду.

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

- Прямая коррекция ошибок на дальнем конце ffec- n : аномалия ffec- n – это аномалия fec- n , обнаруженная на дальнем конце.
- Ошибка блока на дальнем конце febe- n : аномалия febe- n – это аномалия crc- n , обнаруженная на дальнем конце.

7.10 Процедуры инициализации

7.10.1 Фаза G.994.1

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 устройства 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. Устройство 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 устройство 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).
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).
Нисходящая скорость, поддерживаемая каналом № 0 (всегда устанавливают 1)	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 1)	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 .
Восходящая скорость, поддерживаемая каналом № 3	Параметр блока из 4 октетов, который описывает максимальную восходящую скорость в сети (net_max), и восходящие 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 .

7.10.1.2 Сообщение о выборе режима G.994.1

Следующие параметры управления функции PMS-TC определены в Рекомендации 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. Устройство 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 на 1, если и только если этот бит был установлен на 1 в обоих последних предыдущих сообщениях CL и CLR. Если этот бит установлен на единицу, устройство ATU должно транспортировать сигнал NTR в нисходящем направлении так, чтобы сигнал NTR стал доступен интерфейсу T-R. Если этот бит установлен на 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 на 0.
Восходящая скорость PMS-TC, поддерживаемая каналом № 0	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен на 0.
Нисходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом № 1	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен на 0.
Восходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом № 1	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен на 0.
Нисходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом № 2	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен на 0.

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

Восходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом № 2	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен на 0.
Нисходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом № 3	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен на 0.
Восходящий поток PMS-TC, поддерживаемый каналом № 3	Не включен. Бит Spar(2) должен быть установлен на 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 Рекомендации 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 скорость данных в сети 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 скорость данных в сети 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 канала и носителя кадров.

- Параметр M_p для каждого восходящего канала.
- Параметр R_p для каждого восходящего канала.
- Параметр D_p для каждого восходящего канала.
- Параметр T_p для каждого восходящего канала.
- Параметр L_p , соответствующий каждому восходящему каналу.

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 канала и носителя кадров.
- Параметр M_p для каждого нисходящего канала.
- Параметр R_p для каждого нисходящего канала.
- Параметр D_p для каждого нисходящего канала.
- Параметр T_p для каждого нисходящего канала.
- Параметр L_p , соответствующий каждому нисходящему каналу.

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	[ffff 00bb] биты от 1 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 № 0, № 1, № 2 и № 3. Биты ffff кодируют результат (удачно/неудачно – success/failure) процесса инициализации, как описано в этом разделе.
Октет 1	[cccc dddd] биты от 7 до 0	Биты cccc устанавливают на 0000, 0001, 0010 или 0011, если носитель кадров № 0 будут передавать по каналам № 0, № 1, № 2 или № 3 соответственно. Биты cccc 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 cccc.
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 cccc 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} .

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 4	[hhhh hhhh] биты от 7 до 0	Биты hhhhhhhh дают число октетов от носителя № 0 транспортируемого кадра мультимплексированных 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 iiiiii дают число октетов от носителя № 1 транспортируемого кадра мультимплексированных данных. Эта величина может быть нулевой или ненулевой в зависимости от значений величин из набора $\{B_{01}, B_{11}, B_{21}, B_{31}\}$.
Октет 6	[jjjj jjjj] биты от 7 до 0	Биты jjjjjjj дают число октетов от носителя № 2 транспортируемого кадра мультимплексированных 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 мультимплексированных 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 llllll указывают бит LSB 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 llllll указывают бит MSB 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 cccc и dddd) и 2 (биты eeee и ffff). Каналы с метками, которые содержатся в наборе {bb, cccc, 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} (с 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;
- скорость данных в сети $\geq$ 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 (см 8.6.4).

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 (4-битовое целое, см. таблицу 7-21), а прочие биты в информации PMS-TC PARAMS устанавливают на 0. 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 Рекомендации 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. Значения с 3 по 15 зарезервированы.

7.11 Реконфигурация на линии

Процедура реконфигурации на линии 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 № 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 № 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 ПИО. При передаче функции PMS-TC используют новые значения параметров управления для генерации чередующихся кадров данных ПИО, 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 ПИО. В процедуре функции приема PMS-TC используют значения новых параметров управления для обработки чередующихся кадров данных ПИО, 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 ПИО, границы кадров данных ПИО, границ кадров мультиплексированных данных и символов PMD.

7.11.1.2 Изменения в мультиплексоре 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 устройства ATU должны запоминать параметр управления L_p функции PMS-TC.

7.12.1.2 Переход к работе звена связи в состоянии L3

Корректное выключение устройства 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 устройства 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 устройств 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.

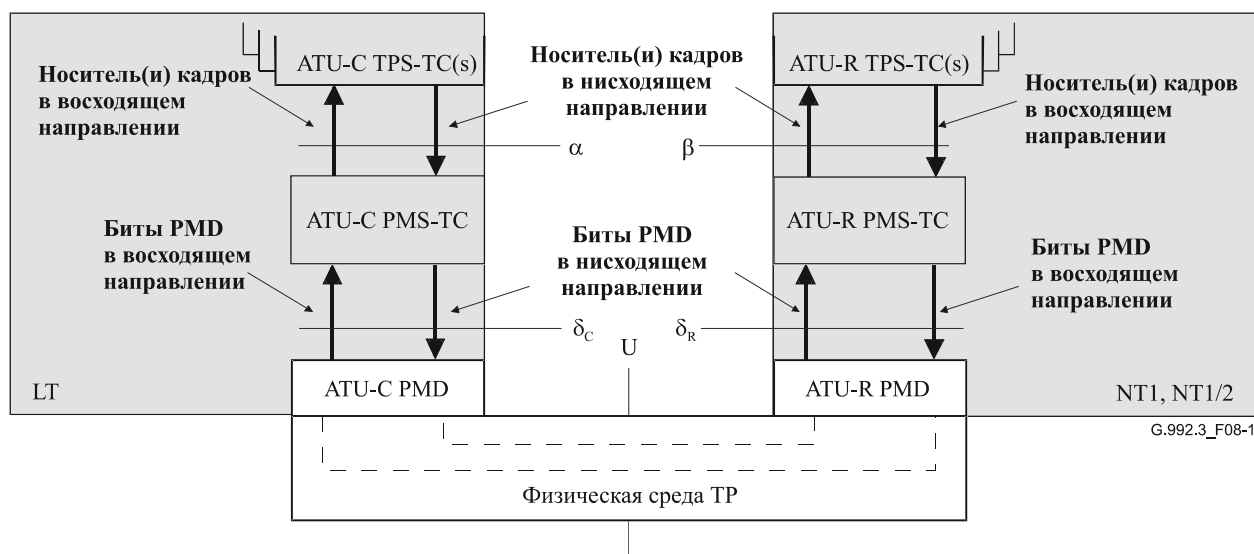


Рисунок 8-1/G.992.3 – Транспортные возможности PMD в плоскости данных

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.



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 устройства ATU обеспечивает транспортировку некоторых параметров конфигурации от ближнего конца объекта управления к дальнему концу функции PMD.

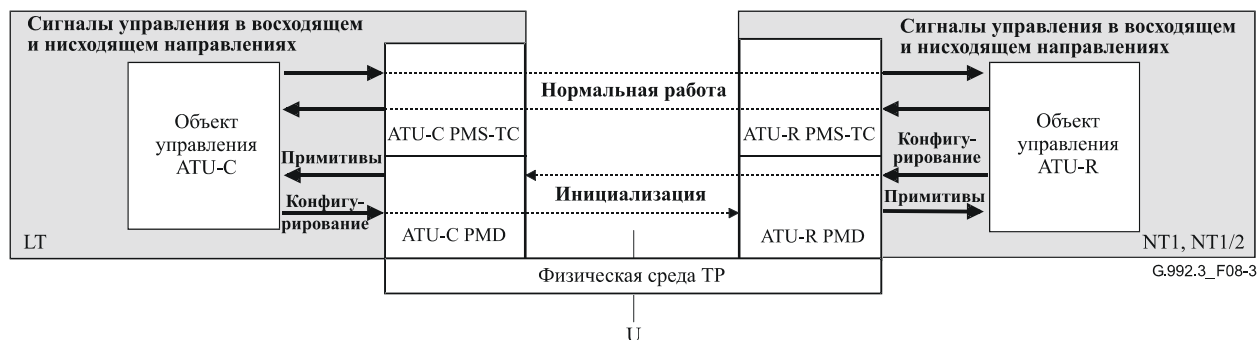


Рисунок 8-3/G.992.3 – Транспортные возможности PMD в плоскости административного управления

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.

Эти функции конфигурируют рядом параметров управления, описанных в 8.5. Величину параметров управления устанавливают с помощью базы CO-MIB во время инициализации или реконфигурации ATU. Функция приема PMD устройства ATU обрабатывает каждую из перечисленных процедур таким образом, чтобы транспортируемая информация могла быть восстановлена и доставлена приемной функции PMS-TC.

8.3 Сигналы и примитивы интерфейсов блоков

Как показано на рисунке 8-4 (для ATU-C и ATU-R), блок PMD устройства ATU располагает множеством интерфейсных сигналов. Каждый обозначенный сигнал состоит из одного или более примитивов, как это обозначено направляющими стрелками. Тип примитива, связанный с каждой стрелкой, соответствует надписи на рисунке 8-4.

Рисунок разделен пунктирной линией, чтобы отделить блоки и сигналы в восходящем и нисходящем направлениях. Показанные в верхней части сигналы переносят примитивы к/от функции PMS-TC. Сигналы на левом и правом краях переносят примитивы управления внутри ATU в нисходящем и восходящем направлениях.

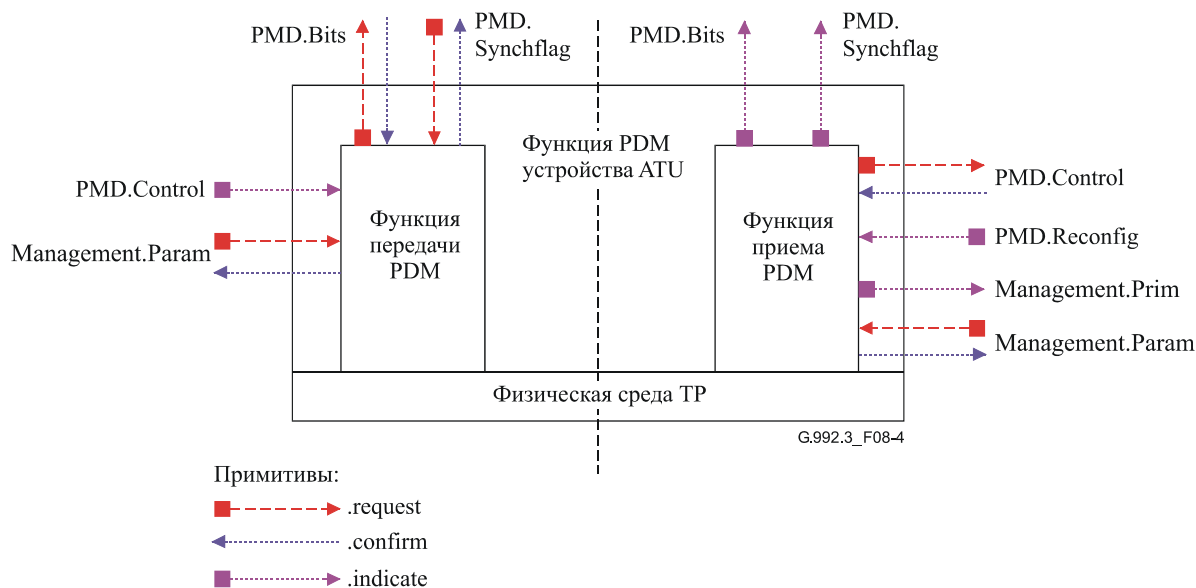


Рисунок 8-4/G.992.3 – Сигналы функции PMD устройства ATU

Показанные на рисунке 8-4 сигналы используют для переноса примитивов между функциями данной Рекомендации. Примитивы предназначены только для разъяснения спецификаций функции с целью ее взаимодействия с другими функциями.

Примитивы, которые используют между функциями PMD и PMS-TC, описаны в таблице 8-1. Эти примитивы поддерживают обмен данными символов PMD и регулирование потоков данных для согласования с конфигурацией PMD. Они также поддерживают согласованную адаптацию линейной скорости и реконфигурацию ATU-C и ATU-R.

Примитивы, которые используют в качестве примитивов индикации технического состояния локальных эксплуатационных объектов, описаны в таблице 8-3.

Таблица 8-1/G.992.3 – Примитивы сигнализации между функциями PMD и PMS-TC

Сигнал	Примитив	Описание
PMD.Bits	.request	Этот примитив используется функцией передачи PMD для запроса данных от функции передачи PMS-TC.
	.confirm	Этот примитив используется функцией передачи PMS-TC для пересылки данных, предназначенных для транспортирования к функции передачи PMD. С помощью взаимодействия примитивов запроса и подтверждения поток данных согласуется с конфигурацией PMD и синхронизируется с символами данных PMD.
	.indicate	Этот примитив используется функцией передачи PMS-TC для пересылки данных к функции приема PMS-TC.
PMD.Synchflag	.request	Этот примитив используется функцией передачи PMS-TC для запроса на транспортировку флага синхронизации PMD функцией передачи PMD. Примитив PMD.Synchflag используют для различных реконфигураций функций TPS-TC, PMS-TC и PMD (т. е. обмена битами, DRR, SRA, вход L2 и выход L2).
	.confirm	Этот примитив используется функцией передачи PMD для подтверждения приема примитива PMD.Synchflag.request. С помощью взаимодействия запроса и подтверждения функцию передачи PMS-TC уведомляют, что флаг синхронизации передан на интерфейс U. В частности, любые примитивы запроса, которые не были еще сконфигурированы до приема примитива PMD.Synchflag.confirm, следует транспортировать к интерфейсу U после флага синхронизации PMD.
	.indicate	Этот примитив используется функцией приема PMD для указания функции приема PMS-TC о том, что флаг синхронизации PMD получен интерфейсом U. Любые уже полученные примитивы указаний следует транспортировать на интерфейс U до флага синхронизации PMD. Все примитивы указаний, отправленные после примитива PMD.Synchflag.indicate, следует транспортировать на интерфейс U после флага синхронизации PMD.

Таблица 8-2/G.992.3 – Примитивы сигнализации между PMD и функциями управления ATU на ближнем конце

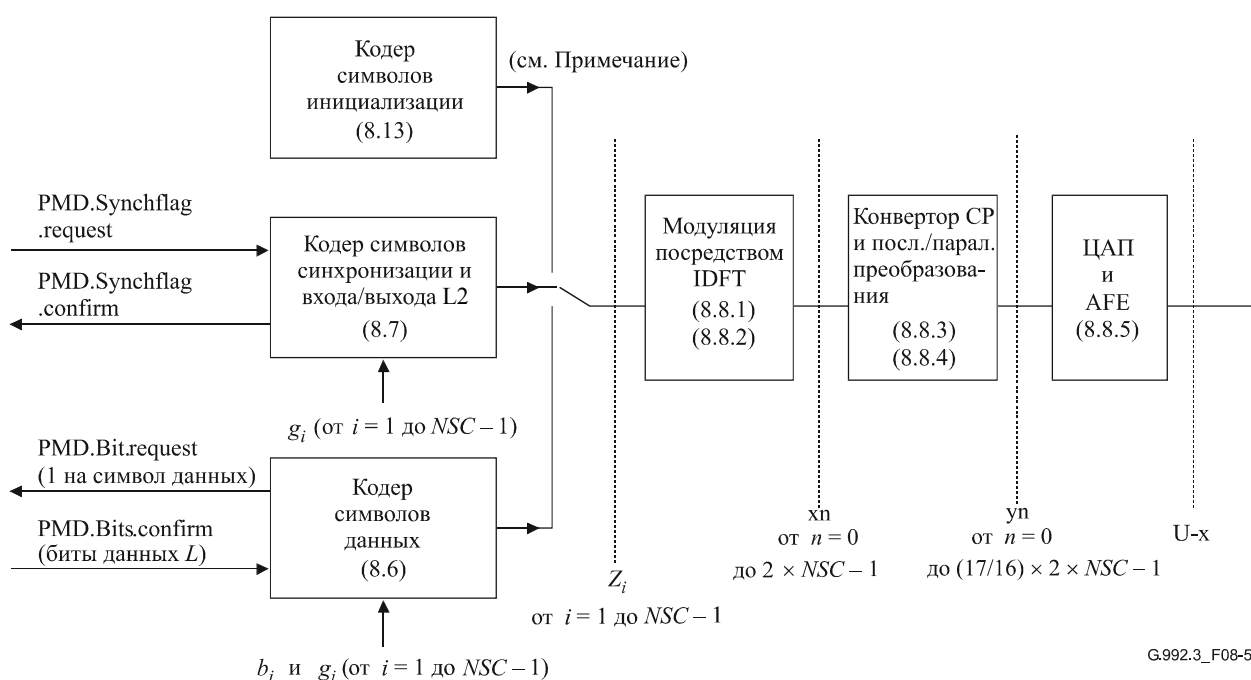
Сигнал	Примитив	Описание
PMD.Control	.request	Этот примитив используется функцией приема PMD, чтобы запросить функцию управления на ближнем конце реконфигурировать параметры управления функции передачи PMD на дальнем конце. Функции управления ATU на ближнем и дальнем концах передают сообщения управления для синхронизации подобной реконфигурации с помощью функций PMS-TC.
	.confirm	Этот примитив используется функциями управления ATU на ближнем конце, чтобы подтвердить прием примитива PMD.Control.request от функции приема PMD. С помощью взаимодействия примитивов запроса и подтверждения поток управления синхронизируют со скоростью, которая может быть принята функциями PMS-TC.
	.indicate	Этот примитив используется функциями управления ATU на ближнем конце, чтобы указать функции передачи PMD на реконфигурацию параметров управления функции передачи PMD.
PMD.Reconfig	.indicate	Этот примитив используется функциями управления или менеджмента ATU на ближнем конце, чтобы указать функции приема PMD, что для параметров управления функции PMD требуется реконфигурация (см. 8.16 и 8.17). За этим примитивом следует примитив PMD.Control.request из функции приема PMD.

**Таблица 8-3/G.992.3 – Прimitives сигнализации между PMD
и объектом эксплуатации на ближнем конце**

Сигнал	Примитив	Описание
Management.Prim	.indicate	Этот примитив используется функцией приема PMD, чтобы сигнализировать о ряде наблюдаемых примитивами дефектов и аномалий объекта менеджмента на ближнем конце в ATU.
Management.Param	.request	Этот примитив используется объектом менеджмента на ближнем конце, чтобы запросить обновление (одного или более) значений параметров тестирования от функции передачи или приема PMD.
	.confirm	Этот примитив используется функцией передачи или приема PMD в ответ на примитив запроса о передаче обновленных значений параметров тестирования на ближнем конце объекта менеджмента.

8.4 Блок-диаграмма и сигналы внутренних контрольных точек

На рисунке 8-5 изображены блоки внутри функции передачи PMD для поддержки поднесущих NSC. В крайней левой части рисунка 8-5 показаны примитивы для взаимодействия с функцией передачи PMS-TC.



ПРИМЕЧАНИЕ. – Кодер символов инициализации определяет значения Z_i от $i = 1$ до $2 \times NSC - 1$ (см. 8.13.2.4).

Рисунок 8-5/G.992.3 – Блок-диаграмма функции передачи PMD

Функция передачи PMD должна передавать 4000 символов данных в секунду. Для каждого символа данных функция передачи PMD запрашивает и получает кодированную группу кадра входных данных (содержащих L битов данных) от функции передачи PMS-TC (с помощью примитивов `PMD.Bit.request` и `PMD.Bit.confirm`). Кадр данных затем должен кодироваться группой, как описано в 8.6. После группового кодирования выходной кадр данных (содержащий $NSC - 1$ комплексных величин) должен быть модулирован в символы данных, как указано в 8.8, чтобы создать аналоговый сигнал для передачи по цифровой абонентской линии.

Задержка передачи полезной нагрузки в одну сторону, вносимая подуровнем PMD (т. е. между контрольными точками δ_C и δ_R , см. 5.2), должна быть меньше или равна 3,75 мс.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Задержку передачи полезной нагрузки в одну сторону делят между ATU-C и ATU-R.

Функция передачи PMD должна использовать структуру сверхцикла, показанную на рисунке 8-6. Каждый сверхцикл должен состоять из 68 кадров данных, пронумерованных от 0 до 67, которые кодируют и модулируют в 68 символов данных, за которыми следует символ синхронизации (см. 8.7). Последний не содержит кадров данных и вводится модулятором (см. 8.8), чтобы обозначить границы сверхцикла. С точки зрения PMS-TC, скорость символов данных должна быть 4000 в секунду (период символа = 250 мкс), но для введения символа синхронизации скорость следует сделать $69/68 \times 4000$ в секунду. Поэтому период сверхцикла должен быть 17 мс.

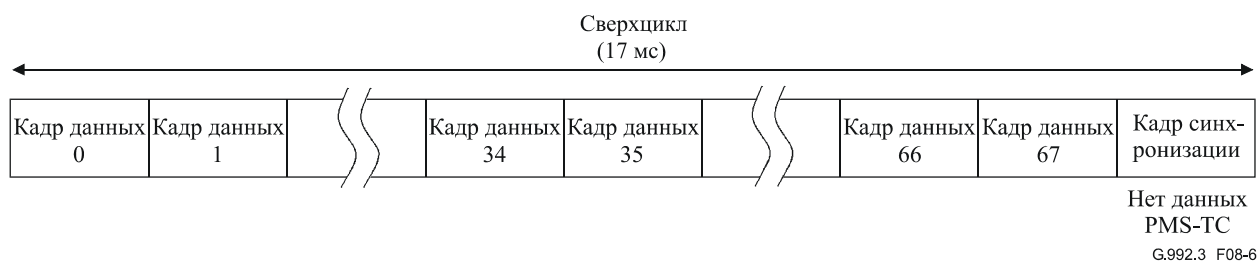


Рисунок 8-6/G.992.3 – Структура сверхцикла ADSL – передатчик ATU-C

8.5 Параметры управления

8.5.1 Определения параметров управления

Конфигурацией функции PMD управляет набор параметров управления:

- Параметры управления функцией передачи PMD показаны в таблице 8-4. Значения параметров управления в таблице 8-4 установлены до/во время инициализации и могут меняться во время реконфигурации пары ATU. Производные параметров управления перечислены в таблице 8-5.
- Параметры управления функцией приема PMD состоят из параметров управления функцией передачи PMD и дополнительных параметров управления функцией приема PMD, показанных в таблице 8-6. Значения параметров управления в таблице 8-6 установлены до/во время инициализации и не могут меняться во время реконфигурации пары ATU.

Функция приема PMD должна быть уведомлена об установках функцией передачи PMD параметров управления. Поэтому параметры управления функцией приема PMD включают все параметры управления функцией передачи PMD.

Таблица 8-4/G.992.3 – Параметры управления функцией передачи PMD

Параметр	Определение
<i>NSC</i>	Наивысший индекс поднесущей, которую можно передать (т. е. поднесущую, соответствующую частоте Найквиста, см. 8.8.1.4). Это параметр должен быть разным для ATU-C (<i>NSCds</i>) и ATU-R (<i>NSCus</i>). Его значение утверждено Рекомендацией и зависит от лежащих ниже по спектру служб (т. е. POTS или ЦСИС). См. Приложения.
<i>MAXNOMPSD</i>	Максимальный номинальный уровень передачи СПМ (<i>MAXNOMPSD</i>) во время инициализации и работы. Этот параметр может быть разным для ATU-C (<i>MAXNOMPSDds</i>) и ATU-R (<i>MAXNOMPSDus</i>). Его величина зависит от установки элемента CO-MIB и возможностей передатчика на ближнем конце. Эта величина изменяется в зависимости от фазы в G.994.1.
<i>NOMPSD</i>	Номинальный уровень передачи по мощности СПМ (<i>NOMPSD</i>). Уровень определяют как уровень СПМ в заданной полосе частот при запуске инициализации, относительно которого мощность может уменьшаться. Этот параметр может быть разным для ATU-C (<i>NOMPSDds</i>) и для ATU-R (<i>NOMPSDus</i>). Его величина зависит от возможностей передатчика на ближнем конце и не может быть больше, чем <i>MAXNOMPSD</i> . Величина изменяется в зависимости от фазы в G.994.1.
<i>MAXNOMATP</i>	Максимальная номинальная суммарная мощность передачи (<i>MAXNOMATP</i>) во время инициализации и работы. Номинальная суммарная мощность передачи указана в таблице 8-5. Этот параметр может быть разным для ATU-C (<i>MAXNOMATPds</i>) и ATU-R (<i>MAXNOMATPus</i>). Его величина зависит от установки элемента CO-MIB и локальных возможностей. Эта величина изменяется в зависимости от фазы в G.994.1.
<i>PCB</i>	Снижение приложенной мощности (<i>PCB</i>) относительно номинальной СПМ. Этот параметр может быть разным для ATU-C (<i>PCBds</i>) и ATU-R (<i>PCBus</i>). Его величина зависит от характеристик замкнутой цепи и локальных возможностей. Величина <i>PCBds</i> – это максимум от <i>C-MIN_PCB_DS</i> , а <i>R-MIN_PCB_DS</i> , <i>PCBus</i> – это максимум от <i>C-MIN_PCB_US</i> и <i>R-MIN_PCB_US</i> . Все изменения происходят во время фазы раскрытия канала (см. таблицы 8-27 и 8-32).
<i>tss_i</i>	Форма спектра передатчика, выраженная как коэффициент передачи, нормированный либо относительно номинального уровня СПМ, либо относительно контрольного уровня СПМ, определенного в 8.13 (может отличаться для поднесущих от $i = 1$ до $2 \times NSC - 1$). Его величина зависит от установки элемента CO-MIB и локальных возможностей. Эта величина изменяется в зависимости от фазы в G.994.1.
<i>t_i</i>	Таблица порядка частотных сигналов (может отличаться для поднесущих от $i = 1$ до $NSC - 1$). Эти величины определяются функцией приема PMD в фазе анализа канала и изменяются в фазе изменений (но не могут меняться во время реконфигурации на линии, т. е. при помощи примитивов PMD.Reconfig и PMD.Control).
<i>b_i</i>	i -й вход в таблице размещения битов <i>b</i> (может отличаться для поднесущих от $i = 1$ до $NSC - 1$). Эти величины определяются функцией приема PMD в фазе анализа канала и изменяются в фазе изменений (и могут меняться во время реконфигурации на линии, т. е. при помощи примитивов PMD.Reconfig и PMD.Control).
<i>g_i</i>	i -й вход в таблице коэффициентов передачи <i>g</i> (может отличаться для поднесущих от $i = 1$ до $NSC - 1$). Эти величины определяются функцией приема PMD в фазе анализа канала и изменяются в фазе изменений (и могут меняться во время реконфигурации на линии, т. е. при помощи примитивов PMD.Reconfig и PMD.Control). Таблицы битов и коэффициентов передачи могут не распределять биты некоторым поднесущим, но могут плавно настраивать уровни передачи СПМ других поднесущих, чтобы уравнивать ожидаемые коэффициенты ошибок для каждой поднесущей.
<i>TRELLIS</i>	Использование решетчатого кодирования (установка включено/выключено). Этот параметр может отличаться для ATU-C (<i>TRELLISds</i>) и ATU-R (<i>TRELLISus</i>). Его величина определяется функцией приема PMD во время фазы анализа канала и изменяется во время фазы изменений.

Таблица 8-4/G.992.3 – Параметры управления функцией передачи PMD

Параметр	Определение
<i>PM-STATE</i>	Состояние управления мощностью устройств ATU – это состояния L0, L2 или L3. Устройства ATU-C и ATU-R находятся в одинаковом состоянии управления. Это значение конфигурируют функцией управления ATU на ближнем конце, часто основанной на принудительной конфигурации с помощью MIB и/или с помощью функции управления на дальнем конце.
<i>L0-TIME</i> <i>L2-TIME</i> <i>L2-ATPR</i>	Эти параметры конфигурации связаны с состоянием мощности L2 и присущи только ATU-C. Их конфигурируют с помощью CO-MIB. Параметр <i>L0-TIME</i> представляет минимальное время (в секундах) между выходом из состояния мощности L2 и следующим входом в это состояние (см. 9.5.2). Параметр <i>L2-TIME</i> представляет минимальное время (в секундах) между входом в состояние мощности L2 и первым запросом на подстройку мощности L2 или между двумя последовательными запросами на подстройку мощности L2 (см. 9.5.2). Параметр <i>L2-ATPR</i> представляет максимальное суммарное понижение мощности передачи, которое допустимо при запросе на подстройку мощности в состоянии L2 (см. 9.5.2).
Частотные сигналы от 1 до 32	Применимо только дополнительно к службам, связанным с ЦСИС (см. Приложение В).

Таблица 8-5/G.992.3 – Производные параметры управления функции передачи PMD

Параметр	Определение
<i>L</i>	Число битов, полученных от PMS-TC на примитив PMD.Bits.confirm. Величину <i>L</i> можно вычислить из таблицы распределения битов <i>b</i> и использовать для решетчатого кодирования. Это число битов может изменяться, если на линии производят реконфигурацию таблицы <i>b</i> .
<i>REFPSD</i>	Контрольный уровень передачи СПМ (<i>REFPSD</i>). Этот параметр может отличаться для ATU-C (<i>REFPSDds</i>) и ATU-R (<i>REFPSDus</i>). Контрольный уровень передачи СПМ определяют как номинальный уровень передачи СПМ, пониженный уменьшением мощности (т. е. $REFPSD = NOMPSD - PCB$).
<i>RMSGI</i>	Средняя величина g_i (<i>RMSGI</i>). Этот параметр может отличаться для ATU-C (<i>RMSGIds</i>) и ATU-R (<i>RMSGIus</i>). Среднюю величину g_i определяют как $RMSGI = 10 \times \log \left(\frac{1}{NCUSED} \sum_{i: b_i > 0} g_i^2 \right),$ где <i>NCUSED</i> – число поднесущих с $b_i > 0$.
<i>NOMATP</i>	Номинальная суммарная мощность передачи (<i>NOMATP</i>). Этот параметр может отличаться для ATU-C (<i>NOMATPds</i>) и ATU-R (<i>NOMATPus</i>). Величину <i>NOMATP</i> следует определять как: $NOMATP[dBm] = 36,35 + NOMPSD + 10 \times \log \left(\sum_{i \in MEDLEYset} g_i^2 \times tss_i^2 \right),$ где член 36,35 представляет $10 \log(\Delta f)$ (см. 8.8.1).

Таблица 8-6/G.992.3 – Параметры управления функции приема PMD

Параметр	Определение
<i>TARSNRM</i> <i>MINSNRM</i> <i>MAXSNRM</i>	Цель, минимум запаса по шуму и максимум запаса по шуму (определенного в Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4]). Эти параметры могут отличаться для ATU-C (<i>TARSNRM_{us}</i>, <i>MINSNRM_{us}</i>, <i>MAXSNRM_{us}</i>) и ATU-R (<i>TARSNRM_{ds}</i>, <i>MINSNRM_{ds}</i>, <i>MAXSNRM_{ds}</i>). ATU-C: конфигурируют с помощью СО-МІВ. ATU-R: конфигурируют с помощью СО-МІВ и изменяют во время инициализации фазы анализа канала.
<i>RA-MODE</i>	Режим адаптации скорости (определенный в Рекомендации МСЭ-Т. G.997.1 [4]). Этот параметр может отличаться для ATU-C (<i>RA-MODE_{ds}</i>) и ATU-R (<i>RA-MODE_{us}</i>). ATU-C: конфигурируют с помощью СО-МІВ. ATU-R: конфигурируют с помощью СО-МІВ и изменяют во время инициализации фазы анализа канала. В Рекомендации МСЭ-Т. G.997.1 [4] определены следующие режимы адаптации скорости: • MANUAL: Скорость данных постоянна и конфигурируется с помощью СО-МІВ; • RATE ADAPTIVE AT INIT: Скорость данных выбирают при инициализации между минимальной и максимальной границей, сконфигурированной с помощью СО-МІВ. Скорость данных колеблется во время работы. • DYNAMIC RATE ADAPTATION: Скорость данных выбирают при инициализации между минимальной и максимальной границей, сконфигурированной с помощью СО-МІВ. Во время работы скорость данных может меняться в тех же пределах. Данная Рекомендация относит этот режим к плавной адаптации скорости (SRA).
<i>PM-MODE</i>	Режим управления мощностью, указывающий на допустимые состояния звеньев связи. Этот параметр может отличаться для ATU-C и ATU-R, конфигурируется и может изменяться во время инициализации фазы анализа канала. Бит 0: указывает, допустимо (1) или недопустимо (0) состояние L3. Бит 1: указывает, допустимо (1) или недопустимо (0) состояние L2.
<i>RA-USNRM</i> <i>RA-UTIME</i>	Адаптация скорости с верхним запасом по шуму и временным интервалом (определенными в Рекомендации МСЭ-Т. G.997.1 [4]). Этот параметр может отличаться для ATU-C (<i>RA-USNRM_{us}</i> и <i>RA-UTIME_{us}</i>) и ATU-R (<i>RA-UTIME_{ds}</i>, <i>RA-USNRM_{ds}</i>). ATU-C: конфигурируют с помощью СО-МІВ. ATU-R: конфигурируют с помощью СО-МІВ и изменяют во время инициализации фазы анализа канала.
<i>RA-DSNRM</i> <i>RA-DTIME</i>	Адаптация скорости с нижним запасом по шуму и временным интервалом (определенными в Рекомендации МСЭ-Т. G.997.1 [4]). Эти параметры могут отличаться для ATU-C (<i>RA-DSNRM_{us}</i> и <i>RA-DTIME_{us}</i>) и ATU-R (<i>RA-DTIME_{ds}</i>, <i>RA-DSNRM_{ds}</i>). ATU-C: конфигурируют с помощью СО-МІВ. ATU-R: конфигурируют с помощью СО-МІВ и изменяют во время инициализации фазы анализа канала.
<i>BIMAX</i>	Максимальное число битов на поднесущую, которое поддерживает передатчик на дальнем конце. Этот параметр может отличаться для ATU-C (<i>BIMAX_{ds}</i>) и ATU-R (<i>BIMAX_{us}</i>). Его величина зависит от возможностей передатчика на дальнем конце и изменяется во время инициализации фазы анализа канала.

Таблица 8-6/G.992.3 – Параметры управления функции приема PMD

Параметр	Определение
<i>EXTGI</i>	Максимальная величина диапазона g_i , который поддерживает передатчик на дальнем конце. Этот параметр может отличаться для ATU-C (<i>EXTGIds</i>) и ATU-R (<i>EXTGIus</i>). Его величина зависит от возможностей передатчика на дальнем конце и от характеристик замкнутой цепи связи, идентифицированной во время инициализации фазы раскрытия канала. Эта величина изменяется во время инициализации фазы анализа канала.
<i>MAXRXPWR</i> (только для ATU-C)	Чтобы обеспечить управление ПВДК без обратного действия, устройство ATU-C должно запросить в сообщении C-MSG-PCB понижение мощности передачи в восходящем направлении, с тем чтобы мощность на приеме ATU-C не превышала максимально допустимую, определенную CO-MIB. Мощность на приеме ATU-C следует измерять, как это определено в 8.13.3.1.11.

8.5.2 Обязательные и дополнительные установки параметров управления

Действительная установка параметров управления для функции передачи PMD показана в таблицах 8-7 и 8-9 для ATU-C и ATU-R соответственно. Обязательные установки параметров управления для функции передачи PMD показаны в таблицах 8-8 и 8-10 для ATU-C и ATU-R соответственно. Для функции передачи PMD не существуют дополнительных параметров управления ATU-C и ATU-R.

Таблица 8-7/G.992.3 – Действительные параметры управления функции управления передачей PMD для ATU-C

Параметр	Определение
b_i	Все целые величины $0 \leq b_i \leq 15$
<i>BIMAXds</i>	$8 \leq BIMAXds \leq 15$
g_i	Все величины от –14,5 дБ (линейное значение 96/512) до 18 дБ. Величина коэффициента передачи должна быть представлена 3-мя битами до и 9-ю битами после десятичной запятой, т. е. линейной шкалой дроби 1/512.
<i>EXTGIds</i>	$0 \leq EXTGIds \leq MAXNOMPSDds - NOMPSDds$
<i>TRELLISds</i>	Решетчатое кодирование должно поддерживаться передатчиком ATU-C.
<i>MAXNOMPSDds</i>	Все величины от –60 дБм/Гц до –40 дБм/Гц шагами по 0,1 дБм/Гц.
<i>NOMPSDds</i>	Все величины от –60 дБм/Гц до –40 дБм/Гц шагами по 0,1 дБм/Гц.
<i>MAXNOMATPds</i>	Все величины, соответствующие действующим по G.994.1 "Параметры границ спектров"
<i>PCBds</i>	Все величины от 0 до 40 дБ, с шагом в 1 дБ.
tss_i	Все величины от 0 до 1 (в линейном масштабе), с шагом 1/1024. Величина tss_i должна быть представлена 1 битом до и 10 битами после десятичной запятой, т. е. дробью 1/1024 в линейном масштабе.
L	Все целые величины $8 \leq L \leq 15 \times (NSCds - 1)$.

**Таблица 8-8/G.992.3 – Обязательные параметры управления функции
управления передачей PMD для ATU-C**

Параметр	Определение
b_i	Все целые величины $0 \leq b_i \leq BIMAXds$ с параметром $BIMAXds$, идентифицированным во время инициализации.
$BIMAXds$	8
g_i	Все величины от $-14,5$ дБ (линейное значение 96/512) до $EXTGIds + 2,5$ дБ с параметром $EXTGIds$, идентифицированным во время инициализации.
$EXTGIds$	0
$TRELLISds$	Решетчатое кодирование должно поддерживаться передатчиком ATU-C.
$PCBds$	Все величины от 0 до 40 дБ, с шагом в 1 дБ.
tss_i	Все величины от 0 до 1 (в линейном масштабе), с шагом в 1/1024.
L	Все целые величины от $8 \leq L \leq BIMAXds \times (NSCds - 1)$ с параметрами $BIMAXds$ и $NSCds$, идентифицированными во время инициализации.

**Таблица 8-9/G.992.3 – Действительные параметры управления функции
управления передачей PMD для ATU-R**

Параметр	Определение
b_i	Все целые величины $0 \leq b_i \leq 15$
$BIMAXus$	$8 \leq BIMAXus \leq 15$
g_i	Все величины от $-14,5$ дБ (линейное значение 96/512) до 18 дБ. Величина коэффициента передачи должна быть представлена 3 битами до и 9 битами после десятичной запятой, т. е. линейной шкалой дроби 1/512.
$EXTGhus$	$0 \leq EXTHus \leq MAXNOMPSDus - NOMPSDus$
$TRELLISus$	Решетчатое кодирование должно поддерживаться передатчиком ATU-R.
$MAXNOMPSDus$	Все величины от -60 дБм/Гц до -38 дБм/Гц с шагом 0,1 дБм/Гц.
$NOMPSDus$	Все величины от -60 дБм/Гц до $-$ дБм/Гц с шагом 0,1 дБм/Гц.
$MAXNOMATPus$	Все величины, соответствующие действительным по G.994.1 "Параметры границ" спектров.
$PCBus$	Все величины от 0 до 40 дБ, с шагом в 1 дБ.
tss_i	Все величины от 0 до 1 (в линейном масштабе), с шагом в 1/1024. Величина tss_i должна быть представлена 1 битом до и 10 битами после десятичной запятой, т. е. дробью 1/1024 в линейном масштабе.
L	Все целые величины $8 \leq L \leq 15 \times (NSCus - 1)$.

Таблица 8-10/G.992.3 – Обязательные параметры управления функции управления передачей PMD для ATU-R

Параметр	Определение
b_i	Все целые величины $0 \leq b_i \leq BMAXus$, с параметром $BMAXus$, идентифицированным во время инициализации.
$BMAXus$	8
g_i	Все величины от $-14,5$ дБ (линейное значение 96/512) до $EXTGIus + 2,5$ дБ с параметром $EXTGIus$, идентифицированным во время инициализации.
$EXTGIus$	0
$TRELLISus$	Решетчатое кодирование должно поддерживаться передатчиком ATU-R.
$PCBus$	Все величины от 0 до 40 дБ, с шагом в 1 дБ.
tss_i	Все величины от 0 до 1 (в линейном масштабе), с шагом в 1/1024.
L	Все целые величины от $8 \leq L \leq BMAXus \times (NSCus - 1)$ с параметрами $BMAXus$ и $NSCus$, идентифицированными во время инициализации.

8.5.3 Установки параметров управления во время инициализации

8.5.3.1 Во время фазы G.994.1

Параметры управления, которые изменяют во время фазы G.994.1, перечислены в 8.13.2.

8.5.3.2 Во время фазы анализа канала

Формат параметров управления функции PMD, включенных в сообщения MSG1, должен соответствовать таблице 8-11.

Таблица 8-11/G.992.3 – Формат параметров управления функции PMD, включенных в MSG1

Параметр	Формат
$TARSNRM$	9-битовое целое без знака от 0 до 310 (от 0 до 31 дБ с шагом в 0,1 дБ).
$MINSNRM$	9-битовое целое без знака от 0 до 310 (от 0 до 31 дБ с шагом в 0,1 дБ).
$MAXSNRM$	9-ти битовое целое без знака от 0 до 310 (от 0 до 31 дБ с шагом в 0,1 дБ). Величина 511 – специальное значение, указывающее, что избыточный запас, относительно $MAXSNRM$ не требует минимизации (см. 8.6.4), т. е. что значение $MAXSNRM$ действует бесконечно.
$RA-MODE$	2-битовое целое без знака, значения от 1 до 3.
$PM-MODE$	Двоичное 2-битовое указание, каждая установка на 0 или 1.
$RA-USNRM$	9-битовое целое без знака от 0 до 310 (от 0 до 31 дБ с шагом в 0,1 дБ).
$RA-UTIME$	14-битовое целое без знака от 0 до 16383 (в секундах).
$RA-DSNRM$	9-битовое целое без знака от 0 до 310 (от 0 до 31 дБ с шагом в 0,1 дБ).
$RA-DTIME$	14-битовое целое без знака от 0 до 16383 (в секундах).
$BIMAX$	4-битовое целое без знака от 8 до 15.
$EXTGI$	8-битовое целое без знака от 0 до 255 (от 0 до 25,5 дБ с шагом в 0,1 дБ).
$CA-MEDLEY$	6-битовое целое без знака от 0 до 63 раз по 512 символов.

Значение *CA-MEDLEY* представляет минимальную продолжительность (многократно по 512 символов) режима MEDLEY во время инициализации фазы анализа канала. Эта величина может быть разной для ATU-C (*CA-MEDLEYus* указывает на минимальную продолжительность режима R-MEDLEY) и для ATU-R (*CA-MEDLEYds* указывает на минимальную продолжительность режима C-MEDLEY). См. 8.13.5.1.4 и 8.13.5.2.4.

Изменения параметров управления функции PMD в сообщении C-MSG1 перечислены в таблице 8-12.

Таблица 8-12/G.992.3 – Параметры управления функции PMD, включенные в C-MSG1

Номер октета [i]	Параметр	Формат PMD биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	<i>TARSNRMds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
1	<i>TARSNRMds</i> (СЗБ)	[0000 00xx], бит 8
2	<i>MINSNRMds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
3	<i>MINSNRMds</i> (СЗБ)	[0000 000x], бит 8
4	<i>MAXSNRMds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
5	<i>MAXSNRMds</i> (СЗБ)	[0000 000x], бит 8
6	<i>RA-MODEds</i>	[0000 00xx], биты от 1 до 0
7	<i>PM-MODE</i>	[0000 00xx], биты от 1 до 0
8	<i>RA-USNRMds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
9	<i>RA-USNRMds</i> (СЗБ)	[0000 000x], бит 8
10	<i>RA-UTIMEds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
11	<i>RA-UTIMEds</i> (СЗБ)	[00xx xxxx], биты от 13 до 8
12	<i>RA-DSNRMds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
13	<i>RA-DSNRMds</i> (СЗБ)	[0000 000x], бит 8
14	<i>RA-DTIMEds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
15	<i>RA-DTIMEds</i> (СЗБ)	[00xx xxxx], биты от 13 до 8
16	<i>BIMAXds</i>	[0000 xxxx], биты от 3 до 0
17	<i>EXTGlds</i>	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
18	<i>CA-MEDLEYus</i>	[00xx xxxx], биты от 5 до 0
19	Зарезервировано	[0000 0000]

Изменения параметров управления функции PMD в сообщении R-MSG1 перечислены в таблице 8-13.

Таблица 8-13/G.992.3 – Параметры управления функции PMD, включенные в R-MSG1

Номер октета [i]	Параметр	Формат PMD биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	<i>BIMAXus</i>	[0000 xxxx], биты от 3 до 0
1	<i>EXTGlus</i>	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
2	<i>CA-MEDLEYds</i>	[00xx xxxx], биты от 5 до 0
3	Зарезервировано	[0000 0000]

Диапазон значений $EXTGI$ должен быть $[0.. (MAXNOMPSD - NOMPSD)]$. Эти значения могут зависеть или не зависеть от возможностей функции передачи PMD и характеристик линии, выявленных во время фазы раскрытия канала. Функция приема PMD должна использовать значения g_i в диапазоне $[-14,5. (+2,5 + EXTGI)]$. В зависимости от возможностей и характеристик линии, выявленных во время фазы раскрытия канала, функция приема PMD может использовать или не использовать значения g_i вплоть до максимальной разрешенной величины.

Устройство ATU-C должно иметь такие параметры REFPSDds, спектра в нисходящем направлении tss_i и значение EXTGI_{ds}, чтобы маска передачи СПМ не была нарушена ни для одной поднесущей, по сравнению с установкой MEDLEYset для нисходящего направления. Это справедливо и для случая, когда запрошенная ATU-R величина g_i для одной или более поднесущих будет высокой, например $(2,5 + EXTGI)$ дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Расширенный диапазон для значений g_i можно использовать только в том случае, если для функции передачи СПМ используют номинальный уровень передачи СПМ, который не превышает максимального разрешенного CO-MIB уровня и который можно использовать только внутри ограничений маски передачи СПМ, установленной CO-MIB.

8.5.3.3 Период фазы изменений

В таблице 8-14 показан формат параметров управления и контроля функции PMD, включенных в сообщение PARAMS.

Таблица 8-14/G.992.3 – Формат параметров управления и контроля функции PMD, включенных в PARAMS

Параметр	Формат
<i>LATN</i>	Параметр контроля, см. 8.12.3.
<i>SATN</i>	Параметр контроля, см. 8.12.3.
<i>SNRM</i>	Параметр контроля, см. 8.12.3.
<i>ATTNDR</i>	Параметр контроля, см. 8.12.3.
<i>ACTATP</i>	Параметр контроля, см. 8.12.3.
<i>TRELLIS</i>	Бинарный указатель, установлен на 0 или 1.
Таблица битов и коэффициентов передачи	Таблица битов и коэффициентов передачи представлена входами $NSC - 1$ или октетами $2 \times (NSC - 1)$. Каждый вход является 16-битовым целым без знака. Биты – в 4 битах LSB, коэф. передачи – в 12 битах MSB в линейном масштабе. Значение коэффициента передачи должно быть представлено 3 битами до и 9 битами после десятичной запятой, т. е. дробью $1/512$ в линейном масштабе.
Таблица частотных сигналов	Таблица частотных сигналов представлена входами $NSC - 1$. Каждый вход является 8-битовым целым без знака, представляющим индекс поднесущей.

Контрольные параметры размещены в сообщениях, использующих целое число октетов на одну величину параметра. В том случае, если величина параметра (как описано в 8.12.3) представлена числом битов, которые не составляют целое число октетов, величина параметра должна быть размещена в октетах сообщения с наименее значащим битом. Неиспользуемые более значащие биты должны быть установлены на нуль для значений параметров без знака и на знаковый бит – для значений параметров со знаком.

В таблице 8-15 перечислены параметры управления и контроля функции PMD, которые изменяют в сообщении C-PARAMS.

Таблица 8-15/G.992.3 – Параметры управления функции PMD, включенные в C-PARAMS

Номер октета [i]	Параметр	Формат PMD биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	<i>LATNus</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
1	<i>LATNus</i> (СЗБ)	[0000 00xx], биты 9 и 8
2	<i>SATNus</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
3	<i>SATNus</i> (СЗБ)	[0000 00xx], биты 9 и 8
4	<i>SNRMus</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
5	<i>SNRMus</i> (СЗБ)	[ssss sxxx], биты от 10 до 8
6	<i>ATTNDRus</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
7	<i>ATTNDRus</i>	[xxxx xxxx], биты от 15 до 8
8	<i>ATTNDRus</i>	[xxxx xxxx], биты от 23 до 16
9	<i>ATTNDRus</i> (СЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 31 до 24
10	<i>ACTATPus</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
11	<i>ACTATPus</i> (СЗБ)	[ssss sxxx], биты 9 и 8
12	<i>TRELLISus</i>	[0000 000x], бит 0
13	Зарезервировано	[0000 0000]
14	Биты восходящего направления и коэф. передачи для поднесущей 1 (МЗБ)	[gggg bbbb], биты от 7 до 0
15	Биты восходящего направления и коэф. передачи для поднесущей 1 (СЗБ)	[gggg gggg], биты от 15 до 8
.....		
$10 + 2 \times NSCus$	Биты восходящего направления и коэф. передачи для поднесущей $NSCus - 1$ (МЗБ)	[gggg bbbb], биты от 7 до 0
$11 + 2 \times NSCus$	Биты восходящего направления и коэф. передачи для поднесущей $NSCus - 1$ (СЗБ)	[gggg gggg], биты от 15 до 8
$12 + 2 \times NSCus$	Зарезервировано	[0000 0000]
$13 + 2 \times NSCus$	Частотные сигналы восходящего направления для размещения в первой поднесущей	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
.....		
$11 + 3 \times NSCus$	Частотные сигналы восходящего направления для размещения в последней поднесущей	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0

В таблице 8-16 перечислены параметры управления функции PMD, которые изменяют в сообщении R-PARAMS.

Таблица 8-16/G.992.3 – Параметры управления функции PMD, которые включены в R-PARAMS

Номер октета [i]	Параметр	Формат PMD биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	<i>LATNds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
1	<i>LATNds</i> (СЗБ)	[0000 00xx], биты 9 и 8
2	<i>SATNds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
3	<i>SATNds</i> (СЗБ)	[0000 00xx], биты 9 и 8
4	<i>SNRMds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
5	<i>SNRMds</i> (СЗБ)	[ssss sxxx], биты от 10 до 8
6	<i>ATTNDRds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
7	<i>ATTNDRds</i>	[xxxx xxxx], биты от 15 до 8
8	<i>ATTNDRds</i>	[xxxx xxxx], биты от 23 до 16
9	<i>ATTNDRds</i> (СЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 31 до 24
10	<i>ACTATPds</i> (МЗБ)	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
11	<i>ACTATPds</i> (СЗБ)	[ssss sxxx], биты 9 и 8
12	<i>TRELLISds</i>	[0000 000x], бит 0
13	Зарезервировано	[0000 0000]
14	Биты нисходящего направления и коэф. передачи для поднесущей 1 (МЗБ)	[gggg bbbb], биты от 7 до 0
15	Биты нисходящего направления и коэф. передачи для поднесущей 1 (СЗБ)	[gggg gggg], биты от 15 до 8
.....		
$10 + 2 \times NSCds$	Биты нисходящего направления и коэф. передачи для поднесущей $NSCds - 1$ (МЗБ)	[gggg bbbb], биты от 7 до 0
$11 + 2 \times NSCds$	Биты нисходящего направления и коэф. передачи для поднесущей $NSCds - 1$ (СЗБ)	[gggg gggg], биты от 15 до 8
$12 + 2 \times NSCds$	Зарезервировано	[0000 0000]
$13 + 2 \times NSCds$	Частотные сигналы нисходящего направления для размещения в первой поднесущей	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0
.....		
$11 + 3 \times NSCds$	Частотные сигналы нисходящего направления для размещения в последней поднесущей	[xxxx xxxx], биты от 7 до 0

8.6 Кодер группы для символов данных

Кодер группы для символов данных показан как часть функции передачи PMD на рисунке 8-5. Кодер группы для символов данных выполняет следующие функции:

- распределение частотных сигналов;
- решетчатое кодирование;
- распределитель групп;
- масштабирование коэффициента передачи.

В этом разделе определена каждая из этих функций, основанных на применимости параметров конфигурации функции передачи PMD, описанных в 8.5. Вход кодера группы кадра данных (от функции передачи PMS-TC) состоит из битов данных L . Выход кадра данных (к модулятору) состоит из комплексных величин $NSC - 1$ (Z_i , от $i = 1$ до $NSC - 1$).

8.6.1 Распределение частотных сигналов

Во время инициализации функция приема PMD должна подсчитывать номера битов и относительные коэффициенты передачи, которые используют для каждой поднесущей, а также порядок, в котором поднесущие приписываются битам (т. е. распределение частотных сигналов). Вычисленные биты, коэффициенты передачи, а также распределение частотных сигналов должны быть отправлены обратно к функции передачи PMD во время следующего этапа инициализации (см. 8.5.3.3).

Пары битов и относительные коэффициенты передачи определены в возрастающем порядке частот или индексов поднесущих i , так же как и таблица распределения битов b и таблица коэффициентов передачи g (т. е. b_i и g_i , от $i = 1$ до $NSC - 1$). При этом биты b_1 распределяют для поднесущей 1, а биты b_{NSC-1} – для поднесущей $NSC - 1$). Если использовано решетчатое кодирование, функция приема PMD должна включить четный номер однобитовых поднесущих в таблицу распределения битов b .

Таблица распределения частотных сигналов t определена как последовательность, в которой поднесущие приписаны битам из потока битов на входе (т. е. t_i от $i = 1$ до $NSC - 1$ при размещении группы, начиная с поднесущей t_1 и заканчивая поднесущей t_{NSC-1}). Таблица распределения частотных сигналов t должна оставаться неизменной в течение всего сеанса.

Следуя принятым таблицам b , g и t , функция передачи PMD должна пересчитать исходные таблицы b и t в преобразованные таблицы b' и t' . Размещение групп должно происходить в последовательности, соответствующей преобразованной таблице частотных сигналов t' , с числом битов на один частотный сигнал, соответствующим первоначальной таблице битов b . Решетчатое кодирование должно производиться в соответствии с преобразованной таблицей битов b' .

Если решетчатое кодирование не используют, то $b' = b$ и $t' = t$.

Если решетчатое кодирование используют, то преобразование таблицы t должна выполнять функция передачи PMD. Преобразованная таблица t' должна быть создана в соответствии со следующими правилами:

- Индексы всех поднесущих, поддерживающих 0 битов или 2 или более битов, должны появляться первыми в таблице t' , в таком же порядке, как в таблице t .
- Индексы всех поднесущих, поддерживающих 1 бит, должны появляться последними в таблице t' , в таком же порядке, как в таблице t .

Если распределение битов не включает никаких однобитовых поднесущих, то преобразованная таблица t' идентична исходной таблице t .

Четное число однобитовых поднесущих должно распределяться попарно, чтобы сформировать 2-размерную группу точек в качестве входа в решетчатый кодер. Группирование по парам должно определяться порядком, в котором однобитовые поднесущие появляются в первоначальной таблице распределения частотных сигналов t .

Таблицу b' создают, сканируя преобразованную таблицу t' и преобразуя входы таблицы b в соответствии со следующими правилами (с параметром $NCONEBIT$, представляющим номер однобитовой поднесущей в таблице распределения битов b):

- Первые входы $NCONEBIT/2$ из b' должны быть 0, где $NCONEBIT$ – это (по определению) число поднесущих, поддерживающих бит 1.
- Следующие входы из b' должны быть 0, соответствующими поднесущим, которые поддерживают биты 0.
- Последующие входы из b' должны быть ненулевыми, соответствующими поднесущим, которые поддерживают 2 или более битов. Входы должны быть определены, используя новую таблицу частотных сигналов t' совместно с исходной таблицей битов b .
- Последние входы $NCONEBIT/2$ из b' соответствуют парам однобитовых групп (т. е. по 2 бита на вход).

Таблица b' совместима с решетчатым кодером по G.992.1.

Таблицы b' и t' следует вычислять из исходных таблиц b и t , как показано ниже, преобразованием битов и обработкой парных частотных сигналов.

```

/* TONE RE-ORDERING PROCESS */
t_index=1; /* tone order index t_index is index of array t */
t'_index=1; /* tone paired index t'_index is index of array t' */
while (t_index<NSC) {
    tone=t[t_index++]; bits=b[tone];
    if (bits==0) { t'[t'_index++]=tone; }
    if (bits==1) { }
    if (bits≥2) { t'[t'_index++]=tone; }
}
while (t'_index<NSC) t'[t'_index++]=1;

/* BIT RE-ORDERING PROCESS */
NCL=0; /* NCONEBIT is the number of tones with 1 bit */
NCL=0; /* NCUSED is the number of used tones (at least 1 bit) */
for (i=1; i<NSC; i++) { if (b[i]>0) NCL++; if (b[i]==1) NCL1++; }
b'_index=1; while (b'_index<(NSC-(NCUSED-NCONEBIT/2))) b'[b'_index]=0;
t'_index=1; while (t'_index<NSC) {
    tone=t'[t'_index++]; bits=b[tone];
    if (bits==0) { }
    if (bits==1) { b'[b'_index++]=2; t'_index++; }
    if (bits≥2) { b'[b'_index++]=bits; }
}

```

На рисунке 8-7 представлен пример для иллюстрации процедуры преобразования частотных сигналов и битов, а также попарной группировки однобитовых поднесущих для последующего решетчатого кодирования.

Таблица порядка частот t (как это определено функцией PMD, NSC=24)

7	14	21	4	11	18	1	8	15	22	5	12	19	2	9	16	23	6	13	20	3	10	17

Таблица порядка битов b (как это определено приемной функцией PMD, 37 битов/символ)

0	1	2	3	2	1	2	1	0	2	0	2	1	1	3	3	3	2	1	0	2	3	2

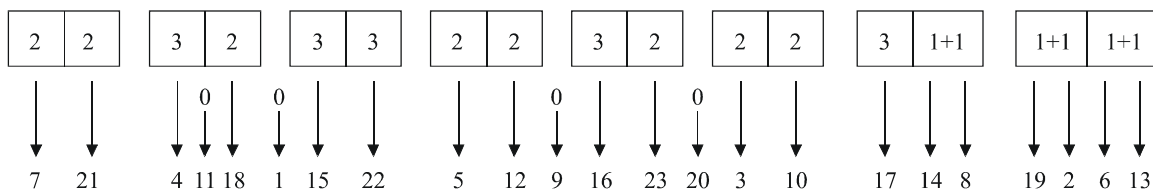
Таблица преобразованного порядка частот t' (однобитовые частоты сдвинуты к концу таблицы)

7	21	4	11	18	1	15	22	5	12	9	16	23	20	3	10	17	14	8	19	2	6	13

Таблица преобразованного порядка b' (частоты с битами 0 сдвинуты к началу таблицы)

0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	1+1	1+1	1+1

Пары решеток (кодирование 25 битов данных в 37 битов решеток) и отображение битов в частоты



G.992.3_F08-7

Рисунок 8-7/G.992.3 – Пример распределения частот и попарной группировки однобитовых несущих

Если при реконфигурации на линии изменяют число или индексы нулевых и одноканальных поднесущих, то таблицы t' и b' следует пересчитать из обновленной таблицы b и исходной таблицы t .

Кодеру группы требуется L битов на символ от уровня PMS-ТС. Если используют решетчатое кодирование, L битов должны кодироваться в число битов L' , соответствующих таблице распределения битов b и преобразованной таблице битов b' , т. е. в число битов, равное $L' = \sum b'_i = \sum b_i$. См. 8.6.2. Значения L и L' связаны следующим образом:

$$L' = \sum b'_i = \sum b_i = L + \left\lceil \frac{NCUSED - \frac{NCONEBIT}{2}}{2} \right\rceil + 4,$$

где обозначение $\lceil x \rceil$ представляет округление до целого в большую сторону. Вышеуказанное соотношение показывает, что, использование метода попарной группировки одноканальных поднесущих, в среднем добавляет один бит заголовка решетки на набор из четырех одноканальных поднесущих, т. е. один бит заголовка решетки на 4-размерную группу. Если решетчатое кодирование не используют, значение L должно соответствовать таблице распределения битов, т. е. $L = \sum b_i$.

Для функции приема PMD должна быть выполнена дополнительная процедура. Однако нет необходимости посылать функции приема PMD преобразованную таблицу битов b' и преобразованную таблицу частотных сигналов t' , поскольку эти таблицы создают однозначным образом из таблиц распределения битов и частотных сигналов, первоначально созданных в функции приема PMD. Поэтому функция приема PMD имеет необходимую информацию, чтобы выполнить разгруппирование и решетчатое декодирование (если оно использовано).

8.6.2 Решетчатый кодер

Чтобы улучшить характеристики системы, следует обеспечить обработку 16-позиционного 4-размерного блока решетчатого кода Уэя (Wei). А чтобы создать группы с максимальным числом битов, равным $BIMAXds$, следует использовать алгоритмический кодер группы.

8.6.2.1 Выделение битов

Биты данных из буфера кадра данных следует выделять в соответствии с таблицей распределения битов b'_i с первым наименее значащим битом. Вследствие 4-размерной природы кода выделение основано в большей степени на парах b'_i , чем на отдельных b'_i , как это имеет место для нерешетчатого кодирования. Далее благодаря расширению групп, связанному с кодированием, таблица распределения битов b'_i предписывает число кодированных битов на одну поднесущую. Это число может быть целым от 2 до 15.

Решетчатое кодирование должно выполняться на парах последовательных значений b' ($x = b'_{2 \times i}$, $y = b'_{2 \times i + 1}$) в порядке от $i = 0$ до $(NSC/2) - 1$. Значение b'_0 является заранее преобразованной величиной по сравнению с преобразованной таблицей битов b' , для того чтобы создать целое число пар. Эта значение следует установить на ноль.

Заданную пару битов (x, y) , $x + y - 1$ (отражающую выделение группы из одного бита на 4 измерения, или половину бита на поднесущую) выделяют из буфера кадра данных. Таким образом, биты $z = x + y - 1$ ($t_z, t_{z-1}, \dots, t_1$) используют для формирования двоичного слова u , как показано в таблице 8-17. Отсылаем к 8.6.2.2 для случая специальной формы кодового слова u с $x = 0, y > 1$.

Таблица 8-17/G.992.3 – Формирование двоичного слова u

Условие	Двоичное слово/комментарий
$x > 1, y > 1$	$u = (t_z, t_{z-1}, \dots, t_1)$
$x = 1, y \geq 1$	Условие не разрешено
$x = 0, y > 1$	$u = (t_z, t_{z-1}, \dots, t_2, 0, t_1, 0)$
$x = 0, y = 0$	Нет необходимости выделения бита, не отправлено никакого битового сообщения
$x = 0, y = 1$	Условие не разрешено
ПРИМЕЧАНИЕ. – t_1 – первый бит, выделенный из буфера кадра данных.	

Следует выбрать последние два 4-размерных символа в наборе символов DMT, чтобы перевести в нулевое положение кодер свертки. Для каждого из этих символов два бита МЗБ из u являются заданными заранее, и только биты $(x + y - 3)$ должны быть выделены из буфера кадра данных и размещены в $t_3, t_4, \dots, t_z$.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Вышеприведенные требования применимы к минимальному размеру таблицы b'_i из 4 ненулевых входов. Минимальное число ненулевых входов в соответствующей таблице b_i может быть и выше.

8.6.2.2 Преобразования битов

Двоичное слово $u = (u_{z'}, u_{z'-1}, \dots, u_1)$, извлеченное первым битом МЗБ из буфера кадра данных, определяет два двоичных слова: $v = (v_{z'-y}, \dots, v_0)$ и $w = (w_{y-1}, \dots, w_0)$, которые введены первым битом МЗБ в буфер кодированных битов и используются для отыскания точек групп в кодере групп (см. рисунок 8-8).

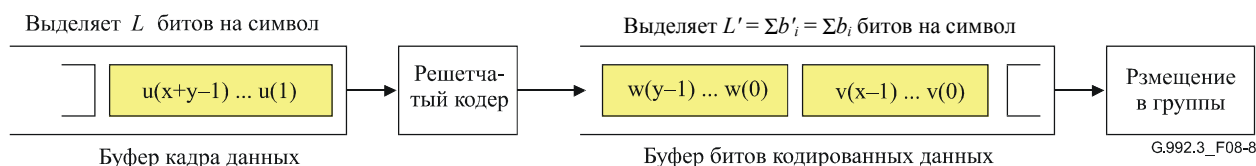


Рисунок 8-8/G.992.3 – Взаимосвязь решетчатого кодера и размещения групп

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для удобства описания кодер групп идентифицирует эти биты x и y с меткой, которая в бинарной форме представлена как $(v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0)$. Те же правила кодирования групп применимы к вектору v ($c \ b = x$) и w ($c \ b = y$), создаваемому решетчатым кодером.

Для обычного случая с $x > 1$ и $y > 1$, $z' = z = x + y - 1$, а v и w содержат, соответственно, биты x и y . Для специального случая с $x = 0$ и $y > 1$, $z' = z + 2 = y + 1$, $v = (v_1, v_0) = 0$, а $w = (w_{y-1}, \dots, w_0)$. Биты (u_3, u_2, u_1) определяют (v_1, v_0) и (w_1, w_0) в соответствии с рисунком 8-9.

Показанный на рисунке 8-9 кодер свертки является систематическим кодером (т. е. u_1 и u_2 проходят через него без изменений), как показано на рисунке 8-10. Режим кодера свертки (S_3, S_2, S_1, S_0) используют для разметки положений решетки, показанной на рисунке 8-12. В начале периода символов DMT режим кодера свертки инициализируют как $(0, 0, 0, 0)$.

Оставшиеся биты v и w получают из менее значимых и более значимых частей $(u_{z'}, u_{z'-1}, \dots, u_4)$ соответственно. Если $x > 1$ и $y > 1$, $v = (u_{z'-y+2}, u_{z'-y+1}, \dots, u_4, v_1, v_0)$ и $w = (u_{z'}, u_{z'-1}, \dots, u_{z'-y+3}, w_1, w_0)$. Если $x = 0$, алгоритмы выделения и преобразования битов должны быть правильно спроектированы таким образом, чтобы $v_1 = v_0 = 0$. Двоичное слово v является входом в первый кодер групп, а далее следует двоичное слово w .

Чтобы установить конечное состояние нулевым $(0, 0, 0, 0)$, два бита LSB, u_1 и u_2 , из двухконечных 4-размерных символов DMT ограничивают как $u_1 = S_1 \oplus S_3$, и $u_2 = S_2$.

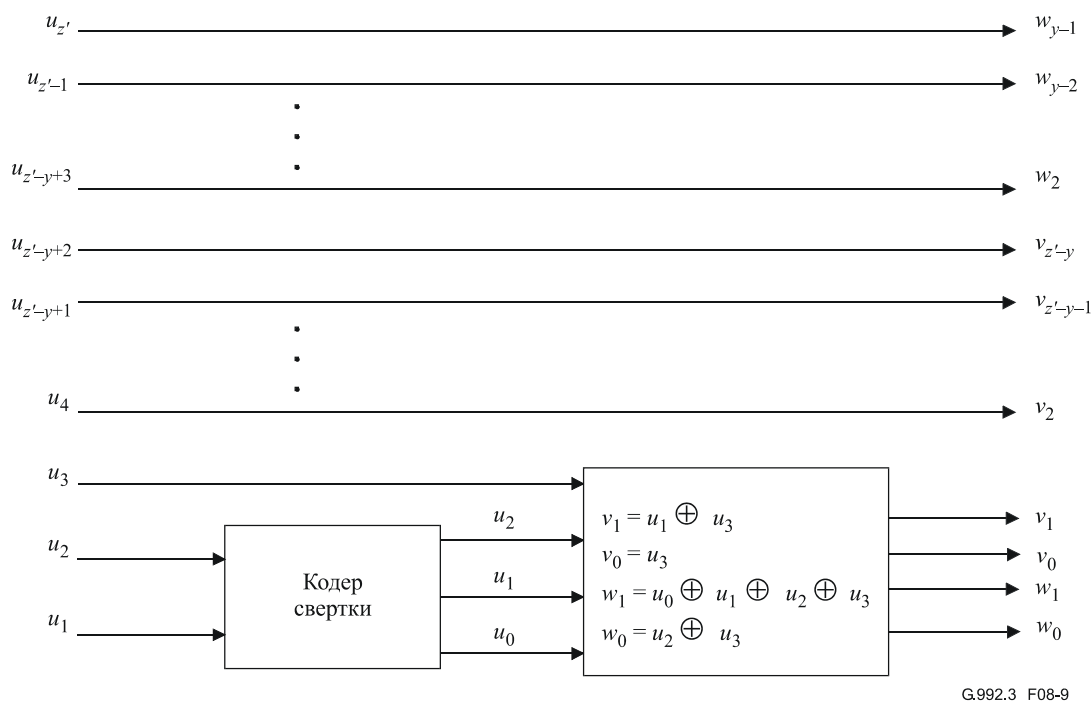
8.6.2.3 Сомножество диаграмм решеток и распределений

В системе модуляции решетчатого кодирования расширенные группы обозначают и распределяют в подмножества ("сомножества") с использованием метода, который называют размещением с помощью расстановки-распределения. Каждое из 4-размерных сомножеств в коде Уэя может быть записано как объединение двух Декартовых произведений 2-размерных сомножеств.

Например, $C_4^0 = (C_2^0 \times C_2^0) \cup (C_2^3 \times C_2^3)$. Четыре составляющих 2-размерных сомножеств, обозначенных как $C_2^0, C_2^1, C_2^2, C_2^3$, показаны на рисунке 8-11.

Алгоритм кодирования обеспечивает возможность двум наименее значащим битам точки группы включить индекс i 2-размерного сомножества C_2^i , в котором расположены точки группы. Биты (v_1, v_0) и (w_1, w_0) являются на самом деле двоичными представлениями этих индексов.

Три бита (u_2, u_1, u_0) используют для выбора одного из шести возможных 4-размерных сомножеств. Восемь сомножеств обозначены как C_4^i , где i – целое в двоичном представлении (u_2, u_1, u_0) . Дополнительный бит u_3 (см. рисунок 8-9) определяет, какое из двух Декартовых произведений 2-размерных сомножеств в 4-размерных сомножествах было выбрано. Взаимосвязь показана в таблице 8-18. Биты (v_1, v_0) и (w_1, w_0) вычисляют из (u_3, u_2, u_1, u_0) , пользуясь линейными равенствами, приведенными на рисунке 8-9.



G.992.3_F08-9

Рисунок 8-9/G.992.3 – Преобразование u в v и w

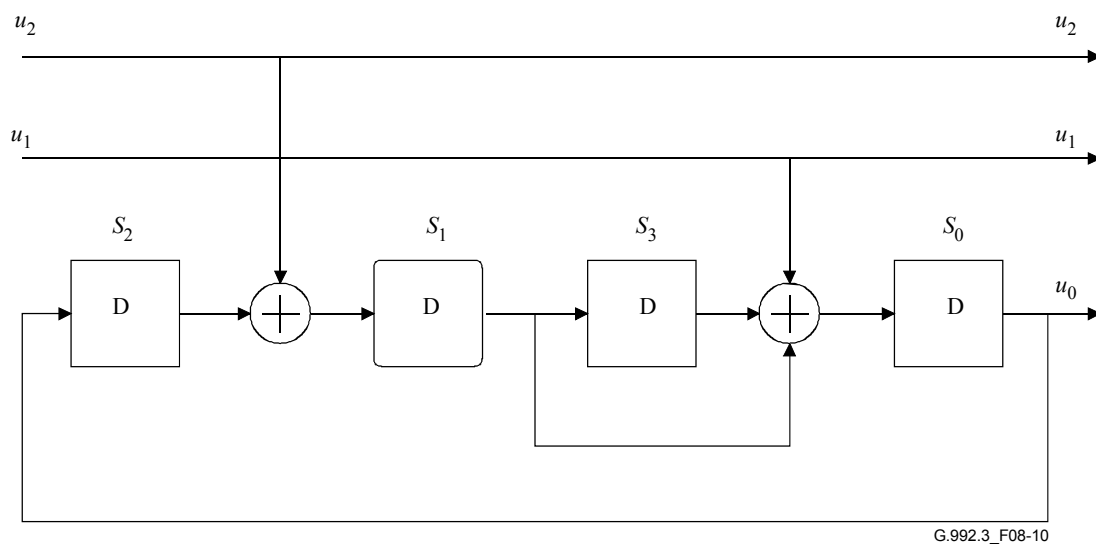


Рисунок 8-10/G.992.3 – Конечное состояние устройства кодера Уэя (Wei)

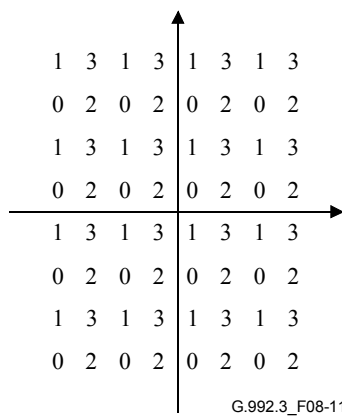


Рисунок 8-11/G.992.3 – Кодер свертки

Таблица 8-18/G.992.3 – Соотношения между 4-размерными и 2-размерными сомножествами

Сомножество 4-D	u_3	u_2	u_1	u_0	v_1	v_0	w_1	w_0	Сомножество 2-D
C_4^0	0	0	0	0	0	0	0	0	$C_2^0 \times C_2^0$
	1	0	0	0	1	1	1	1	$C_2^3 \times C_2^3$
C_4^4	0	1	0	0	0	0	1	1	$C_2^0 \times C_2^3$
	1	1	0	0	1	1	0	0	$C_2^3 \times C_2^0$
C_4^2	0	0	1	0	1	0	1	0	$C_2^2 \times C_2^2$
	1	0	1	0	0	1	0	1	$C_2^1 \times C_2^1$
C_4^6	0	1	1	0	1	0	0	1	$C_2^2 \times C_2^1$
	1	1	1	0	0	1	1	0	$C_2^1 \times C_2^2$
C_4^1	0	0	0	1	0	0	1	0	$C_2^0 \times C_2^2$
	1	0	0	1	1	1	0	1	$C_2^3 \times C_2^1$
C_4^5	0	1	0	1	0	0	0	1	$C_2^0 \times C_2^1$
	1	1	0	1	1	1	1	0	$C_2^3 \times C_2^2$
C_4^3	0	0	1	1	1	0	0	0	$C_2^2 \times C_2^0$
	1	0	1	1	0	1	1	1	$C_2^1 \times C_2^3$
C_4^7	0	1	1	1	1	0	1	1	$C_2^2 \times C_2^3$
	1	1	1	1	0	1	0	0	$C_2^1 \times C_2^0$

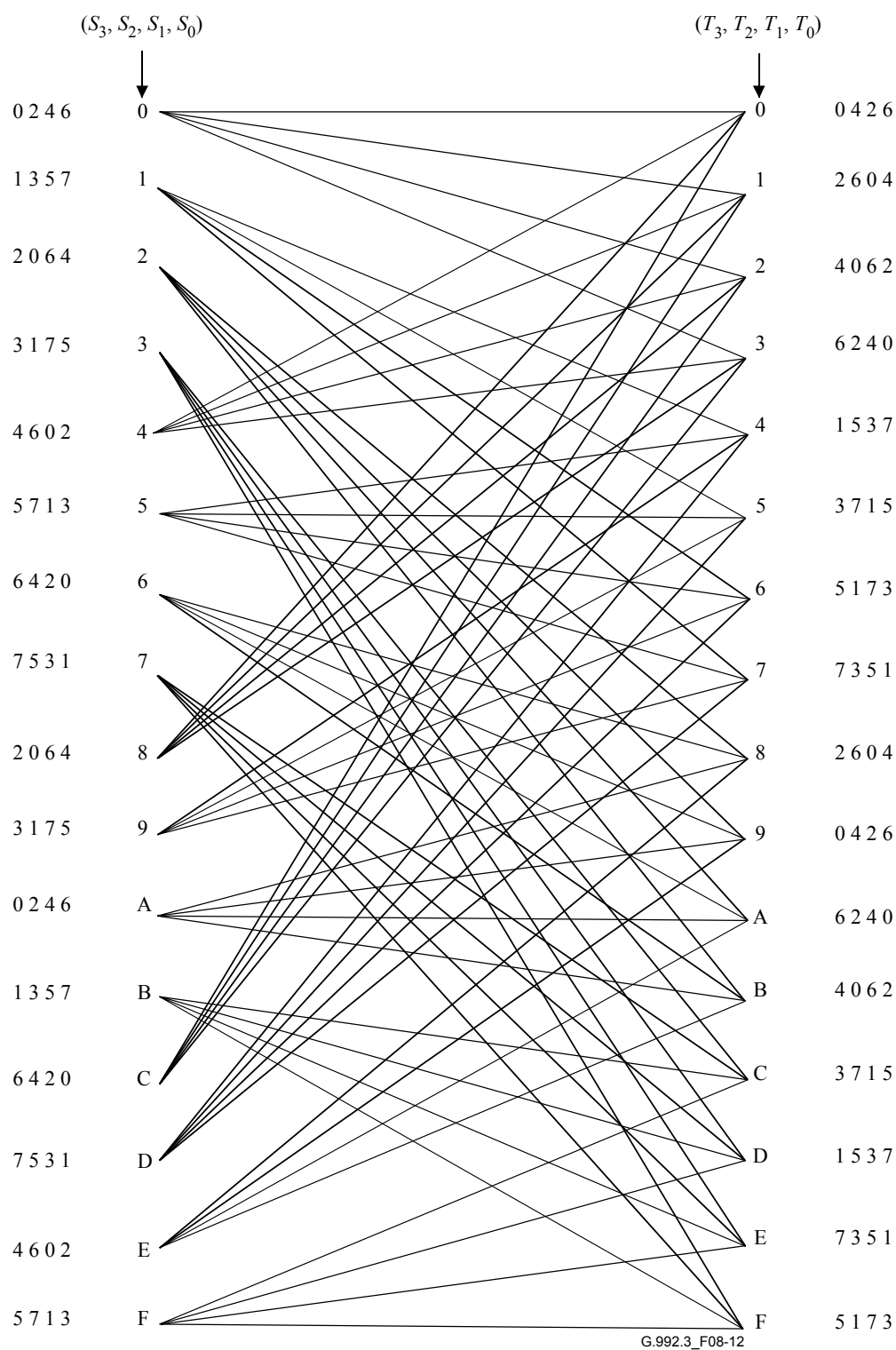


Рисунок 8-12/G.992.3 – Решетчатая диаграмма

На рисунке 8-12 показана решетчатая диаграмма, основанная на конечном состоянии устройства на рисунке 8-10, и диаграмма один к одному соответствующая соотношениям между (u_2, u_1, u_0) и 4-размерными множествами. На рисунке 8-12 $S = (S_3, S_2, S_1, S_0)$ соответствует текущему состоянию, а $T = (T_3, T_2, T_1, T_0)$ соответствует следующему состоянию устройства конечного состояния. Параметр S связан с T в диаграмме группы с помощью ветви, определенной величинами u_2 и u_1 . Ветвь отмечена 4-размерным множеством, обозначенным значениями u_2, u_1 (а $u_0 = S_0$, см. рисунок 8-11). Чтобы сделать диаграмму группы более понятной, индексы меток 4-размерных множеств перечислены в следующих начальных и конечных точках ветвей более подробно, чем на самих ветвях. Крайняя левая метка для каждого состояния соответствует самой верхней ветви. Диаграмму группы используют в случае кодирования решетчатым кодом по алгоритму Витерби (Viterbi).

8.6.3 Распределитель групп

Алгоритмический кодер группы должен использоваться для создания групп с максимальным числом битов, равным $BIMAX$, где $8 \leq BIMAX \leq 15$. Буфер битов данных содержит $\sum b_i$ битов, которые могут быть (или не быть) кодированы решетчатым кодом. Биты данных из буфера бита данных и из кодера псевдослучайной бинарной последовательности (ПСП) должны быть выделены в соответствии с распределением групп по таблице распределения частотных сигналов t_i' и таблице распределения битов b_i с первым наименее значащим битом (см. 8.6.1). Число битов на одну поднесущую b_i может быть не отрицательной целой величиной, не превышающей $BIMAX$.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Кодер групп описан таким образом, что этот текст применим независимо от вида кодирования (решетчатое или не решетчатое), а также независимо от того, в каком режиме управления мощностью находится звено связи: $L0$ или $L2$.

Для заданной поднесущей i в наборе MEDLEYset при $b_i > 0$, $b = b_i$ биты из буфера битов данных должны выделяться и формировать двоичное слово $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$. Первым должен быть выделен бит v_0 , бит МЗБ. Кодер должен выбирать точки с нечетными целыми координатами (X, Y) из квадрата – сетки группы, основанного на битах b из набора $\{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$. Например, для $b = 2$ четыре точки группы, обозначенные как 0, 1, 2, 3, соответствуют $(v_1, v_0) = (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1)$.

Показанные на диаграммах нечетные целые значения X и Y расположены на сетке в точках $\pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots$. Эти значения требуют соответствующего масштабирования таким образом, чтобы на выходе распределителя группы все группы, независимо от размера, имели такую же среднеквадратичную энергию, что и поднесущая, которую передают с контрольным уровнем передачи СПМ ($REFPSD$).

Для заданной поднесущей i в наборе MEDLEYset с $(b_i = 0)$ никакие биты не должны выделяться из буфера битов данных. Вместо этого кодер должен выделить биты $b = 2$ из генератора ПСП, и эти биты формируют двоичное слово $\{v_1, v_0\}$. Первым должен быть выделен бит v_0 , бит МЗБ. Кодер должен выбирать точки с нечетными целыми координатами (X, Y) , как это было определено для случая $b = 2$. Если во время масштабирования возникнет коэффициент передачи $g_i = 0$, этот выбор кодера будет отвергнут (см. 8.6.4).

Если в устройстве ATU-R в сообщении инициализации R-MSG-PCB бит $FMT\_C-PILOT$ установлен на 1 (см. 8.13.3.2.10), то контрольную частоту поднесущей не следует модулировать битами данных (т. е. $b_{C-PILOT} = 0$). Кодер должен выделить биты $b = 2$ из генератора ПСП для контрольной частоты поднесущей, и эти биты должны быть переписаны модулятором 4-КАМ (см. 8.8.1.2) с постоянной точкой группы $\{0,0\}$ (т. е. два бита будут проигнорированы).

Для заданной поднесущей i в наборе MEDLEYset с $(b_i = 0)$ никакие биты не должны выделяться из буфера битов данных и никакие биты не должны выделяться из генератора ПСП. Вместо этого распределитель групп может выбрать произвольно точку (X, Y) (которая может меняться от символа к символу и которая не обязательно совпадает с точкой группы).

Биты, модулированные поднесущей из набора MEDLEYset с $b_i = 0$, должны быть взяты из псевдослучайной бинарной последовательности (ПСП), определенной как:

$$d_n = 1 \text{ для } n = 1 \text{ до } 23 \text{ и} \\ d_n = d_{n-18} \oplus d_{n-23} \text{ для } n > 23.$$

Последовательность ПСП должна быть перезагружена при запуске рабочего режима и при запусках режима управления мощностью L0 после каждого выхода из режима L2 в L0. После перезагрузки ПСП первым должен быть выделен бит d_1 , а далее d_2, d_3 , и т. д. Для каждого символа данных биты $2 \times (NCMEDLEY - NCUSED)$ должны выделяться из генератора ПСП с номером поднесущей $NCMEDLEY$ из набора MEDLEYset и номером несущей $NCUSED$ с $b_i > 0$. Число битов на символ, выделенных из ПСП, может отличаться для режимов управления мощностью L0 и L2. Никакие биты не должны выделяться из генератора ПСП при символах синхронизации или символах выхода из режима L2.

8.6.3.1 Четные значения b

Для четных значений b из точек группы (X, Y) должны быть определены целые значения X и Y с помощью битов $b \{v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_1, v_0\}$, как будет показано далее. Значения X и Y являются нечетными целыми с двумя дополнительными двоичными представлениями: $(v_{b-1}, v_{b-3}, \dots, v_1, 1)$ и $(v_{b-2}, v_{b-4}, \dots, v_0, 1)$ соответственно. Старшие значащие биты (СЗБ), v_{b-1} и v_{b-2} , – знаковые биты для X и Y соответственно.

На рисунке 8-13 показан пример группы для $b = 2$ и $b = 4$.

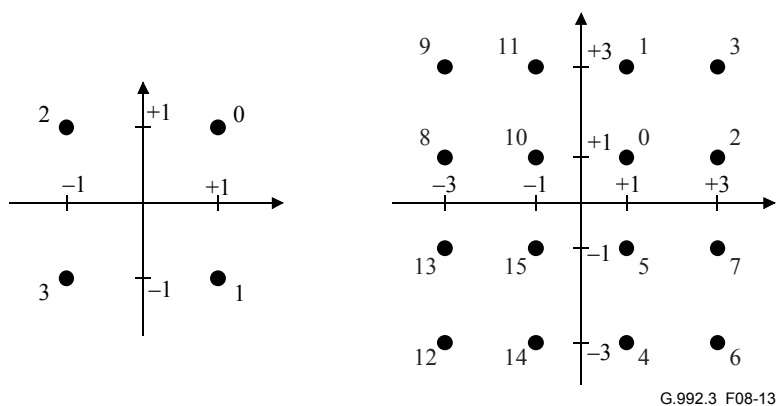


Рисунок 8-13/G.992.3 – Разметка группы для $b = 2$ и $b = 4$

4-битовую группу можно получить из 2-битовой заменой каждой метки n блоком меток 2×2 , как показано на рисунке 8-14.

$4n + 1$	$4n + 3$
$4n$	$4n + 2$

Рисунок 8-14/G.992.3 – Расширение n точек в следующую большую квадратную группу

Такую же процедуру можно использовать для рекурсивного построения больших групп с четным числом битов.

Группы, полученные для четных значений b , имеют форму квадрата. Наименее значащие биты $\{v_1, v_0\}$ представляют сомножество, отмеченное составными 2-размерными сомножествами, которые используют в 4-размерном решетчатом коде Уэя.

8.6.3.2 Нечетные значения b , $b = 1$

На рисунке 8-15 показана группа для случая $b = 1$.

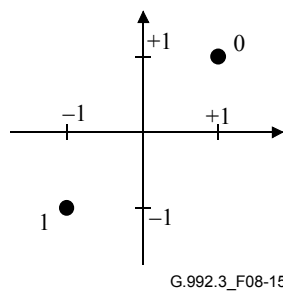


Рисунок 8-15/G.992.3 – Группа меток для $b = 1$

Если использовано решетчатое кодирование, приемник может объединять пары однобитовых групп, как показано на рисунке 8-16, чтобы создать 2-битовую группу, создаваемую решетчатым кодером.

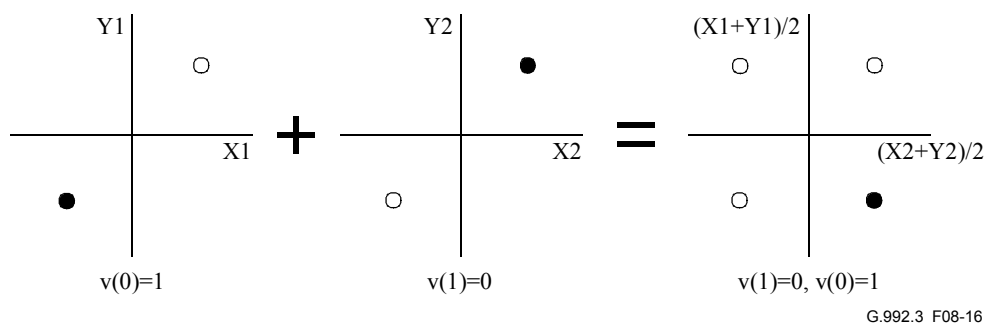


Рисунок 8-16/G.992.3 – Объединение пар однобитовых групп для создания 2-битовых групп

8.6.3.3 Нечетные значения b , $b = 3$

На рисунке 8-17 показана группа для случая $b = 3$.

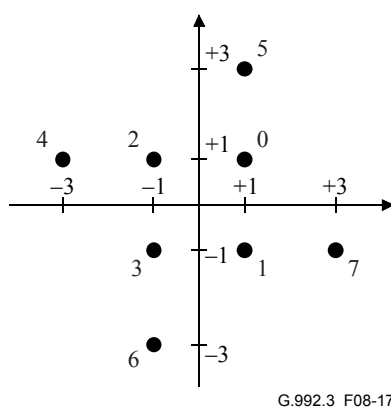


Рисунок 8-17/G.992.3 – Разметка группы для $b = 3$

8.6.3.4 Нечетные значения b , $b > 3$

Если b – нечетное и больше 3, то 2 бита СЗБ из X и 2 бита СЗБ из Y определяются 5-ю битами СЗБ из битов b . Положим, $c = (b + 1)/2$, тогда X и Y имеют два дополнительных двоичных представления: $(X_c, X_{c-1}, v_{b-4}, v_{b-6}, \dots, v_3, v_1, 1)$ и $(Y_c, Y_{c-1}, v_{b-5}, v_{b-7}, v_{b-9}, \dots, v_2, v_0, 1)$, где X_c и Y_c – знаковые биты, соответственно, X и Y . Взаимосвязь между $X_c, X_{c-1}, Y_c, Y_{c-1}$ и $v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_{b-5}$ показана в таблице 8-19.

Таблица 8-19/G.992.3 – Определение двух верхних битов X и Y

$v_{b-1}, v_{b-2}, \dots, v_{b-5}$	X_c, X_{c-1}	Y_c, Y_{c-1}
0 0 0 0 0	0 0	0 0
0 0 0 0 1	0 0	0 0
0 0 0 1 0	0 0	0 0
0 0 0 1 1	0 0	0 0
0 0 1 0 0	0 0	1 1
0 0 1 0 1	0 0	1 1
0 0 1 1 0	0 0	1 1
0 0 1 1 1	0 0	1 1
0 1 0 0 0	1 1	0 0
0 1 0 0 1	1 1	0 0
0 1 0 1 0	1 1	0 0
0 1 0 1 1	1 1	0 0
0 1 1 0 0	1 1	1 1
0 1 1 0 1	1 1	1 1
0 1 1 1 0	1 1	1 1
0 1 1 1 1	1 1	1 1
1 0 0 0 0	0 1	0 0
1 0 0 0 1	0 1	0 0
1 0 0 1 0	1 0	0 0
1 0 0 1 1	1 0	0 0
1 0 1 0 0	0 0	0 1
1 0 1 0 1	0 0	1 0
1 0 1 1 0	0 0	0 1
1 0 1 1 1	0 0	1 0
1 1 0 0 0	1 1	0 1
1 1 0 0 1	1 1	1 0
1 1 0 1 0	1 1	0 1
1 1 0 1 1	1 1	1 0
1 1 1 0 0	0 1	1 1
1 1 1 0 1	0 1	1 1
1 1 1 1 0	1 0	1 1
1 1 1 1 1	1 0	1 1

На рисунке 8-18 показана группа для случая $b = 5$.

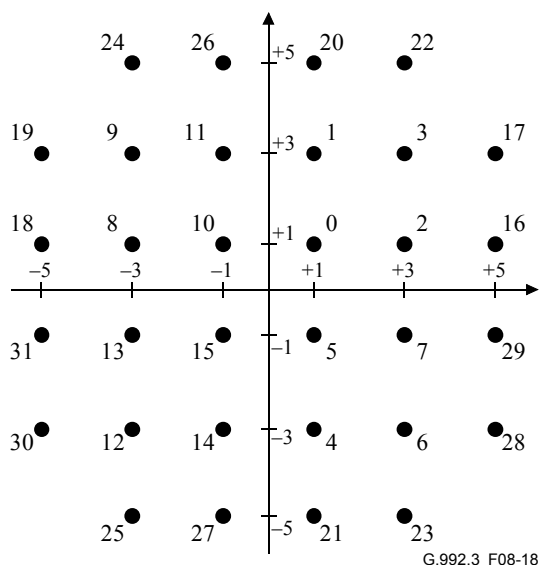


Рисунок 8-18/G.992.3 – Разметка группы для $b = 5$

7-битовую группу можно получить из 5-битовой заменой каждой метки n блоком меток 2×2 , как показано на рисунке 8-14.

И снова аналогичную процедуру можно использовать для рекурсивного построения больших групп с нечетными битами. Отметим также, что наименее значащие биты $\{v_1, v_0\}$ представляют сомножество, отмеченное составными 2-размерными сомножествами, которые используют в 4-размерном решетчатом коде Уэя.

8.6.4 Масштабирование коэффициента передачи

Для поднесущих в наборе MEDLEYset каждую точку группы (X_i, Y_i) на выходе распределителя групп масштабируют точной настройкой коэффициента передачи g_i и формы спектра tss_i , результатом чего является ряд комплексных чисел Z_i , определенных как:

$$Z_i = g_i \times tss_i \times (X_i + jY_i)$$

Для поднесущих в наборе MEDLEYset функцию передачи PMD следует использовать для формирования спектра, как указано в G.994.1 для функции передачи PMD в сообщении CL/CLR (т. е. значения tss_i), и масштабирования коэффициента передачи, как указано для функции приема PMD в таблице соотношения биты – коэффициенты передачи (т. е. значения b_i и g_i). Эти процедуры выполняют во время инициализации и возможно обновление в рабочем режиме с помощью процедуры реконфигурации на линии. Уровень передачи по мощности для каждой поднесущей должен быть равен величине, которая задана значениями g_i и tss_i относительно уровня $REFPSD$ (например, при $g_i = 1$ уровень передачи равен $REFPSD$, а при $g_i = 0$ уровень передачи соответствует нулевой мощности). В нисходящем направлении значения tss_i должны находиться в диапазоне от 0 до 1. В восходящем направлении значения tss_i должны быть равны 1 (см. 8.13.2.4).

Значения tss_i оставлены на усмотрение производителя. Если для передатчика все значения tss_i выбрать 1 для всех поднесущих набора MEDLEYset (т. е. не подбирать форму спектра для этих поднесущих), то определение комплексных чисел Z_i по умолчанию будет:

$$Z_i = g_i \times (X_i + jY_i)$$

Для поднесущих, не принадлежащих к набору MEDLEYset, произвольное масштабирование коэффициента передачи (которое может меняться от символа к символу) допустимо при условии, что уровень передачи СПМ не превысит максимального допустимого уровня передачи для поднесущей. Максимальный уровень передачи СПМ определен в 8.10.

Значения b_i и g_i в таблице биты-коэффициенты передачи (которые запрашивает функция приема PMD во время инициализации или, возможно, обновляет во время реконфигурации на линии) должны удовлетворять следующим требованиям:

- Все значения b_i должны находиться в диапазоне [от 0 до $MAXBI$] (в битах), где значение $MAXBI$ определено в 8.5.
- Если используют решетчатое кодирование, число однобитовых поднесущих должно быть четным.
- Если значение $FMT\_C-PILOT = 0$, то $b_{C-PILOT} > 0$; если $FMT\_C-PILOT = 1$, то $b_{C-PILOT} = 0$ (см. 8.8.1.2).
- Значение $RMSGI$ не должно превосходить значения $EXTGI$, где $RMSGI$ и $EXTGI$ определены в 8.5.
- Если $b_i > 0$, то g_i должно быть в диапазоне [от $-14,5$ до $+2,5 + EXTGI$] (дБ).
- Если $b_i > 0$, то g_i должно быть в диапазоне [от $RMSGI - 2,5$ до $RMSGI + 2,5$] (дБ).
- Если $b_i = 0$, то g_i должно быть равно 0 (в линейном масштабе) или [от $-14,5$ до $RMSGI$] (дБ).
- Номинальная суммарная мощность передачи ($NOMATP$, см. 8.5) не должна превышать максимальную номинальную суммарную мощность передачи ($MAXNOMATP$, см. 8.5).
- Масштабирование коэффициента передачи следует выполнять так, чтобы не исчерпать запас относительно минимизированного запаса по шуму ($MAXSNRM$).

Требования к значениям b_i и g_i в таблицах биты-коэффициенты передачи показаны на рисунке 8-19.

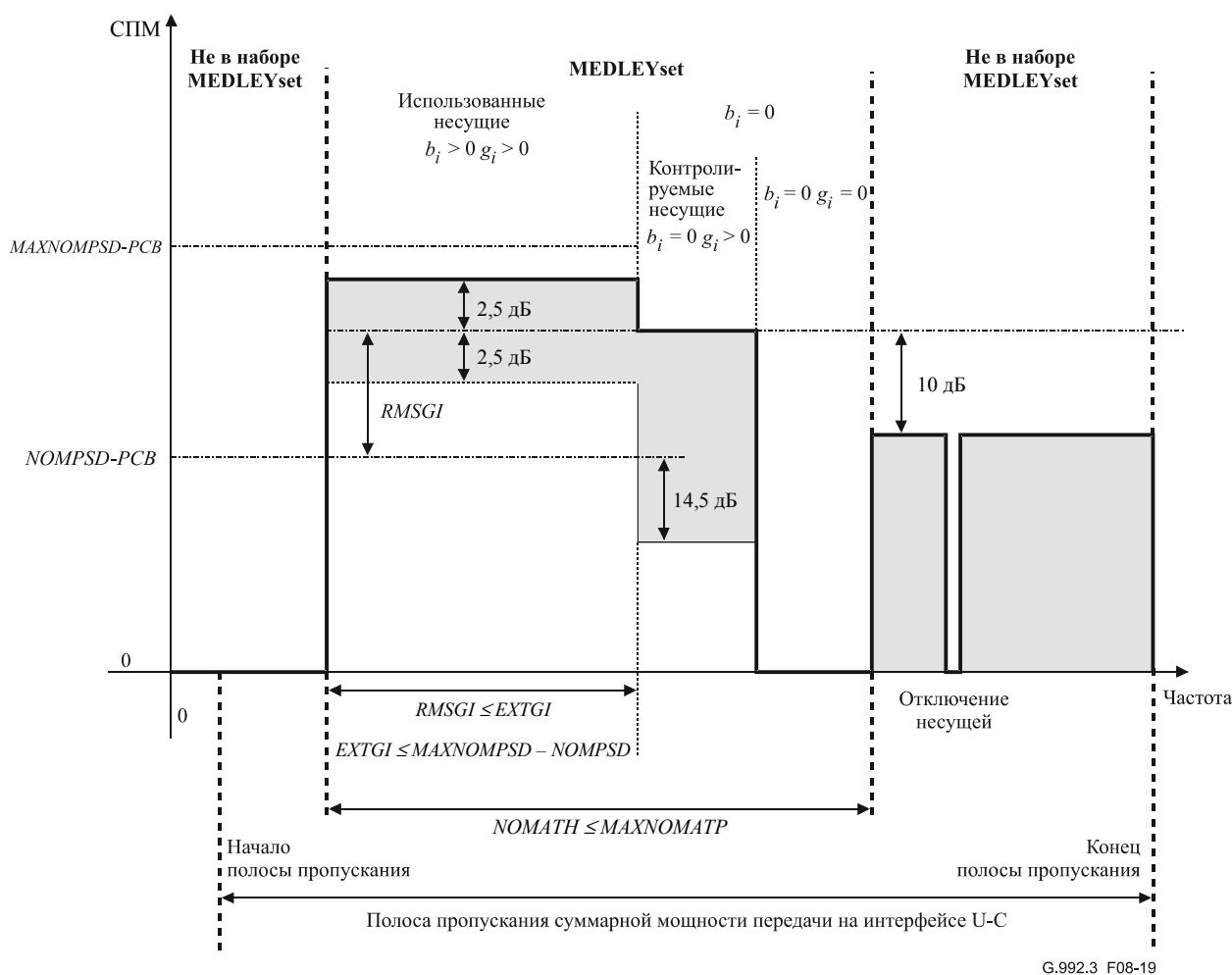


Рисунок 8-19/G.992.3 – Иллюстрация требований к значениям b_i и g_i в таблицах биты-коэффициенты передачи

Функция приема PMD не должна использовать излишнее число контролируемых поднесущих (т. е. поднесущих из набора MEDLEYset с $b_i = 0$ и $g_i > 0$), чтобы облегчить преобразование спектра.

Эти требования к таблице битов и коэффициентов передачи применимы к режиму L0 и при входе в режим L2. В ответном сообщении на вход в режим L2 указаны таблицы коэффициентов передачи, которые должны быть использованы в режиме L2 (см. 9.4.1.7). Однако при входе в режим L2 излишек запаса не может быть минимизирован. Для его минимизации в режиме L2 можно использовать настройку мощности. Сообщения о входе в режим L2 и настройке мощности указывают на значение PCB, которое можно использовать в режиме L2 (см. 9.4.1.7). Под настройкой мощности понимают "плоское" изменение мощности передачи ($PCBs$) в нисходящем направлении в результате изменения контрольного уровня передачи СПМ ($REFPSDs$). При настройке мощности в режиме L2 изменяется значение $PCBs$, но не изменяется величина g_i , которая была установлена во время входа в режим L2.

Величину g_i в дБ можно определить как $20 \log g_i$ (g_i в линейном масштабе). Величина g_i в $-14,5$ дБ соответствует $g_i = 0,1888$ в линейном масштабе. Величина g_i в $+2,5$ дБ соответствует $g_i = 1,333$ в линейном масштабе. Такие же соотношения можно использовать для значений tss_i в дБ и в линейном масштабе.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Величина g_i определяет масштаб, основанный на среднеквадратичном уровне мощности относительно уровня $REFPSD$ (см. 8.13.5). Эта величина не зависит от методов измерения, и производители могут использовать упрощенный метод (например, формирования группы).

8.7 Кодер группы для символов синхронизации и выхода из режима L2

Кодер группы для символов синхронизации и выхода из режима L2 показан на рисунке 8-5 как часть функции передачи PMD. Символ синхронизации или выхода из режима L2 может быть либо SS-REVERB, либо SS-SEGUE.

В разделах 8.7.1 и 8.7.2 будут определены, соответственно, распределитель группы и масштабирование g_i для символа SS-REVERB. Символ SS-SEGUE должен быть определен как поднесущая со сдвигом по фазе на 180° символа SS-REVERB (т. е. символ SS-SEGUE модулирует по битам инвертированные данные изображения REVERB ПСПДС).

Для синхронизации состояний функция передачи транспортирует следующие типы примитивов PMD.Synchflag.request (полученные от функции передачи PMS-TC):

- реконфигурации на линии во время режима L0 (см. 8.7.3);
- перехода из режима управления мощностью L0 в L2 (см. 8.7.4);
- перехода из режима управления мощностью L2 в L0 (см. 8.7.6);
- настройки мощности в режиме L2 (см. 8.7.5).

8.7.1 Распределитель групп

Для поднесущих в наборе MEDLEYset образец данных REVERB PRBS должен быть размещен в символах SS-REVERB таким же образом, как образец данных размещают в символах REVERB в режиме REVERB1 (см. 8.13.4.1.1). Два бита размещают на каждую поднесущую с модуляцией 4-КАМ для генерации точек группы для каждой из поднесущих, т. е. X_i и Y_i для индексов от $i = 1$ до $NSC - 1$.

Показанные на диаграммах группы значения X и Y для точек группы с модуляцией 4-КАМ расположены на сетке с шагом в ± 1 . Для этих значений требуется соответствующее масштабирование, с тем чтобы на выходе распределителя групп все группы представляли ту же среднеквадратичную энергию, что и поднесущие с контрольным уровнем передачи СПМ ($REFPSD$).

Для поднесущих не из набора MEDLEYset распределитель групп может выбрать произвольную точку (X, Y), которая может меняться от символа к символу и не обязательно совпадать с точкой группы.

8.7.2 Масштабирование коэффициента передачи

В режиме L0 масштабирование коэффициента передачи должно быть использовано для символов синхронизации таким же образом, как для символов данных в этом режиме (см. 8.6.4).

В режиме L2 масштабирование коэффициента передачи должно быть использовано для символов синхронизации таким же образом, как для символов данных в этом режиме (см. 8.6.4).

В режиме L2 масштабирование коэффициента передачи должно использоваться для символов выхода из режима L2, как указано в сообщении входа в L2 или в ответном сообщении настройки входа L2 90, которое относится к последнему переданному примитиву PMD.Synchflag (см. 9.4.1.7). Ответное сообщение настройки входа L2 указывает, какую из двух таблиц масштабирования коэффициента передачи, для L0 или L2, следует использовать вместе с символами выхода из режима L2. В сообщениях входа в L2 и в ответном сообщении настройки входа L2 указано значение *PCBds*, которое следует использовать вместе с символами выхода из режима L2 (см. 9.4.1.7).

8.7.3 Реконфигурация на линии в режиме L0

Функция передачи PMD вводит символ синхронизации в каждые 68 символов данных, как указано в 8.4. Символы синхронизации должны быть переданы по показанию счетчика символов 68 и:

- разрешать функции приема PMD восстанавливать границы кадра PMS-TC после кратковременных прерываний, которые в противном случае потребуют повторной инициализации;
- создать маркер времени для реконфигурации в течение режима L0.

Каждый раз, когда функция передачи PMD получает от уровня передачи PMS-TC примитив PMD.Synchflag.request (связанный с реконфигурацией на линии в режиме L0), фаза следующего введенного символа синхронизации должна быть инвертирована и должна оставаться инвертированной до прихода следующего примитива PMD.Synchflag.request. При запуске рабочего режима первым переданным символом синхронизации должен быть символ SS-REVERB.

8.7.4 Переход из режима управления мощностью L0 в L2

Каждый раз, когда функция передачи PMD получает от уровня передачи PMS-TC примитив PMD.Synchflag.request (связанный с переходом из режима L0 в L2), фаза следующего введенного символа синхронизации должна быть инвертирована и должна оставаться инвертированной до прихода следующего примитива PMD.Synchflag.request.

Перед переходом из режима L0 в L2 устройство ATU должно сохранить параметры управления в нисходящем направлении, которые следует восстановить при переходе из режима L2 в L0.

Функция приема PMD может различать примитивы PMD.Synchflag, которые относятся к переходу из режима L0 в L2, от тех, которые относятся к реконфигурации на линии, а также связанных с настройкой мощности в режиме L2, основанной на предыдущем обмене информацией между объектами управления.

8.7.5 Настройка мощности в режиме L2

Каждый раз, когда функция передачи PMD получает от уровня передачи PMS-TC примитив PMD.Synchflag.request (связанный с настройкой мощности в режиме L2), фаза следующего введенного символа синхронизации должна быть инвертирована и должна оставаться инвертированной до прихода следующего примитива PMD.Synchflag.request.

Функция приема PMD может различать примитивы PMD.Synchflag, которые относятся к настройке мощности в режиме L2, от тех, которые относятся к реконфигурации на линии в режиме L0, а также связанных с переходом из режима L0 в L2, основанном на предыдущем обмене информацией между объектами управления.

8.7.6 Переход из режима управления мощностью L2 в L0

Каждый раз, когда функция передачи PMD получает от уровня передачи PMS-TC примитив `PMD.Synchflag.request` (связанный с переходом из режима L2 в L0), следующие два символа, переданные с символом счетчика в диапазоне от 0 до 67, должны быть модулированы как два символа выхода из режима L2. Первым символом выхода из L2 должен быть SS-REVERB, а вторым – символ SS-SEGUE.

Символ SS-REVERB может быть передан при любом показании счетчика от 0 до 67. Примитив `PMD.Synchflag.request` может располагаться рядом с символом синхронизации в следующих случаях:

- Если символ SS-REVERB передан на счете 66, то символ SS-SEGUE должен быть передан на счете 67. Символ синхронизации, следующий за символом SS-SEGUE, должен быть передан с масштабом коэффициента передачи и снижением уровня мощности, соответствующим режиму L0.
- Если символ SS-REVERB передан на счете 67, то символ SS-SEGUE должен быть передан на счете 0. Символ синхронизации между символами SS-REVERB и SS-SEGUE должен быть передан с масштабом коэффициента передачи и снижением уровня мощности, соответствующим режиму L2.
- Если символ SS-REVERB передан на счете 0, то символ SS-SEGUE должен быть передан на счете 1. Символ синхронизации, предшествующий символу SS-REVERB, должен быть передан с масштабом коэффициента передачи и снижением уровня мощности, соответствующим режиму L2.

Символ SS-REVERB может быть первым, переданным в режиме L2. В этом случае число символов данных, переданных в режиме L2, будет равно 0.

Последний символ данных и первый символ данных после двух символов выхода из режима L2 должны содержать кадры данных, которые последовательны во времени в порядке, полученном от уровня PMS-TC, т. е. никакие ошибки данных не должны поступать в уровень PMS-TC при передаче в уровень PMD символов выхода из режима L2.

8.8 Модуляция

Модулятор должен модулировать кадр данных с выхода кодера группы или кадр синхронизации (содержащий $NSC - 1$ комплексных величин Z_i , от $i = 1$ до $NSC - 1$) в символ DMT. Кадр данных может быть взят от кодера группы символов данных (68 на сверхцикл), как указано в 8.6. Кадр синхронизации может быть взят от кодера группы символов синхронизации (1 на сверхцикл), как указано в 8.7. Кадр для сигналов (быстрой) инициализации и диагностики определен в 8.13, 8.14 и 8.15.

8.8.1 Поднесущие

Символ DMT состоит из ряда поднесущих с индексами от $i = 0$ до NSC . Разнос поднесущих DMT по частоте, Δf , должен быть 4,3125 кГц с отклонением ± 50 ppm (промилле). Частоты поднесущих должны быть $f_i = i \times \Delta f$, от $i = 0$ до NSC .

8.8.1.1 Поднесущие данных

Анализ канала (см. 8.13.5.) допускает использование максимум $(NSC - 1)$ несущих частот данных (т. е. от $i = 1$ до $NSC - 1$). Нижняя граница, i , зависит от возможности дуплексной передачи и дополнительных служб. Например, если в ADSL, работающей над описанными в Приложении А дополнительными службами POTS, используют перекрывающийся спектр для разделения нисходящего и восходящего сигналов, то в нисходящем направлении нижняя граница для i определяется разделительными фильтрами POTS. При неперекрывающихся спектрах с использованием мультиплексирования с частотным разделением (ЧПК) в нисходящем направлении нижняя граница для i определяется разделительными фильтрами восходящего и нисходящего направлений.

Во всех случаях частоты среза этих фильтров полностью зависят от производителя, а диапазон используемых значений i определяют во время оценки каналов при прогоне приемопередатчика (см. 8.13.4). Однако возможность применения должна быть спроектирована таким образом, чтобы при взаимодействии с аппаратурой других производителей диапазон используемых значений i позволил получить требуемые характеристики.

8.8.1.2 Контрольная частота (применяют только в нисходящем направлении)

Во время инициализации функция приема PMD устройства ATU-R выбирает индекс поднесущей для контрольной частоты в нисходящем направлении (см. 8.13.3.2.11). Контрольная частота в нисходящем направлении должна быть поднесущей с индексом $C-PILOT$ (передают на частоте $4,3125 \times C-PILOT$ кГц).

Если в сообщении инициализации R-MSG-FMT устройства ATU-R бит $FMT\_C-PILOT$ установлен на 0 (см. 8.13.3.2.10), то:

- Во время инициализации контрольная частота должна быть передана, как это определено для каждой стадии инициализации ATU-C в 8.13;
- В рабочем режиме (передача символов данных и синхронизации) контрольная частота должна модулироваться битами данных (т. е. $b_{C-PILOT} > 0$). Контрольная поднесущая должна быть передана, как это определено для поднесущих данных.

Если в сообщении инициализации R-MSG-FMT устройства ATU-R бит $FMT\_C-PILOT$ установлен на 1 (см. 8.13.3.2.10), то:

- Во время инициализации контрольная частота, определенная в 8.13, должна быть переписана с постоянной точкой группы $\{0,0\}$ 4-KAM на всех стадиях инициализации, следующих за стадией C-TREF1, за исключением C-ECT и C-QUIET. В устройстве ATU-C контрольная частота должна быть передана с контрольным уровнем передачи СПМ ($REFPSDs$), включая формирование спектра для поднесущей.
- В рабочем режиме (передача символов данных и синхронизации) контрольная частота поднесущей не должна модулироваться битами данных (т. е. $b_{C-PILOT} = 0$). Контрольная частота поднесущей, определенная в 8.6 и 8.7, должна быть переписана с постоянной точкой группы $\{0,0\}$ 4-KAM. Контрольная частота должна быть передана с контрольным уровнем передачи СПМ, как это определено для не используемых поднесущих, т. е. с уровнем передачи СПМ $REFPSDs$ при масштабировании коэффициента передачи в соответствии со значением $g_{C-PILOT}$.

Использование контрольной частоты дает возможность хронировать функцию приема PMD для выборки по модулю ($2 \times NSC/C-PILOT$). Поэтому значительную ошибку хронирования, которая представляет целое от числа выборок, еще можно предотвратить после кратковременных прерываний (например, временных коротких замыканий, обрывов или сильных бросков на линии). Коррекция подобных ошибок хронирования возможна с помощью символа синхронизации, определенного в 8.7.

8.8.1.3 Частота выборки

Частота выборки f_s должна быть определена как $2 \times NSC \times \Delta f$.

8.8.1.4 Частота Найквиста

Частота Найквиста должна быть определена как половина частоты выборки f_s . Поднесущая с частотой Найквиста (индекс поднесущей NSC) не должна использоваться для передачи кадра данных и должна оцениваться реально (т. е. параметр Z_{NSC} должен быть действительной величиной).

Если функция передачи PMD использует выборку с запасом по частоте дискретизации IFFT с нулевым заполнением (см. 8.8.2), то во время фазы прогона инициализации приемопередатчика величина Z_{NSC} должна быть такой, как это определено кодером символов инициализации (см. рисунок 8-5 и § 8.13.4). Другие возможности использования оставлены для дальнейшего изучения.

8.8.1.5 Постоянный ток (DC)

Поднесущая на постоянном токе (поднесущая с индексом 0) не должна использоваться и не должна нести никакой энергии (т. е. $Z_0 = 0$).

8.8.2 Инверсное дискретное преобразование Фурье (IDFT)

Преобразование IDFT используют для модуляции кадра данных на выходе кодера группы в поднесущие DMT. IDFT преобразует представление в частотной области (комплексные значения Z_i , от $i = 1$ до $NSC - 1$) в представление во временной области (действительные значения x_n , от $n = 0$ до $2N - 1$). Преобразование должно быть выполнено над $2N$ точками IDFT для $N \geq NSC$ в виде:

$$x_n = \sum_{i=0}^{2N-1} \exp\left(j \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{n \cdot i}{2 \cdot N}\right) \cdot Z_i \quad \text{от } n = 0 \text{ до } 2N - 1$$

Чтобы воспроизвести действительные значения x_n , входные значения (Z_i , от $i = 0$ до N) должны быть дополнены таким образом, чтобы вектор Z имел Эрмитову симметрию, т. е.:

$$Z_i = \text{conj}(Z_{2N-i}) \quad \text{от } i = N + 1 \text{ до } 2N - 1$$

Модуляция поднесущих DMT может быть выполнена с использованием избыточной выборки IDFT, т. е. $2N$ -точечной IDFT с точками $N > NSC$, воспроизводящими $2N$ значений x_n на один символ DMT. Кодер группы производит только $NSC - 1$ комплексных величин Z_i (от $i = 1$ до $NSC - 1$) с дополнительной нулевой величиной Z_0 на постоянном токе (DC) и действительную величину Z_{NSC} на частоте Найквиста. Дополнительные значения Z_i (от $i = NSC + 1$ до N) являются произвольными. Однако разные значения порождают различные изображения на частотах выше частоты Найквиста. Знание того, как функция передачи PMD определяет дополнительные значения Z_i , позволяет функции приема PMD лучше оценивать канал во время прогона при инициализации. Поэтому функция передачи PMD во время фазы инициализации по G.994.1 должна указать, сколько независимых значений имеется на входе IDFT (т. е. величину N) и как определены эти дополнительные значения Z_i (от $i = NSC + 1$ до $N - 1$). Должно быть использовано следующее представление для определения дополнительных значений Z_i (от $i = NSC + 1$ до $N - 1$) (см. 8.13.2):

- 4-битовая индикация величины N :
 - Значения от 1 до 15 указывает на величину N от 2^1 до 2^{15} , соответственно;
 - Значение 0 указывает, что N не имеет степени 2;
- 2-битовая индикация определения дополнительных значений Z_i :
 - В виде комплексно сопряженной величины узкополосного сигнала, определенной как:
$$Z_i = \text{conj}(Z_{2 \times NSC - i}) \text{ для всех } i \text{ с } NSC + 1 \leq i \leq 2 \times NSC - 1;$$
$$Z_i = Z_{i \bmod 2 \times NSC} \text{ для всех } i \geq 2 \times NSC;$$
 - В качестве нулевого заполнения, определенного следующим образом (см. рисунок 8-5 и § 8.13.4):

Во время фазы прогона приемопередатчика при инициализации:

Z_i как величина, образованная кодером символов инициализации для всех $NSC + 1 \leq i \leq 2 \times NSC - 1$;

$Z_i = 0$ для всех $i \geq 2 \times NSC$;

Вне фазы прогона приемопередатчика при инициализации:

$Z_i = 0$ для всех $i \geq NSC + 1$;

Прочие представления.

Указание, данное в G.994.1, должно применяться ко всем сигналам инициализации (за исключением сигналов во время фазы G.994.1), включая, таким образом, сигналы REVERB и MEDLEY, а также сигнал SHOWTIME.

Если используют не избыточное преобразование IDFT, то функция передачи PMD должна указать, что $N = NSC$ и что изображения передаваемых сигналов выше частоты Найквиста являются комплексно сопряженными значениями узкополосных сигналов.

8.8.3 Циклический префикс

При скорости передачи символов данных 4 кГц, разносе поднесущих DMT на $\Delta f = 4,3125$ кГц и размере выборок IDFT $2 \times NSC$ следует использовать циклический префикс с выборкой $(2 \times NSC \times 5/64)$. Таким образом,

$$(2 \times NSC + 2 \times NSC \times 5/64) \times 4,0 \text{ кГц} = (2 \times NSC) \times 4,3125 \text{ кГц} = f_s \text{ (частота выборки)}.$$

Однако циклический префикс должен быть укорочен до $(2 \times NSC \times 4/64 = NSC/8)$ выборок, и после каждых 68 символов данных введен символ синхронизации (с длиной в $2 \times NSC \times 68/64$ выборок). Таким образом,

$$(2 \times NSC \times 4/64 + 2 \times NSC) \times 69 = (2 \times NSC \times 5/64 + 2 \times NSC) \times 68$$

Для символов с циклическим префиксом последние $NSC/8$ выборок с выхода IDFT (x_n от $n = 2 \times NSC - NSC/8$ до $2 \times NSC - 1$) должны быть присоединены к блоку из $2 \times NSC$ выборок, чтобы сформировать блок из $(2 \times NSC \times 17/16)$ выборок. Символы с циклическим префиксом передают со скоростью символов $4,3125 \times 16/17 \approx 4,059$ кГц.

Циклический префикс должен использоваться для всех передаваемых префиксов, начиная с фазы анализа канала в последовательности инициализации (см. 8.1.3.5). До этой фазы все символы должны быть переданы без циклического префикса. Символы без циклического префикса передают со скоростью 4,3125 кГц.

Если используют избыточное преобразование IDFT (т. е. $N > NSC$, см. 8.8.2), число выборок с циклическим префиксом следует, соответственно, добавить. Для символов с циклическим префиксом последние $N/8$ выборок с выхода IDFT (x_n от $n = 2 \times N - N/8$ до $2 \times N - 1$) должны быть присоединены к блоку из $2 \times N$ выборок, чтобы сформировать блок из $(2 \times N \times 17/16)$ выборок.

8.8.4 Параллельный/последовательный преобразователь

Блок из x_n выборок (от $n = 0$ до $2 \times NSC - 1$) должен быть подан на преобразователь цифра-аналог (ЦАП) в такой последовательности.

Если циклический префикс не используют, выборки ЦАП y_n в последовательности составляют следующим образом:

$$y_n = x_n \text{ от } n = 0 \text{ до } 2 \times NSC - 1$$

Если циклический префикс используют, выборки ЦАП y_n в последовательности составляют (см. рисунок 8-5) следующим образом:

$$\begin{aligned} y_n &= x_n + (2 \times NSC - NSC/8) & \text{от } n = 0 \text{ до } NSC/8 - 1 \\ y_n &= x_n - (NSC/8) & \text{от } n = NSC/8 \text{ до } (17/16) \times 2 \times NSC - 1 \end{aligned}$$

К последовательности выборок, вводимой в ЦАП, может быть применена фильтрация.

8.8.5 ЦАП и AFE

Преобразователь ЦАП создает аналоговый сигнал, который проходит через аналоговый интерфейс с выходом в линию (AFE). Далее этот сигнал поступает в цифровую абонентскую линию (DSL).

Если функция передачи PMD сконфигурирована в холостом режиме L3, то в контрольные точки U-C2 (для ATU-C) и U-R2 (для ATU-R) поступает нулевое напряжение (см. модель контроля в 5.4). Тракт AFE может включать фильтрацию.

8.9 Динамический диапазон передатчика

Передатчик включает все аналоговые устройства передачи: ЦАП, фильтр защиты от наложения спектров, дифференциальную систему и высокочастотную часть разделительного фильтра от POTS или ЦСИС. По частотным параметрам передаваемый сигнал должен соответствовать требованиям, описанным в 8.8.1.

8.9.1 Норма на максимум ограничения

Максимальный выходной сигнал передатчика должен быть таким, чтобы сигнал был ограничен не более чем 0,00001% времени. Требования по ограничению определены как процент времени, измеренный в непрерывной временной области.

8.9.2 Уровень соотношения шум/искажение

Для заданной поднесущей отношение сигнал/шум плюс искажения передаваемого сигнала определено как коэффициент отношения среднеквадратичного значения напряжения частоты поднесущей к сумме среднеквадратичного значения напряжения всех не частотных сигналов, отнесенный к полосе частот 4,3125 кГц с центром на частоте поднесущей. Этот коэффициент измеряют для каждой поднесущей, которую используют для передачи тестового многочастотного коэффициента мощности (МТР), как показано на рисунке 8-20. Пики частот разнесены промежутками Δf , а уровень – номинальный уровень СПМ, определенный в приложении, которое соответствует выбранному варианту применения.

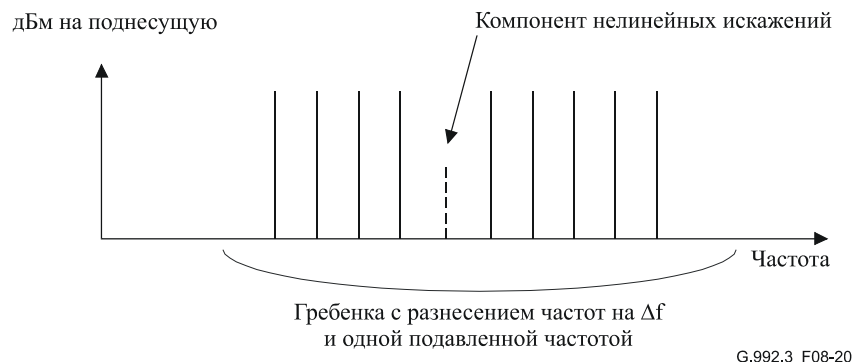


Рисунок 8-20/G.992.3 – Тест МТР

В частотном диапазоне передачи коэффициент МТР передатчика на любой поднесущей должен быть не менее чем $(3 \times B_{MAX} + 20)$ дБ, где B_{MAX} определен как максимум размера группы, который поддерживается функцией передачи PMD при пересылке информации функции приема PMD во время инициализации. Минимум коэффициент МТР передатчика должен быть, по крайней мере, 44 дБ (что соответствует $B_{MAX} = 8$) для любой поднесущей.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Сигналы, передаваемые во время нормальной инициализации и передачи данных, не могут использоваться для проверки, поскольку символы DMT содержат присоединенный циклический префикс, а СПМ не повторяющегося сигнала не имеет нулей ни на одной частоте поднесущей. Может быть использован стробированный анализатор FFT, но этот прибор будет измерять как нелинейные, так и линейные искажения, которые пропускает фильтр передачи. Поэтому для такого измерения требуется, чтобы передатчик был запрограммирован специальной программой, которую, вероятно, можно создать только при разработке. Создание прикладного модема для тестирования МТР подлежит дальнейшему изучению.

8.10 Маски спектра передатчика

Маски спектра для различных дополнительных служб определены в соответствующих Приложениях. Маска спектра определяет максимальную полосу пропускания СПМ, максимальную полосу задержки СПМ и максимальную суммарную мощность передачи.

Приложение А: Система ADSL, работающая в частотной полосе над POTS:

- А.1.2 АТУ-С передает маску спектра, перекрывающего рабочий спектр;
- А.1.3 АТУ-С передает маску спектра, не перекрывающего рабочий спектр;
- А.2.2 АТУ-Р передает маску спектра.

Приложение В: Система ADSL, работающая в частотной полосе над ЦСИС:

- В.1.2 АТУ-С передает маску спектра, перекрывающего рабочий спектр;
- В.1.3 АТУ-С передает маску спектра, не перекрывающего рабочий спектр;
- В.2.2 АТУ-Р передает маску спектра.

Приложение I: Все цифровые режимы ADSL с улучшенной спектральной совместимостью ADSL над POTS:

- I.1.2 ATU-C передает маску спектра, перекрывающего рабочий спектр;
- I.1.3 ATU-C передает маску спектра, не перекрывающего рабочий спектр;
- I.2.2 ATU-R передает маску спектра.

Приложение J: Все цифровые режимы ADSL с улучшенной спектральной совместимостью ADSL над ЦСИС:

- J.1.2 ATU-C передает маску спектра, перекрывающего рабочий спектр;
- J.1.3 ATU-C передает маску спектра, не перекрывающего рабочий спектр;
- J.2.2 ATU-R передает маску спектра.

В дополнение к максимуму СПМ и максимуму суммарной мощности передачи во всей полосе пропускания (определенной в соответствующих Приложениях) в рабочем режиме (передача символов данных и синхронизации) должны применяться следующие требования к плавной настройке полосы пропускания СПМ и суммарной мощности передачи. Определены три установки поднесущей:

- a) Для поднесущих из набора MEDLEYset с $b_i > 0$ (т. е. используемых поднесущих) уровни передачи устройств ATU должны быть уровнями СПМ, как это определено масштабированием коэффициента передачи (см. 8.6.4. и 8.7.2). Масштабирование коэффициента передачи выполняют относительно уровня *REFPSD*. Суммарная мощность передачи в этом наборе поднесущих не должна превосходить суммарной мощности, передаваемой этим же набором поднесущих на стадии MEDLEY, более чем на *RMSGI* дБ (см. требования к масштабированию коэффициента передачи в 8.6.4).
- b) Для поднесущих из набора MEDLEYset с $b_i = 0$ уровни передачи устройств ATU должны быть уровнями СПМ, как это определено масштабированием коэффициента передачи (см. 8.6.4 и 8.7.2). Масштабирование коэффициента передачи выполняют относительно уровня *REFPSD*. Суммарная мощность передачи в этом наборе поднесущих не должна превосходить суммарной мощности, передаваемой этим же набором поднесущих на стадии MEDLEY, более чем на *RMSGI* дБ (см. требования к масштабированию коэффициента передачи в 8.6.4).
- c) Для поднесущих из набора MEDLEYset устройство ATU не должно передавать мощность на частоте поднесущей (т. е. $Z_i = 0$, см. 8.8.2), если индекс поднесущей меньше индекса первой использованной поднесущей или если поднесущая принадлежит к наборам SUPPORTEDset и BLACKOUTset. В противном случае устройство ATU может передавать на поднесущей произвольный уровень СПМ (который может меняться от символа к символу), но не превосходящий максимальный уровень передачи СПМ для этих поднесущих. Максимальный уровень передачи СПМ для каждой из этих поднесущих должен быть определен как уровень, на 10 дБ ниже контрольного уровня передачи СПМ, плавно настроенный с помощью значений tss_i (как это делают во время прогона приемопередатчика для поднесущих из набора SUPPORTEDset и не включенных в этот набор), а также плавно настроенный под уровень *RMSGI* дБ (см. 8.5) с ограниченной маской спектра передачи.

Во время инициализации произвольные уровни передачи СПМ допустимы только в случаях, подробно оговоренных в 8.13.

8.11 Процедуры плоскости управления

В качестве элемента плоскости управления не существует никаких специальных транспортных функций, которые должна обеспечить функция PMD. Однако функция PMD передает и принимает сигналы управления, которые транспортируют в уровне управления к/от дальнего конца PMD при помощи транспортных функций TPS-TC, как показано на рисунке 8-2; например, для реконфигурации на линии, описанной в 8.16, или для переходов управления мощностью, как описано в 8.17.

8.12 Процедуры плоскости административного управления

Функция приема PMD обеспечивает указания примитивов административного управления для управляемого объекта на ближнем конце устройства ATU. Эти указания примитивов появляются в результате сигналов управления, которые транспортируют в плоскости управления с помощью транспортных функций TPS-TC, как показано на рисунке 8-3 и описано в разделе 9 "Управляемый объект".

8.12.1 Прimitives, связанные с линией ADSL

Функция приема PMD имеет пять определенных дефектов, связанных с ближним концом линии ADSL. Эти пять дефектов на ближнем конце можно передать объекту менеджмента на ближнем конце, используя примитив Management.Prim.indicate.

Дефект "потеря сигнала" (LOS): Контрольная мощность установлена усреднением мощности ADSL за период 0,1 с по подмножеству поднесущих после начала непрерывной передачи данных (т. е. после каждого перехода к режимам управления мощностью L0 или L2). Порог должен быть установлен на 6 дБ ниже этой мощности. Дефект потери сигнала происходит, если уровень принимаемой системой ADSL мощности, усредненной за 0,1 с и для того же набора поднесущих, падает ниже пороговой величины, и заканчивается, если измеренная таким же образом мощность поднимается выше этого порога. Подмножество поднесущих, по которым усредняют мощность ADSL, зависит от применения и может быть ограничена в ATU-R только контрольной частотой нисходящего направления.

Дефект "серьезно пораженный кадр" (SEF): Дефект SEF происходит, когда содержание двух последовательно принятых ADSL символов синхронизации не коррелированы с ожидаемым содержанием подмножества поднесущих. Дефект SEF заканчивается, когда содержание двух последовательно принятых ADSL символов синхронизации коррелированы с ожидаемым содержанием того же подмножества поднесущих. Метод корреляции, выбранное подмножество поднесущих и порог условий для объявления этого дефекта зависят от применения.

Дефект "потеря запаса" (LOM): Дефект LOM происходит, когда запас отношения сигнал/шум (SNRM, см. 8.12.3.6), отмеченный на ближнем конце приемника, падает ниже минимального запаса отношения сигнал/шум (*MINSNRM*, см. 8.5). В этом случае не возможно дальнейшее возрастание запаса отношения сигнал/шум на дальнем конце при максимальной номинальной суммарной мощности передачи (*MAXNOMATP*, см. 8.5) и максимальном номинальном уровне передачи СПМ (*MAXNOMPSD*, см. 8.5). Дефект LOM заканчивается, когда запас отношения сигнал/шум становится выше минимального запаса отношения сигнал/шум.

Аномалия адаптации к повышению скорости (RAU): Аномалия RAU происходит в режиме плавной адаптации скорости, когда запас отношения сигнал/шум (SNRM), отмеченный на ближнем конце приемника, становится выше запаса повышения скорости для периода времени, превышающего временной интервал для адаптации к повышению скорости. Аномалия RAU заканчивается, когда заканчиваются условия ее возникновения.

Аномалия адаптации к понижению скорости (RAD): Аномалия RAD происходит в режиме плавной адаптации скорости, когда запас отношения сигнал/шум (SNRM), отмеченный на ближнем конце приемника, становится ниже запаса понижения скорости для периода времени, превышающего временной интервал для адаптации к понижению скорости. Аномалия RAD заканчивается, когда заканчиваются условия ее возникновения.

Функция передачи PMD имеет два определенных дефекта, связанных с дальним концом и определенных как:

Потеря сигнала на дальнем конце (LOS-FE): Дефект LOS-FE – это дефект LOS, обнаруженный на дальнем конце, о котором сообщает бит индикатора один раз за каждые 15–20 мс (см. таблицы 7-8 и 7-15). Бит индикатора LOS должен кодироваться единицей для индикации отсутствия дефекта LOS и нулем – для передачи следующих 6-ти битов индикатора, чтобы сообщить о дефекте LOS. Дефект LOS на дальнем конце происходит, когда 4 или более из 6-ти последовательно принятых битов индикатора LOS являются нулями. Дефект LOS-FE заканчивается, когда 4 или более из 6-ти последовательно принятых битов индикатора LOS являются единицами.

Индикация удаленного дефекта (RDI): Дефект RDI является дефектом SEF, обнаруженным на дальнем конце, о котором сообщает бит индикатора один раз за каждые 15–20 мс (см. таблицы 7-8 и 7-15). Бит индикатора RDI должен кодироваться единицей для индикации отсутствия дефекта SEF и нулем – для индикации того, что дефект SEF появился с момента последней предыдущей передачи бита индикации RDI. Дефект RDI происходит, когда принимаемый бит индикатора RDI оказывается нулем. Дефект RDI заканчивается, когда принимаемый бит индикатора RDI оказывается единицей.

Дефект "потеря запаса на дальнем конце" (LOM-FE): Дефект LOM-FE происходит, когда запас отношения сигнал/шум (SNRM, см. 8.12.3.6) приемника на дальнем конце (о чем известно из

заголовков сообщений о параметрах тестирования с помощью передатчика на ближнем конце, см. 9.4.1.10) падает ниже минимального запаса отношения сигнал/шум (MINSNRM, см. 8.5). В этом случае не возможно дальнейшее возрастание запаса отношения сигнал/шум на ближнем конце при максимальной номинальной суммарной мощности передачи (MAXNOMATP, см. 8.5) и максимальном номинальном уровне передачи СПМ (MAXNOMPSD, см. 8.5). Дефект LOM заканчивается, когда запас отношения сигнал/шум становится выше минимального запаса отношения сигнал/шум.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если передатчик на ближнем конце использует дефект LOM-FE, чтобы заявить о событии high_КОБ (см. Приложение D), необходимо большое число обновлений параметра SNRM на дальнем конце, чтобы с уверенностью определить дефект LOM-FE (см. команда обновления параметров тестирования в 9.4.1.2.2).

8.12.2 Другие примитивы

Один из таких примитивов для ближнего конца определен для ATU-R. Примитив LPR в ATU-R должен быть передан объекту менеджмента на ближний конец при использовании примитива Management.Prim.indicate, например, при выключении питания.

Потеря мощности (LPR): Примитив LPR возникает, когда мощность электропитания устройства ATU падает до уровня, равного или ниже требуемого (установленного производителем) минимального уровня, необходимого для нормальной работы ATU. Примитив LPR заканчивается, когда уровень мощности превысит установленный производителем минимальный уровень.

Другой примитив для дальнего конца определен для устройства ATU-C.

Потеря мощности на дальнем конце (LPR-FE): Примитив LPR-FE – это примитив LPR, обнаруженный на дальнем конце и сообщенный битом индикатора LPR. Бит индикатора LPR следует кодировать единицей, чтобы указать на отсутствие сообщения о примитиве LPR, и нулем – для передачи 3 следующих битов индикатора LPR, чтобы указать, что о примитиве сообщено ("на последнем дыхании"). Примитив LPR-FE возникает, когда два или более из 3-х последовательно принятых битов индикатора LPR являются нулями. Примитив LPR-FE заканчивается, когда в течение 0,5 с принятый бит индикатора LPR является единицей и отсутствует дефект LOS на ближнем конце.

8.12.3 Параметры тестирования

Параметры тестирования измеряют с помощью функции передачи или приема PMD и сообщают по запросу объекта управления на ближнем конце, используя примитив Management.Defect.indicate. Параметры тестирования позволяют устранять возможные проблемы созданием физически замкнутых цепей, контролировать адекватность запасов характеристик физической среды и проверять систему после устранения повреждений. Эти операции можно выполнить в любое время после инициализации и прогона системы ADSL.

Следующие параметры тестирования должны быть отправлены по запросу от функции приема PMD к функции передачи на объект управления на ближнем конце:

- функция характеристик канала $H(f)$ для каждой поднесущей (CCF-ps);
- линейный шум покоя СПМ $QLN(f)$ для каждой поднесущей (QLN-ps);
- отношение сигнал/шум $SNR(f)$ для каждой поднесущей (SNR-ps);
- затухание линии (LATN);
- затухание сигнала (SATN);
- запас отношения сигнал/шум (SNRM);
- достижимая скорость передачи данных в сети (ATTNDR);
- суммарная мощность передачи на дальнем конце (ACTATP).

Следующие параметры тестирования должны быть отправлены по запросу от функции передачи PMD к функции приема на объект управления на ближнем конце:

- действительная суммарная мощность передачи на ближнем конце (ACTATP).

Цели получения вышеуказанной информации:

- a) характеристика $H(f)$ может быть использована для анализа физического состояния медной цепи;
- b) характеристика $QLN(f)$ может быть использована для анализа переходных влияний;
- c) характеристика $SNR(f)$ может быть использована для анализа изменений во времени переходного влияния и затухания линии (например, вследствие изменений влажности и температуры);
- d) комбинация характеристик $H(f)$, $QLN(f)$ и $SNR(f)$ может быть использована для ответа на вопрос, почему в заданной цепи скорость передачи данных не может достичь максимума.

Расширенные службы эксплуатации и диагностики систем ADSL описаны в Рекомендации МСЭ-Т G.992.1 с помощью диагностической информации, доступной с двух сторон цепи во время работы. Более подробная информация о характеристиках $H(f)$ и $QLN(f)$ в рабочем режиме была бы полезна, однако их запрос накладывает дополнительное бремя на вычислительные способности модемов ADSL. Поэтому для получения полной информации представляется разумным измерение каналов ($H(f)$ и $QLN(f)$) во время инициализации с измерением ОСЦ(f) при инициализации и в рабочем режиме. Такое сочетание данных позволит лучше проанализировать состояние линии, чем традиционные методы диагностики, и позволит уменьшить перерывы как самой системы ADSL, так и поддерживаемых ею служб.

8.12.3.1 Функция характеристики канала для поднесущей (CCF-ps)

Функция характеристики канала $H(f)$ является параметром, который связан со значением сопротивлений (комплексных) источника и нагрузки. Используют упрощенное представление, при котором сопротивление источника равно действительному сопротивлению нагрузки R_N . Функцию характеристики канала $H(f)$, связанную с четырехполюсником цепи, нормализованным по выбранному опорному сопротивлению R_N , следует определить как комплексную величину, равную отношению напряжений U_2/U_1 (см. рисунки 8-21 и 8-22).

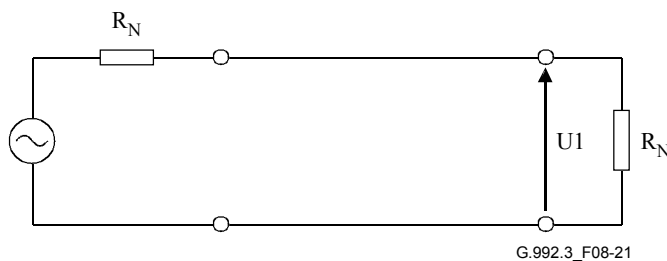


Рисунок 8-21/G.992.3 – Напряжение на нагрузке

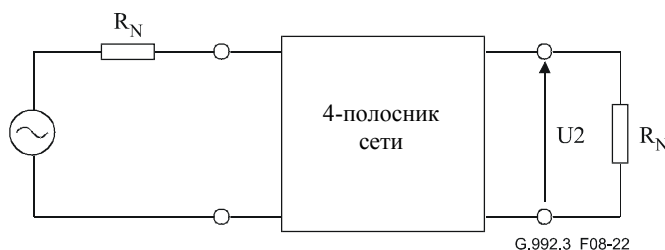


Рисунок 8-22/G.992.3 – Напряжение на нагрузке
с введенным четырехполюсником

Функция характеристики канала является результатом каскадного соединения трех функций:

- функции характеристики фильтра передатчика;
- функции характеристики канала;
- функции характеристики фильтра приемника.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Функции характеристики канала соответствует функции $H_{\text{channel}}(f)$, которую используют для определения переходных влияний (см. 7.4.1/G.996.1).

Основная задача – обеспечить средства, с помощью которых можно было бы точно идентифицировать характеристики канала. Поэтому необходимо, чтобы функция приема PMD сообщила об оценке характеристик каналов. Эта задача может оказаться сложной, учитывая, что функция приема PMD может только просматривать все три элемента канала вместе. Предполагается, что полоса пропускания функции $H(f)$, которая наиболее важна для возможных настроек физической цепи, незначительно зависит от характеристик фильтра приемника (не включая приемник с АРУ). Поэтому функция приема PMD не должна учитывать усиление (АРУ) принимаемого сигнала и постараться исключить влияние характеристик фильтра приема на ближнем конце. В результате, с точки зрения приемника, получим наилучшую оценку характеристик канала в полосе пропускания плюс характеристики фильтра передатчика. Поскольку ожидается, что часть спектра в полосе пропускания не очень зависит от характеристик фильтра передатчика, полученный результат можно считать хорошей оценкой характеристик канала для желаемых приложений.

Если о характеристиках канала сообщено в базу СО-MIB, устройство ATU-C должно попытаться устранить влияние характеристик фильтра передачи на ближний конец с помощью характеристик канала, измеренных в ATU-R. Если о характеристиках канала сообщено в базу RT-MIB, устройство ATU-R должно попытаться наилучшим образом устранить влияние характеристик фильтра передачи на ближнем конце на характеристики канала, измеренные устройством ATU-C.

Определены два формата характеристик канала:

- $H_{\text{lin}}(f)$: формат, обеспечивающий комплексные значения в линейном масштабе;
- $H_{\text{log}}(f)$: формат, обеспечивающий значения в логарифмическом масштабе.

Характеристика $H_{\text{lin}}(f)$ должна измеряться функцией приема PMD во время фазы диагностики в состоянии передатчика REVERB. Характеристику $H_{\text{lin}}(f)$ следует отправить во время диагностики объекту управления на дальнем конце, а также по запросу – объекту управления на ближний конец.

Характеристика $H_{\text{log}}(f)$ должна измеряться функцией приема PMD во время фазы диагностики и инициализации. Это измерение не следует обновлять во время работы на линии. Характеристику $H_{\text{log}}(f)$ следует отправить во время диагностики объекту управления на дальнем конце, а также по запросу – объекту управления на ближний конец. Объект управления на ближнем конце по запросу должен отправить характеристику $H_{\text{log}}(f)$ объекту управления на дальний конец в рабочем режиме (см. 9.4.1.10).

Обе характеристики, $H_{\text{lin}}(f)$ и $H_{\text{log}}(f)$, следует измерять во время диагностики, потому что они могут различаться настолько, насколько будут различаться характеристики фильтров передатчика и/или приемника в характеристике $H_{\text{lin}}(f)$ относительно $H_{\text{log}}(f)$.

Функция приема PMD должна измерять характеристики $H_{\text{lin}}(f)$ и $H_{\text{log}}(f)$ совместно с функцией передачи PMD в режиме REVERB. Характеристики $H_{\text{lin}}(f)$ и $H_{\text{log}}(f)$ следует измерять в течение 1 секунды в режиме диагностики. Устройство ATU должно попытаться наилучшим образом оптимизировать время измерения $H_{\text{log}}(f)$ при инициализации, измеряя тем не менее свыше 256 символов с указанием периода измерения объекту управления на дальнем конце (в символах, представляющих 16-разрядную величину, см. 9.4.1.10).

Функция характеристики канала $H_{\text{lin}}(i \times \Delta f)$ должна быть представлена в линейном формате фактором *scale* и нормализована комплексным числом $a(i) + j \times b(i)$, где i – индекс поднесущей от $i = 0$ до $NSC - 1$. Фактор масштабирования должен кодироваться как 16-разрядное целое число без знака. Оба числа, $a(i)$ и $b(i)$, должны кодироваться как 16-разрядные целые числа с двумя

дополнительными битами знака. Значение $Hlin(i \times \Delta f)$ следует определить как $Hlin(i \times \Delta f) = (scale/2^{15}) \times (a(i) + j \times b(i))/2^{15}$. Для максимизации точности фактор масштабирования *scale* следует выбрать так, чтобы $\max(|a(i)|, |b(i)|)$ для всех *i* был равен $2^{15} - 1$.

Этот формат данных поддерживает ступенчатость функции $Hlin(f)$ на уровне 2^{-15} , а динамический диапазон функции $Hlin(f)$ примерно от +6 дБ до –90 дБ. Часть диапазона выше 0 дБ необходима для возможности работы по коротким шлейфам, учета производственных разбросов параметров усиления и фильтров, в результате чего усиление может превышать затухание.

Значение функции $Hlin(i \times \Delta f)$, обозначенные как $a(i) = b(i) = -2^{15}$, является особым. Оно указывает на невозможность измерения данной поднесущей вследствие ее расположения вне частотной маски СПМ (что существенно для выбора дополнительных приложений – см. Приложения) или вследствие того, что затухание находится вне представленного диапазона.

Функция характеристик канала $Hlog(f)$ должна быть представлена в логарифмическом масштабе целым числом $m(i)$, где *i* – это индекс поднесущей от $i = 0$ до $NSC - 1$. Величину $m(i)$ следует кодировать как 10-разрядное целое число без знака. Значение $Hlog(i \times \Delta f)$ должно быть определено как $Hlog(i \times \Delta f) = 6 - (m(i)/10)$.

Этот формат данных поддерживает ступенчатость $Hlog(f)$ на уровне 0,1 дБ, а динамический диапазон $Hlog(f)$ – примерно от +6 дБ до –96 дБ.

Значение функции $Hlog(i \times \Delta f)$, обозначенное как $m(i) = 2^{10} - 1$, является особым. Оно указывает на невозможность измерения данной поднесущей вследствие ее расположения вне частотной маски СПМ (что существенно для выбора дополнительных приложений – см. Приложения) или вследствие того, что затухание находится вне представленного диапазона.

8.12.3.2 СПМ линейного шума покоя для поднесущей (QLN-ps)

СПМ линейного шума покоя $QLN(f)$ для конкретной поднесущей – это среднеквадратичный уровень шума в линии, когда в ней отсутствуют сигналы ADSL.

СПМ линейного шума покоя $QLN(f)$ на один канал следует измерять с помощью функции приема PMD во время режима диагностики и инициализации. Эти измерения не должны (т. е. не могут) обновляться в рабочем режиме. Функцию $QLN(f)$ следует отправить функции передачи PMD на дальний конец во время диагностики (см. 8.15.1) и, по запросу, – на ближний конец объекту управления. Объект управления на ближнем конце должен в рабочем режиме отправить по запросу функцию $QLN(f)$ объекту управления на дальний конец (см. 9.4.1.10).

Основная цель заключается в том, чтобы обеспечить средства, которыми можно точно идентифицировать СПМ линии в покое. Поэтому необходимо, чтобы функция приема PMD сделала оценку СПМ линии в покое. Эта задача может оказаться трудной вследствие того, что функция приема PMD измеряет шум через фильтр приемника. Полоса пропускания, о которой сообщает функция QLN-ps, является наиболее важной для настройки физической цепи. Поэтому эта часть характеристики слабо зависит от характеристик фильтра приемника (не учитывая АРУ приемника). Вследствие этого функция приема PMD не должна учитывать усиление (АРУ) принимаемого сигнала и должна попытаться наилучшим образом устранить влияние характеристик фильтра приема на ближнем конце на характеристики шума. Результатом будет наилучшая оценка СПМ шума покоя в полосе пропускания, с точки зрения приемника. Этот результат представляется достаточной оценкой СПМ шума покоя для заданных условий применения.

Функция приема PMD должна измерять $QLN(f)$ во время отсутствия сигналов ADSL в линии (т. е. когда приемопередатчики на ближнем и дальнем концах не активны). СПМ шума покоя линии $QLN(i \times \Delta f)$ следует измерять в режиме диагностики в течение 1 секунды. При инициализации устройство ATU должно наилучшим образом оптимизировать $QLN(f)$, измеряя, по крайней мере, более 256 символов с отправлением этих измерений на дальний конец объекта управления (в виде символов, представляющих 16-разрядное целое число без знака, см. 9.4.1.10).

Функция СПМ шума покоя линии $QLN(i \times \Delta f)$ должна быть представлена в виде 8-разрядного целого числа без знака $n(i)$, где *i* – индекс поднесущей от $i = 0$ до $NSC - 1$. Значение $QLN(i \times \Delta f)$ должно быть определено как $QLN(i \times \Delta f) = -23 - (n(i)/2)$ дБм/Гц. Формат этих данных поддерживает шаг $QLN(f)$ в 0,5 дБ и динамический диапазон $QLN(f)$ от –150 до –23 дБм/Гц.

Значение функции $QLN(i \times \Delta f)$ обозначенные как $n(i) = 255$, является особым. Оно указывает на невозможность измерения данной поднесущей вследствие ее расположения вне частотной маски СПМ (что существенно для выбора дополнительных приложений – см. Приложения) или вследствие того, что затухание находится вне представленного диапазона.

8.12.3.3 Отношение сигнал/шум для поднесущей (SNR-ps)

Отношение сигнал/шум ОСШ(f) для конкретной поднесущей – это действительное значение, которое должно представлять отношение мощности принятого сигнала к мощности принятого шума для этой поднесущей.

Отношение сигнал/шум ОСШ(f) для подканала должно быть измерено функцией приема PMD в режиме диагностики и инициализации. Это измерение можно автономно обновлять. По запросу оно должно обновляться в рабочем режиме. Значение отношения ОСШ(f) должно быть отправлено на дальний конец функции передачи PMD во время диагностики (см. 8.15.1), также по запросу на ближний конец объекту управления. Объект управления на ближнем конце по запросу в рабочем режиме должен отправить значение ОСШ(f) объекту управления на дальнем конце (см. 9.4.1.10).

Функция приема PMD должна измерить ОСШ(f) совместно с функцией передачи PMD в рабочем режиме или в режиме MEDLEY. Отношение ОСШ(f) должно измеряться в течение 1 секунды в режиме диагностики. При инициализации и в рабочем режиме устройство ATU должно пытаться оптимизировать время измерения ОСШ(f), измеряя, по крайней мере, более 256 символов и отправляя результат этих измерений на дальний конец объекту управления (в виде символов, представляющих 16-разрядное целое число без знака, см. 9.4.1.10).

Отношение сигнал/шум ОСШ($i \times \Delta f$) должно быть представлено 8-разрядным целым числом без знака $snr(i)$, где i – индекс поднесущей от $i = 0$ до $NSC - 1$. Значение ОСШ($i \times \Delta f$) следует определить как $OSH(i \times \Delta f) = -32 + (snr(i)/2)$ дБ. Этот формат данных поддерживает значения ОСШ($i \times \Delta f$) с шагом в 0,5 дБ и динамическим диапазоном от -32 до 95 дБ.

Значение ОСШ($i \times \Delta f$), обозначенное как $snr(i) = 255$, является особым значением. Оно указывает, что никакие измерения для этой поднесущей невозможны, поскольку они выходят за границы полосы пропускания маски СПМ (что существенно для выбранного приложения – см. Приложения) или поскольку отношение сигнал/шум выходит за границы динамического диапазона.

8.12.3.4 Затухание шлейфа (LATN)

Затухание шлейфа (LATN) – это разность в дБ между мощностью, принятой на ближнем конце и переданной с дальнего конца по всем поднесущим, т. е. функция характеристик канала $H(f)$ (как это определено в 8.12.3.1) для всех поднесущих. LATN следует определить как:

$$LATN [dB] = 10 \times \lg \frac{\sum_{i=0}^{NSC-1} |H(i \times \Delta f)|^2}{NSC},$$

где NSC – номер поднесущей (см. 8.5), $H(f)$ представлено функцией $Hlin(f)$ в режиме диагностики, а $Hlg(f)$ – в режиме инициализации (с преобразованием lg в линейные величины с помощью вышеприведенного равенства).

Если одна или более величин $H(f)$ не может быть измерена из-за расположения вне частотной полосы маски СПМ, (что важно для выбранного приложения – см. Приложения) (см. 8.12.3.1), то характеристику LATN следует вычислить как средние значения $H(f)$ для меньшего, чем NSC , числа поднесущих.

Затухание шлейфа должно быть вычислено функцией приема PMD во время режима диагностики и инициализации. Это вычисление не должно обновляться в рабочем режиме. О затухании шлейфа должно быть сообщено на дальний конец функции передачи PMD в режиме диагностики и инициализации (см. 8.15.1), а также по запросу – объекту управления на ближнем конце. В рабочем режиме объект управления на ближнем конце по запросу должен отправить характеристику LATN объекту управления на дальнем конце (см. 9.4.1.10).

Затухание шлейфа $LATN$ должно быть представлено 10-разрядным целым числом без знака $latn$ с величиной $LATN$, определенной как $LATN = latn/10$ дБ. Этот формат данных поддерживает значения $LATN$ с шагом в 0,1 дБ и динамическим диапазоном от 0 до 102,2 дБ.

Значение $LATN$, обозначенное как $latn = 1023$, является особым. Оно обозначает, что затухание шлейфа находится вне указанного диапазона.

8.12.3.5 Затухание сигнала ($SATN$)

Затухание сигнала $SATN$ определено как разность в дБ между мощностью, принятой на ближнем конце, и мощностью, переданной с дальнего конца.

Принятый сигнал мощности в дБм должен быть определен как принятая мощность поднесущей, суммированная с мощностью поднесущих из набора MEDLEYset. В режиме инициализации и диагностики СПМ передачи для поднесущих из набора MEDLEYset имеет уровень $REFPSD$. Поэтому, чтобы вычислить мощность сигнала, которая будет принята в рабочем режиме, принятую мощность сигнала следует подстроить под величины g_i для каждой поднесущей из набора MEDLEYset. В режиме диагностики точная подстройка должна быть ограничена возможностью использования значений g_i , равных 0 (для поднесущих, которым не выделены никакие биты) и 1 (для поднесущих, которым выделен, по крайней мере, один бит).

Мощность передачи сигнала следует определить как номинальную суммарную мощность ($NOMATP$), уменьшенную на "плоскую" величину (PCB, см. 8.5). Во время режима диагностики допускается использование только значений g_i , равных 0 (для поднесущих, которым не выделены никакие биты) и 1 (для поднесущих, которым выделен, по крайней мере, один бит).

Затухание сигнала должно быть измерено функцией приема PMD во время режима диагностики (т. е. оценить затухание сигнала в начале рабочего режима с установленным порядком настройки параметров управления). Эти измерения могут быть автономно обновлены, а также обновлены в рабочем режиме по требованию. Параметры затухания сигнала должны быть отправлены на дальний конец функции передачи PMD в режиме инициализации и диагностики (см. 8.15.1), а также по запросу объекту управления на ближний конец. В рабочем режиме объект управления на ближнем конце по запросу должен отправить характеристики $SATN$ объекту управления на дальнем конце (см. 9.4.1.10).

Затухание сигнала $SATN$ должно быть представлено 10-разрядным целым числом без знака $satn$ со значением $SATN$, определенным как $SATN = satn/10$ дБ. Этот формат данных поддерживает значения $SATN$ с шагом в 0,1 дБ и динамическим диапазоном от 0 до 102,2 дБ.

Величина $SATN$, обозначенная как $satn = 1023$, является особой. Она указывает, что затухание сигнала находится вне указанного диапазона.

8.12.3.6 Запас отношения сигнал/шум ($SNRM$)

Запас отношения сигнал/шум – это максимальное увеличение (в дБ) мощности принимаемого шума, при котором устройство ATU еще может удовлетворять требованиям по коэффициенту битовых ошибок КОБ для всех носителей кадров.

Запас отношения сигнал/шум должен быть измерен функцией приема PMD во время режима инициализации и диагностики. Измерение можно автономно обновлять, и это следует выполнять в рабочем режиме по запросу. Величину запаса отношения сигнал/шум следует отправить на дальний конец функции передачи PMD в режиме инициализации и диагностики (см. 8.15.1), а также по запросу объекту управления на ближний конец. В рабочем режиме объект управления на ближнем конце по запросу должен отправить характеристики $SNRM$ объекту менеджмента на дальнем конце (см. 9.4.1.10).

Чтобы определить запас отношения сигнал/шум ($SNRM$), функция приема PMD должна быть в состоянии сначала установить таблицу битов коэффициентов передачи. В режиме диагностики функция приема PMD может измерить значение $SNRM$ или, в противном случае, может использовать особое значение для указания о том, что значение $SNRM$ не может быть измерено.

Запас отношения сигнал/шум может быть представлен 10-разрядным целым числом с двумя знаками в виде $snrm$ с величиной $SNRM$, определенной как $SNRM = snrm/10$ дБ. Этот формат

данных поддерживает значения $SNRM$ с шагом в 0,1 дБ и динамическим диапазоном от –51,1 до +51,1 дБ.

Величина $SNRM$, обозначенная как $snrm = -512$, является особой. Она указывает, что запас отношения сигнал/шум находится вне указанного диапазона. В режиме диагностики эта особая величина может быть использована для указания, что величина $SNRM$ не может быть измерена.

8.12.3.7 Достижимая скорость данных в сети ($ATTNDR$)

Достижимая скорость данных в сети – это максимальная скорость данных в сети, которую могут поддерживать функции приема PMS-TC и PMD при следующих условиях:

- единственный носитель кадров и единственная операция со временем ожидания;
- запас отношения сигнал/шум ($SNRM$) равен или больше заданного $OCШ$;
- коэффициент КОБ, не превышающий наивысшую величину BER, сконфигурированную для одного (или более) трактов с ожиданием;
- время ожидания, не превосходящее наибольшее, сконфигурированное для одного (или более) трактов с ожиданием;
- учет ресурсов всех доступных выигрышей от кодирования (например, решетчатого кодирования, RS FEC) с ограничением времени ожидания;
- учет ресурсов характеристик цепи при текущих измерениях.

Для точного определения достижимой скорости данных в сети ($ATTNDR$) функция приема PMD должна сначала установить таблицу битов коэффициентов передачи. Поэтому в режиме диагностики величина $ATTNDR$ должна быть определена как оценка линейной скорости (без учета кодирования) в виде:

$$ATTNDR = \left(\sum_{i=0}^{NSC-1} \log_2 \left[1 + 10^{[SNR(i) - snrgap - TARSNRM]/10} \right] \right) \times 4 \text{ кбит/с},$$

где $SNR(i \times \Delta f)$ выражено в дБ, как это определено в 8.12.3.3, а $snrgap = 9,75$ дБ (см. примечание.). Функция $[x]$ равна 0 для $x < 0$, и равна $BIMAX$ для $x > BIMAX$, округленная до ближайшего целого числа для $0 \leq x \leq BIMAX$. Значения $BIMAX$ и $TARSNRM$ определены в таблице 8-48.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Величина $snrgap$ определена для коэффициента битовых ошибок 10^{-7} при модуляции 4-КАМ согласно [B11].

Достижимая скорость данных в сети должна быть вычислена функциями приема PMS-TC и PMD в режиме диагностики и инициализации. Эти измерения могут быть автономно обновлены, а также обновлены в рабочем режиме по требованию, и должны быть отправлены на дальний конец функции передачи PMD в режиме инициализации и диагностики (см. 8.15.1), а также по запросу объекту управления на ближний конец. В рабочем режиме объект управления на ближнем конце по запросу должен отправить характеристики $ATTNDR$ объекту управления на дальнем конце (см. 9.4.1.10).

Достижимая скорость данных в сети должна быть представлена 32-разрядным целым числом без знака $attndr$, с величиной $ATTNDR$, определенной в виде $ATTNDR = attndr$ бит/с. Этот формат данных поддерживает значения $ATTNDR$ с шагом в 1 бит/с.

Не определено никакой особой величины.

8.12.3.8 Действительная суммарная мощность передачи ($ACTATP$)

Действительная суммарная мощность передачи ($ACTATP$) – это общая выходная мощность, доставленная функцией передачи PMD в контрольную точку U (в дБ), при текущем измерении. Поэтому необходимо, чтобы функция передачи PMD принимала во внимание функцию фильтра на передаче. Эта задача может оказаться трудной. Однако, поскольку действительная суммарная мощность передачи слабо зависит от характеристик фильтра передачи, функция передачи PMD должна принять номинальную суммарную мощность передачи ($NOMATP$, см. 8.5), уменьшенную на "плоскую" величину мощности (PCB , см. 8.5), в качестве наилучшей оценки суммарной мощности передачи на ближнем конце. Величина $ACTATP$ должна также включить произвольные изменения мощности передачи в рабочем режиме благодаря действию некоторых поднесущих, не включенных в набор MEDLEYset (см. 8.10).

Функция приема PMD не знает ни характеристик фильтра, ни произвольных изменений мощности на дальнем конце. Поэтому функция приема PMD должна принять номинальную суммарную мощность передачи (*NOMATP*, см. 8.5), уменьшенную на "плоскую" величину мощности (*PCB*, см. 8.5), в качестве наилучшей оценки суммарной мощности передачи на ближнем конце.

Действительная суммарная мощность передачи на ближнем и дальнем концах должна быть вычислена функцией PMD во время инициализации (т.е. суммарная мощность передачи в начале рабочего времени с оговоренными установками параметров управления). Эти измерения могут быть автономно обновлены, а также по требованию обновлены в рабочем режиме. Результаты измерений суммарной мощности передачи на ближнем и дальнем концах должны быть отправлены по запросу объекту управления на ближний конец. В рабочем режиме объект управления на ближнем конце по запросу должен отправить характеристики *ACTATP* объекту управления на дальнем конце (см. 9.4.1.10).

Чтобы определить действительную суммарную мощность передачи на ближнем конце (*ACTATP*), функция передачи PMD должна сначала получить таблицу битов и коэффициентов передачи от функции приема PMD. Поэтому во время инициализации и режима диагностики можно изменять действительную суммарную мощность передачи только на дальнем конце.

Действительная суммарная мощность передачи должна быть представлена 10-разрядным целым числом с двумя знаками *actatp*, в виде значения *ACTATP*, определенного как $ACTATP = actatp / 10$ дБм. Этот формат данных поддерживает значения *ACTATP* с шагом в 0,1 дБ и динамическим диапазоном от -31 до +31 дБм.

Величина *ACTATP*, обозначенная как *actatp* = -512, является особой. Она указывает, что действительная суммарная мощность передачи находится вне указанного диапазона.

8.12.4 Режим диагностики

Важно иметь возможность изменять информацию диагностики во время прогона, так как приемопередатчик может быть не в состоянии войти в рабочий режим (из-за плохих характеристик каналов). В этом случае система ADSL нуждается в переходе от нормальной инициализации в режим диагностики, в котором измеренную информацию диагностики можно надежно изменить даже при плохих характеристиках каналов.

Это можно выполнить следующим образом:

- 1) В фазе инициализации по G.994.1 либо устройство ATU-C, либо ATU-R запрашивает разрешение на вход в режим диагностики установкой кодового знака режима диагностики.
- 2) Приемопередатчики действуют вместе с последовательностью диагностики инициализации, раскрытием канала и прогоном приемопередатчиков. После измерения ОСШ в фазе анализа канала приемопередатчики вступают в режим замены диагностики.
- 3) В режиме замены диагностики используют сообщения с одним битом на восемь символов (REVERB/SEGUE), чтобы установить связь с обменом информацией диагностики между устройствами ATU.

Режим диагностики описан в 8.15.

8.13 Процедуры инициализации

8.13.1 Обзор

8.13.1.1 Основные функции инициализации

Инициализация приемопередатчика ADSL требуется для физического соединения пары устройств ATU-R и ATU-C, чтобы создать звено связи. Процедуры для инициирования соединения описаны в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2]. В этом разделе указано, какие параметры подлежат замене во время фазы G.994.1 (и как они, соответственно, используются), а также описаны процедуры инициализации приемопередатчика и прогон, которые следуют после фазы G.994.1.

Чтобы максимизировать производительность и надежность звена связи, приемопередатчики ADSL должны определить точные соответствующие атрибуты подключенного канала и установить характеристики передачи и обработки, соответствующие данному каналу. Временная диаграмма на рисунке 8-23 дает обзор этого процесса. На рисунке 8-23 каждый приемник может определить существенные атрибуты канала с помощью процедур прогона приемопередатчика и анализа канала.

В это время в каждый приемник также могут быть установлены определенные характеристики передачи и обработки. Во время процесса обмена каждый приемник разделяет совместно с соответствующим передатчиком на дальнем конце определенные установки передачи. В частности, каждый приемник "договаривается" с передатчиком на дальнем конце о числе битов и уровне мощности, которые будут использованы для каждой поднесущей DMT, а также о каждом сообщении и конечной скорости данных. Для достижения наилучших характеристик эти установки должны быть основаны на результатах, полученных из процедур прогона приемопередатчика и анализа канала.

ATU-C

Процедуры квитирования установления связи (8.13.2.1 и G.994.1)	Раскрытие канала (8.13.3.1)	Прогон приемопередатчика (8.13.4.1)	Анализ канала (8.13.5.1)	Обмен (8.13.6.1)

ATU-R

Процедуры квитирования установления связи (8.13.2.2 и G.994.1)	Раскрытие канала (8.13.3.2)	Прогон приемопередатчика (8.13.4.2)	Анализ канала (8.13.5.2)	Обмен (8.13.6.2)

Время →

Рисунок 8-23/G.992.3 – Обзор инициализации

Определение значений атрибутов канала и установление характеристик передачи требует, чтобы каждый приемопередатчик обеспечивал и соответственно реагировал на специальный набор строго разнесенных по времени сигналов. В этом разделе описаны эти сигналы инициализации наряду с правилами, которые определяют корректное время запуска и окончания каждого сигнала. Это описание сделано с помощью определения состояний инициализации, которые должен пройти каждый приемопередатчик, и определения сигналов инициализации, которые каждый приемопередатчик должен генерировать в каждом из этих состояний. Поскольку состояния и сигналы, генерируемые в этом состоянии, имеют одни и те же названия, для ясности иногда будем их помечать префиксами "состояние" или "сигнал".

Последовательность генерируемых в нисходящем и восходящем направлениях состояний/сигналов для успешной процедуры инициализации показаны временными линиями на рисунках 8-26 и 8-27. Стрелки указывают, что изменение состояний в устройствах ATU на острие стрелки вызвано переходом состояния/сигнала на дальнем конце ATU, как показано в основании стрелки. Так, например, устройство ATU-C должно находиться в состоянии C-QUIET4 до перехода устройства ATU-R из состояния R-MSG-PCB в R-REVERB1. В пределах максимальной задержки для этого перехода устройство ATU-C должно перейти в состояние C-REVERB1.

ПРИМЕЧАНИЕ. – На рисунках 8-26 и 8-27 показана последовательность событий при успешной инициализации.

Общая диаграмма состояний описана в Приложении D, включая обработку повреждений для обнаружения сигналов, перерывов и т. д.

Описание состояния/сигнала состоит из трех частей:

- Первое утверждение заключается в требуемой продолжительности данного состояния, выраженной в периодах символов DMT. Продолжительность состояния может быть константой или зависеть от обнаруженного состояния приемопередатчика на дальнем конце. Продолжительность периода одного символа DMT зависит от того, используется ли префикс цикличности. Некоторые сигналы инициализации содержат циклический префикс, а другие не содержат. Сигналы устройства ATU до и включая период прогона приемопередатчика, передают сигналы без циклического префикса, а сигналы периода анализа канала передают без префикса. Поэтому продолжительность любого сигнала в секундах зависит от числа периодов символов DMT и их продолжительности.
- Вторая часть – это описание формы напряжения, которую должен иметь передатчик на выходе в соответствующем состоянии. Форма выходного напряжения для заданного сигнала инициализации описана с помощью сравнительных моделей передатчиков DMT, показанных на рисунке 8-5, с размещением групп и масштабированием коэффициентов передачи для каждой поднесущей.
- Третья часть описания состояний заключается в утверждении правила, определяющего следующее состояние.

8.13.1.2 Прозрачность методов разделения сигналов в нисходящем и восходящем направлениях

Производители могут выбрать метод применения данной Рекомендации, используя либо мультиплексирование с частотным разделением (FDM), либо эхоподавитель (ЕС) для разделения сигналов в нисходящем и восходящем направлениях. Описанная здесь процедура инициализации обеспечивает совместимость между этими разными способами применения, предписывая, чтобы все нисходящие и восходящие сигналы управления были согласованы, но частотные диапазоны были более узкими для возможности использования приемопередатчика FDM. Кроме этого, задан период времени, в течение которого эхоподавитель приемопередатчика сможет настроиться на подавление эха.

8.13.1.3 Использование выбора служб ADSL

Описанная процедура инициализации применима к различным сервисным возможностям. Частоты поднесущих, используемые для некоторых сигналов, изменяют в зависимости от того, предлагают ли службу ADSL над POTS, над ЦСИС (как определено в Рек. МСЭ-Т G.961 [1], Добавления I, II, или III) или в чисто цифровом режиме без расположенных ниже служб. Поэтому эти частоты поднесущих определены в достаточно широком диапазоне частот, так чтобы приемник мог идентифицировать состояние/сигнал передатчика независимо от выбранной службы.

8.13.1.4 Повторная установка во время инициализации и передача данных

Повторная установка может потребоваться, если обнаружены ошибки, неправильное функционирование или превышено допустимое время перерыва во время последовательности инициализации и в рабочем режиме. Устройство ATU выполняет повторную установку переходом к процедурам по G.994.1. Обнаружив ошибку, устройство ATU-R должно передать сообщение об ошибке в R-SILENT0 (см. Рек. МСЭ-Т G.994.1 [2]). Обнаружив ошибку, устройство ATU-C должно передать сообщение об ошибке в C-SILENT1 (см. Рек. МСЭ-Т G.994.1 [2]).

В Приложении D определены состояния переходов, которые должны выполняться, если обнаружены ошибки, неправильное функционирование или превышено допустимое время перерыва во время последовательности инициализации. В Приложении D также определены условия, для которых может потребоваться перенастройка во время передачи данных (т.е. после успешной инициализации).

Процедуру инициализации можно использовать для перехода звена связи из режима L3 в L0 (см. 9.5.3). Коррекция ошибок (во время режимов L0 или L2) происходит при процедуре инициализации. В начале процедуры инициализации состояние звена связи ADSL следует изменить на L3. Когда устройство ATU с помощью процедур инициализации переходит в рабочий режим, звено связи ADSL должно находиться в режиме L0 (см. рисунок 9-5).

8.13.2 Фаза G.994.1

В этот раздел включены определение, структура и набор параметров G.994.1. Однако в этом разделе только перечислены параметры изменения фазы по G.994.1, чтобы сконфигурировать функции передачи и приема PMD. Параметры, применимые к уровням TPS-TC и PMS-TC, определены, соответственно, в разделах 6 и 7.

8.13.2.1 Обмен с квитированием – ATU-C

Подробные процедуры обмена с квитированием в ATU-C определены в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2]. Условия в устройстве ATU-C после включения и увеличения мощности, показанные на рисунке D.1, должны привести к состоянию C-SILENT1 (ожидания сигнала G.994.1 R-TONES-REQ). Устройство ATU-C может перейти в состояние C-INIT/HS (отправить сигнал G.994.1 C-TONES) по инструкции из сети. Для любого состояния операция должна протекать согласно процедурам, определенным в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2].

Если процедуры G.994.1 в данной Рекомендации выбраны в качестве режима работы, устройство ATU-C должно в конце операции G.994.1 перейти в состояние C-QUIET1 (см. рисунок 8-26). Все последующие сигналы должны быть переданы, используя уровни СПМ, как далее описано в этом разделе.

8.13.2.1.1 Сообщения CL

Устройство ATU-C, желающее указать на возможности G.992.3 в сообщении CL из G.994.1, должно выполнить это установкой на ONE, по крайней мере, одного из стандартных информационных полей {биты SPar(1)} G.992.3, как указано в таблице 11.0.2/G.994.1. Для каждого бита G.992.3 {SPar(1)}, установленного на ONE, должно быть представлено также соответствующее поле {Par(2)} (см. 9.4/G.994.1). Поля {Par(2)} сообщения CL G.994.1, соответствующие битам {SPar(1)}, указаны в таблице 8-20.

Таблица 8-20/G.992.3 – Определения битов PMD Par(2) сообщения CL в устройстве ATU-C

Бит NPar(2)	Определение
Частоты от 1 до 32	Используется только для дополнительных служб, связанных с ЦСИС (см. Приложения).
Режим диагностики	При установке на 1 указывает, что ATU-C хочет войти в режим диагностики (см. 8.15). При установке на 0 указывает, что ATU-C хочет войти в режим инициализации (см. 8.13).
Укороченная инициализация	При установке на 1 указывает, что ATU-C поддерживает укороченную инициализацию (см. 8.14). При установке на 0 указывает, что ATU-C не поддерживает укороченную инициализацию.
Бит SPar(2)	Определение, связанное с битами Npar(3)
Границы спектра в восходящем направлении	Блок параметров, указывающий на номинальный уровень передачи СПМ, максимальный уровень передачи СПМ и максимальную суммарную мощность передачи. Длина блока параметров должна быть 6 октетов. Пункты кодирования структурируют следующим образом: - Номинальный уровень передачи СПМ (<i>NOMPSD</i>) должен быть представлен как 9-разрядное целое число с двумя знаками с шагами по 0,1 дБ, от –25,6 до +25,5 дБ относительно значения в соответствующем приложении для выбранной службы. Должны кодироваться от 3 до 1 бита в первом октете и от 6 до 1 бита во втором октете; - Максимальный уровень передачи СПМ (<i>MAXNOMPSD</i>) должен быть представлен как 9-разрядное целое число с двумя знаками с шагами по 0,1 дБ, от –25,6 до +25,5 дБ относительно значения в соответствующем Приложении для выбранной службы. Должны кодироваться от 3 до 1 бита в третьем октете и от 6 до 1 бита в четвертом октете; - Максимальная суммарная мощность передачи (<i>MAXNOMATP</i>) должна быть представлена как 9-разрядное целое число с двумя знаками с шагами по 0,1 дБ, от –25,6 до +25,5 дБ относительно значения в соответствующем Приложении для выбранной службы. Должны кодироваться от 3 до 1 бита в пятом октете и от 6 до 1 бита в шестом октете.
Форма спектра в восходящем направлении	Блок параметров пар индексов поднесущих и значения формы спектра $\log_{tss_i}$ на данной поднесущей. Пары должны быть переданы в порядке увеличения индексов поднесущих. Каждая пара должна быть представлена 4-мя октетами. Длина блока параметров должна быть кратной 4-м октетам. Пункты кодирования структурируют следующим образом: - Индекс поднесущей должен быть 9-разрядным целым числом без знака, указывающим на индекс поднесущей от 1 до $2 \times NSCus - 1$, закодированный от 3-х до 1 бита в первом октете и от 6 до 1 бита во втором октете. - Указание на то, что эта поднесущая включена в набор SUPPORTEDset (установка на 1) или не включена в набор SUPPORTEDset (установка на 0). Это указание кодируют битом 6 октета 3; - Значение формы спектра $\log_{tss_i}$ должно быть представлено в логарифмическом масштабе как 7-битовое число без знака, со степенями по –0,5 дБ в диапазоне от 0 дБ (значение 0) до –62,5 дБ (значение 125), закодированное 1 битом 3-го октета и битами от 6-го до 1-го в октете 4. Значение 127 – особое, указывающее, что эту поднесущую не передают (т. е. $tss_i = 0$ в линейном масштабе). Значение 126 – особое, указывающее, что значение $\log_{tss_i}$ на этой поднесущей должно быть интерполировано в соответствии с 8.13.2.4; По крайней мере одна пара (из индексов поднесущих и значений формы спектра $\log_{tss_i}$ на этой поднесущей), указанная как включенная в набор SUPPORTEDset, должна иметь значение $\log_{tss_i}$, установленное на 0 дБ.

Таблица 8-20/G.992.3 – Определения битов PMD Par(2) сообщения CL в устройстве ATU-C

Границы спектра в нисходящем направлении	Блок параметров с теми же определениями и структурами, что и для восходящего направления.
Форма спектра в нисходящем направлении	Блок параметров с теми же определениями и структурами, что и для восходящего направления (с точками разрыва на частотах с индексами поднесущих от 1 до $2 \times NSCds - 1$).
Изображения сигнала передачи выше частоты Найквиста	Блок параметров изображения сигнала передачи выше частоты Найквиста. Блок параметров должен состоять из единственного октета. Пункты кодирования должны быть структурированы как биты от 6 до 3, указывающие на значение N , и биты 2 и 1, указывающие на определение изображений сигналов передачи выше частоты Найквиста (см. 8.8.2). Кодирование должно быть следующим: • $(b_6b_5b_4b_3) = n$, с $1 \leq n \leq 15$ указывает, что $N = 2^n$; • $(b_6b_5b_4b_3) = 0$ указывает, что N не в степени 2; • $(b_2b_1 = 01)$: комплексно-сопряженное в основной частотной полосе сигнала; • $(b_2b_1 = 10)$: заполнено нулями; • $(b_2b_1 = 00)$: прочие (не указанные выше); • $(b_2b_1 = 11)$: зарезервировано.

8.13.2.1.2 Сообщения MS

Устройство ATU-C, выбирающее режим работы G.992.3 в сообщении MS из G.994.1, должно выполнить это установкой на ONE битов соответствующего стандартного информационного поля {SPar(1)} G.992.3, как указано в таблице 11.0.2/G.994.1. Для каждого бита G.992.3 {SPar(1)}, установленного на ONE, должно быть представлено соответствующее поле {Par(2)} (см. 9.4/G.994.1). Поля {Par(2)} сообщения CL G.994.1, соответствующие битам {SPar(1)}, указаны в таблице 8-21.

Таблица 8-21/G.992.3 – Определения битов PMD Par(2) сообщения MS в устройстве ATU-C

Бит NPar(2)	Определение
Частоты от 1 до 32	Используется только для дополнительных служб, связанных с ЦСИС (см. Приложения).
Режим диагностики	Устанавливают на 1, если в сообщениях CL или CLR этот бит установлен на 1. Установка на 1 показывает, что оба устройства ATU должны войти в режим диагностики (см. 8.15). Установка на 0 показывает, что оба устройства ATU должны войти в режим инициализации (см. 8.13).
Укороченная инициализация	Устанавливают на 1, если и только если этот бит был установлен на 1 в обоих предыдущих сообщениях CL и CLR. Установка на 1 показывает, что устройства ATU могут использовать укороченную инициализацию (см. 8.14). Установка на 0 показывает, что устройства ATU не могут использовать укороченную инициализацию.

Бит SPar(2) должен быть установлен на 0. Никакие параметры Npar(3) не должны включаться в сообщение MS.

8.13.2.2 Квитирование установления связи – ATU-R

Подробные процедуры квитирования установления связи в ATU-R определены в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2]. Условия в устройстве ATU-R после включения и увеличения мощности, показанные на рисунке D.2, должны привести к первоначальному состоянию G.994.1 C-SILENT0. По команде с хост-контроллера устройство ATU-R должно инициировать квитирование установления связи, переходом от состояния R-SILENT0 к состоянию G.994.1 R-TONES-REQ. Далее работа должна выполняться согласно процедурам, определенным в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2].

Если в данной Рекомендации в качестве режима работы выбраны процедуры G.994.1, устройство ATU-R должно в конце операции G.994.1 перейти в состояние R-QUIET1 (см. рисунок 8-26). Все последующие сигналы должны быть переданы, используя уровни СПМ, как далее описано в этом разделе.

8.13.2.2.1 Сообщения CLR

Устройство ATU-R, желающее указать на возможности G.992.3 в сообщении CLR из G.994.1, должно выполнить это установкой на ONE, по крайней мере, одного из битов стандартных информационных полей {SPar(1)} G.992.3, как указано в таблице 11.0.2/G.994.1. Для каждого бита G.992.3 {SPar(1)}, установленного на ONE, должно быть представлено также соответствующее поле {Par(2)} (см. 9.4/G.994.1). Поля {Par(2)} сообщения CLR G.994.1, которые соответствуют битам {SPar(1)}, указаны в таблице 8-22.

Таблица 8-22/G.992.3 – Определения битов PMD Par(2) сообщения CLR в устройстве ATU-R

Бит NPar(2)	Определение
Частоты от 1 до 32	Используют только для дополнительных служб, связанных с ЦСИС (см. Приложения).
Режим диагностики	При установке на 1 указывает, что ATU-R хочет войти в режим диагностики (см. 8.15). При установке на 0 указывает, что ATU-R хочет войти в режим инициализации (см. 8.13).
Укороченная инициализация	При установке на 1 указывает, что ATU-R поддерживает укороченную инициализацию (см. 8.14). При установке на 0 указывает, что ATU-R не поддерживает укороченную инициализацию.
Бит SPar(2)	Определение, связанное с битами Npar(3)
Границы спектра в восходящем направлении	Блок параметров с теми же определениями и структурами, что и для границ спектра в блоке параметров в восходящем направлении в сообщении CL.
Форма спектра в восходящем направлении	Блок параметров с теми же определениями и структурами, что и для формы спектра в блоке параметров в восходящем направлении в сообщении CL.
Границы спектра в нисходящем направлении	Блок параметров не должен быть включен. Бит SPar(2) должен быть установлен на 0.
Форма спектра в нисходящем направлении	Блок параметров не должен быть включен. Бит SPar(2) должен быть установлен на 0.
Изображения сигнала передачи выше частоты Найквиста	Блок параметров с теми же определениями и структурами, что и для изображений сигналов передачи выше частоты Найквиста в блоке параметров в сообщении CL.

8.13.2.2.2 Сообщения MS

Устройство ATU-R, выбирающее режим работы G.992.3 в сообщении MS из G.994.1, должно выполнить это установкой на ONE битов соответствующих стандартных информационных полей {биты SPar(1)} G.992.3, как указано в таблице 11.0.2/G.994.1. Для каждого бита G.992.3 {SPar(1)}, установленного на ONE, должно быть предоставлено также соответствующее поле {Par(2)} (см. 9.4/G.994.1). Поля {Par(2)} сообщения MS G.994.1, соответствующие битам {SPar(1)}, указаны в таблице 8-23.

Если устройство ATU-R передает сообщение MP (как определено в 7.5/G.994.1), формат этого сообщения должен быть таким же, как формат сообщения MS, определенный в таблице 8-23.

Таблица 8-23/G.992.3 – Определение битов PMD Par(2) сообщения ATU-R MS

Бит NPar(2)	Определение
Частоты от 1 до 32	Используется только для дополнительных служб, связанных с ЦСИС (см. Приложения).
Режим диагностики	Устанавливают на 1, если в сообщениях CL или CLR этот бит установлен на 1. Установка на 1 показывает, что оба устройства ATU должны войти в режим диагностики (см. 8.15). Установка на 0 показывает, что оба устройства ATU должны войти в режим инициализации (см. 8.13).
Укороченная инициализация	Устанавливают на 1, если и только если этот бит был установлен на 1 в обоих предыдущих сообщениях CL и CLR. Установка на 1 показывает, что устройства ATU могут использовать укороченную инициализацию (см. 8.14). Установка на 0 показывает, что устройства ATU не могут использовать укороченную инициализацию.

Биты $\text{Sprag}(2)$ должны быть установлены на 0. В сообщение MS не следует включать никаких параметров $\text{Nprag}(3)$.

8.13.2.3 Уровни передачи СПМ по G.994.1

Когда переходы устройств АТУ происходят по процедурам G.994.1, их работа выходит за рамки по данной Рекомендации, и чтобы изменить режим работы, уровень передачи СПМ должен соответствовать указанному в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2]. Если же процедуры G.994.1 выполняют по процедурам, описанным в данной Рекомендации, уровень передачи СПМ должен быть таким, как указано в таблице 8-24.

Таблица 8-24/G.992.3 – Уровни передачи СПМ по G.994.1

До состояния G.992.3	Уровни передачи СПМ
Отсутствует (G.994.1 выходит за рамки данной Рекомендации)	См. G.994.1.
Все состояния по данной Рекомендации	Здесь и далее номинальный уровень передачи СПМ, определенный для выбранной службы (т. е. здесь и далее уровень <i>NOMPSD</i> , как указано в G.994.1 в явной или неявной форме с помощью значения по умолчанию, см. 8.13.2.4).

Уровень передачи СПМ, на котором передают сигналы по G.994.1, может быть указан в поле идентификации сообщений CL, CLR или MS в G.994.1 (см. таблицу 9.0.1/G.994.1).

8.13.2.4 Спектральные границы и параметры формы

Сообщение CLR может включать блок параметров границ спектра в восходящем направлении, но не должен включать блок параметров границ спектра в нисходящем направлении. Сообщение CL может включать блок параметров границ спектра в нисходящем направлении, а также блок параметров границ спектра в восходящем направлении. Сообщение MS не должно включать блок параметров границ спектра ни в нисходящем направлении, ни в восходящем направлении.

Если также блок параметров границ спектра не включен в сообщение CL, границы спектра должны определять в соответствии с Приложением для выбранной службы.

Если блок параметров границ спектра не включен в сообщение CLR, границы спектра в восходящем направлении должны определять в соответствии с Приложением для выбранной службы.

Если блок параметров границ спектра включен в сообщение CL или CLR, то уровень *NOMPSD* не должен быть выше уровня *MAXNOMPSD*.

Сообщение CLR может включать блок параметров формы спектра в восходящем направлении и не должно включать блок параметров формы спектра в нисходящем направлении. Сообщение CL может включать блок параметров формы спектра в нисходящем направлении и восходящем направлении. Сообщение MS не должно включать блок параметров формы спектра ни в нисходящем направлении, ни в восходящем направлении.

Если блок параметров формы спектра не включен ни в сообщение CL, ни в сообщение CLR, формирование формы спектра невозможно. В этом случае значение tss_i должно быть равно 1 для всех поднесущих с индексами от 1 до $2 \times NSC - 1$ и набором *SUPPORTEDset*, который должен содержать все поднесущие с индексами от $i = 1$ до $NSC - 1$.

Если изменение перехода CLR/CL не включено в сеанс G.994.1, форма спектра останется такой же, как и при предыдущем изменении (т. е. будут использованы значения tss_i в нисходящем направлении, которые содержит предыдущее сообщение CL, и значения tss_i в восходящем направлении, которые содержит предыдущее сообщение CLR).

Форма спектра для каждой поднесущей i (tss_i) должна быть определена как функция от точек разрыва по частоте (что связано со значениями формы, которые отличаются для резервных значений спектра 126, измененных в течение фазы G.994.1 для всех поднесущих с индексом от 1 до $2 \times NSC - 1$) следующим образом:

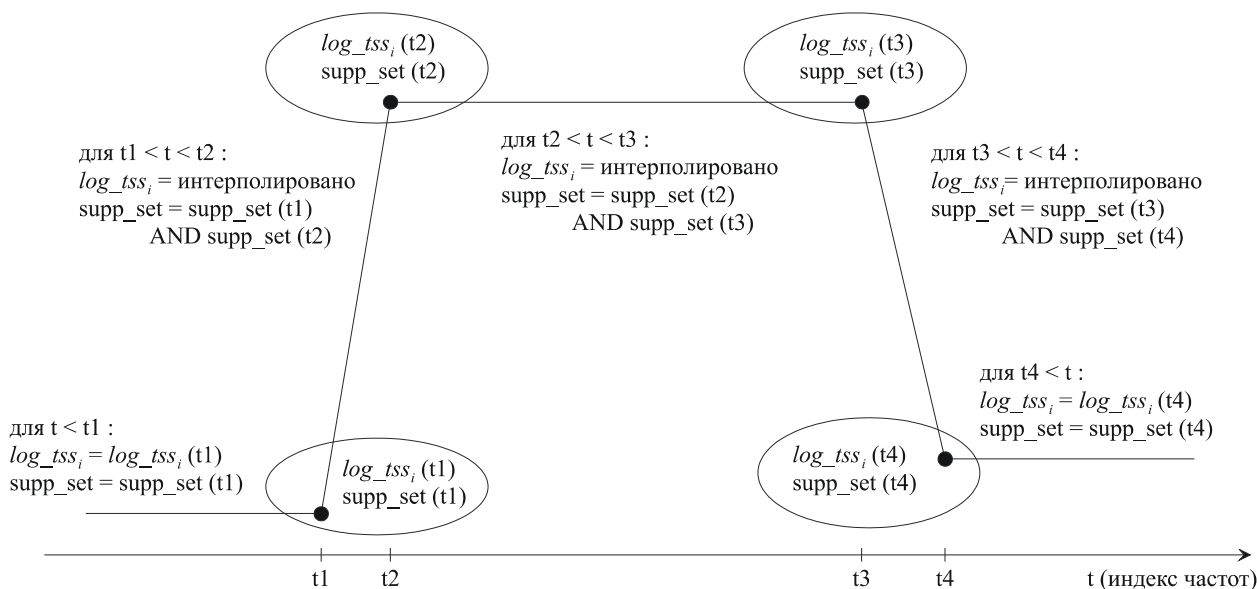
- Если поднесущая расположена по частоте ниже точки разрыва (т. е. с плоским продолжением для более низких частот), то форма спектра в самой нижней точке разрыва со значением формы спектра, отличным от 126, будет $\log_{tss_i}$ (значения в дБ).
- Если поднесущая расположена по частоте выше точки разрыва (т. е. с плоским продолжением для более высоких частот), то форма спектра в самой верхней точке разрыва со значением формы спектра, отличным от 126, будет $\log_{tss_i}$ (значения в дБ).
- В других случаях используют интерполяцию между формами спектра на нижней и верхней частотах разрыва, связанными со значениями формы, отличными от 126, с линейной зависимостью между формой спектра $\log_{tss_i}$ (значения в дБ) и линейной шкалой частот в Гц (т. е. интерполяция с постоянным наклоном в дБ/Гц). Если значение формы спектра на частотах ниже или выше точек разрыва составляет 127, то интерполированное значение tss_i для этой поднесущей будет нуль.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – особое значение $\log_{tss_i}$, равное 126, используют для указания, что точку разрыва используют только для определения набора SUPPORTEDset, а не для определения значений $\log_{tss_i}$.

Обозначение (логические 0 или 1) для каждой поднесущей i о том, принадлежит ли эта поднесущая к набору SUPPORTEDset или нет, должно быть определено в функции замены обозначений во время фазы G.994.1 для всех поднесущих с индексом от 1 до $NSC - 1$, следующим образом:

- обозначение самой низкой частоты разрыва, если поднесущая находится ниже самой низкой частоты разрыва или на этой частоте;
- обозначение самой высокой частоты разрыва, если поднесущая находится выше самой высокой частоты разрыва или на этой частоте;
- в других случаях логическое AND для обозначений верхней и нижней частот разрыва.

Поднесущие с индексом в диапазоне от NSC до $2 \times NSC - 1$ не должны включаться в набор SUPPORTEDset. Вышеприведенные определения $\log_{tss_i}$ и обозначений SUPPORTEDset для поднесущих, не включенных в G.994.1, иллюстрируются на рисунке 8-24.



G.992.3_F08-24

Рисунок 8-24/G.992.3 – Иллюстрация интерполяции значений $\log_{tss_i}$ и обозначений набора SUPPORTEDset

Значение формы спектра следует преобразовать из логарифмического масштаба ($\log_{tss_i}$, в дБ) в линейный tss_i , согласно равенству:

$$tss_i = \frac{\text{Округленное} \left(1024 \times 10^{\frac{\log_{tss_i}}{20}} \right)}{1024}$$

Суммарная точность линейной интерполяции значений $\log_{tss_i}$ в процессе преобразования линейных значений tss_i должна быть заведомо меньше, чем половина МЗБ 10-ти битов после десятичной запятой в формате линейных значений tss_i . Когда $\log_{tss_i}$ равно 0 дБ или когда производят интерполяцию между значениями $\log_{tss_i}$, которые равны 0 дБ, не должны вводиться никакие ошибки.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Это обеспечит максимальную разность между значениями tss_i , которые используют приемник и передатчик не более одного бита МЗБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Следует отметить, что точность строго определяется как $< 1/2$ МЗБ. Точность = $1/2$ МЗБ приведет к некорректным результатам.

Информацию, представленную в блоке формирования спектра, можно определить следующим образом:

- Блок параметров формирования спектра в восходящем направлении CLR должен представлять значения формы спектра tss_i для каждой поднесущей восходящего направления. Формат блока параметров формирования спектра в восходящем направлении определен в таблице 8-22. Значения формы спектра tss_i должны быть использованы для инициализации всех сигналов, определенных в таблице 8-25. Набор SUPPORTEDset в восходящем направлении определен как набор поднесущих с индексами $1 \leq i \leq NSC_{us} - 1$, которые предназначены для устройства ATU-R для передачи сигналов во время анализа канала. Устройство ATU-R в сообщении CLR должно указать, какие поднесущие включены в набор SUPPORTEDset, как это показано в таблице 8-22. Для поднесущих SUPPORTEDset восходящего потока значения tss_i должны быть равны 1 ($\log_{tss_i} = 0$ дБ, т. е. отсутствует формирование спектра). Для поднесущих SUPPORTEDset, не принадлежащих к восходящему потоку, значения tss_i должны быть меньше или равны 1 ($\log_{tss_i} \leq 0$ дБ) и равны или больше минимального значения из равенства (8-1). Чтобы облегчить преобразование спектра, устройство ATU-R может уменьшить число поднесущих, которые предполагается передавать во время анализа канала.
- Блок параметров формирования спектра в нисходящем направлении CL должен представлять значения формы спектра tss_i для каждой поднесущей нисходящего направления. Формат блока параметров формирования спектра в нисходящем направлении определен в таблице 8-20. Значения формы спектра tss_i должны быть использованы для инициализации всех сигналов, определенных в таблице 8-25. Набор SUPPORTEDset в нисходящем направлении определен как набор поднесущих с индексами $1 \leq i \leq NSC_{ds} - 1$, которые предназначены для устройства ATU-C для передачи сигналов во время анализа канала. Устройство ATU-C в сообщении CL должно указать, какие поднесущие включены в набор SUPPORTEDset, как это показано в таблице 8-20. Для поднесущих SUPPORTEDset нисходящего потока значения tss_i должны быть в диапазоне от 0 до 1 (т. е. допускается формирование спектра). Для поднесущих SUPPORTEDset, не принадлежащих к нисходящему потоку, значения tss_i должны быть меньше или равны 1 ($\log_{tss_i} \leq 0$ дБ) и равны или больше минимального значения из равенства (8-1). Чтобы облегчить преобразование спектра, устройство ATU-C может уменьшить число поднесущих, которые предполагается передавать во время анализа канала.
- Блок параметров формирования спектра в восходящем направлении CL должен представлять, какие поднесущие ATU-R можно включить в набор восходящего направления SUPPORTEDset (указание SUPPORTEDset установлено на 1, а значение tss_i равно 1 в линейном масштабе) и какие поднесущие ATU-R нельзя включить в набор восходящего направления SUPPORTEDset (указание SUPPORTEDset установлено на 0, а значение tss_i равно 0 в линейном масштабе). Формат блока параметров формирования спектра в восходящем направлении определен в таблице 8-20 (см. примечание 2).

$$S(i \cdot \Delta f) \leq tss_i^2 \leq 1, \text{ для } 1 \leq i \leq 2 \times NSC - 1, \quad (8-1)$$

где

$$S(f) = \sum_n S_b \left(f - n \cdot \left(\frac{N}{NSC} \right) \cdot f_s \right),$$

$$S_b(f) = \sum_{k \in SUPPORTEDset} tss_k^2 \times (W^2(f - k \cdot \Delta f) + W^2(f + k \cdot \Delta f))$$

(N/NSC) – фактор выборки с запасом преобразования IDFT с N и NSC , как определено в 8.8.2,

Δf – разнос частот поднесущих, т. е. = 4,3125 кГц (см. 8.8.1),

f_s – частота выборки, т. е. $2 \times NSC \times \Delta f$ (см. 8.8.13),

$W^2(f)$ – преобразование Фурье функции автокорреляции прямоугольного окна, определенного как:

$$W^2(f) = \frac{17}{16} \times \text{sinc}^2 \left(\frac{f}{(16/17) \cdot \Delta f} \right).$$

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Коэффициент масштабирования использован в последнем равенстве, чтобы сделать равным единице интеграл от $W^2(f)$.

На рисунке 8-25 дан пример значений tss_i в нисходящем направлении как функции от индексов поднесущих i для случая, когда набор SUPPORTEDset содержит поднесущие с индексами от $i = 40$ до 200 и $N = 2 \times NSC = 512$ (для выборки IDFT). На частотах $i \times \Delta f$ с $40 \leq i \leq 200$ при $\Delta f = 4,3125$ кГц значение tss_i равно 1 (0 дБ).

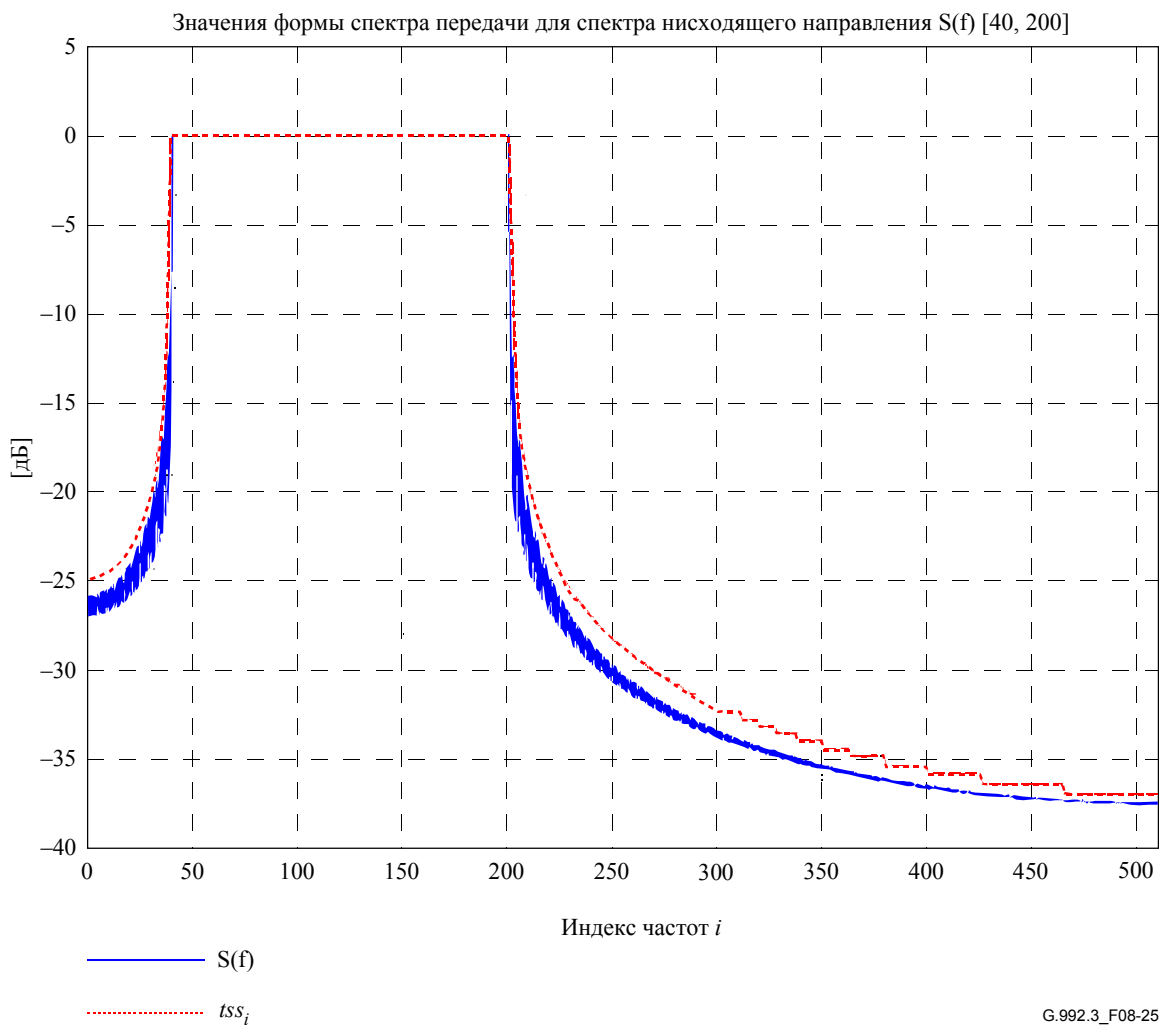


Рисунок 8-25/G.992.3 – Пример значений $\log_{tss_i}$ (в дБ) в нисходящем направлении как функция от индекса поднесущей

Сообщение CLR отправляют до сообщения CL. Поэтому в то время, как ATU-R отправляет сообщение CLR, устройство ATU-R еще не осведомлено об ограничениях, которые содержатся в базе CO-MIB, использующей границы спектра и блок параметров формы в восходящем направлении. Эти ограничения содержатся в сообщении CL, которое устройство ATU-C отправляет в ответ на сообщение CLR. Поэтому после того, как ATU-R отправит сообщение ACK для завершения обмена CLR/CL, устройство ATU-R должно проверить содержание сообщений CL и CLR следующим образом:

- Уровни $NOMPSD_{us}$, $MAXNOMPSD_{us}$ и $MAXNOMATP_{us}$ в сообщении CLR должны быть не выше соответствующих уровней в сообщении CL.
- Все поднесущие, обозначенные в сообщении CLR как включенные в набор SUPPORTEDset восходящего направления, должны быть указаны в сообщении CL как поднесущие, которые устройство ATU-R может включить в набор SUPPORTEDset восходящего направления.

Если границы спектра и параметры формы в сообщениях CLR и CL окажутся согласованными, устройство ATU-R должно использовать границы спектра и параметры формы такими, как это указано в сообщении CLR. В противном случае, если границы спектра и параметры формы в сообщениях CLR и CL окажутся не согласованными, устройство ATU-R должно действовать следующим образом:

- Устройство ATU-R отправляет сообщение MS, указывающее, что оно не готово к этому времени выбрать режим (согласно 10.1.1/G.994.1). После завершения сеанса G.994.1 устройство ATU-R вычисляет новые границы спектра и параметры формы без подключения к линии, принимая во внимание границы спектра и параметры формы, обозначенные ATU-C

в сообщении CL во время предыдущего сеанса G.994.1. При последующем сеансе G.994.1 устройство ATU-R отправляет сообщение CLR, включающее новые границы спектра и параметры формы.

- Устройство ATU-R вычисляет новые границы спектра и параметры формы с подключением к линии, принимая во внимание границы спектра и параметры формы, обозначенные ATU-C в сообщении CL во время предыдущего сеанса G.994.1. В течение этого же сеанса G.994.1 устройство ATU-R повторяет изменение перехода CLR/CL в сообщении CLR, включая новые границы спектра и параметры формы.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В нисходящем направлении база CO-MIB содержит для каждой поднесущей указание, допустимо или нет отправить эту поднесущую, начиная с фазы анализа канала при инициализации. Из этой информации, а также принимая во внимание собственные возможности, ATU-C выбирает для нисходящего направления набор поднесущих SUPPORTEDset и вычисляет информацию о границах спектра и параметрах формы.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В восходящем направлении база CO-MIB содержит для каждой поднесущей указание, допустимо или нет отправить эту поднесущую, начиная с фазы анализа канала при инициализации. Эту информацию передают в ATU-R в сообщении CL о границах спектра и параметрах формы в восходящем направлении (с помощью указаний SUPPORTEDset и используя только значения tss_i 0 и 1 в линейном масштабе). Из этой информации, а также принимая во внимание собственные возможности, ATU-R выбирает для нисходящего направления набор поднесущих SUPPORTEDset и вычисляет для сообщения CLR информацию о границах спектра и параметрах формы в восходящем направлении.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – При значениях tss_i в разных блоках формирования спектра ATU указывает, какие поднесущие ATU следует передать (поднесущие в наборе SUPPORTEDset), а какие не следует передавать (поднесущие не из набора SUPPORTEDset) во время анализа канала для обоих направлений – нисходящего и восходящего. Это необходимо, чтобы убедиться, что ATU-R может выбрать контрольную частоту C-TREF, которая должна быть передана, начиная с фазы анализа канала. Это также облегчит выбор функцией приема PMD неиспользуемых поднесущих для мониторинга ОСШ и выбора поднесущих для модуляции сообщений PARAMS.

Во время фазы раскрытия канала функция приема PMD может включить биты *BLACKOUT* (т. е. $BLACKOUT_i$ от $i = 1$ и до $NSC - 1$) в сообщении MSG-PCB. Эта информация содержит указание, какие из поднесущих могут ($BLACKOUT_i = 0$), а какие не должны ($BLACKOUT_i = 1$) быть переданы функцией передачи PMD во время инициализации, начиная с фазы прогона приемопередатчика (см. таблицу 8-25). Набор *BLACKOUTset* в нисходящем направлении определен как набор поднесущих в нисходящем направлении, которые устройство ATU-R должно отключить. Набор *BLACKOUTset* в восходящем направлении определен как набор поднесущих в восходящем направлении, которые устройство ATU-C должно отключить.

Если биты *BLACKOUT* не включены в сообщение MSG-PCB и инициализация содержит фазу G.994.1, функция передачи PMD должна считать все биты *BLACKOUT* установленными на 0. Если биты *BLACKOUT* не включены в сообщение MSG-PCB и инициализация не содержит фазу G.994.1, функция передачи PMD должна полагать, что биты *BLACKOUT*, которые были переданы в предыдущем сообщении MSG-PCB, все еще имеют силу.

Отключение подканалов во время инициализации и рабочего режима позволяет функции приема PMD оценить характеристики сигналов входа RFI. Основываясь на этой оценке, функция приема PMD может выполнить обработку сигнала адаптивными алгоритмами для подавления сигналов RFI и/или их уменьшения с целью улучшения характеристик в присутствии сигналов RFI.

Набор MEDLEYset нисходящего направления определен как набор поднесущих в наборе SUPPORTEDset нисходящего направления с удалением поднесущих, которые содержит набор *BLACKOUTset* нисходящего направления. Набор MEDLEYset восходящего направления определен как набор поднесущих в наборе SUPPORTEDset восходящего направления с удалением поднесущих, которые содержит набор *BLACKOUTset* восходящего направления.

Кодер символов инициализации представляет объединение, во-первых, размещения группы и, во-вторых, формирования спектра и отключения поднесущих для символов, которые передают во время фазы инициализации. Размещение группы определяет значения X_i и Y_i для раскрытия канала,

прогон приемопередатчика, анализ канала и фазы изменений при инициализации (см. 8.13.3, 8.13.4, 8.13.5 и 8.13.6 соответственно) для поднесущих с $i = 1$ и до $2 \times NSC - 1$.

Формирование спектра и отключение поднесущих должно применяться для всех поднесущих на разных фазах инициализации, как показано в таблице 8-25.

Значения Z_i (от $i = 1$ до $2 \times NSC - 1$) являются входами для функции модуляции (см. рисунок 8-5). Значения Z_i с индексами поднесущих $i \geq \text{MIN}(N, 2 \times NSC)$ полностью игнорируют. Значения Z_i с индексами поднесущих от $i = NSC$ до $\text{MIN}(N, 2 \times NSC) - 1$ используются функцией модуляции только во время прогона приемопередатчика и только, если используют преобразование IDFT с избыточной выборкой и с нулевым заполнением (см. 8.8.2). В других случаях эти значения полностью игнорируют.

Таблица 8-25/G.992.3 – Применение формирования спектра и выключения поднесущих во время инициализации

Фаза инициализации	Применение формирования спектра и выключения поднесущих
G.994.1 (8.13.2)	Отсутствует формирование спектра и выключение поднесущих
Раскрытие канала (8.13.3)	$Z_i = tss_i \times (X_i + jY_i)$ Отсутствует выключение поднесущих Ненулевые значения $(X_i + jY_i)$ следует масштабировать к уровню <i>NOMPSD</i>
Прогон приемопередатчика (8.13.4)	$Z_i = tss_i \times (X_i + jY_i)$ если $BLACKOUT_i = 0$ $Z_i = 0$ если $BLACKOUT_i = 1$ Ненулевые значения $(X_i + jY_i)$ следует масштабировать к уровню <i>REFPSD</i>
Анализ канала (8.13.5)	$Z_i = tss_i \times (X_i + jY_i)$ если поднесущие в MEDLEYset $Z_i = 0$ если поднесущие не в MEDLEYset Ненулевые значения $(X_i + jY_i)$ следует масштабировать к уровню <i>REFPSD</i>
Изменение (8.13.6)	$Z_i = tss_i \times (X_i + jY_i)$ если поднесущие в MEDLEYset $Z_i = 0$ если поднесущие не в MEDLEYset Ненулевые значения $(X_i + jY_i)$ следует масштабировать к уровню <i>REFPSD</i>

В нисходящем направлении значения tss_i , используемые для поднесущих в MEDLEYset во время фаз анализа канала и изменений, должны находиться в диапазоне от 0 до 1. В восходящем направлении эти значения tss должны быть равны 1.

8.13.3 Фаза раскрытия канала

В этой фазе устройство ATU-х может выполнять грубое восстановление синхронизации, проверку канала и понижение мощности. Устройство ATU-х может выполнять проверку линии, чтобы определить ее состояние. Устройство ATU-R может также идентифицировать поднесущую, подходящую для синхронизации во время прогона приемопередатчика.

8.13.3.1 Раскрытие канала ATU-C

Эталонная частота ATU-C функции передачи PMD не должна изменяться в течение и после фазы раскрытия канала. Однако опорная частота, используемая во время фазы раскрытия канала, может отличаться от опорной частоты во время фазы G.994.1.

В фазе раскрытия канала модулированные поднесущие (т. е. ненулевые X_i и Y_i) следует передавать с номинальным уровнем передачи СПМ (NOMPSDds), включая форму спектра.

8.13.3.1.1 Состояние C-QUIET1

После завершения устройством ATU-C сеанса G.994.1 (см. 11.3/G.994.1) ATU-C должно перейти к состоянию C-QUIET1.

Состояние C-QUIET1 характеризуется переменной длиной. В этом состоянии ATU-C должно передавать минимум 512 и максимум 4204 символов C-QUIET. Минимальная продолжительность состояния C-QUIET1 допускает период измерения СПМ шума при покое линии по крайней мере в 512 символов (см. 8.12.3.2).

Символ A C-QUIET должен быть определен как нулевое выходное напряжение в контрольной точке U-C 2 (см. эталонную модель в 5.4). Все поднесущие в символе C-QUIET должны быть переданы с нулевой мощностью (т. е. $X_i = Y_i = 0$).

Устройство ATU-C может перейти в состояние C-QUIET1 до или после перехода ATU-R в состояние R-QUIET1. Если устройство ATU-C переходит первым, устройство ATU-C должно оставаться в состоянии C-QUIET1 до момента перехода ATU-R в состояние R-QUIET1. После перехода ATU-C в состояние C-QUIET1 или перехода ATU-R в состояние R-QUIET1 (отсчитывая от последнего из них) ATU-C должно перейти к следующему состоянию. Эта операция требует от 512 до 2048 символов.

За состоянием C-QUIET1 должно следовать состояние C-COMB1.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Максимальная продолжительность состояния C-QUIET1 составляет 500 мс. Это – время завершения устройствами ATU-C и ATU-R фазы G.994.1 (4312/2 символов) и плюс 2048 символов для перехода ATU-C из фазы G.994.1 к фазе раскрытия канала.

8.13.3.1.2 Состояние C-COMB1

Продолжительность состояния C-COMB1 определяется постоянной длиной. В состоянии C-COMB1 устройство ATU-C должно передать 128 символов C-COMB.

Во время этого состояния устройство ATU-R восстанавливает синхронизацию и измеряет некоторые характеристики канала нисходящего направления для выделения контрольной частоты C-TREF и оценки минимума "плоского" понижения мощности устройством ATU-R как в нисходящем, так и в восходящем направлениях. Эти функции могут продолжаться и во время состояния C-COMB2.

Символ C-COMB следует определить как широкополосный многочастотный символ, состоящий из 16 поднесущих с индексами 11, 23, 35, 47, 59, 64, 71, 83, 95, 107, 119, 143, 179, 203, 227 и 251. Разнос поднесущих выбран исходя из минимизации звуковых влияний в полосе частот POTS до плоского снижения мощности, которое может потребоваться при отключенном терминале POTS, а также чтобы ограничить мощность передачи величиной 8,4 дБм (т. е. плоское изменение уровня мощности на 12 дБ).

Поднесущие в символе C-COMB должны модулировать те же биты данных, которые используют для символов C-REVERB, и таким же образом, с теми же индексами поднесущих модулируют биты группы квадратурной модуляции 4-КАМ, как определено в 8.13.4.1.1. Поднесущие, которые отсутствуют в символе C-COMB, должны передаваться с нулевой мощностью (т. е. $X_i = Y_i = 0$).

За состоянием C-COMB1 должно следовать состояние C-QUIET2.

8.13.3.1.3 Состояние C-QUIET2

Состояние C-QUIET2 характеризуется постоянной продолжительностью. Во время состояния C-QUIET2 устройство ATU-C должно передать 256 символов C-QUIET.

За состоянием C-QUIET2 должно следовать состояние C-COMB2.

8.13.3.1.4 Состояние C-COMB2

Состояние C-COMB2 характеризуется постоянной длиной. Во время состояния C-COMB2 устройство ATU-C должно передать символы *LEN_C-COMB2* C-COMB. Всякий раз, когда в рабочем режиме запускают инициализацию для процедуры быстрой коррекции ошибок (см. 8.14), значение *LEN_C-COMB2* следует установить на 1024 символа. В других ситуациях значение *LEN_C-COMB2* следует установить либо на 1024, либо на 3872 символа.

Во время этого состояния устройство ATU-R восстанавливает синхронизацию и измеряет некоторые характеристики канала нисходящего направления для выделения контрольной частоты C-TREF и оценки минимума "плоского" понижения мощности устройством ATU-R как в нисходящем, так и в восходящем направлениях.

За состоянием C-COMB2 должно следовать состояние C-ICOMB1, если устройству ATU-C требуется использовать состояние C-LINEPROBE. В противном случае за C-COMB2 должно следовать состояние C-QUIET3.

8.13.3.1.5 Состояние C-ICOMB1

Состояние C-ICOMB1 характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-ICOMB1 устройство ATU-C должно передать 10 символов C-ICOMB.

Символ C-ICOMB должен быть определен как сдвиг на 180 градусов одной поднесущей относительно другой поднесущей в виде символа C-COMB (т. е. один символ C-ICOMB модулирует по битам инвертированный образец данных REVERB PRBS).

За состоянием C-ICOMB1 должно следовать состояние C-LINEPROBE.

8.13.3.1.6 Состояние C-LINEPROBE

Состояние C-LINEPROBE характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-LINEPROBE устройство ATU-C должно передать произвольный сигнал производителя с продолжительностью 512 символов.

За состоянием C-LINEPROBE должно следовать состояние C-QUIET3.

8.13.3.1.7 Состояние C-QUIET3

Состояние C-QUIET3 характеризуется переменной длиной. В состоянии C-QUIET3 устройство ATU-C должно передать минимум 256 и максимум 906 символов C-QUIET. Во время этого состояния устройство ATU-C может не измерять затухания канала в восходящем направлении (пока ATU-R находится в состоянии R-COMB2).

Устройство ATU-C должно продолжать передачу символов C-QUIET до тех пор, пока ATU-R не перейдет в состояние R-QUIET3. В течение передачи 64 символов после перехода ATU-R в состояние R-QUIET3 устройство ATU-C должно перейти в следующее состояние.

За состоянием C-QUIET3 должно следовать состояние C-COMB3.

8.13.3.1.8 Состояние C-COMB3

Состояние C-COMB3 характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-COMB3 устройство ATU-C должно передать 64 символа C-COMB.

За состоянием C-COMB3 должно следовать состояние C-ICOMB2. Переход к состоянию C-ICOMB2 обеспечивает маркер времени для состояния C-MSG-FMT.

8.13.3.1.9 Состояние C-ICOMB2

Состояние C-ICOMB2 характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-ICOMB2 устройство ATU-C должно передать 10 символов C-ICOMB.

За состоянием C-ICOMB2 должно следовать состояние C-MSG-FMT.

8.13.3.1.10 Состояние C-MSG-FMT

Состояние C-MSG-FMT характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-MSG-FMT устройство ATU-C должно передать 96 символов C-COMB или C-ICOMB, чтобы промодулировать сообщения C-MSG-FMT и CRC. Сообщение C-MSG-FMT пересылает информацию о присутствии, формате и длине последующих сообщений ATU-C и ATU-R.

Сообщение m состояния C-MSG-FMT определяют как:

$$m = \{m_{15}, \dots, m_0\}$$

Биты следует определять, как показано в таблице 8-26.

Таблица 8-26/G.992.3 – Определение битов для сообщения C-MSG-FMT

Индекс бита	Параметр	Определение
0	FMT_R-REVERB1 (значения 0 или 1)	Установка на 1 указывает, что ATU-C запрашивает увеличение продолжительности состояния R-REVERB1. Установка на 0 указывает на отсутствие такого запроса.
1		Зарезервировано. Установлено на 0.
2	FMT_C-REVERB4 (значения 0 или 1)	Установка на 1 указывает, что ATU-C запрашивает увеличение продолжительности состояния C-REVERB4. Установка на 0 указывает на отсутствие такого запроса.
7...3	FMT_R-QUIET4 (значения от 0 до 31)	Значения (от 0 до 31), размещенные в этих битах, указывают на продолжительность состояния R-QUIET4. Бит MSB должен быть размещен в бите сообщения с наивысшим индексом.
8	FMT_C-MSG-PCB	Установка на 1 указывает, что сообщение C-MSG-PCB должно включать биты C-BLACKOUT. Установка на 0 указывает на отсутствие такого требования.
15...9		Зарезервировано. Установлено на 0.

16 битов m_0 – m_{15} должны быть переданы периодами по 48 символов (m_0 первый и m_{15} последний). Нулевой бит должен быть передан в трех последовательных символах C-COMB. Один бит должен быть передан в трех последовательных символах C-ICOMB.

После передачи сообщения C-MSG-FMT к сообщению должна присоединяться проверка CRC. 16 битов CRC должны быть вычислены из 16 сообщений по m битов с использованием равенства:

$$c(D) = a(D)D^{16} \text{ modulo } g(D),$$

где:

$$a(D) = m_0D^{15} + m_1D^{14} \dots + m_{15}$$

представляет собой сообщение в форме полинома из 16 битов сообщения C-MSG-FMT с m_0 в качестве наименее значащего бита первого октета сообщения C-MSG-FMT;

$$g(D) = D^{16} + D^{12} + D^5 + 1$$

представляет собой генератор полинома CRC, а

$$c(D) = c_0D^{15} + c_1D^{14} \dots + c_{14}D + c_{15}$$

представляет собой полином проверки CRC.

16 битов c_0 – c_{15} должны быть переданы за периоды по 48 символов (c_0 первый и c_{15} последний), используя ту же модуляцию, которая использована для передачи сообщения m .

За состоянием C-MSG-FMT должно следовать состояние C-MSG-PCB.

8.13.3.1.11 Состояние C-MSG-PCB

В каждом направлении мощность передачи должна быть понижена на величину, максимум которой определяют ATU-R и ATU-C. Устройство ATU-C должно учитывать динамический диапазон своего приемника, рассматривая состояние R-COMB2, условия на местной линии, которые определяет дополнительно C-LINEPROBE, и тенденции политики, как например, ограничения спектра, когда определяют уровни понижения мощности.

Чтобы обеспечить одностороннее управление ПВДК, устройство ATU-C должно запросить о снижении мощности передачи в восходящем направлении в сообщении C-MSG-PCB с тем, чтобы мощность на приеме ATU-C не была выше, чем максимальный уровень, указанный MAXRXPWR, как это определено в CO-MIB (см. 8.5.1). Мощность на приеме ATU-C следует измерить на трех поднесущих: поднесущих 12, 18 и 24 для Приложения А и Приложения I и для поднесущих 36, 42 и 48 для Приложения В и Приложения J.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – При определении величины снижения мощности в восходящем направлении (PCBus) устройство ATU-C должно принимать во внимание форму спектра этих поднесущих.

Состояние C-MSG-PCB характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-MSG-PCB устройство ATU-C должно передавать 96 или $96 + 3 \times NSCus$ символов C-COMB или C-ICOMB, чтобы промодулировать сообщения C-MSG-PCB и CRC, в зависимости от того, включены или не включены биты C-BLACKOUT. Сообщение C-MSG-PCB пересылает устройству ATU-C определенные уровни понижения мощности для обоих направлений (нисходящего и восходящего), известный устройству ATU-C статус приема и биты BLACKOUT в восходящем направлении.

Устройство ATU-C должно указать в сообщении C-MSG-FMT, включает или не включает сообщение C-MSG-PCB биты C-BLACKOUT. Если C-MSG-PCB не включает биты C-BLACKOUT, то сообщение C-MSG-PCB, m , определяют как:

$$m = \{m_{15}, \dots, m_0\}$$

Если C-MSG-PCB включает биты C-BLACKOUT, то сообщение C-MSG-PCB, m , определяют как:

$$m = \{m_{15} + NSCus, \dots, m_0\}$$

Биты следует определять, как показано в таблице 8-27.

Таблица 8-27/G.992.3 – Определение битов в сообщении C-MSG-PCB

Индекс бита	Параметр	Определение
5...0	C-MIN_PCB_DS	Минимум снижения мощности в ATU-C в нисходящем направлении (6-битовая величина с СЗБ в бите 5 и LSB в бите 0)
11...6	C-MIN_PCB_US	Минимум снижения мощности в ATU-C в восходящем направлении (6-битовая величина с СЗБ в бите 11 и LSB в бите 6)
13...12	HOOK_STATUS	Статус подключения (2-битовая величина с СЗБ в бите 13 и LSB в бите 12)
15...14		Зарезервировано. Установлено на 0.
$15 + NSCus \dots 16$	C-BLACKOUT	Указание на полное отключение для поднесущей (поднесущая $NSCus - 1$ в бите $15 + NSCus$, поднесущая 0 в бите 16). Бит 16 должен быть установлен на 0 (т. е. отсутствие отключения для поднесущей на постоянном токе).

В устройстве ATU-C минимум снижения мощности в ATU-C в нисходящем направлении следует кодировать, как показано в таблице 8-28.

Таблица 8-28/G.992.3 – Минимум снижения мощности в ATU-C в нисходящем направлении

Величина (6 битов)	Минимальное снижение мощности в ATU-C в нисходящем направлении (дБ)
0	0
1	1
...	...
40	40
41 – 63	Зарезервировано

В устройстве ATU-C минимум снижения мощности в ATU-C в восходящем направлении следует кодировать, как показано в таблице 8-29.

**Таблица 8-29/G.992.3 – Минимальное снижение мощности в ATU-C
в восходящем направлении**

Величина (6 битов)	Минимальное снижение мощности в ATU-C в восходящем направлении (дБ)
0	0
1	1
...	...
40	40
41 – 63	Зарезервировано

Статус подключения POTS должен быть закодирован, как показано в таблице 30. Статус подключения "Неизвестен" предназначен для устройства, которое обычно указывает на состояния включено или выключено. Состояние "Не способно определить" предназначено для устройства, которое никогда не указывает на состояния включено или выключено (например, нет возможности или не в состоянии обнаружить статус подключения).

Таблица 8-30/G.992.3 – Статус подключения

Величина (2 бита)	Статус подключения
0	Неизвестен
1	Включено
2	Выключено
3	Не способно определить

При отсутствии работающих на более низких частотах служб (т. е. Приложения I и J), статус подключения POTS следует кодировать как неизвестный.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Статус включения POTS может быть указан при работе с нижележащими (по частоте) службами (т. е. Приложения А и В). В случае Приложения В сигнал ADSL допускает наличие нижележащей службы ЦСИС, однако на самом деле это может быть служба POTS.

Биты полного отключения C-BLACKOUT могут содержать установку бита C-BLACKOUT для каждой поднесущей от 1 до $NSC_{us} - 1$. Установка бита C-BLACKOUT на 0 для конкретной поднесущей указывает, что устройство ATU-R должно передавать именно эту поднесущую в устройстве контроля ATU-R уровня передачи СПМ ($REFPDS_{us}$), а также передавать форму спектра для оставшейся части инициализации, которая начинается с фазы прогона приемопередатчика. Бит C-BLACKOUT, установленный на 1, указывает, что устройство ATU-R не должно передавать никакой мощности ("blackout") на этой поднесущей для оставшейся части инициализации, которая начинается с фазы прогона приемопередатчика.

Сообщение C-MSG-PCB, содержащее 16 битов $m_{15}-m_0$, должно быть передано периодами по 48 символов (m_0 первый и m_{15} последний). Сообщение C-MSG-PCB, содержащее $16 + NSC_{us}$ битов $m_{15 + NSC_{us}} - m_0$, должно быть передано периодами по $48 + 3 \times NSC_{us}$ символов (m_0 первый и $m_{15 + NSC_{us}}$ последний). Нулевой бит должен быть передан как три последовательных символа C-COMB. Один бит должен быть передан как три последовательных символа C-ICOMB.

После передачи сообщения C-MSG-PCB к этому сообщению должно быть присоединено сообщение CRC. 16 битов CRC должны быть подсчитаны таким же образом, как и сообщение C-MSG-FMT.

16 битов c_0-c_{15} должны быть переданы периодами по 48 символов (c_0 первый и c_{15} последний) с использованием такого же типа модуляции, как и при передаче сообщения m .

За состоянием C-MSG-PCB должно следовать состояние C-QUIET4.

8.13.3.1.12 Состояние C-QUIET4

Состояние C-QUIET4 характеризуется переменной длиной. В состоянии C-QUIET4 устройство ATU-C должно передать минимум 314 и максимум $474 + 3 \times NSC_{ds}$ символов C-QUIET.

В этом состоянии устройство ATU-C должно принимать и декодировать содержание сообщений R-MSG-FMT и R-MSG-PBC.

Устройство ATU-C должно продолжать передачу символов C-QUIET до тех пор, пока ATU-R не перейдет в состояние R-REVERB1. В течение передачи 80 символов после перехода ATU-R в состояние R-REVERB1 устройство ATU-C должно перейти в следующее состояние.

За состоянием C-QUIET4 должно следовать состояние C-REVERB1.

8.13.3.2 Раскрытие канала в ATU-R

В фазе раскрытия канала модулированные поднесущие (т. е. с ненулевыми X_i и Y_i) следует передавать с номинальным уровнем передачи СПМ ($NOMPSD_{us}$), включая форму спектра.

8.13.3.2.1 Состояние R-QUIET1

После завершения устройством ATU-R сеанса G.994.1 (см. 11.3/G.994.1) ATU-R должно перейти к состоянию R-QUIET1

Состояние R-QUIET1 характеризуется переменной длиной. В этом состоянии ATU-R должно передавать минимум 640 и максимум 4396 символов R-QUIET. Минимальная продолжительность состояния R-QUIET 1 допускает период измерения СПМ шума при покое линии, по крайней мере, в 512 символов (см. 8.12.3.2).

Во время этого состояния устройство ATU-R может восстанавливать синхронизацию и измерять каналы в нисходящем направлении (несмотря на то что устройство ATU-C находится в состоянии C-COMB1).

Символ R-QUIET должен быть определен как нулевое выходное напряжение в контрольной точке U-R 2 (см. эталонную модель в 5.4). Все поднесущие в символе R-QUIET должны быть переданы с нулевой мощностью (т. е. $X_i = Y_i = 0$).

Устройство ATU-R должно продолжить передачу символов R-QUIET после того, как устройство ATU-C перейдет в состояние C-QUIET2. В течение передачи 64 символов после перехода ATU-C в состояние C-QUIET2 устройство ATU-R должно перейти к следующему состоянию.

За состоянием R-QUIET1 должно следовать состояние R-COMB1.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Максимальная продолжительность состояния R-QUIET1 составляет 500 мс. Это – время завершения устройствами ATU-C и ATU-R фазы G.994.1 (4312/2 символов) и плюс 2048 символов для перехода ATU-R из фазы G.994.1 к фазе раскрытия канала, плюс 128 символов для приема C-COMB1, плюс 64 символа для перехода к состоянию R-COMB1.

8.13.3.2.2 Состояние R-COMB1

Состояние R-COMB1 характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-COMB1 устройство ATU-R должно передать 128 символов R-COMB.

Символ R-COMB следует определить как широкополосный многочастотный символ, состоящий из поднесущих со всеми индексами, кратными 6 в диапазоне от 1 до $NSC_{us} - 1$. Разнос поднесущих выбран исходя из минимизации звуковых влияний в полосе частот POTS до плоского снижения мощности, которое может потребоваться при отключенном терминале POTS.

Поднесущие в символе R-COMB должны модулировать те же биты данных, которые используют для символов R-REVERB, и таким же образом, с теми же индексами поднесущих модулируют биты групп квадратурной модуляции 4-КАМ, как определено в 8.13.4.2.1. Поднесущие, которые отсутствуют в символе R-COMB, должны передаваться с нулевой мощностью (т. е. $X_i = Y_i = 0$).

За состоянием R-COMB1 должно следовать состояние R-QUIET2.

8.13.3.2.3 Состояние R-QUIET2

Состояние R-QUIET2 характеризуется переменной длиной. В состоянии R-QUIET2 устройство ATU-R должно передавать минимум $(64 + LEN\_C-COMB2)$ и максимум $(714 + LEN\_C-COMB2)$ символов R-QUIET. Значение $LEN\_C-COMB2$ определено в 8.13.3.1.4.

Устройство ATU-R должно продолжить передачу символов R-QUIET после того, как устройство ATU-C перейдет в состояние C-QUIET3. В течение передачи 64 символов после перехода ATU-C в состояние C-QUIET3 устройство ATU-R должно перейти к следующему состоянию.

Устройство ATU-R завершает передачу символов R-QUIET при одном из двух условий:

- Устройство ATU-C переходит из состояния C-COMB2 в C-QUIET3. В этом случае в течение передачи 64 символов после перехода ATU-C в состояние C-QUIET3 устройство ATU-R должно перейти к следующему состоянию.
- Устройство ATU-C переходит из состояния C-COMB2 в состояния C-ICOMB1 и C-LINEPROBE. В этом случае устройство ATU-R игнорирует сигнал C-LINEPROBE и в течение передачи от 522 до 586 символов после перехода устройства ATU-C в состояние C-ICOMB1 устройство ATU-R должно перейти к следующему состоянию.

За состоянием R-QUIET2 должно следовать состояние R-COMB2.

8.13.3.2.4 Состояние R-COMB2

Перед переходом в состояние R-COMB2 устройство ATU-R должно восстановить синхронизацию. Задающая частота в передатчике устройства ATU-R в начале состояния R-COMB2 должна находиться в пределах 5 ppm точности от задающей частоты передатчика ATU-C. Это необходимо, пока устройство ATU-R находится в состоянии R-COMB2, а устройству ATU-C требуется выполнить оценку канала в восходящем направлении, чтобы должным образом обнаружить состояния R-MSG-FMT и R-MSG-PCB. Эта оценка может быть недостаточно точной, если выполняется при грубой синхронизации передатчика устройства ATU-R.

Состояние R-COMB2 характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-COMB2 устройство ATU-R должно передать 256 символов R-COMB. В течение этого состояния ATU-C может измерить некоторые характеристики каналов в восходящем направлении, так как затухание и мощность шума должны быть использованы для оценки требуемого минимума снижения мощности устройством ATU-C в восходящем и нисходящем направлениях.

За состоянием R-COMB2 должно следовать состояние R-ICOMB1, если от устройства ATU-R требуется использовать состояние R-LINEPROBE. В противном случае за состоянием R-COMB2 должно последовать R-QUIET3.

8.13.3.2.5 Состояние R-ICOMB1

Состояние R-ICOMB1 характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-ICOMB1 устройство ATU-R должно передать 10 символов R-ICOMB.

Символ R-ICOMB должен быть определен как сдвиг на 180 градусов одной поднесущей относительно другой поднесущей в виде символа R-ICOMB (т. е. один символ R-ICOMB модулирует по битам инвертированный образец данных REVERB PRBS).

За состоянием R-ICOMB1 должно следовать состояние R-LINEPROBE.

8.13.3.2.6 Состояние R-LINEPROBE

Состояние R-LINEPROBE характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-LINEPROBE устройство ATU-R должно передать сигнал по усмотрению производителя периодами по 512 символов.

За состоянием R-LINEPROBE должно следовать состояние R-COMB3.

8.13.3.2.7 Состояние R-QUIET3

Состояние R-QUIET3 характеризуется переменной длиной. В состоянии R-QUIET3 устройство ATU-R должно передать минимум 266 и максимум $410 + 3 \times N_{SCIS}$ символов R-QUIET.

Устройство ATU-R во время этого состояния должно принять и декодировать содержание сообщений C-MSG-FMT и C-MSG-PBC.

Устройство ATU-R должно продолжать передачу символов R-QUIET после того, как устройство ATU-C перейдет в состояние C-QUIET4. В течение передачи 80 символов после перехода ATU-C в состояние C-QUIET4 устройство ATU-R должно перейти в следующее состояние.

За состоянием R-QUIET3 должно следовать состояние R-COMB3.

8.13.3.2.8 Состояние R-COMB3

Состояние R-COMB3 характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-COMB3 устройство ATU-R должно передать 64 символа R-COMB.

За состоянием R-COMB3 должно следовать состояние R-ICOMB2. Переход в состояние R-ICOMB2 производит маркер времени для состояний R-MSG-FMT и R-MSG-PCB.

8.13.3.2.9 Состояние R-ICOMB2

Состояние R-ICOMB2 характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-ICOMB2 устройство ATU-R должно передать 10 символов R-ICOMB.

За состоянием R-ICOMB2 должно следовать состояние R-MSG-FMT.

8.13.3.2.10 Состояние R-MSG-FMT

Состояние R-MSG-FMT характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-MSG-FMT устройство ATU-R должно передать 96 символов R-COMB или R-ICOMB для модуляции сообщений R-MSG-FMT и CRC. Сообщение R-MSG-FMT пересылает информацию о присутствии, формате и длине последующих сообщений ATU-C и ATU-R.

Сообщение R-MSG-FMT, m , определяют как:

$$m = \{m_{15}, \dots, m_0\}$$

Биты должны быть определены, как показано в таблице 8-31.

Таблица 8-31/G.992.3 – Определение битов в сообщении R-MSG-FMT

Индекс бита	Параметр	Определение
0	FMT-R-REVERB1 (значения 0 или 1)	Установка на 1 указывает, что ATU-R запрашивает увеличение продолжительности состояния R-REVERB1. Установка на 0 указывает на отсутствие такого запроса
1		Зарезервировано. Установлено на 0.
2	FMT-C-REVERB4 (значения 0 или 1)	Установка на 1 указывает, что ATU-R запрашивает увеличение продолжительности состояния C-REVERB4. Установка на 0 указывает на отсутствие такого запроса.
6...3	FMT-C-TREF1 (значения от 1 до 15)	Значения, размещенные в этих битах, указывают на минимум продолжительности состояния C-TREF1. СЗБ должен быть размещен в бите с наивысшим индексом.
7	FMT-R-MSG-PCB (значения 0 или 1)	Установка на 1 указывает, что сообщение R-MSG-PCB должно включать биты R-BLACKOUT. Установка на 0 указывает на отсутствие такого требования.
8	FMT-C-TREF2 (значения 0 или 1)	Указывает, что устройство ATU-R просит ATU-C передать символы C-TREF (если он установлен на 1) или C-QUIET (если он установлен на 0) во время сеанса R-ECT.
9	FMT-C-PILOT (значения 0 или 1)	Установка на 1 указывает, что устройство ATU-R просит ATU-C передать с помощью контрольной частоты C-TREF постоянную группу точек, модулированную 4-КАМ. Установка на 0 указывает на отсутствие такого запроса.
15...10		Зарезервировано. Установлено на 0.

16 битов m_0 – m_{15} должны быть переданы периодами по 48 символов (m_0 первый и m_{15} последний). Нулевой бит должен быть передан в трех последовательных символах R-COMB. Один бит должен быть передан в трех последовательных символах R-ICOMB.

После передачи сообщения R-MSG-FMT к сообщению должна присоединяться проверка CRC. 16 битов CRC должны быть вычислены таким же образом, как для сообщения C-MSG-FMT. 16 битов c_0 – c_{15} должны быть переданы периодами по 48 символов (c_0 первый и c_{15} последний) с использованием того же типа модуляции, что и для передачи сообщения m .

За состоянием R-MSG-FMT должно следовать состояние R-MSG-PCB.

8.13.3.2.11 Состояние R-MSG-PCB

В каждом направлении мощность передачи должна быть понижена на величину, которая будет наибольшей, определенной устройствами ATU-R и ATU-S. Устройство ATU-R может учесть динамический диапазон приемника, как это описано для состояния C-COMB1, а также условия на местной линии, определенные дополнительным состоянием R-LINEPROBE для случая, когда определяют уровни снижения мощности.

Состояние R-MSG-PCB характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-MSG-PCB устройство ATU-R должно передать 144 или $144 + 3 \times NSCds$ символов R-COMB или R-ICOMB для модуляции сообщений R-MSG-PCB и CRC в зависимости от включения или не включения битов R-BLACKOUT. В сообщении R-MSG-PCB устройству ATU-R передают вычисленные уровни снижения мощности для восходящего и нисходящего направлений, известный устройству ATU-R статус включения, сигнал, который используют для восстановления синхронизации в разных состояниях, а также биты BLACKOUT в нисходящем направлении.

Устройство ATU-R должно указать в сообщении R-MSG-FMT, может ли сообщение R-MSG-PCB включить биты R-BLACKOUT или нет. Если R-MSG-PCB не может включить биты R-BLACKOUT, то сообщение R-MSG-PCB, m , определяют как:

$$m = \{m_{31}, \dots, m_0\}$$

Если R-MSG-PCB может включить биты R-BLACKOUT, то сообщение R-MSG-PCB, m , определяют как:

$$m = \{m_{31+NSCds}, \dots, m_0\}$$

Биты должны быть определены, как указано в таблице 8-32.

Таблица 8-32/G.992.3 – Определение битов в сообщении R-MSG-PCB

Индекс бита	Параметр	Определение
5...0	R-MIN_PCB_DS	Минимум снижения мощности ATU-R в нисходящем направлении (6-битовое значение с СЗБ в бите 5 и МЗБ в бите 0)
11...6	R-MIN_PCB_US	Минимум снижения мощности ATU-R в восходящем направлении (6-битовое значение с СЗБ в бите 11 и МЗБ в бите 6)
13...12	HOOK_STATUS	Статус подключения (2-битовое значение с СЗБ в бите 13 и МЗБ в бите 12)
15...14		Зарезервировано. Установлено на 0
23...16	C-PILOT	Индекс поднесущей контрольной частоты в нисходящем направлении (8-битовое значение с СЗБ в бите 23 и МЗБ в бите 16)
31...24		Зарезервировано. Установлено на 0
$31 + NSCds$...32	R-BLACKOUT	Указание полного отключения поднесущей (поднесущая $NSCds - 1$ в бите $31 + NSCds$, поднесущая 0 в бите 32). Бит 32 должен быть установлен на 0 (т. е. отсутствует отключение поднесущей на постоянном токе).

Минимум снижения мощности ATU-R в нисходящем направлении следует кодировать, как определено в таблице 8-33.

Таблица 8-33/G.992.3 – Минимум снижения мощности ATU-R в нисходящем направлении

Значение (6 битов)	Минимум снижения мощности ATU-R в нисходящем направлении (дБ)
0	0
1	1
...	...
40	40
41-63	Зарезервировано

Минимум снижения мощности ATU-R в восходящем направлении следует кодировать, как определено в таблице 8-34.

Таблица 8-34/G.992.3 – Минимум снижения мощности ATU-R в восходящем направлении

Значение (6 битов)	Минимум снижения мощности ATU-R в восходящем направлении (дБ)
0	0
1	1
...	...
40	40
41-63	Зарезервировано

Статус подключения следует кодировать, как это определено в таблице 8-35. Статус подключения "Неизвестен" предназначен для устройства, которое обычно указывает на состояния включено или выключено. Состояние "Не способно определить" предназначено для устройства, которое никогда не указывает на состояния включено или выключено (например, нет возможности или не в состоянии обнаружить статус подключения).

Таблица 8-35/G.992.3 – Статус подключения

Величина (2 бита)	Статус подключения
0	Неизвестен
1	Включено
2	Выключено
3	Не способно определить

Значение C-PILOT должно указать индекс контрольной частоты поднесущей C-TREF, которую должно использовать устройство ATU-C для эталонного хронирования C-TREF и которую должно использовать устройство ATU-R во время восстановления синхронизации C-TREF1/C-TREF2. Информация о форме спектра, измененная во время фазы G.994.1, и информация BLACKOUT, измененная в состоянии R-MSG-PCB, позволяет устройству ATU-R определить набор поднесущих, которые устройство ATU-C должно передавать во время и после фазы анализа канала (т. е. чтобы определить набор MEDLEYset, см. 8.13.2.4). Устройство ATU-R должно выбрать контрольную частоту поднесущей C-TREF из набора MEDLEYset.

Биты полного отключения R-BLACKOUT могут содержать установку бита R-BLACKOUT для каждой поднесущей от 1 до $NSC_{us} - 1$. Установка бита R-BLACKOUT на 0 для конкретной поднесущей указывает, что устройство ATU-C должно передавать именно эту поднесущую в

устройстве контроля ATU-C уровня передачи СПМ (*REFPDSus*), а также передавать форму спектра для оставшейся части инициализации, которая начинается с фазы прогона приемопередатчика. Бит R-BLACKOUT, установленный на 1, указывает, что устройство ATU-C не должно передавать никакой мощности ("blackout") на этой поднесущей для оставшейся части инициализации, которая начинается с фазы прогона приемопередатчика.

Сообщение R-MSG-PCB, содержащее 32 бита $m_{31}-m_0$, должно быть передано периодами по 96 символов (m_0 первый и m_{31} последний). Сообщение R-MSG-PCB, содержащее $32 + NSCds$ битов $m_{31 + NSCds} - m_0$, должно быть передано периодами по $96 + 3 \times NSCds$ символов (m_0 первый и $m_{31 + NSCds}$ последний). Нулевой бит должен быть передан как три последовательных символа R-COMB. Один бит должен быть передан как три последовательных символа R-ICOMB.

После передачи сообщения R-MSG-PCB к этому сообщению должно быть присоединено сообщение CRC. 16 битов CRC должны быть подсчитаны из 32 или $32 + NSCds$ битов сообщения m таким же образом, как биты CRC были вычислены из сообщения C-MSG-FMT.

16 битов c_0-c_{15} должны быть переданы периодами по 48 символов (c_0 первый и c_{15} последний) с использованием такого же типа модуляции, как и при передаче сообщения m .

За состоянием R-MSG-PCB должно следовать состояние R-REVERB1.

8.13.4 Фаза прогона приемопередатчика

8.13.4.1 Прогон приемопередатчика ATU-C

В фазе прогона приемопередатчика модулированные поднесущие (т. е. с ненулевыми X_i и Y_i) должны передавать именно эту поднесущую в устройстве контроля ATU-C уровня передачи СПМ (*REFPSDs*), а также передавать форму и поднесущую BLACKOUT. Поднесущие $BLACKOUT_i$ в нисходящем направлении, равные 1, не должны передавать никакой мощности (т. е. $Z_i = 0$). Для этих поднесущих определенные в этом разделе значения X_i и Y_i будут полностью опущены.

8.13.4.1.1 Состояние C-REVERB1

Состояние C-REVERB1 характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-REVERB1 устройство ATU-C должно передавать $(LEN\_R-REVERB1 + LEN\_R-QUIET4 - 80)$ символов C-REVERB. Значения $LEN\_R-REVERB1$ и $LEN\_R-QUIET4$ определены в 8.13.4.2.1 и 8.13.4.2.2 соответственно.

Это состояние предполагает, что приемники ATU-C и ATU-R настроены на автоматическую регулировку усиления (APY) с соответствующим уровнем.

Шаблон данных, модулированных символом C-REVERB, должен быть псевдослучайной бинарной последовательностью (ПСП), с d_n от $n = 1$ до $4 \times NSCds$, определенной следующим образом:

$$\begin{aligned} &= 1 && \text{от } n = 1 \text{ до } 9 \\ &= d_{n-4} \oplus d_{n-9} && \text{от } n = 10 \text{ до } 2 \times NSCds \\ d_n &= d_{n-2 \times NSCds} && \text{от } n = 2 \times NSCds + 1 \text{ до } 2 \times NSCds + 2; \\ &= d_{4 \times NSCds + 2n} && \text{от } n = 2 \times NSCds + 3 \text{ до } 4 \times NSCds \text{ (} n \text{ нечетное);} \\ &= 1 \oplus d_{4 \times NSCds + 4 - n} && \text{от } n = 2 \times NSCds + 3 \text{ до } 4 \times NSCds \text{ (} n \text{ четное);} \end{aligned}$$

Биты должны использоваться следующим образом: первую пару битов (d_1 и d_2) используют для поднесущей на постоянном токе (DC) (так что эти биты полностью игнорируют). Затем первые и вторые биты последующих пар используют для определения X_i и Y_i для $i = 1$ и до $2 \times NSCds - 1$, как это показано в таблице 8-36. На частоте Найквиста поднесущая со значением X_i ($i = NSCds$) должна быть переписана как $\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}$, а значение Y_i следует заменить на 0 (чтобы сделать действительной величину $X_i + jY_i$, см. 8.8.1.4).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Последовательность ПСП спроектирована таким образом, что значения $X_i + jY_i$ выше поднесущих на частоте Найквиста зеркально отображают комплексно сопряженные значения ниже поднесущих на частоте Найквиста.

**Таблица 8-36/G.992.3 – Размещение двух битов данных
в группе с модуляцией 4-КАМ**

d_{2i+1}	d_{2i+2}	$X_i Y_i$
0	0	++
0	1	+–
1	0	–+
1	1	--

Во время этого состояния устройство ATU-C может плавно подстраивать свое устройство АРУ (в то время как устройство ATU-R находится в состоянии R-REVERB1) и использовать адаптивный алгоритм AFE.

За состоянием C-REVERB1 должно следовать состояние C-TREF1.

8.13.4.1.2 Состояние C-TREF1

Состояние C-TREF1 характеризуется переменной длиной. В этом состоянии устройство ATU-C должно передать минимум *LEN_C-TREF1* и максимум 15 872 символов C-TREF. Значение *LEN_C-TREF1* следует определить как 512-кратное значение *FMT_C-TREF1* (от 1 до 15), указанное устройством ATU-R в сообщении R-MSG-FMT. Число символов, переданных в состоянии C-TREF1, должно быть кратно 512.

Символ C-TREF следует определить как символ единственной частоты. Единственную поднесущую, определенную устройством ATU-R в сообщении R-MSG-PCB (т. е. частоту контрольной C-TREF) следует передать в устройство контроля ATU-C уровня передачи СПМ (*REFPSDs*). Контрольная частота C-TREF должна модулировать методом 4-КАМ точку группы {0,0}. На других поднесущих (т. е. $X_i = Y_i = 0$) не должно передаваться никакой мощности.

Во время этого состояния устройство ATU-R может выполнять синхронизацию и другие адаптивные алгоритмы AFE в нисходящем направлении. В устройстве ATU-R синхронизация и другие адаптивные алгоритмы AFE в нисходящем направлении могут быть выполнены с помощью счетчика символов от 0 до *LEN_C-TREF1* – 513 состояния C-TREF1. Устройство ATU-C в восходящем направлении может производить оценку канала начиная со счетчика символов *LEN_C-TREF1* – 512 состояния C-TREF1. Устройство ATU-C заканчивает состояние C-TREF1, например, когда устройство ATU-C закончило оценку канала. Первый символ, который передают в состоянии C-TREF1, должен иметь счет символов, равный нулю. Если *LEN_C-TREF1* равно максимальной величине 7680, это означает, что 7168 символов C-TREF1 доступны устройству ATU-R для восстановления синхронизации и до 8704 символов R-REVERB доступны устройству ATU-C для оценки канала в восходящем направлении.

За состоянием C-TREF1 должно следовать состояние C-REVERB2.

Если в устройстве ATU-R в сообщении R-MSG-FMT бит FMT_C-PILOT установлен на 1 (см. 8.13.3.2.10), то устройство ATU-C должно модулировать точку группы {0,0} методом 4-QAM на поднесущей C-TREF во всех состояниях инициализации ATU-C, которые следуют за C-TREF1, за исключением C-ECT и C-QUIET. Это логически моделируют перезаписью функцией модуляции контрольной частоты поднесущей, определенной процедурами инициализации (см. 8.8.1.2).

8.13.4.1.3 Состояние C-REVERB2

Состояние C-REVERB2 характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-REVERB2 устройство ATU-C должно передать 64 символа C-REVERB.

Это состояние используют для сигнализации о том, что устройство ATU-C закончило оценку канала U/S, а также обеспечило маркер времени для состояния C-ECT.

За состоянием C-REVERB2 должно следовать состояние C-ECT.

8.13.4.1.4 Состояние C-ECT

Состояние C-ECT характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-C должно передать сигнал по усмотрению производителя продолжительностью 512 символов.

Во время этого состояния устройство ATU-C может проверить эхоподавитель, если такое устройство имеется.

За состоянием C-ECT должно следовать состояние C-REVERB3.

8.13.4.1.5 Состояние C-REVERB3

Состояние C-REVERB3 характеризуется переменной длиной. В состоянии C-REVERB3 устройство ATU-C должно передать минимум 448 и максимум 15 936 символов C-REVERB.

Устройство ATU-R во время C-REVERB3 может выполнить оценку канала в нисходящем направлении.

Устройство ATU-C должно продолжать передачу символов C-REVERB до тех пор, пока устройство ATU-R не перейдет в состояние R-REVERB3. После перехода устройства ATU-R в состояние R-REVERB3 в течение передачи 64 символов устройство ATU-C должно перейти к следующему состоянию.

В случае если устройство ATU-R в сообщении R-MSG-FMT запросит от ATU-C символы C-TREF в состоянии R-ECT, за состоянием C-REVERB3 должно следовать состояние C-TREF2. В случае если устройство ATU-R запросит от ATU-C символы C-QUIET в состоянии R-ECT, за состоянием C-REVERB1 должно следовать состояние C-QUIET5.

8.13.4.1.6 Состояние C-TREF2

Состояние C-TREF2 характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-TREF2 устройство ATU-C должно передать 576 символов C-TREF.

Во время этого состояния устройство ATU-R может восстановить синхронизацию. Во время этого состояния устройство ATU-C должно игнорировать сигналы, передаваемые ATU-R.

За состоянием C-TREF1 должно следовать состояние C-REVERB4.

8.13.4.1.7 Состояние C-QUIET5

Состояние C-QUIET5 характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-QUIET5 устройство ATU-C должно передать 576 символов C-QUIET.

За состоянием C-QUIET5 должно следовать состояние C-REVERB4.

8.13.4.1.8 Состояние C-REVERB4

Состояние C-REVERB4 характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-REVERB4 устройство ATU-C должно передать *LEN_C-REVERB4* символов C-REVERB. Значение *LEN_C-REVERB4* должно быть равно 1024, если в устройстве ATU-C или ATU-R (или в обоих) *FMT_C-REVERB4* установлено на 1 в сообщениях C-MSG-FMT или R-MSG-FMT соответственно. В противном случае значение *LEN_C-REVERB4* должно быть равно 256.

За состоянием C-REVERB4 должно следовать состояние C-SEGUE1. Переход от C-REVERB4 к C-SEGUE1 – это время действия маркера для C-MSG1 и для введения циклического префикса.

8.13.4.1.9 Состояние C-SEGUE1

Состояние C-SEGUE1 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-C должно передать 10 символов C-SEGUE.

Символ C-SEGUE должен быть определен как сдвиг на 180 градусов одной поднесущей относительно другой поднесущей в виде символа C-REVERB (т.е. один символ C-SEGUE модулирует по битам инвертированный образец данных REVERB PRBS).

За состоянием C-SEGUE1 должно следовать состояние C-MSG1.

8.13.4.2 АТУ-R приемопередатчик

В фазе прогона приемопередатчика модулированные поднесущие (т. е. с ненулевыми X_i и Y_i) следует передавать с эталонным уровнем передачи СПМ ($REFPSD_{us}$), включая форму спектра и поднесущую BLACKOUT. Поднесущие $BLACKOUT_i$ в восходящем направлении, равные 1, следует передавать с нулевой мощностью (т. е. $Z_i = 0$). Для этих поднесущих определенные в этом разделе значения X_i и Y_i должны полностью игнорироваться.

8.13.4.2.1 Состояние R-REVERB1

Состояние R-REVERB1 характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-REVERB1 устройство АТУ-R должно передать $LEN\_R-REVERB1$ символов R-REVERB. Значение $LEN\_R-REVERB1$ должно быть равно 592, если в устройстве АТУ-C или АТУ-R (или в обоих) значение $FMT\_R-REVERB1$ установлено на 1 в сообщениях C-MSG-FMT или R-MSG-FMT соответственно. В противном случае значение $LEN\_R-REVERB1$ должно быть равно 272.

Шаблон данных, модулированных символом R-REVERB, должен быть псевдослучайной бинарной последовательностью (ПСП), с d_n от $n = 1$ до $4 \times NSC_{us}$, определенной следующим образом:

$$\begin{aligned} &= 1 && \text{от } n = 1 \text{ до } 6; \\ &= d_{n-5} \oplus d_{n-6} && \text{от } n = 7 \text{ до } 2 \times NSC_{us} \\ d_n &= d_{n-2 \times NSC_{us}} && \text{от } n = 2 \times NSC_{us} + 1 \text{ до } 2 \times NSC_{us} + 2; \\ &= d_{4 \times NSC_{us} + 2n} && \text{от } n = 2 \times NSC_{us} + 3 \text{ до } 4 \times NSC_{us} \text{ (} n \text{ нечетное);} \\ &= 1 \oplus d_{4 \times NSC_{us} + 4 - n} && \text{от } n = 2 \times NSC_{us} + 3 \text{ до } 4 \times NSC_{us} \text{ (} n \text{ четное).} \end{aligned}$$

Биты должны использоваться следующим образом: первую пару битов (d_1 и d_2) используют для поднесущей на постоянном токе (DC) (так что эти биты полностью игнорируют). Затем первые и вторые биты последующих пар используют для определения X_i и Y_i для $i = 1$ и до $2 \times NSC_{us} - 1$, как это показано в таблице 8-36 для символов C-REVERB. На частоте Найквиста поднесущая со значением X_i ($i = NSC_{us}$) должна быть переписана как $\sqrt{X_i^2 + Y_i^2}$, а значение Y_i следует заменить на 0 (чтобы сделать действительной величину $X_i + jY_i$, см. 8.8.1.4)

ПРИМЕЧАНИЕ. – Последовательность ПСП спроектирована таким образом, что значения $X_i + jY_i$ выше поднесущих на частоте Найквиста зеркально отображают комплексно сопряженные значения ниже поднесущих на частоте Найквиста.

Во время этого состояния устройство АТУ-R может плавно подстраивать свое устройство АРУ (в то время как устройство АТУ-C находится в состоянии R-REVERB1), восстанавливать синхронизацию и использовать другие адаптивные алгоритмы AFE.

За состоянием R-REVERB1 должно следовать состояние R-QUIET4.

8.13.4.2.2 Состояние R-QUIET4

Состояние R-QUIET4 характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-QUIET4 устройство АТУ-R должно передать $LEN\_R-QUIET4$ символов R-QUIET. Значение $LEN\_R-QUIET4$ следует определить как 512-кратное значение $FMT\_R-QUIET4$ (от 0 до 31), указанное устройством АТУ-C в сообщении C-MSG-FMT, с результирующей длиной состояния R-QUIET4 от 0 до 15 872 символов. В случае если $LEN\_R-QUIET4$ равно 0, устройство АТУ-R полностью переходит из состояния R-REVERB1 в R-REVERB2.

За состоянием R-QUIET4 должно следовать состояние R-REVERB2.

8.13.4.2.3 Состояние R-REVERB2

Состояние R-REVERB2 характеризуется переменной длиной. В состоянии R-REVERB2 устройство АТУ-R должно передать минимум 432 и максимум 15 888 символов R-REVERB.

Во время этого состояния устройство АТУ-R должно восстановить синхронизацию (в том числе по замкнутой цепи) и использовать другие адаптивные алгоритмы AFE. Синхронизацию по замкнутой цепи определяют как комбинацию ведомого генератора тактовых импульсов ADC (АЦП) устройства

ATU-R, работающего от принимаемых сигналов (т. е. от генератора тактовых импульсов DAC (ЦАП) устройства ATU-C), и объединения устройств генераторов DAC и ADC в ATU-R. Синхронизация по замкнутой цепи должна быть достигнута прежде появления символа счетчика *LEN_C-TREF1* – 512 состояния C-TREF1. Устройство ATU-C может выполнить оценку канала в течение последних 512 символов состояния C-TREF1. Подобная оценка нуждается в достаточной стабильности генератора тактовых импульсов передатчика ATU-R. Синхронизацию в замкнутой цепи следует поддерживать во всех последующих состояниях, за исключением R-ECT, когда устройство ATU-R запрашивает C-QUIET5. В последнем случае синхронизацию в замкнутой цепи следует вновь запросить в состоянии R-REVERB4.

Устройство ATU-R должно продолжать передачу символов R-REVERB до тех пор, пока устройство ATU-C не перейдет в состояние C-REVERB2. После перехода устройства ATU-C в состояние C-REVERB2, в течение передачи 64 символов устройство ATU-R должно перейти к следующему состоянию.

За состоянием R-REVERB2 должно следовать состояние R-QUIET5.

8.13.4.2.4 Состояние R-QUIET5

Состояние R-QUIET5 характеризуется переменной длиной. В состоянии R-QUIET5 устройство ATU-R должно передать минимум 1024 и максимум 16 384 символов R-QUIET. Число символов, переданных в состоянии R-QUIET5, должно быть кратно 512. Однако последний символ R-QUIET, переданный в этом состоянии, может быть укорочен до любой целой величины выборки (при тактовой частоте выборки f_s , как указано в 8.8.1), чтобы выровнять передачу кадров от передатчика к приемнику.

Во время этого состояния устройство ATU-R должно игнорировать сигналы, переданные ATU-C в состоянии C-ECT. Устройство ATU-R может выполнить восстановление синхронизации, измерение амплитудно-частотной характеристики канала в нисходящем направлении и проверку своего выравнивателя (пока устройство ATU-C находится в состоянии C-REVERB3). Устройство ATU-R переходит к следующему состоянию после завершения обработки принятых сигналов.

За состоянием R-QUIET5 должно следовать состояние R-REVERB3.

8.13.4.2.5 Состояние R-REVERB3

Состояние R-REVERB3 характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-REVERB3 устройство ATU-R должно передать 64 символа R-REVERB.

Это состояние указывает, что устройство ATU-R закончило прогон, а также обеспечило маркер времени для состояния R-ECT.

За состоянием R-REVERB3 должно следовать состояние R-ECT.

8.13.4.2.6 Состояние R-ECT

Состояние R-ECT характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-R должно передать сигналы по усмотрению производителя продолжительностью в 512 символов.

Во время этого состояния устройство ATU-R может проверить эхоподавитель, если это устройство имеется.

За состоянием R-ECT должно следовать состояние R-REVERB4.

8.13.4.2.7 R-REVERB4

Состояние R-REVERB4 характеризуется переменной длиной. В этом состоянии ATU-R должно передать минимум *LEN_C-REVERB4* и максимум *LEN_C-REVERB4* + 80 символов R-REVERB, где *LEN_C-REVERB4* определено в 8.13.4.1.8.

Длина состояния R-REVERB4 может зависеть от того, каким образом в устройстве ATU-R совпадают окончания состояний C-SEGUE1 и R-SEGUE1.

Если ATU-R запрашивает у устройства ATU-C передачу символов C-QUIET во время R-ECT (т. е. при установке бита FMT-C-TREF2 на 0 в сообщении R-MSG-FMT), то устройство ATU-R должно просить об увеличении продолжительности состояния C-REVERB4 (т. е. при установке бита FMT-C-REVERB4 на 1 в сообщении R-MSG-FMT). Устройство ATU-R должно повторно синхронизироваться в течение 512 символов от начала состояния C-REVERB4.

За состоянием R-REVERB4 должно следовать состояние R-SEGUE1. Переход от состояния R-REVERB4 к R-SEGUE1 – это время действия маркера для R-MSG1, а также время для введения циклического префикса.

8.13.4.2.8 Состояние R-SEGUE1

Состояние R-SEGUE1 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-R должно передать 10 символов R-SEGUE.

Символ R-SEGUE должен быть определен как сдвиг на 180 градусов одной поднесущей относительно другой поднесущей в виде символа R-REVERB (т.е. один символ R-SEGUE модулирует по битам инвертированный образец данных REVERB PRBS).

За состоянием R-SEGUE1 должно следовать состояние R-REVERB5.

8.13.5 Фаза анализа канала

В этой фазе устройства ATU-C и ATU-R могут выполнять дальнейшую подготовку и оценку отношения сигнал/шум (ОСШ). Основываясь на требованиях, измененных в состояниях C/R-MSG1, следует определить конфигурацию передатчика.

8.13.5.1 Анализ канала устройством ATU-C

В фазе анализа канала модулированные поднесущие (т.е. с ненулевыми X_i и Y_i) должны быть переданы с эталонным уровнем СПМ ($REFPSDs$), включая форму спектра и поднесущую BLACKOUT. Поднесущие со значением формы спектра tss_i меньше единицы или для нисходящего направления с $BLACKOUT_i$ равным единице должны быть переданы с нулевой мощностью (т.е. $Z_i = 0$). Поднесущие с определенными в этом разделе X_i и Y_i полностью игнорируются.

Начиная с фазы анализа канала (и продолжая в фазе изменений и рабочем режиме) устройство ATU-C должно передавать циклический префикс, как описано в 8.8.3.

8.13.5.1.1 Состояние C-MSG1

Состояние C-MSG1 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии ATU-C должно передать LEN_C-MSG1 символов C-REVERB или C-SEGUE для модуляции префикса C-MSG1, сообщения и CRC. Состояние C-MSG1 должно быть первым, в котором устройство ATU-C передает циклический префикс.

Префикс C-MSG1, p , определен как:

$$p = \{p_{31}, \dots, p_0\} = \{01010101\ 01010101\ 01010101\ 01010101\}$$

32 бита от p_0 до p_{31} следует передать в 32 символах (p_0 первый и p_{31} последний). Нулевой бит должен быть передан как символ C-REVERB. Один бит следует передавать как символ GUE.

Значение LEN_C-MSG1 должно быть определено как длина в битах префикса C-MSG1, сообщения и CRC. В таблице 8-37 приведена длина сообщения C-MSG1, суммированная по уровням TPC-TC, PMS-TC и PMD. Каждый бит TPS-TC, PMS-TC и PMD соответствует четному числу октетов.

Таблица 8-37/G.992.3 – Длина префикса C-MSG1, сообщения и CRC

Часть сообщения	Длина (битов или символов)
Префикс	32
Npmd	160
Npms	32
Ntps	0
Nmsg	192
CRC	16
LEN_C-MSG1 (символы)	240

Сообщение C-MSG1, m , определено как:

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

Сообщение C-MSG1 передает 3 набора параметров, связанных с конфигурацией TPS-TC, PMS-TC и PMD. Параметры TPS-TC передают в битах от $tps_{N_{tps}-1}$ до tps_0 , которые определены в разделе 6. Параметры PMS-TC передают в битах от $pms_{N_{pms}-1}$ до pms_0 , которые определены в разделе 7. Параметры PMD передают в битах от $pmd_{N_{pmd}-1}$ до pmd_0 , которые определены в разделе 8.

Биты m_0 - $m_{N_{msg}-1}$ должны быть переданы в символах N_{msg} (m_0 первый и $m_{N_{msg}-1}$ последний) сразу же за префиксом с использованием той же модуляции, что и для передачи префикса p .

После передачи сообщения C-MSG1 к нему следует присоединить CRC. 16 битов CRC должны быть вычислены из сообщения N_{msg} в битах m (не включая префикс) таким же образом, что и биты CRC, вычисленные из сообщения C-MSG-PCB.

16 битов c_0 - c_{15} следует передать в 16 символах (c_0 первый и c_{15} последний) с использованием той же модуляции, что и для передачи сообщения m .

За состоянием C-MSG1 должно следовать состояние C-REVERB5.

8.13.5.1.2 Состояние C-REVERB5

Состояние C-REVERB5 характеризуется переменной длиной. В состоянии C-REVERB5 устройство ATU-C должно передать минимум 10 и максимум $(218 + LEN\_R\_MSG1)$ символов C-REVERB.

Устройство ATU-C должно продолжать передачу символов C-REVERB до тех пор, пока устройство ATU-R не перейдет в состояние R-MEDLEY. В течение передачи 80 символов после перехода ATU-R в состояние R-MEDLEY устройство ATU-C должно перейти в следующее состояние.

За состоянием C-REVERB5 должно следовать состояние C-SEGUE2. Переход из состояния C-REVERB5 в C-SEGUE2 производит маркер времени для запуска состояния C-MEDLEY.

8.13.5.1.3 Состояние C-SEGUE2

Состояние C-SEGUE2 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-C должно передать 10 символов C-SEGUE.

Символ C-SEGUE следует определить как символ C-REVERB с инвертированной фазой.

За состоянием C-SEGUE2 должно следовать состояние C-MEDLEY.

8.13.5.1.4 Состояние C-MEDLEY

Состояние C-MEDLEY характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-C должно передать символы LEN_MEDLEY . Значение LEN_MEDLEY должно быть максимумом от значений CA-MEDLEYus и CA-MEDLEYds, указанных устройствами ATU-C и ATU-R в сообщениях C-MSG1 и R-MSG1 соответственно. Значение LEN_MEDLEY должно быть кратно 512 и меньшим или равным 32 256. Число символов, переданных в состоянии C-MEDLEY, должно быть равным числу символов, переданных устройством ATU-R в состоянии R-MEDLEY.

Символ C-MEDLEY следует определить в зависимости от подсчета символов в состоянии C-MEDLEY. Первый символ, переданный в состоянии C-MEDLEY должен иметь счет, равный нулю. Для каждого символа, переданного в состоянии C-MEDLEY, счет символов должен возрастать.

Шаблон данных, модулированных в каждый символ C-MEDLEY, должен быть взят из ПСП, определенной как:

$$d_n = 1 \text{ от } n = 1 \text{ до } 9 \text{ и}$$

$$d_n = d_{n-4} \oplus d_{n-9} \text{ для } n > 9.$$

Символ C-MEDLEY со счетом символов i должен модулировать 512 битов от $d_{512 \times i + 1}$ до $d_{512 \times (i+1)}$.

Биты следует выделять из ПСП попарно. Для каждого символа, переданного в состоянии C-MEDLEY, из генератора ПСП следует выделить 256 пар (512 битов). Первая выделенная пара должна быть промодулирована поднесущей 0 (поскольку эти биты полностью игнорируются). Последующие пары используют для определения компонентов X_i и Y_i для поднесущих от $i = 1$ до $NSCds - 1$, как показано в таблице 8-36 для символов C-REVERB. Для поднесущих от $i = NSCds$ до $2 \times NSCds - 1$ значения $X_i = Y_i = 0$.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Из ПСП выделяют 256 пар битов на символ. Если $NSCds$ меньше, чем 256 (как в G.992.4), то последнюю пару битов ($256 - NSCds$) полностью игнорируют.

Пока устройство ATU-C находится в состоянии C-MEDLEY, устройства ATU-C и ATU-R могут выполнять дальнейшую подготовку и оценку ОСШ.

За состоянием C-MEDLEY должно следовать состояние C-EXCHMARKER.

8.13.5.1.5 Состояние C-EXCHMARKER

Состояние C-EXCHMARKER характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-C должно передать 64 символа C-REVERB или 64 символа C-SEGUE. Если инициализация содержит фазу G.994.1, устройство ATU-C должно передать символы C-REVERB. Если инициализация не содержит фазу G.994.1, устройство ATU-C должно передавать символы C-SEGUE.

Передачей символов C-REVERB устройство ATU-C указывает, что должны быть включены состояния C-REVERB6, C-SEGUE3 и C-PARAMS. Передачей символов C-SEGUE устройство ATU-C указывает, что должны быть пропущены состояния C-REVERB6, C-SEGUE3 и C-PARAMS.

В случае если во время фазы изменения инициализации сообщение C-PARAMS пропускают, то для вхождения в состояние рабочего режима (см. 8.14) используют последнее состояние установки решетки кодирования, биты и коэффициенты передачи из таблиц (возможно их обновление с помощью реконфигурации на линии после изменения последнего сообщения C-PARAMS), а также таблицы упорядочения частот (см. таблицы 8-14 и 8-15).

За состоянием C-EXCHMARKER должно следовать состояние C-MSG2.

8.13.5.2 Анализ канала устройством ATU-R

В фазе анализа канала модулированные поднесущие (т. е. с ненулевыми X_i и Y_i) должны быть переданы с эталонным уровнем СПМ ($REFPSD_{us}$), включая форму спектра. Поднесущие со значением формы спектра tss_i меньше единицы должны быть переданы с нулевой мощностью (т. е. $Z_i = 0$). Поднесущие с определенными в этом разделе X_i и Y_i полностью игнорируются

Начиная с фазы анализа канала (и продолжая в фазе изменений и рабочем режиме) устройство ATU-R должно передавать циклический префикс, как описано в 8.8.3

8.13.5.2.1 Состояние R-REVERB5

Состояние C-REVERB5 характеризуется переменной длиной. В состоянии C-REVERB5 устройство ATU-R должно передать минимум 10 и максимум $(192 + LEN\_C\_MSG1)$ символов R-REVERB. Состояние R-REVERB5 должно быть первым состоянием, в котором ATU-R передает циклический префикс.

Устройство ATU-R должно продолжать передачу символов R-REVERB до тех пор, пока устройство ATU-C не перейдет в состояние C-REVERB5. В течение передачи 80 символов после перехода ATU-C в состояние C-REVERB5 устройство ATU-R должно перейти в следующее состояние

Во время этого состояния устройство ATU-R должно декодировать информацию, которая содержится в состоянии C-MSG1.

За состоянием R-REVERB5 должно следовать состояние R-SEGUE2.

8.13.5.2.2 Состояние R-SEGUE2

Состояние R-SEGUE2 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-R должно передать 10 символов R-SEGUE.

Символ R-SEGUE следует определить как символ R-REVERB с инвертированной фазой.

За состоянием R-SEGUE2 должно следовать состояние R-MSG1.

8.13.5.2.3 Состояние R-MSG1

Состояние R-MSG1 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии ATU-R должно передать LEN_R-MSG1 символов R-REVERB или R-SEGUE для модуляции префикса R-MSG1, сообщения и CRC.

Префикс C-MSG1, p , определен как:

$$p = \{p_{31}, \dots, p_0\} = \{01010101\ 01010101\ 01010101\ 01010101\}$$

32 бита от p_0 до p_{31} следует передать в 32 символах (p_0 первый и p_{31} последний). Нулевой бит должен быть передан как символ R-REVERB. Один бит следует передавать как символ R-SEGUE.

Значение LEN_R-MSG1 должно быть определено как длина в битах префикса R-MSG1, сообщения и CRC. Длина сообщения зависит от выбора, который был сделан во время фазы G.994.1 (т. е. приложение и тип TPS-TC). В таблице 8-38 приведена длина сообщения R-MSG1, суммированная по уровням TPC-TC, PMS-TC и PMD. Каждый бит TPS-TC, PMS-TC и PMD соответствует четному числу октетов.

Таблица 8-38/G.992.3 – Длина префикса R-MSG1, сообщения и CRC

Часть сообщения	Длина (битов или символов)
Префикс	32
Npmd	32
Npms	0
Ntps	0
Nmsg	32
CRC	16
LEN_R-MSG1 (символов)	80

Сообщение R-MSG1, m , определено как:

$$m = \{tps_{Ntps-1}, \dots, tps_0, pms_{Npms-1}, \dots, pms_0, pmd_{Npmd-1}, \dots, pmd_0\} = \{m_{Nmsg-1}, \dots, m_0\}$$

Сообщение R-MSG1 передает 3 набора параметров, связанных с конфигурацией TPS-TC, PMS-TC и PMD. Параметры TPS-TC передают в битах от tps_{Ntps-1} до tps_0 , которые определены в разделе 6. Параметры PMS-TC передают в битах от pms_{Npms-1} до pms_0 , которые определены в разделе 7. Параметры PMD передают в битах от pmd_{Npmd-1} до pmd_0 , которые определены в разделе 8.

Биты m_0 – m_{Nmsg-1} должны быть переданы в символах Nmsg (m_0 первый и m_{Nmsg-1} последний) сразу же за префиксом с использованием той же модуляции, что и для передачи префикса p .

После передачи сообщения R-MSG1 к нему следует присоединить CRC. 16 битов CRC должны быть вычислены из сообщения Nmsg в битах m (не включая префикс) таким же образом, что и биты CRC, вычисленные из сообщения C-MSG-PCB.

16 битов c_0 – c_{15} следует передать в 16 символах (c_0 первый и c_{15} последний) с использованием той же модуляции, что и для передачи сообщения m .

За состоянием R-MSG1 должно следовать состояние R-MEDLEY.

8.13.5.2.4 Состояние R-MEDLEY

Состояние R-MEDLEY характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-R должно передать символы LEN_MEDLEY . Значение LEN_MEDLEY должно быть максимумом от значений CA-MEDLEYus и CA-MEDLEYds, указанных устройствами ATU-C и ATU-R в сообщениях C-MSG1 и R-MSG1 соответственно. Значение LEN_MEDLEY должно быть кратно 512 и меньшим или

равным 32 256. Число символов, переданных в состоянии R-MEDLEY, должно быть равным числу символов, переданных устройством ATU-C в состоянии C-MEDLEY.

Символ R-MEDLEY следует определить в зависимости от подсчета символов в состоянии R-MEDLEY. Первый символ, переданный в состоянии R-MEDLEY, должен иметь счет, равный нулю. Для каждого символа, переданного в состоянии R-MEDLEY, счет символов должен возрастать.

Шаблон данных, модулированных в каждый символ R-MEDLEY, должен быть взят из ПСП, определенной как:

$$d_n = 1 \text{ if } n = 1 \text{ to } 23$$

$$d_n = d_{n-18} \oplus d_{n-23} \text{ if } n > 23.$$

Символ R-MEDLEY со счетом символов i должен модулировать биты от $d_{2 \times NSCus \times i + 1}$ до $d_{2 \times NSCus \times (i+1)}$. Значение NSC (число поднесущих в восходящем направлении) определено в Приложениях.

Биты следует выделять из ПСП попарно. Для каждого символа, переданного в состоянии R-MEDLEY, из генератора ПСП следует выделить $NSCus$ пар ($2 \times NSCus$ битов). Первая выделенная пара должна быть промодулирована поднесущей 0 (поскольку эти биты полностью игнорируются). Последующие пары используют для определения компонентов X_i и Y_i для поднесущих от $i = 1$ до $NSCus - 1$, как показано в таблице 8-36 для символов C-REVERB. Для поднесущих от $i = NSCus$ до $2 \times NSCus - 1$ значения $X_i = Y_i = 0$.

Пока устройство ATU-R находится в состоянии R-MEDLEY, устройства ATU-C и ATU-R могут выполнять дальнейшую подготовку и оценку ОСШ.

За состоянием R-MEDLEY должно следовать состояние R-EXCHMARKER.

8.13.5.2.5 Состояние R-EXCHMARKER

Состояние R-EXCHMARKER характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-R должно передать 64 символа R-REVERB или 64 символа R-SEGUE. Если инициализация содержит фазу G.994.1, устройство ATU-R должно передавать символы C-REVERB. Если инициализация не содержит фазу G.994.1, устройство ATU-R может передавать символы R-SEGUE.

Передачей символов R-REVERB устройство ATU-R указывает, что должны быть включены состояния R-REVERB6, R-SEGUE3 и R-PARAMS. Передачей символов R-SEGUE устройство ATU-R указывает, что состояния R-REVERB6, R-SEGUE3 и R-PARAMS должны быть пропущены.

В случае если во время фазы изменения инициализации сообщение R-PARAMS пропускают, то для вхождения в состояние рабочего режима (см. 8.14) используют последнее состояние установки решетки кодирования $L0$, биты и коэффициенты передачи из таблиц (возможно их обновление с помощью реконфигурации на линии после изменения последнего сообщения R-PARAMS), а также таблицы упорядочения частот (см. таблицы 8-14 и 8-15).

За состоянием R-EXCHMARKER должно следовать состояние R-MSG2.

8.13.6 Фаза изменений

8.13.6.1 Изменения в устройстве ATU-C

В фазе изменений модулированные поднесущие (т. е. с ненулевыми X_i и Y_i) должны быть переданы с эталонным уровнем СПМ ($REFPSDs$), включая форму спектра и поднесущую BLACKOUT. Поднесущие со значением формы спектра tss_i меньше единицы или для нисходящего направления с $BLACKOUT_i$ равным единице должны быть переданы с нулевой мощностью (т. е. $Z_i = 0$). Для таких поднесущих значения X_i и Y_i , определенные в этом разделе, полностью игнорируются.

8.13.6.1.1 Состояние C-MSG2

Состояние C-MSG2 характеризуется постоянной длиной. В состоянии C-MSG2 устройство ATU-C должно передать ($NSCus + 16$) символов C-REVERB или C-SEGUE для модуляции сообщений C-MSG2 и CRC.

Сообщение C-MSG2, m , определяют как:

$$m = \{m_{NSCus-1}, \dots, m_0\}$$

Бит m_i должен быть установлен на 1, чтобы указать, что устройство ATU-R должно использовать индекс поднесущей i для модуляции сообщения R-PARAMS. Бит m_i , установленный на 0, указывает, что устройство ATU-R не должно использовать индекс поднесущей i для модуляции сообщения R-PARAMS. Для модуляции сообщения R-PARAMS следует использовать, по крайней мере, 4 поднесущие. Сообщение R-PARAM должно быть передано на скорости около 8 кбит/с с числом поднесущих, использованных для модуляции этого сообщения.

Биты m_0 – $m_{NSCus-1}$ должны быть переданы в символе NSC (m_0 первый и $m_{NSCus-1}$ последний). Нулевой бит должен быть передан как символ C-REVERB. Один бит должен быть передан как символ C-SEGUE.

После передачи сообщения C-MSG2 к этому сообщению должно быть присоединено сообщение CRC. 16 битов CRC должны быть подсчитаны из $NSCds$ битов сообщения m таким же образом, как биты CRC были вычислены из сообщения C-MSG-FMT.

16 битов c_0 – c_{15} должны быть переданы в 16 символах (c_0 первый и c_{15} последний) с использованием такого же типа модуляции, как и при передаче сообщения m .

Если устройство ATU-C передало символы C-REVERB во время состояния C-EXCHMARKER, то за C-MSG2 должно последовать состояние C-REVERB6. Если устройство ATU-C передало символы C-SEGUE во время состояния C-EXCHMARKER, то за C-MSG2 должно последовать состояние C-REVERB7.

8.13.6.1.2 Состояние C-REVERB6

Состояние C-REVERB6 характеризуется переменной длиной. В состоянии C-REVERB6 устройство ATU-C должно передать минимум $(246 - NSCus)$ и максимум $(2246 - NSCus)$ символов C-REVERB.

Это состояние является заполнителем, позволяющим устройству ATU-C получать (и декодировать) полностью сообщение R-MSG2.

Если устройство ATU-R передало символы R-REVERB во время состояния R-EXCHMARKER, то устройство ATU-C должно продолжать передачу символов C-REVERB до тех пор, пока устройство ATU-R не перейдет в состояние R-REVERB6. В течение передачи от 80 до 2000 символов после перехода ATU-R в состояние R-REVERB6 устройство ATU-C должно перейти в следующее состояние.

Если устройство ATU-R передало символы R-SEGUE во время состояния R-EXCHMARKER, то устройство ATU-C должно продолжать передачу символов C-REVERB до тех пор, пока устройство ATU-R не перейдет в состояние R-REVERB7. В течение передачи от 80 до 2000 символов после перехода ATU-R в состояние R-REVERB7 устройство ATU-C должно перейти в следующее состояние.

За состоянием C-REVERB6 должно следовать состояние C-SEGUE3.

8.13.6.1.3 Состояние C-SEGUE3

Состояние C-SEGUE3 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-C должно передать 10 символов C-SEGUE.

Символ C-SEGUE следует определить как инвертированный по фазе символ C-REVERB.

За состоянием C-SEGUE3 должно следовать состояние C-PARAMS.

8.13.6.1.4 Состояние C-PARAMS

Состояние C-PARAMS характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-C должно передать $LEN\_C-PARAMS$ символов C-PARAMS, чтобы модулировать сообщение C-PARAMS и CRC на скорости $(2 \times NSC\_C-PARAMS)$ битов на символ. Значение $NSC\_C-PARAMS$ следует определить как число поднесущих, которые могут быть использованы для модуляции

сообщения C-PARAMS, как это было указано устройством ATU-R в сообщении R-MSG2. Значение $LEN\_C-PARAMS$ следует определить как длину сообщения C-PARAMS и CRC в битах, деленную на $(2 \times NSC\_C-PARAMS)$ и округленную до ближайшего целого в большую сторону.

В таблице 8-39 приведена длина сообщения C-PARAM, суммированная по уровням TPC-TC, PMS-TC и PMD. Каждый бит TPS-TC, PMS-TC и PMD соответствует четному числу октетов.

Таблица 8-39/G.992.3 – Длина сообщения C-PARAMS и CRC

Часть сообщения	Длина (битов или символов)
Npmd	$96 + 24 \times NSC_{us}$
Npms	224
Ntps	0
Nmsg	$320 + 24 \times NSC_{us}$
CRC	16
$LEN\_C-PARAMS$ (длина состояния в символах)	$\left\lceil \frac{336 + 24 \times NSC_{us}}{2 \times NSC\_C-PARAMS} \right\rceil$
ПРИМЕЧАНИЕ. – $\lceil x \rceil$ обозначает округление до ближайшего целого в большую сторону.	

Сообщение C-PARAMS, m , определено как:

$$m = \{tps_{Ntps-1}, \dots, tps_0, pms_{Npms-1}, \dots, pms_0, pmd_{Npmd-1}, \dots, pmd_0\} = \{m_{Nmsg-1}, \dots, m_0\}$$

Сообщение C-PARAMS передает 3 набора параметров, связанных с конфигурацией TPS-TC, PMS-TC и PMD. Параметры TPS-TC передают в битах от tps_{Ntps-1} до tps_0 , которые определены в разделе 6. Параметры PMS-TC передают в битах от pms_{Npms-1} до pms_0 , которые определены в разделе 7. Параметры PMD передают в битах от pmd_{Npmd-1} до pmd_0 , которые определены в разделе 8.

Параметры PMS-TC включают параметры конфигурации устройства кадрирования (фреймер). Параметры PMD включают таблицы битов и коэффициентов передачи для поднесущих в восходящем направлении.

После передачи сообщения к нему следует присоединить CRC. 16 битов CRC должны быть вычислены из Nmsg битов сообщения m (не включая префикс) таким же образом, что и биты CRC, вычисленные из сообщения C-MSG-FMT.

Если число битов сообщения и CRC, которые должны быть переданы, не является целым кратным числу битов на символ (т. е. не кратно $2 \times NSC\_C-PARAM$), то биты сообщения и CRC в дальнейшем должны быть дополнены нулевыми битами так, чтобы общее число передаваемых битов было равно $(2 \times NSC\_C-PARAM \times LEN\_C-PARAM)$.

Биты сообщения C-PARAMS (вместе с битами CRC и битами заполнения) должны быть скремблированы с помощью следующего равенства:

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

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

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

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

Биты, которые должны быть переданы, должны вводиться в равенство скремблера с первым наименее значащим битом (m_0 первый и m_{Nmsg-1} последний, за которыми следуют c_0 первый и c_{15} последний, а далее биты заполнения, если таковые имеются). Устройство скремблера таково, что биты на выходе скремблера от d'_n до d'_{18} равны битам от m_0 до m_{17} соответственно.

Выход скремблера следует передавать в виде $(2 \times NSC\_C-PARAM)$ битов на символ C-PARAMS (первый бит с выхода скремблера передают первым и т. д.). Пары битов должны размещаться в

поднесущих в возрастающем порядке индексов поднесущих и использовать тот же вид модуляции 4-QAM, который определен в таблице 8-36 для символов C-REVERB.

Символ C-PARAMS должен содержать только поднесущие *NSC_C-PARAM* (которые переносят биты сообщения) и контрольную частоту C-TREF. Остальные поднесущие должны быть переданы с нулевой мощностью (т. е. $X_i = Y_i = 0$).

Контрольная частота C-TREF может быть частью набора поднесущих *NSC-PARAMS* (которые переносят биты сообщения). В этом случае контрольная частота C-TREF должна модулироваться битами сообщения. В противном случае контрольная частота должна модулироваться 4-QAM постоянной точкой группы {0,0}.

За состоянием C-PARAMS должно следовать состояние C-REVERB7.

8.13.6.1.5 Состояние C-REVERB7

Состояние C-REVERB7 характеризуется переменной длиной.

Устройство ATU-C может перейти к C-REVERB7 до или после перехода ATU-R в состояние R-REVERB7 (в зависимости от присутствия и длины состояний PARAMS и REVERB6).

Если устройство ATU-C переходит в состояние C-REVERB7 до перехода ATU-R в состояние R-REVERB7, то устройство ATU-C должно продолжать передачу символов C-REVERB до тех пор, пока устройство ATU-R не перейдет в состояние R-REVERB7. В течение передачи минимум 128 и максимум 2048 символов C-REVERB после перехода ATU-R в состояние R-REVERB7 устройство ATU-C должно перейти в следующее состояние.

Если устройство ATU-C переходит в состояние C-REVERB7 после перехода ATU-R в состояние R-REVERB7, то устройство ATU-C должно передать минимум 128 и максимум 2048 символов C-REVERB в состоянии C-REVERB7.

За состоянием C-REVERB7 должно следовать состояние C-SEGUE4. Переход от C-REVERB7 к состоянию C-SEGUE4 обеспечивает маркеру времени переход к состоянию C-SHOWTIME.

8.13.6.1.6 Состояние C-SEGUE4

Состояние C-SEGUE4 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-C должно передать 10 символов C-SEGUE.

За состоянием C-SEGUE4 должно следовать состояние C-SHOWTIME.

8.13.6.2 Изменения в устройстве ATU-R

В фазе изменений модулированные поднесущие (т. е. с ненулевыми X_i и Y_i) должны быть переданы с эталонным уровнем СПМ (*REFPSD_{us}*), включая форму спектра. Поднесущие со значением формы спектра *tss_i* меньше единицы должны быть переданы с нулевой мощностью (т. е. $Z_i = 0$). Для таких поднесущих значения X_i и Y_{ci} , определенные в этом разделе, полностью игнорируются.

8.13.6.2.1 R-MSG2

Состояние R-MSG2 характеризуется постоянной длиной. В состоянии R-MSG2 устройство ATU-R должно передать 272 символа R-REVERB или R-SEGUE для модуляции сообщений R-MSG2 и CRC.

Сообщение R-MSG2, *m*, определяют как:

$$m = \{m_{225}, \dots, m_0\}$$

Бит m_i должен быть установлен на 1, чтобы указать, что устройство ATU-C должно использовать индекс поднесущей *i* для модуляции сообщения C-PARAMS. Бит m_i , установленный на 0, указывает, что устройство ATU-C не должно использовать индекс поднесущей *i* для модуляции сообщения C-PARAMS. Для модуляции сообщения C-PARAMS следует использовать, по крайней мере, 4 поднесущие. Сообщение C-PARAMS должно быть передано на скорости около 8 кбит/с с числом поднесущих, использованных для модуляции этого сообщения.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Длина сообщения R-MSG2 составляет 256 битов (по 1 биту на поднесущую). Если *NSC_{ds}* меньше чем 256 (как в G.992.4), то следующие (256 – *NSC_{ds}*) битов от m_{255} до $m_{NSC_{ds}}$ устанавливают на 0.

Если устройство ATU-R установило в сообщении R-MSG-FMT бит FMT-C-PILOT на 1, то устройство ATU-C модулирует контрольную частоту C-TREF постоянной точкой группы. В этом случае устройство ATU-R не должно использовать контрольную частоту C-TREF для модуляции сообщения C-PARAMS.

Биты m_0 – m_{255} должны быть переданы в 256 символах (m_0 первый и m_{255} последний). Нулевой бит должен быть передан как символ R-REVERB. Один бит должен быть передан как символ R-SEGUE.

После передачи сообщения R-MSG2 к этому сообщению должно быть присоединено сообщение CRC. 16 битов CRC должны быть подсчитаны из 256 битов сообщения m таким же образом, как биты CRC были вычислены из сообщения C-MSG-PCB

16 битов c_0 – c_{15} должны быть переданы периодами в 16 символах (c_0 первый и c_{15} последний) с использованием такого же типа модуляции, как и при передаче сообщения m .

Если устройство ATU-R передало символы R-REVERB во время состояния R-EXCHMARKER, то за R-MSG2 должно последовать состояние R-REVERB6. Если устройство ATU-R передало символы R-SEGUE во время состояния R-EXCHMARKER, то за R-MSG2 должно последовать состояние R-REVERB7.

8.13.6.2.2 Состояние R-REVERB6

Состояние R-REVERB6 характеризуется переменной длиной. В этом состоянии устройство ATU-R должно передать минимум 80 и максимум 2000 символов R-REVERB.

Это состояние является состоянием заполнителя, которое позволяет устройству ATU-R принимать (и декодировать) полностью сообщение C-MSG2.

За состоянием R-REVERB6 должно следовать состояние R-SEGUE3.

8.13.6.2.3 Состояние R-SEGUE3

Состояние R-SEGUE3 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-R должно передать 10 символов R-SEGUE.

Символ R-SEGUE следует определить как инвертированный по фазе символ R-REVERB.

За состоянием R-SEGUE3 должно следовать состояние R-PARAMS.

8.13.6.2.4 Состояние R-PARAMS

Состояние R-PARAMS характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-R должно передать символы $LEN\_R-PARAMS$, чтобы модулировать сообщение R-PARAMS и CRC на скорости $(2 \times NSC\_R-PARAMS)$ битов на символ.

Значение $NSC\_R-PARAMS$ следует определить как число поднесущих, которые могут быть использованы для модуляции сообщения R-PARAMS, как это было указано устройством ATU-C в сообщении C-MSG2. Значение $LEN\_R-PARAMS$ следует определить как длину сообщения R-PARAMS и CRC в битах, деленную на $(2 \times NSC\_R-PARAMS)$ и округленную до ближайшего целого в большую сторону.

В таблице 8-40 приведена длина сообщения R-PARAM, суммированная по уровням TPC-TC, PMS-TC и PMD. Каждый бит TPS-TC, PMS-TC и PMD соответствует четному числу октетов.

Таблица 8-40/G.992.3 – Длина сообщения R-PARAMS и CRC

Часть сообщения	Длина (в битах)
Npmd	$96 + 24 \times NSCds$
Npms	224
Ntps	0
Nmsg	$320 + 24 \times NSCds$
CRC	16
$LEN\_R-PARAMS$ (длина состояния в символах)	$\left\lceil \frac{336 + 24 \times NSCds}{2 \times NSC\_R-PARAMS} \right\rceil$
ПРИМЕЧАНИЕ. $\lceil x \rceil$ обозначает округление до ближайшего целого в большую сторону.	

Сообщение R-PARAMS, m , определено как:

$$m = \{tps_{Ntps-1}, \dots, tps_0, pms_{Npms-1}, \dots, pms_0, pmd_{Npmd-1}, \dots, pmd_0\} = \{m_{Nmsg-1}, \dots, m_0\}$$

Сообщение R-PARAMS передает 3 набора параметров, связанных с конфигурацией TPS-TC, PMS-TC и PMD. Параметры TPS-TC передают в битах от tps_{Ntps-1} до tps_0 , которые определены в разделе 6. Параметры PMS-TC передают в битах от pms_{Npms-1} до pms_0 , которые определены в разделе 7. Параметры PMD передают в битах от pmd_{Npmd-1} до pmd_0 , которые определены в разделе 8.

Параметры PMS-TC включают параметры конфигурации устройства кадрирования (фреймер). Параметры PMD включают таблицы битов и коэффициентов передачи для поднесущих в нисходящем направлении.

После передачи сообщения к нему следует присоединить CRC. 16 битов CRC должны быть вычислены из Nmsg битов сообщения m таким же образом, что и биты CRC, вычисленные из сообщения C-MSG-FMT.

Если число битов сообщения и CRC, которые должны быть переданы, не является целым кратным числу битов на символ (т. е. не кратно $2 \times NSC\_R-PARAM$), то биты сообщения и CRC в дальнейшем должны быть дополнены нулевыми битами так, чтобы общее число передаваемых битов было равно $(2 \times NSC\_R-PARAM \times LEN\_R-PARAM)$.

Биты сообщения C-PARAMS (вместе с битами CRC и битами заполнения) должны быть скремблированы таким же образом, как это определено для сообщения C-PARAMS. Биты, которые должны быть переданы, должны вводиться в равенство скремблера с первым наименее значащим битом (m_0 первый и m_{Nmsg-1} последний, за которыми следуют c_0 первый и c_{15} последний, а далее биты заполнения, если таковые имеются).

Выход скремблера следует передавать в виде $(2 \times NSC\_R-PARAM)$ битов на символ R-PARAMS (первый бит с выхода скремблера передают первым и т. д.). Пары битов должны размещаться в поднесущих в возрастающем порядке индексов поднесущих и использовать тот же вид модуляции 4-QAM, который определен в таблице 8-36 для символов C-REVERB.

Символ R-PARAMS должен содержать только поднесущие $NSC\_R-PARAM$ (которые переносят биты сообщения). Остальные поднесущие должны быть переданы с нулевой мощностью (т. е. $X_i = Y_i = 0$).

За состоянием R-PARAMS должно следовать состояние R-REVERB7.

8.13.6.2.5 Состояние R-REVERB7

Состояние R-REVERB7 характеризуется переменной длиной.

Устройство ATU-R может перейти к R-REVERB7 до или после перехода ATU-C в состояние C-REVERB7 (в зависимости от присутствия и длины состояний PARAMS и REVERB6).

Если устройство ATU-R переходит в состояние R-REVERB7 до перехода ATU-C в состояние C-REVERB7, то устройство ATU-R должно продолжать передачу символов R-REVERB до тех пор, пока устройство ATU-C не перейдет в состояние C-REVERB7. В течение передачи минимум 128 и максимум 2048 символов C-REVERB после перехода ATU-C в состояние C-REVERB7 устройство ATU-R должно перейти в следующее состояние.

Если устройство ATU-R переходит в состояние R-REVERB7 после перехода ATU-C в состояние C-REVERB7, то устройство ATU-R должно передать минимум 128 и максимум 2048 символов R-REVERB в состоянии R-REVERB7.

За состоянием R-REVERB7 должно следовать состояние R-SEGUE4. Переход от R-REVERB7 к состоянию R-SEGUE4 обеспечивает маркеру времени переход к состоянию R-SHOWTIME.

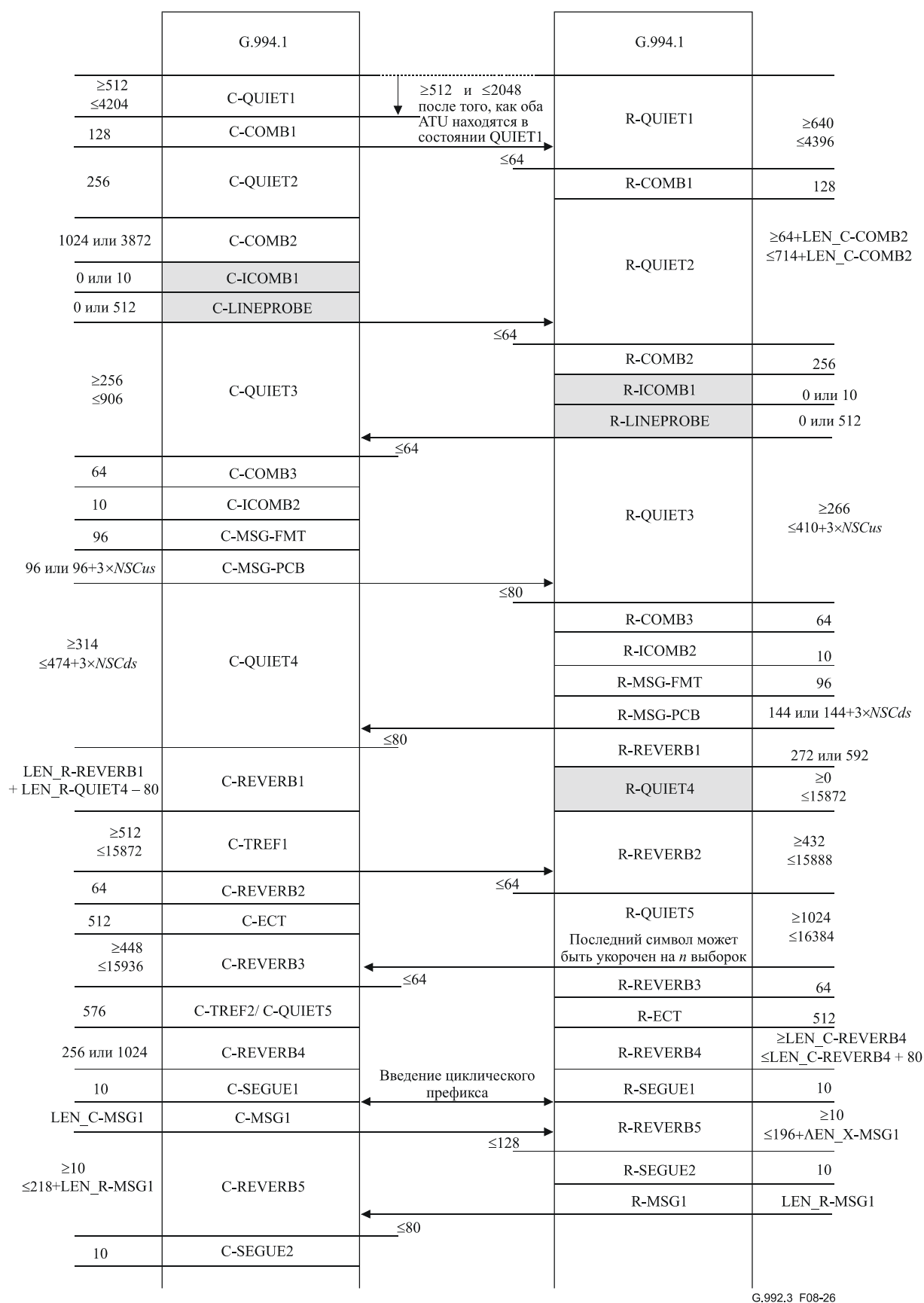
8.13.6.2.6 Состояние R-SEGUE4

Состояние R-SEGUE4 характеризуется постоянной длиной. В этом состоянии устройство ATU-R должно передать 10 символов R-SEGUE.

За состоянием R-SEGUE4 должно следовать состояние C-SHOWTIME.

8.13.7 Диаграмма синхронизации процедур инициализации

На рисунке 8-26 показана диаграмма синхронизации первой части процедур инициализации из фазы G.994.1 вплоть до начала фазы анализа канала. На рисунке от 8-27 до 8-30 показана вторая часть процедур инициализации от окончания фазы анализа канала до режима работы. Эти четыре диаграммы синхронизации представляют четыре случая, возникающих в зависимости от того, включены или не включены состояния C-PARAMS и/или R-PARAMS.



G.992.3_F08-26

Рисунок 8-26/G.992.3 – Диаграмма синхронизации процедур инициализации (часть 1)

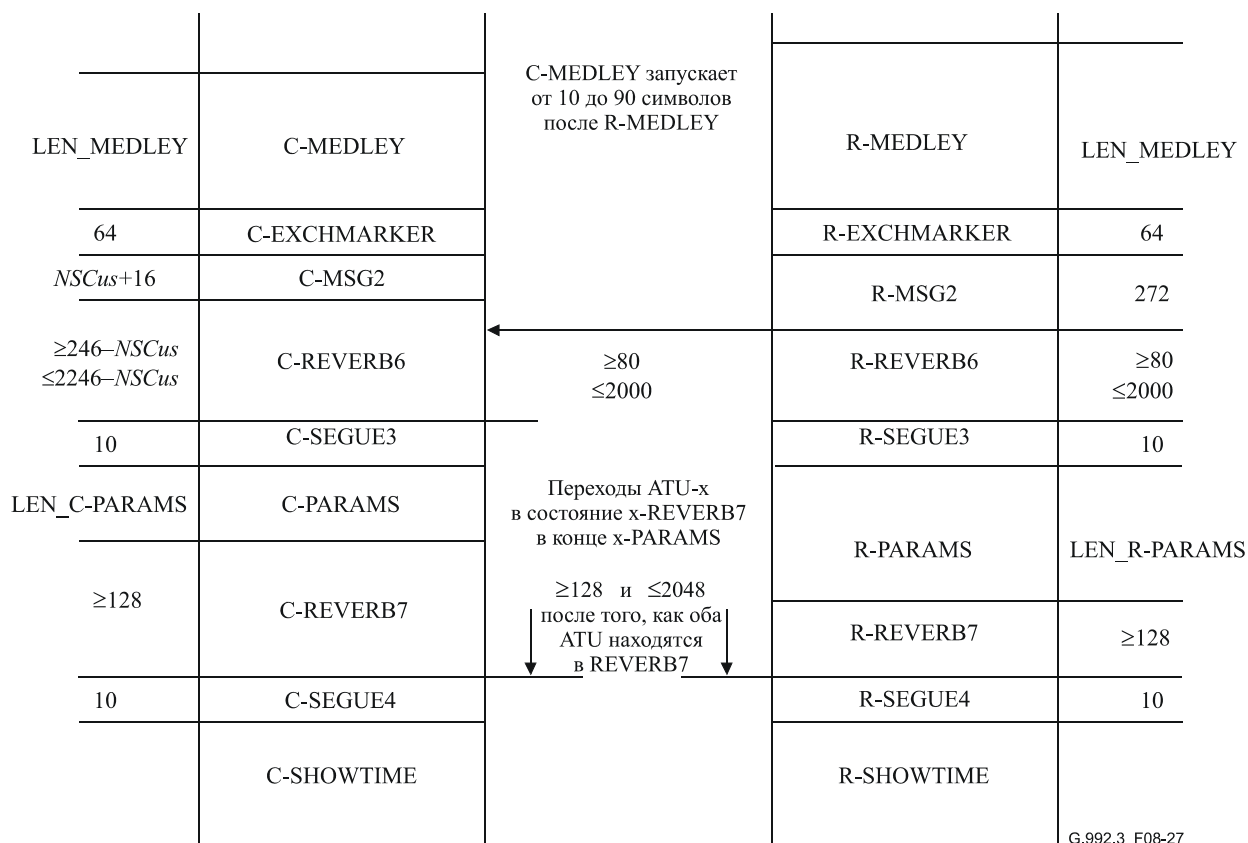


**Рисунок 8-27/G.992.3 – Диаграмма синхронизации процедур инициализации (часть 2)
с состояниями C-PARAMS и R-PARAMS**

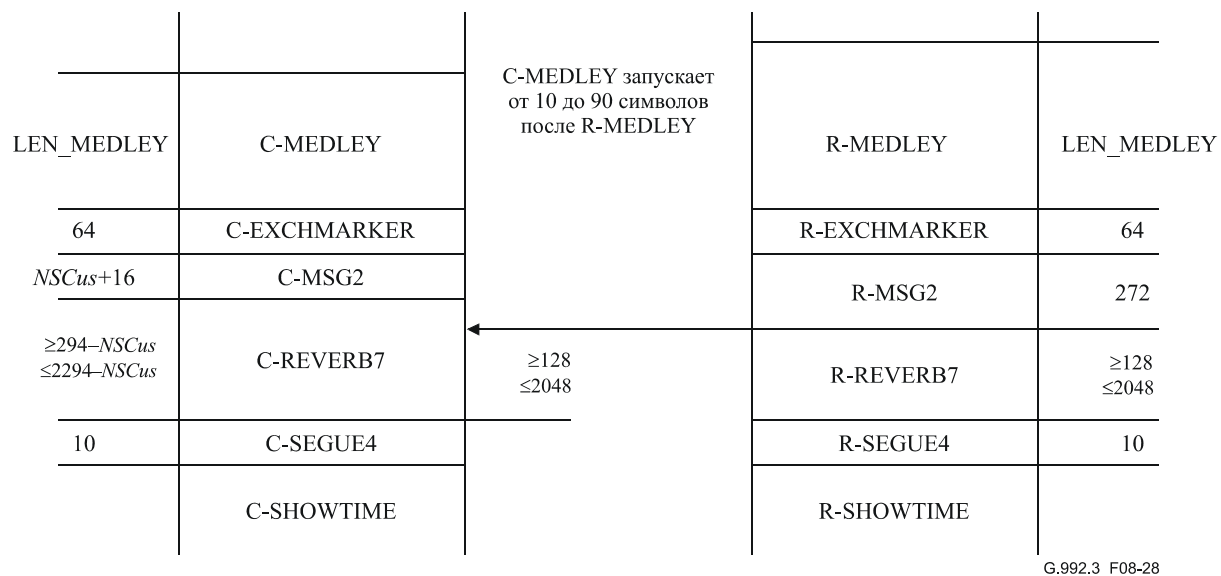


**Рисунок 8-28/G.992.3 – Диаграмма синхронизации процедур инициализации (часть 2)
без состояний C-PARAMS и R-PARAMS**

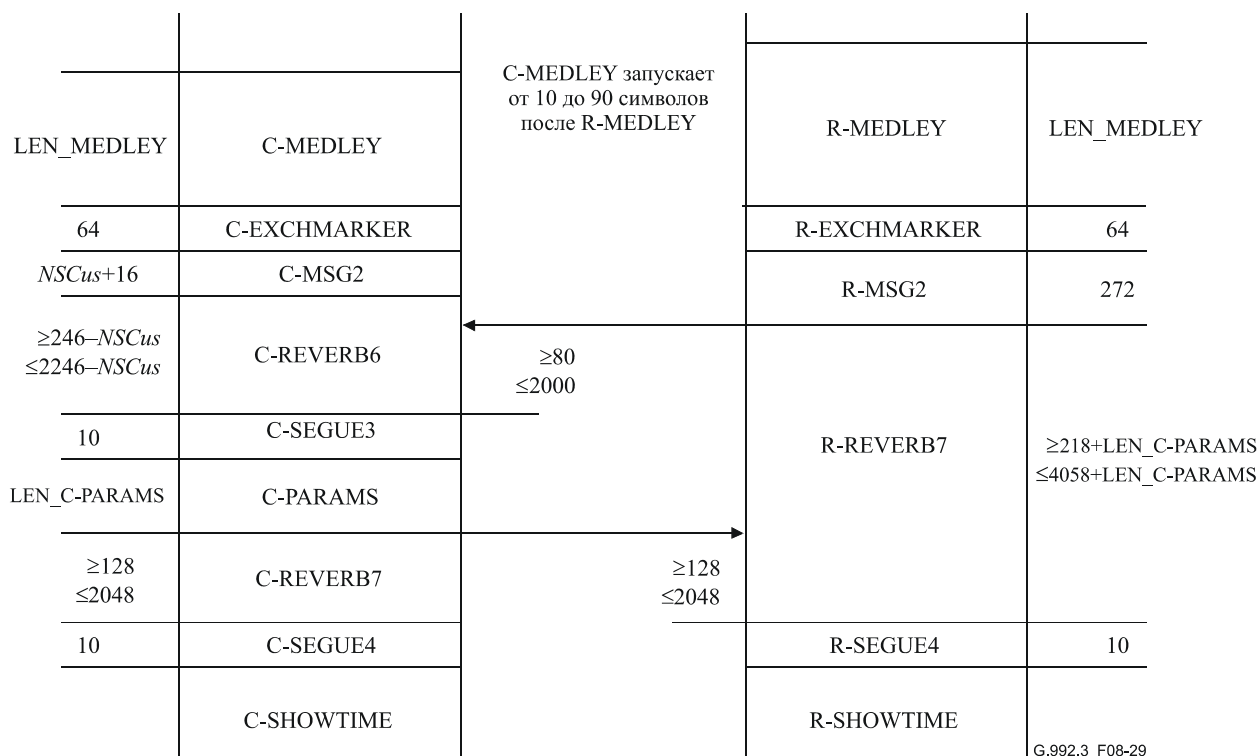


**Рисунок 8-29/G.992.3 – Диаграмма синхронизации процедур инициализации (часть 2)
с состоянием C-PARAMS, но без состояния R-PARAMS**

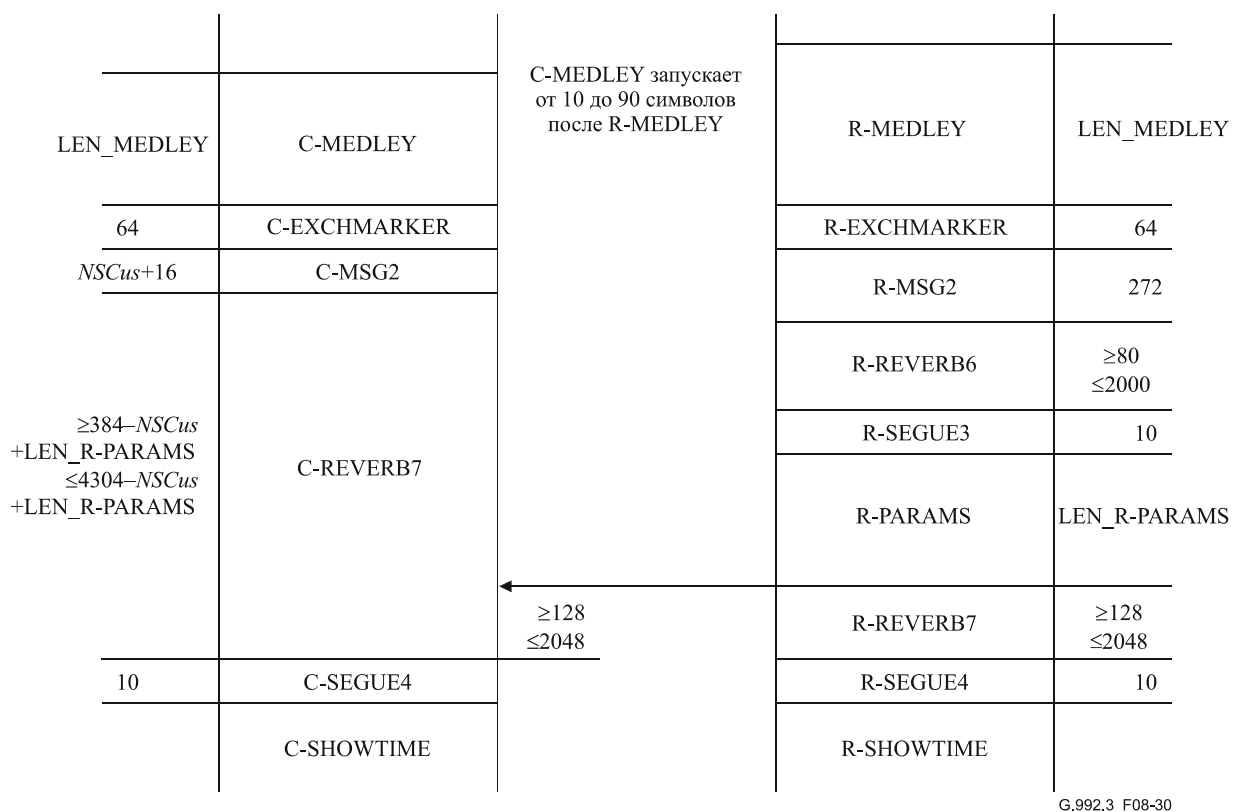


**Рисунок 8-30/G.992.3 – Диаграмма синхронизации процедур инициализации (часть 2)
без состояния C-PARAMS, но с состоянием R-PARAMS**

8.14 Сокращенная процедура инициализации

Сокращенная последовательность инициализации описывает, как разрешить устройству ATU быстро войти в рабочий режим из состояния управления мощностью L3 или как быстро выполнить процедуру восстановления в рабочем режиме при изменении условий на линии. Последовательность сокращенной инициализации должна быть дополнительной как для ATU-C, так и для ATU-R (с указаниями в G.994.1, см. 8.13.2). Если поддерживается последовательность сокращенной инициализации, устройство ATU может также поддерживать несбалансированный обмен битов (т. е. 3-й тип реконфигурации на линии с ограничениями только на изменения b_i , g_i и L_p , см. 9.4.1.1).

Диаграмма состояний последовательности сокращенной инициализации должна быть такой, как показано на рисунке 8-30, за исключением процедур входа, которые будут описаны на рисунках 8-31 и 8-32. На рисунке 8-31 показана процедура входа для случая, когда сокращенную инициализацию инициирует устройство ATU-C. Устройство ATU-C должно постоянно передавать 128 символов C-COMB1, за которыми следуют 256 символов "молчания" (C-QUIET2) до тех пор, пока во время одного из состояний C-QUIET2 устройство ATU-R не ответит сообщением R-COMB1 или пока не прервется сообщение производителя C-T1. Если при сокращенной инициализации используют процедуру быстрого восстановления из рабочего режима, устройство ATU-R должно ответить на передачу первого сигнала инициализации C-COMB1.

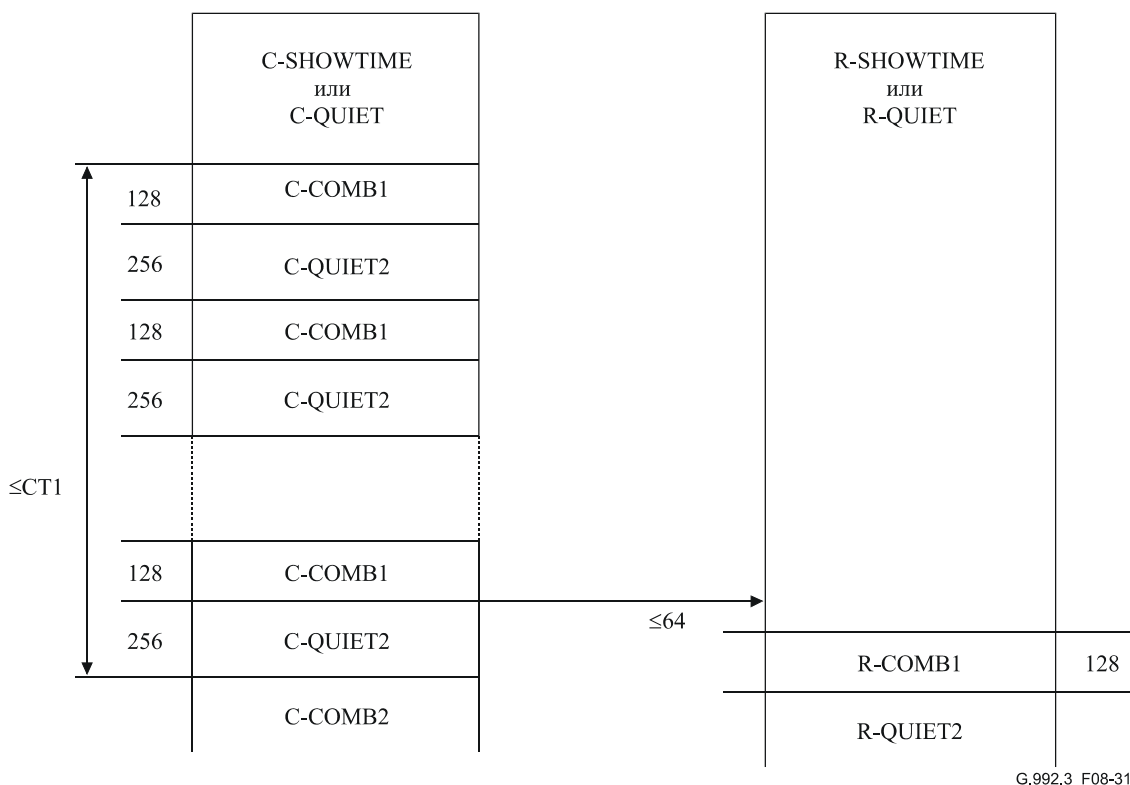


Рисунок 8-31/G.992.3 – Диаграмма синхронизации входа в процедуру сокращенной инициализации, которую инициирует устройство ATU-C

На рисунке 8-32 показана процедура входа для случая, когда сокращенную инициализацию инициирует устройство ATU-R. Устройство ATU-R должно постоянно передавать 128 символов R-COMB1, за которыми следуют 256 символов "молчания" (R-QUIET2) до тех пор, пока во время одного из состояний C-QUIET2 устройство ATU-C не ответит сообщением C-COMB2 или пока не прервется сообщение производителя R-T1. Если при сокращенной инициализации используют процедуру быстрого восстановления из рабочего режима, устройство ATU-C должно ответить на передачу первого сигнала инициализации R-COMB.

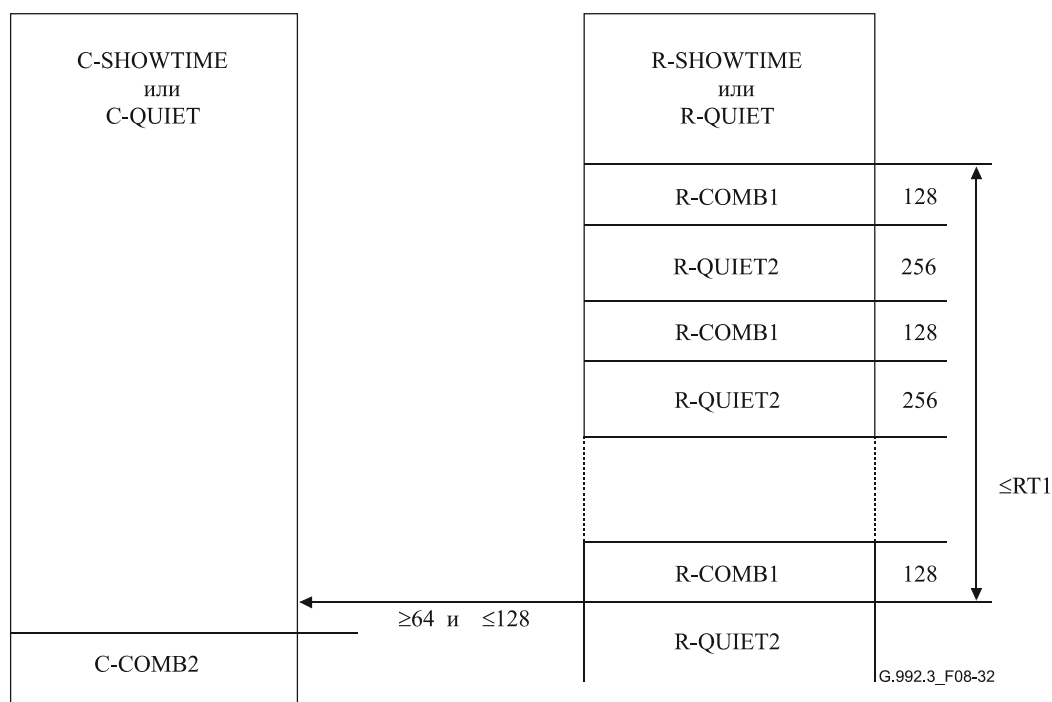


Рисунок 8-32/G.992.3 – Диаграмма синхронизации входа в процедуру сокращенной инициализации, которую инициирует устройство ATU-R

Процедуру сокращенной инициализации можно использовать для перехода звена связи из состояния L3 в состояние L0 (см. 9.5.3). Быстрое восстановление ошибок (во время состояния звена связи L0 или L2) выполняют с помощью процедуры сокращенной инициализации. В начале процедуры сокращенной инициализации состояние звена связи ADSL должно быть изменено на состояние L3. Когда с помощью процедуры сокращенной инициализации устройство ATU достигнет состояния рабочего режима, звено связи ADSL должно находиться в состоянии L0 (см. рисунок 9-5).

Процедуру сокращенной инициализации следует завершить в течение 3-х секунд. Однако, чтобы выполнить это требование, необходимо выдержать баланс бюджета времени между ATU-C и ATU-R. В таблице 8-41 перечислены рекомендуемые бюджеты времени для разных частей каждой последовательности инициализации ATU. На рисунках 8-33 и 8-34 показаны рекомендуемые диаграммы времени для процедуры сокращенной инициализации.

Таблица 8-41/G.992.3 – Рекомендуемые продолжительности для разных частей последовательности инициализации

Состояние ATU	Рекомендуемые продолжительности (в символах)	Примечание
C-MSG-PCB	= 96	Никакие биты C-BLACKOUT не включены (действуют последние измененные биты BLACKOUT).
R-MSG-PCB	= 144	Никакие биты R-BLACKOUT не включены (действуют последние измененные биты BLACKOUT).
R-REVERB1	= 272	
R-QUIET4	= 0	Опускают состояние точной настройки дифференциальной системы ATU-C.
C-TREF1	≤ 1024	Более быстрая оценка канала в восходящем направлении, менее точная синхронизация и отсутствие точной настройки дифференциальной системы ATU-R.
R-QUIET5	= 1024	
C-REVERB3	$= 512 \pm 64$	Более быстрая оценка канала в нисходящем направлении и прогон выравнивателя.
C-REVERB4	= 256	
C-MEDLEY	≤ 1024	Менее точная оценка ОСШ.
R-MEDLEY	≤ 1024	Менее точная оценка ОСШ.
C-REVERB6	≤ 120	Ограничение на более быстрый и простой алгоритм размещения битов.
R-REVERB6	≤ 120	Ограничение на более быстрый и простой алгоритм размещения битов.

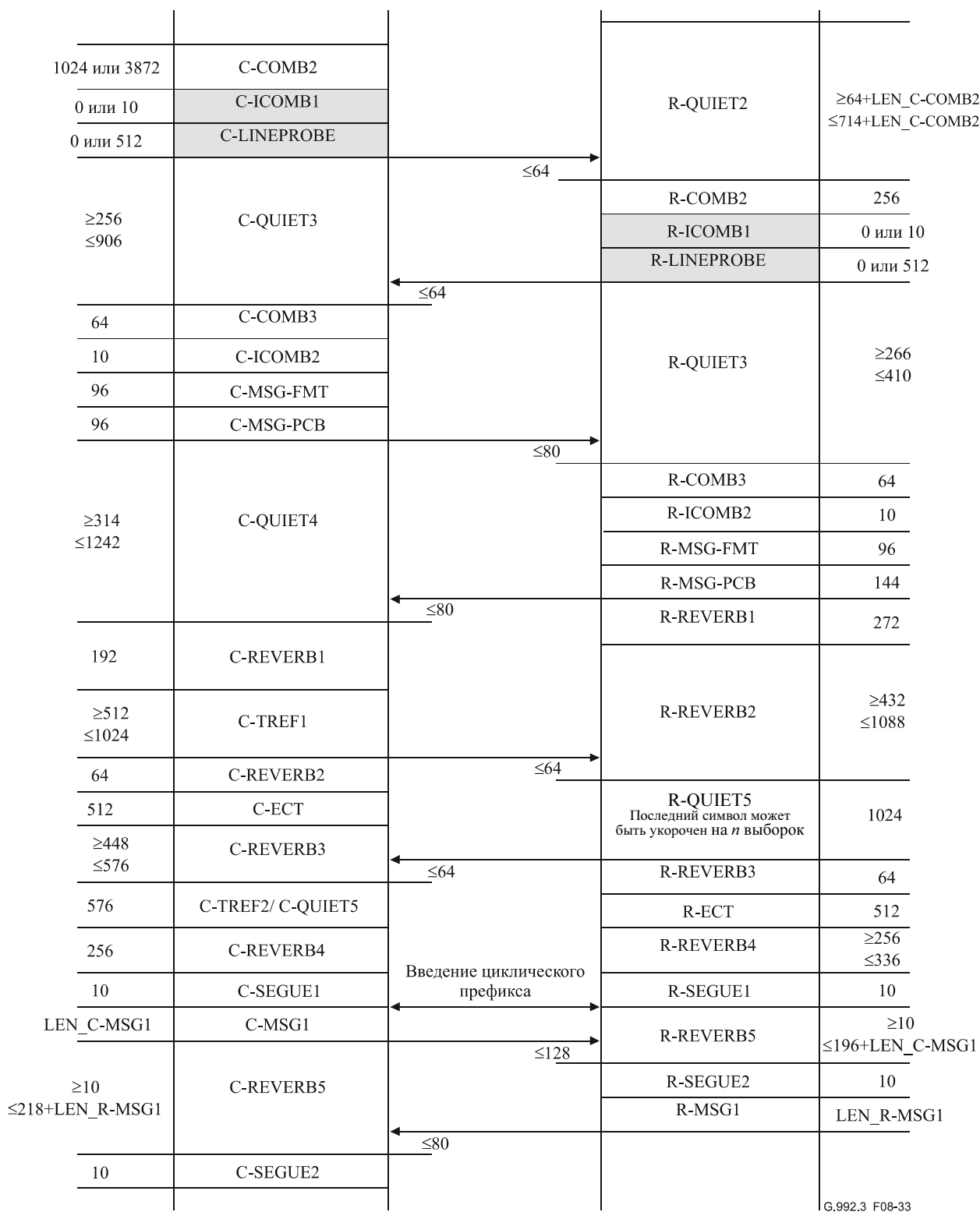


Рисунок 8-33/G.992.3 – Временная диаграмма сокращенной процедуры инициализации (часть 1)

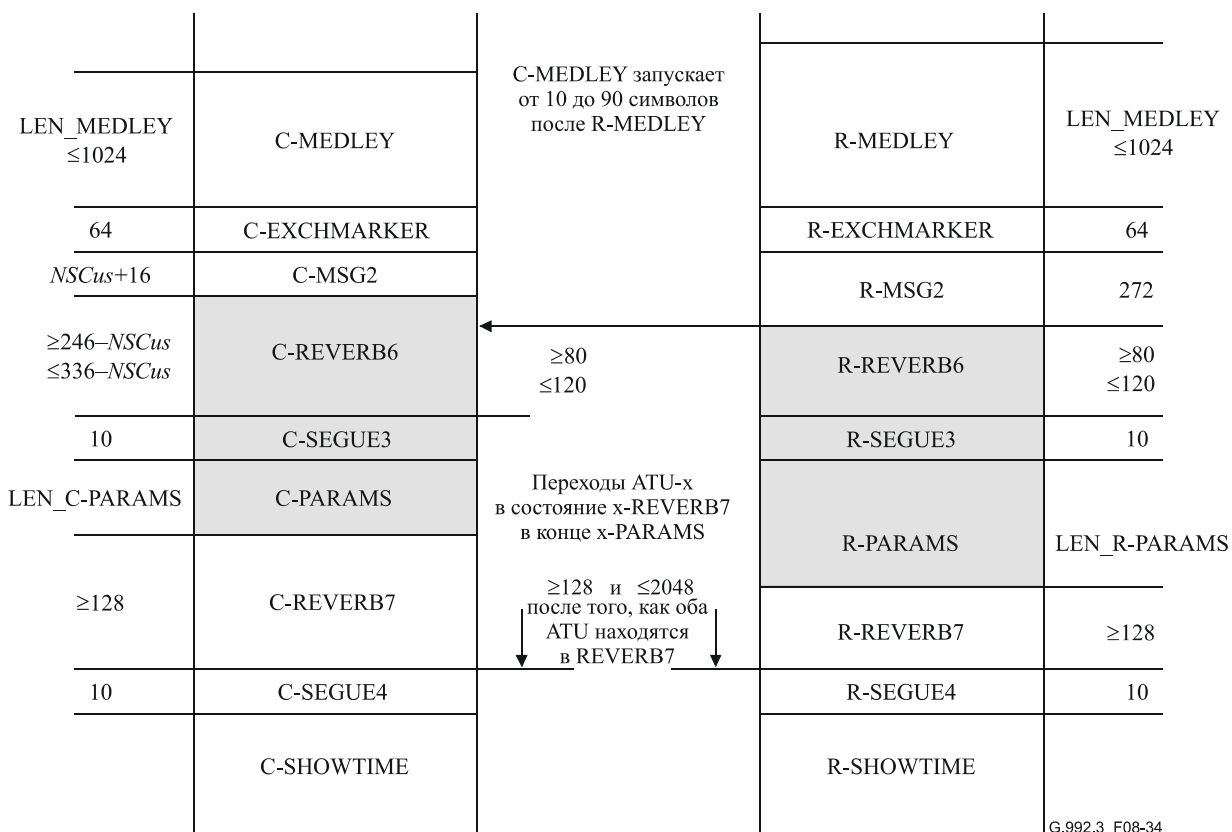


Рисунок 8-34/G.992.3 – Временная диаграмма сокращенной процедуры инициализации (часть 2)

8.15 Процедуры режима диагностики замкнутой цепи

8.15.1 Обзор

Описанная в этом разделе встроенная функция диагностики замкнутой цепи позволяет измерить состояние линии сразу с обоих концов без вмешательства эксплуатационного персонала и подключения измерительного оборудования. Полученная в результате информация помогает изолировать место (внутри здания, вблизи пользовательского или сетевого концов линии) и источник (переходные влияния, радиопомехи или параллельно подключенные ответвления) повреждений.

Режим диагностики замкнутой цепи (описанный в 8.15) должен быть введен начиная с фазы инициализации G.994.1, когда пункт кода режима диагностики замкнутой цепи установлен в сообщении MS (см. 8.13.2). Любое из устройств ATU может запросить ввод режима диагностики замкнутой цепи. Оба устройства, ATU-C и ATU-R, должны поддерживать режим диагностики замкнутой цепи.

Последовательность состояний режима диагностики замкнутой цепи должна быть точно такой же, что и для последовательности инициализации (описанной в 8.13), вплоть до состояния MEDLEY. Каждое состояние переменной длины в последовательности инициализации должно иметь постоянную продолжительность в режиме диагностики замкнутой цепи равной максимальной продолжительности этого состояния, за исключением R-QUIET1.

После состояний C-EXCHMARKER и R-EXCHMARKER устройство ATU должно войти в специальную последовательность состояний режима диагностики замкнутой цепи. Во время этих состояний изменяется некоторая информация о канале, собранная во время предыдущих состояний инициализации. Особым изменениям подвержены параметры тестирования, перечисленные в таблице 8-42 и описанные в 8.12.3.

**Таблица 8-42/G.992.3 –Параметры тестирования, измененные
в режиме диагностики линии**

Сокращение	Наименование
Hlin($i \times \Delta f$)	Характеристики канала для одной поднесущей, линейный масштаб
Hlog($i \times \Delta f$)	Характеристики канала для одной поднесущей, логарифмический масштаб
QLN($i \times \Delta f$)	Шум в линии в состоянии покоя для одной поднесущей
SNR($i \times \Delta f$)	Отношение сигнал/шум для одной поднесущей
LATN	Затухание замкнутой цепи
SATN	Затухание сигнала
SNRM	Запас отношения сигнал/шум
ATTNDR	Достижимая скорость данных в сети
ACTATP	Действительная суммарная мощность передачи (на дальнем конце)

Параметры тестирования помещают в сообщение, используя целое число октетов на одно значение параметра. Если значение параметра, как это описано в 8.12.3, представлено числом битов, которые не являются целым числом октетов, значение этого параметра должно быть помещено в октеты с наименее значащими битами. Неиспользованные наиболее значащие биты должны быть установлены на 0 для параметра без знака и на знаковый бит – для значений параметров со знаком.

После изменений параметров тестирования, перечисленных в таблице 8-42, устройства ATU должны перейти в состояние L3.

8.15.2 Фаза раскрытия канала

8.15.2.1 Фаза раскрытия канала ATU-C

Последовательность состояний в режиме диагностики замкнутой цепи должна быть такой же, как и при последовательности инициализации (описанной в 8.13.3.1). Каждое состояние в режиме диагностики замкнутой цепи должно иметь постоянную продолжительность, как показано на временной диаграмме режима диагностики замкнутой цепи на рисунке 8-35.

Сигналы, которые передают во время каждого состояния режима диагностики замкнутой цепи, должны быть теми же самыми, что и для последовательности инициализации (описанной в 8.13.3.1).

Во время инициализации в режиме диагностики замкнутой цепи должны быть включены биты состояний C-COMB1, C-LINEPROBE и C-BLACKOUT.

Сообщение C-MSG-FMT должно быть таким, как это описано в таблице 8-43.

Таблица 8-43/G.992.3 – Определение битов для сообщения C-MSG-FMT

Индекс бита	Параметр	Определение
15...0		Зарезервировано. Установлено на 0

Сообщение C-MSG-PCB должно быть таким, как это описано в таблице 8-44.

Таблица 8-44/G.992.3 – Определение битов для сообщения C-MSG-PCB

Индекс бита	Параметр	Определение
5...0	C-MIN_PCB_DS	См. таблицу 8-27
11...6	C-MIN_PCB_US	См. таблицу 8-27
13...12	HOOK_STATUS	См. таблицу 8-27
15...14		Зарезервировано. Установлено на 0
$NSCus + 15...16$	C_BLACKOUT	См. таблицу 8-27
$NSCus + 23...NSCus + 16$	Выдержало/не выдержало	Указание на успех или неудачу предыдущей инициализации
$NSCus + 31...NSCus + 24$	Last_TX_State	Последнее состояние перехода предыдущей инициализации

Биты выдержало/не выдержало должны содержать указание причины успеха/неудачи. Возможные указания и их кодирование должны быть такими, как показано в таблице 8-45. Если после инициализации в режиме диагностики замкнутой цепи непосредственно следует подача мощности на устройство ATU-C, то информация о предыдущей инициализации может быть недоступной. В этом случае должно быть указание на последнюю успешную инициализацию.

Таблица 8-45/G.992.3 – Указание причины успеха и неудачи

Значение (более высокий индекс бита слева)	Определение
1111 1111	Успешно
0001 0001	Неудачно – Недостаточная пропускная способность
0010 0010	Неудачно – Ошибка CRC в одном из принятых сообщений
0100 0100	Неудачно – Истекло время
1000 1000	Неудачно – Неожиданное содержание полученного сообщения
0000 0000	Неудачно – Причина неизвестна
Прочие	Зарезервировано

Биты Last_TX_State должны содержать индекс последнего состояния ATU-C, которое было успешно передано во время предыдущей инициализации. Индекс состояния ATU-C должен быть представлен 8-битовой целой величиной от 0 (фаза G.994.1) и 1 (C-QUIET1) до 31 (C-SEGUE4) и 32 (C-SHOWTIME). Состояния должны быть пронумерованы в порядке передачи во времени, как показано на временных диаграммах 8-35 и 8-36. Состояния, которые могут быть дополнительно опущены, должны также учитывать при подсчете индекса состояния. Например, индекс C-QUIET3 должен всегда быть 7 независимо от того, включены ли состояния C-ICOMB1 и C-LINE-PROBE или нет. В случае если первый октет C-MSG-PCB указывает на успешную инициализацию, второй октет должен кодировать индекс последнего состояния, т. е. индекс C-SHOWTIME.

В дополнение к CRC и порядку битов передачи для сообщений C-MSG-FMT и C-MSG-PCB должна быть определена последовательность инициализации по 8.13.3.1. Однако биты сообщения и CRC должны быть переданы с 8-ю символами на бит модуляции, причем нулевой бит должен быть передан как 8 последовательных символов C-COMB, а один бит должен быть передан как 8 последовательных символов C-ICOMB. Это сделает передачу более устойчивой к неправильному обнаружению переходов маркера времени, которые предшествуют этим сообщениям.

8.15.2.2 Фаза раскрытия канала ATU-R

Последовательность состояний в режиме диагностики замкнутой цепи должна быть такой же, как и в последовательности инициализации (описанной в 8.13.3.2). В режиме диагностики замкнутой цепи каждое состояние должно иметь постоянную продолжительность, как показано на временной диаграмме на рисунке 8-35.

Сигналы, передаваемые во время каждого из состояний в режиме диагностики замкнутой цепи должны быть такими же, как для последовательности инициализации (описанной в 8.13.3.2).

Состояния R-ICOMB1 и R-LINEPROBE и биты R-BLACKOUT должны быть включены во время инициализации в режим диагностики замкнутой цепи.

Сообщение R-MSG-FMT должно быть описано, как показано в таблице 8-46.

Таблица 8-46/G.992.3 – Определение битов сообщения R-MSG-FMT

Индекс бита	Параметр	Определение
7...0		Зарезервировано. Установлено на 0
8	FMT-C-TREF2	См. таблицу 8-31
9	FMT-C-PILOT	См. таблицу 8-31
15...10		Зарезервировано. Установлено на 0

Сообщение R-MSG-PCB должно быть описано, как показано в таблице 8-47.

Таблица 8-47/G.992.3 – Определение битов сообщения R-MSG-PCB

Индекс бита	Параметр	Определение
5...0	R-MIN_PCB_DS	См. таблицу 8-32
11...6	R-MIN_PCB_US	См. таблицу 8-32
13...12	HOOK_STATUS	См. таблицу 8-32
15...14		Зарезервировано. Установлено на 0
23...16	C-PILOT	См. таблицу 8-32
31...24		Зарезервировано. Установлено на 0
31 + NSCds...32	R-BLACKOUT	См. таблицу 8-32
287...32 + NSCds		Зарезервировано. Установлено на 0 (см. Примечание)
295...288	Pass/Fail	Указание на успех или неудачу предыдущей инициализации
303...296	Last_TX_State	Последнее состояние перехода предыдущей инициализации
ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти зарезервированные биты представлены только в случае, если NSCds < 256 (как указано в Рекомендации МСЭ-T G.992.4).		

Биты выдержало/не выдержало (Pass/Fail) должны содержать указание причины успеха/неудачи. Возможные указания и их кодирование должны быть такими, как показано в таблице 8-45. Если после инициализации в режиме диагностики замкнутой цепи непосредственно следует подача мощности на устройство ATU-R или его самотестирование, то информация о предыдущей инициализации может быть недоступной. В этом случае должно быть указание на последнюю успешную инициализацию.

Биты Last_TX_State должны содержать индекс последнего состояния ATU-R, которое было успешно передано во время предыдущей инициализации. Индекс состояния ATU-R должен быть представлен 8-битовой целой величиной от 0 (фаза G.994.1) и 1 (C-QUIET1) до 31 (C-SEGUE4) и 32 (C-SHOWTIME). Состояния должны быть пронумерованы в порядке передачи во времени, как показано на временных диаграммах 8-35 и 8-36. Состояния, которые могут быть дополнительно опущены, должны также учитывать при подсчете индекса состояния. Например, индекс R-QUIET3 должен всегда быть 7 независимо от того, включены ли состояния R-ICOMB1 и R-LINE-PROBE или нет. В случае если первый октет C-MSG-PCB указывает на успешную инициализацию, второй октет должен кодировать индекс последнего состояния, т. е. индекс R-SHOWTIME.

В дополнение к CRC и порядку битов передачи для сообщений R-MSG-FMT и R-MSG-PCB должна быть определена последовательность инициализации по 8.13.3.2. Однако биты сообщения и CRC должны быть переданы с 8-ю символами на бит модуляции, причем нулевой бит должен быть передан как 8 последовательных символов R-COMB, а один бит должен быть передан как 8 последовательных символов R-ICOMB. Это сделает передачу более устойчивой к неправильному обнаружению переходов маркера времени, которые предшествуют этим сообщениям.

8.15.3 Фаза прогона приемопередатчика

Последовательность состояний в режиме диагностики замкнутой цепи должна быть такой же, как для последовательности инициализации (описанной в 8.13.4). Каждое состояние в режиме диагностики замкнутой цепи должно иметь постоянную продолжительность, как показано на временной диаграмме режима диагностики замкнутой цепи на рисунке 8-35.

Сигналы, которые передают во время каждого состояния режима диагностики замкнутой цепи, должны быть теми же самыми, что и для последовательности инициализации (описанной в 8.13.3.4)

Устройство ATU-R должно включать состояние R-QUIET4.

8.15.4 Фаза анализа канала

Последовательность состояний в режиме диагностики замкнутой цепи должна быть такой же, как для последовательности инициализации (описанной в 8.13.5). Каждое состояние в режиме диагностики замкнутой цепи должно иметь постоянную продолжительность, как показано на временной диаграмме режима диагностики замкнутой цепи на рисунке 8-35 и 8-36.

Сигналы, которые передают во время каждого состояния режима диагностики замкнутой цепи, должны быть теми же самыми, что и для последовательности инициализации (описанной в 8.13.3.5).

Устройство ATU-C не должно передавать сообщение C-MSG1.

Устройство ATU-R не должно передавать сообщение R-MSG1.

Параметры управления PMD, измененные в сообщениях MSG1 во время инициализации (см. 8.5.1 и 8.5.3.2), должны приниматься как значения по умолчанию, описанные в таблице 8-48 для использования в режиме диагностики.

Таблица 8-48/G.992.3 – Параметры управления PMD, принятые по умолчанию

Параметры управления PMD	Значения по умолчанию
TARSNRM	6 дБ
MAXSNRM	бесконечно
EXTGI	<i>MAXNOMPSD – NOMPSD</i>
BIMAX	15

Во время состояния EXCHMARKER устройство ATU должно передавать символы REVERB.

В режиме диагностики замкнутой цепи символ счетчика, который был инициализирован при запуске состояния R-MEDLEY, поддерживает счет в течение оставшегося периода инициализации в режиме диагностики замкнутой цепи. Любое состояние перехода после состояния R-MEDLEY должно происходить умножением показаний счетчика на 64.

8.15.5 Фаза изменений

8.15.5.1 Фаза изменений ATU-C

Последовательность состояний в режиме диагностики замкнутой цепи должна быть такой же, как показано на временной диаграмме режима диагностики замкнутой цепи на рисунках 8-35 и 8-36. Каждый раз, когда устройство ATU-C успешно принимает сообщение от ATU-R, устройство ATU-C проходит через состояние C-ACK-LD, чтобы отправить подтверждение устройству ATU-R. Каждый раз, когда устройство ATU-C проходит через состояние C-MSGx-LD, устройство ATU-R отправляет одно сообщение, которое содержит информацию о диагностике замкнутой цепи.

Состояние C-SEGUE-LD должно содержать 64 символа C-SEGUE и должно предшествовать каждому сообщению в качестве маркера времени.

В состояниях C-ACK-LD, C-SEGUE-LD и C-MSGx-LD устройство ATU-C передает символы C-REVERB или C-SEGUE. Если состояния C-ACK-LD, C-SEGUE-LD или C-MSGx-LD отсутствуют, устройство ATU-C должно послать сигнал заполнения, который должен содержать символы C-TREF. Символы C-REVERB, C-SEGUE и C-TREF должны быть определены так же, как для последовательности инициализации в 8.13.

8.15.5.1.1 Сообщения, которые переносят информацию о канале

В режиме диагностики замкнутой цепи устройство ATU-C должно отправить пять сообщений устройству ATU-R: от C-MSG1-LD до C-MSG5-LD. Эти сообщения содержат параметры тестирования в восходящем направлении, как это описано в 8.15.1.

Информационные поля этих различных сообщений должны быть такими, как показано в таблицах от 8-49 до 8-53.

Таблица 8-49/G.992.3 – Формат сообщения C-MSG1-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0001 0001]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Масштаб Hlin (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Масштаб Hlin (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
4	LATN (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
5	LATN (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8
6	SATN (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
7	SATN (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8
8	SNRM (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
9	SNRM (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8
10	ATTNDR (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
11	ATTNDR	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
12	ATTNDR	[xxxx xxxx], бит от 23 до 16
13	ATTNDR (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 31 до 24
14	Дальний конец АСТАТР (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
15	Дальний конец АСТАТР (СЗБ)	[ssss ssxx], бит 9 и 8

Таблица 8-50/G.992.3 – Формат сообщения C-MSG2-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0010 0010]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Hlin(0) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Hlin(0) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
4	Hlin(0) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
5	Hlin(0) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
.....		
$4 \times NSCus - 2$	Hlin($NSCus - 1$) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
$4 \times NSCus - 1$	Hlin($NSCus - 1$) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
$4 \times NSCus$	Hlin($NSCus - 1$) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
$4 \times NSCus + 1$	Hlin($NSCus - 1$) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8

Таблица 8-51/G.992.3 – Формат сообщения C-MSG3-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0011 0011]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Hlog(0) (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Hlog(0) (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8
.....		
$2 \times NSCus$	Hlog($NSCus - 1$) (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
$2 \times NSCus + 1$	Hlog($NSCus - 1$) (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8

Таблица 8-52/G.992.3 – Формат сообщения C-MSG4-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0100 0100]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	QLN(0)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
.....		
$NSCus + 1$	QLN($NSCus - 1$)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0

Таблица 8-53/G.992.3 – Формат сообщения C-MSG5-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0101 0101]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	ОСИП(0)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
.....		
$NSCus + 1$	ОСИП($NSCus - 1$)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0

Величина $NSCus$ представляет число поднесущих в восходящем направлении, которые определены и используются в Приложении и должны соответствовать выбранному применению.

Сообщения должны быть переданы в порядке увеличения номера октета (т. е. первой должна быть передана последовательность номеров), а каждый октет следует передавать с первым битом МЗБ.

Кроме того, 16 битов CRC и бит порядка передачи сообщений C-MSGx-LD должны быть такими, как это определено в последовательности инициализации в 8.13. Однако это сообщение и биты CRC должны быть переданы 8-ю символами на бит модуляции. Нулевой бит должен быть передан восемью последовательными символами C-REVERB, а один бит должен быть передан восемью последовательными символами C-SEGUE. Продолжительность результирующего состояния (требуемого для передачи сообщения и CRC) показана в таблице 8-54.

Таблица 8-54/G.992.3 – Продолжительности состояний диагностики замкнутой цепи ATU-C

Состояние	Продолжительность (символов)	$NSCus = 32$	$NSCus = 64$
C-MSG1-LD	1152	1152	1152
C-MSG2-LD	$256 + 256 \times NSCus$	8448	16640
C-MSG3-LD	$256 + 128 \times NSCus$	4352	8448
C-MSG4-LD	$256 + 64 \times NSCus$	2304	4352
C-MSG5-LD	$256 + 64 \times NSCus$	2304	4352

8.15.5.1.2 Поток сообщения, подтверждение и повторная передача

В начале фазы изменений устройство ATU-C должно перейти в состояние C-TREF1-LD (в котором символы C-TREF должны передавать до тех пор, пока не будет получено сообщение R-MSGx-LD).

Если устройство ATU-C получает сообщение R-MSGx-LD, то ATU-C должно перейти в состояние C-ACK или C-NACK в течение 128 символов от конца состояния R-MSGx-LD. Если сообщение R-MSGx-LD принято успешно, то устройство ATU-C должно перейти в состояние C-ACK (в котором должно быть положительное подтверждение передачи сообщения C-ACK). С другой стороны, если появляются ошибки декодирования (т. е. CRC, вычисленное на приеме устройства ATU-C, не соответствует значению CRC, переданному устройством ATU-R), то устройство ATU-C должно перейти в состояние C-NACK.

Сообщение C-ACK должно быть представлено октетом "01010101" и должно быть передано периодами по 64 символа с использованием того же типа модуляции, что и для сообщений, в которых содержится информация о диагностике замкнутой цепи. К сообщению C-ACK не следует добавлять CRC. В состоянии C-NACK устройство ATU-C должно передать 64 символа C-TREF. Отметим, что с точки зрения устройства ATU-R, это эквивалентно тому, что устройство ATU-C не отвечает на сообщение R-MSGx-LD.

В конце состояния C-ACK или C-NACK устройство ATU-C должно перейти в состояние C-TREF2-LD (в котором должны быть переданы 256 символов C-REF). Во время состояния C-TREF2-LD устройство ATU-R переходит в состояние R-QUIET2-LD (поскольку сообщение R-ACK принято успешно, нет смысла в передаче остальных сообщений R-MSGx-LD) или в состояние R-SEGUE-LD (поскольку сообщение C-ACK не получено или получено с повреждениями, а также нет смысла в передаче остальных сообщений R-MSGx-LD). В конце состояния C-TREF2-LD устройство ATU-C должно перейти в состояние C-SEGUE-LD (если устройство ATU-R уже перешло в состояние R-QUIET2-LD) или должно вернуться в состояние C-TREF1-LD (если устройство ATU-R уже вернулось в состояние R-SEGUE-LD).

Следует отметить, что в результате повреждения сообщения C-ACK устройство ATU-C может успешно получить это сообщение дважды. В этом случае устройство ATU-C должно игнорировать второе идентичное сообщение (с тем же номером последовательности).

За состоянием C-SEGUE-LD (в котором должны быть переданы 64 символа C-SEGUE) должно следовать состояние C-MSGx-LD (в котором должно быть передано первое сообщение R-MSGx-LD).

После передачи сообщения C-MSGx-LD устройство ATU-C должно перейти в состояние C-TREF3-LD (в котором должны быть переданы символов 256 C-TREF). Во время состояния C-TREF3-LD устройство ATU-C может получать или не получать сообщение R-ACK. В конце состояния устройство ATU-C должно вернуться к состоянию C-SEGUE-LD для передачи последнего полученного сообщения C-MSGx-LD (если сообщение R-ACK не было получено или было получено поврежденным) или для передачи следующего сообщения C-MSGx-LD (если сообщение R-ACK было успешно принято и больше не осталось сообщений C-MSGx-LD, которые следовало бы передать). Число попыток повторной передачи сообщения, прежде чем устройство ATU-C запустит процедуру инициализации, оставлено на усмотрение производителя.

В конце состояния C-TREF3-LD после успешного приема последнего сообщения R-ACK в ответ на последнее сообщение R-MSGx-LD устройство ATU-C должно перейти в состояние C-IDLE (см. Приложение D), а состояние звена связи ADSL должно быть изменено на L3.

Состояние L3 определено в 9.5.1.3.

8.15.5.2 Фаза изменений в ATU-R

Последовательность состояний в режиме диагностики замкнутой цепи должна быть такой, как показано на временной диаграмме режима диагностики замкнутой цепи на рисунках 8-35 и 8-36. Каждый раз, когда устройство ATU-R успешно принимает сообщение от ATU-C, устройство ATU-R проходит через состояние R-ACK-LD, чтобы отправить устройству ATU-C подтверждение. Каждый раз, когда устройство ATU-R проходит через состояние R-MSGx-LD, устройству ATU-C отправляют одно сообщение, которое содержит информацию о диагностике замкнутой цепи.

Состояние R-SEGUE-LD должно содержать 64 символа R-SEGUE и должно предшествовать каждому сообщению в качестве маркера времени.

В состояниях R-ACK-LD, R-SEGUE-LD и R-MSGx-LD устройство ATU-R передает символы R-REVERB или R-SEGUE. Когда устройство ATU-R не находится в состояниях R-ACK-LD, R-SEGUE-LD и R-MSGx-LD, оно должно отправить сигнал заполнения, который состоит из символов R-QUIET. Символы R-REVERB, R-SEGUE и R-QUIET определены как последовательность инициализации в 8.13.

8.15.5.2.1 Сообщения, которые переносят информацию о канале

В режиме диагностики замкнутой цепи устройство ATU-R должно отправить девять сообщений устройству ATU-C: от R-MSG1-LD до R-MSG9-LD. Эти сообщения содержат определенные в 8.15.1 параметры тестирования в нисходящем направлении.

Информационные поля этих различных сообщений должны быть такими, как показано в таблицах от 8-55 до 8-63.

Таблица 8-55/G.992.3 – Формат сообщения R-MSG1-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0001 0001]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Масштаб Hlin (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Масштаб Hlin (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
4	LATN (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
5	LATN (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8
6	SATN (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
7	SATN (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8
8	SNRM (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
9	SNRM (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8
10	ATTNDR (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
11	ATTNDR	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
12	ATTNDR	[xxxx xxxx], бит от 23 до 16
13	ATTNDR (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 31 до 24
14	Дальний конец АСТАТР (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
15	Дальний конец АСТАТР (СЗБ)	[ssss sxxx], бит 9 и 8

Таблица 8-56/G.992.3 – Формат сообщения R-MSG2-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0010 0010]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Hlin(0) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Hlin(0) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
4	Hlin(0) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
5	Hlin(0) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
.....		
254	Hlin(63) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
255	Hlin(63) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
256	Hlin(63) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
257	Hlin(63) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8

Таблица 8-57/G.992.3 – Формат сообщения R-MSG3-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0011 0011]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Hlin(64) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Hlin(64) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
4	Hlin(64) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
5	Hlin(64) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
.....		
254	Hlin(127) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
255	Hlin(127) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
256	Hlin(127) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
257	Hlin(127) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8

Таблица 8-58/G.992.3 – Формат сообщения R-MSG4-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0100 0100]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Hlin(128) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Hlin(128) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
4	Hlin(128) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
5	Hlin(128) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
.....		
254	Hlin(191) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
255	Hlin(191) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
256	Hlin(191) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
257	Hlin(191) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8

Таблица 8-59/G.992.3 – Формат сообщения R-MSG5-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0101 0101]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Hlin(192) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Hlin(192) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
4	Hlin(192) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
5	Hlin(192) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
.....		
254	Hlin(255) действительное (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
255	Hlin(255) действительное (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8
256	Hlin(255) мнимое (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
257	Hlin(255) мнимое (СЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 15 до 8

Таблица 8-60/G.992.3 – Формат сообщения R-MSG6-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0110 0110]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Hlog(0) (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Hlog(0) (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8
.....		
256	Hlog(127) (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
257	Hlog(127) (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8

Таблица 8-61/G.992.3 – Формат сообщения R-MSG7-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[0111 0111]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	Hlog(128) (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
3	Hlog(128) (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8
.....		
256	Hlog(255) (МЗБ)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
257	Hlog(255) (СЗБ)	[0000 00xx], бит 9 и 8

Таблица 8-62/G.992.3 – Формат сообщения R-MSG8-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[1000 1000]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	QLN(0)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
.....		
257	QLN(255)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0

Таблица 8-63/G.992.3 – Формат сообщения R-MSG9-LD

Номер октета [i]	Информация	Формат сообщения биты [от $8 \times i + 7$ до $8 \times i + 0$]
0	Номер последовательности	[1001 1001]
1	Зарезервировано	[0000 0000]
2	ОСИ(0)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
.....		
257	ОСИ(255)	[xxxx xxxx], бит от 7 до 0
ПРИМЕЧАНИЕ. – В случае если $NSCds < 256$ (как в Рек. МСЭ-Т G.992.4), то передают полное сообщение диагностики линии. Однако для сообщений, которые передают информацию на поднесущих, могут использоваться специальные определенные в 8.12.3 значения для указания, что такое измерение не может быть выполнено на данной поднесущей, поскольку она находится вне маски СПМ.		

Сообщения должны быть переданы в порядке увеличения номера октета (т. е. первой должна быть передана последовательность номеров), а каждый октет следует передавать с первым битом МЗБ.

Кроме того, 16 битов CRC и бит порядка передачи сообщений R-MSGx-LD должны быть такими, как это определено в последовательности инициализации в 8.13. Однако это сообщение и биты CRC должны быть переданы 8-ю символами на бит модуляции. Нулевой бит должен быть передан восемью последовательными символами R-REVERB, а один бит должен быть передан восемью последовательными символами R-SEGUE. Продолжительность результирующего состояния (требуемого для передачи сообщения и CRC) показана в таблице 8-64.

Таблица 8-64/G.992.3 – Продолжительности состояний диагностики замкнутой цепи ATU-R

Состояние	Продолжительность (символов)
R-MSG1-LD	1152
R-MSG2-LD	16640
R-MSG3-LD	16640
R-MSG4-LD	16640
R-MSG5-LD	16640
R-MSG6-LD	16640
R-MSG7-LD	16640
R-MSG8-LD	16640
R-MSG9-LD	16640

Результирующее число символов, необходимых для передачи каждого из сообщений и CRC, показано на временной диаграмме состояний диагностики замкнутой цепи на рисунках 8-35 и 8-36.

8.15.5.2.2 Поток сообщения, подтверждение и повторная передача

В начале фазы изменений устройство ATU-R должно перейти в состояние R-SEGUE-LD (в котором должны быть переданы 64 символа R-SEGUE), за которым следует первое состояние R-MSGx-LD (в котором должно быть передано первое сообщение R-MSGx-LD).

После передачи сообщения R-MSGx-LD устройство ATU-R должно перейти в состояние R-QUIET1-LD (в котором должны быть переданы 256 символов R-QUIET). Во время состояния R-QUIET1-LD устройство ATU-R может получать или не получать сообщение R-ACK. В конце состояния R-QUIET1-LD устройство ATU-R должно вернуться к состоянию R-SEGUE-LD для повторной передачи последнего полученного сообщения R-MSGx-LD (если C-ACK не было получено или было получено поврежденным) или для передачи следующего сообщения R-MSGx-LD (если сообщение C-ACK было успешно принято и больше не осталось сообщений R-MSGx-LD, которые следовало бы передать). Число попыток повторной передачи сообщения, прежде чем устройство ATU-C запустит процедуру инициализации, оставлено на усмотрение производителя.

В конце состояния R-QUIET1-LD после успешного приема последнего сообщения C-ACK в ответ на последнее сообщение R-MSGx-LD устройство ATU-R должно перейти в состояние R-QUIET2-LD (в котором до получения первого сообщения C-MSGx-LD должны передаваться символы R-QUIET).

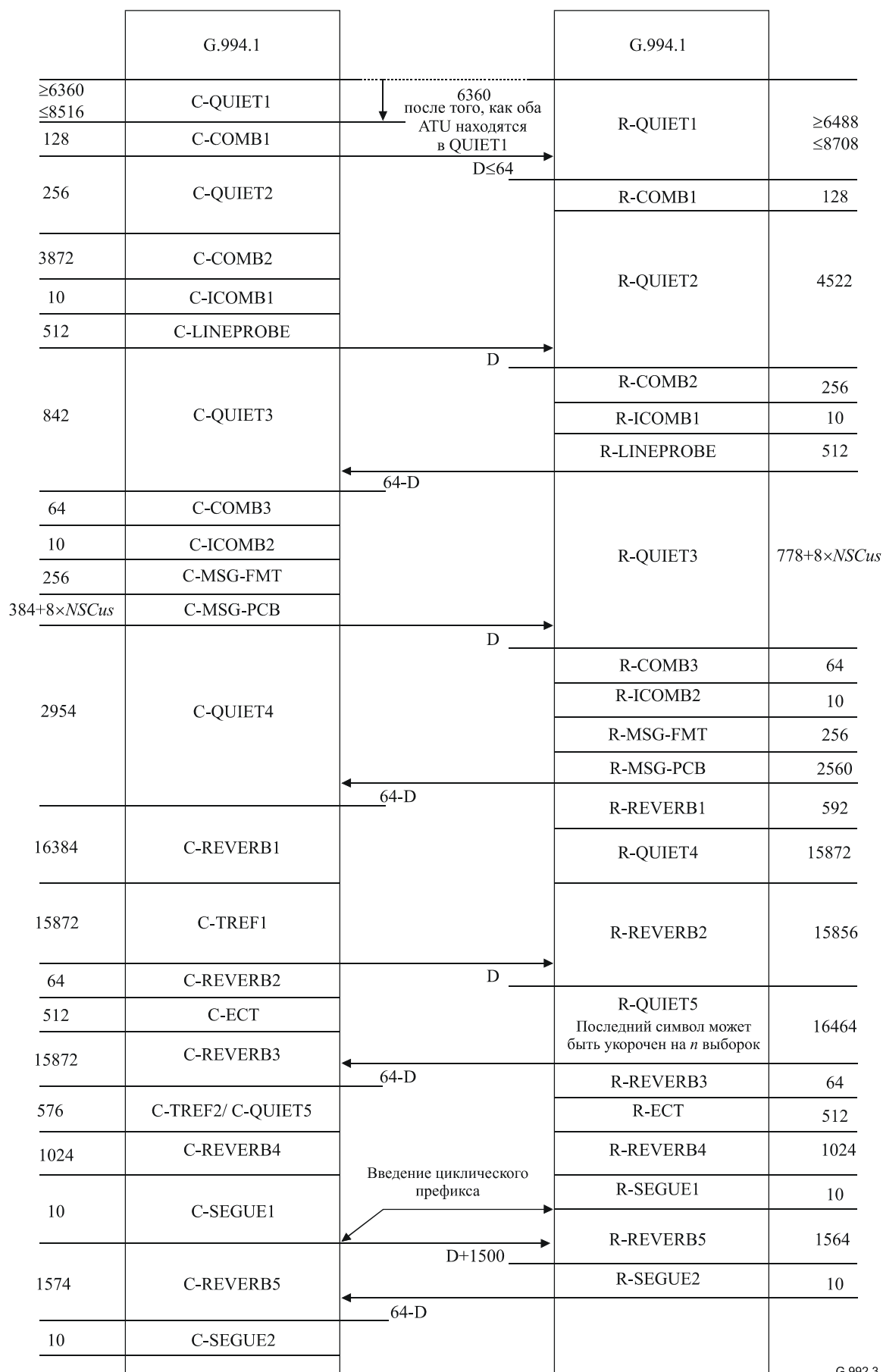
Если устройство ATU-R получает сообщение C-MSGx-LD, то ATU-R должно перейти в состояние R-ACK или R-NACK в течение 128 символов от конца состояния C-MSGx-LD. Если сообщение C-MSGx-LD принято успешно, то устройство ATU-R должно перейти в состояние R-ACK (в котором должно быть положительное подтверждение передачи сообщения R-ACK). С другой стороны, если появляются ошибки декодирования (т. е. CRC, вычисленное на приеме устройства ATU-R, не соответствует сигналу CRC, который передало устройство ATU-C), то устройство ATU-R должно перейти в состояние R-NACK.

Сообщение R-ACK должно быть представлено октетом "01010101" и должно быть передано периодами по 64 символа с использованием того же типа модуляции, что и для сообщений, в которых содержится информация о диагностике замкнутой цепи. К сообщению R-ACK не следует добавлять CRC. В состоянии R-NACK устройство ATU-R должно передать 64 символа R-QUIET. Отметим, что, с точки зрения устройства ATU-C, это эквивалентно тому, что устройство ATU-R не отвечает на сообщение C-MSGx-LD.

В конце состояния R-ACK или R-NACK устройство ATU-R должно перейти в состояние R-QUIET3-LD (в котором должны быть переданы 256 символов R-QUIET). Во время состояния R-QUIET3-LD устройство ATU-C переходит в состояние C-IDLE (поскольку сообщение R-ACK принято успешно, нет смысла в передаче остальных сообщений C-MSGx-LD) или в состояние C-SEGUE-LD (поскольку сообщение R-ACK не получено или получено с повреждениями, а также нет смысла в передаче остальных сообщений R-MSGx-LD). В конце состояния R-QUIET3-LD устройство ATU-R должно перейти в состояние R-IDLE (если устройство ATU-C уже перешло в состояние C-IDLE) или должно вернуться в состояние R-QUIET2-LD (если устройство ATU-C уже вернулось в состояние C-SEGUE-LD). Когда устройство ATU-R переходит в состояние R-IDLE (см. Приложение D), состояние звена связи ADSL должно быть изменено на L3.

Отметим, что в случае повреждения сообщения R-ACK устройство ATU-R может успешно получить это сообщение дважды. В этом случае устройство ATU-R должно игнорировать второе идентичное сообщение (с тем же номером последовательности).

Состояние L3 определено в 9.5.1.3.



G.992.3_F08-35

Рисунок 8-35/G.992.3 – Временная диаграмма диагностики замкнутой цепи (часть 1)

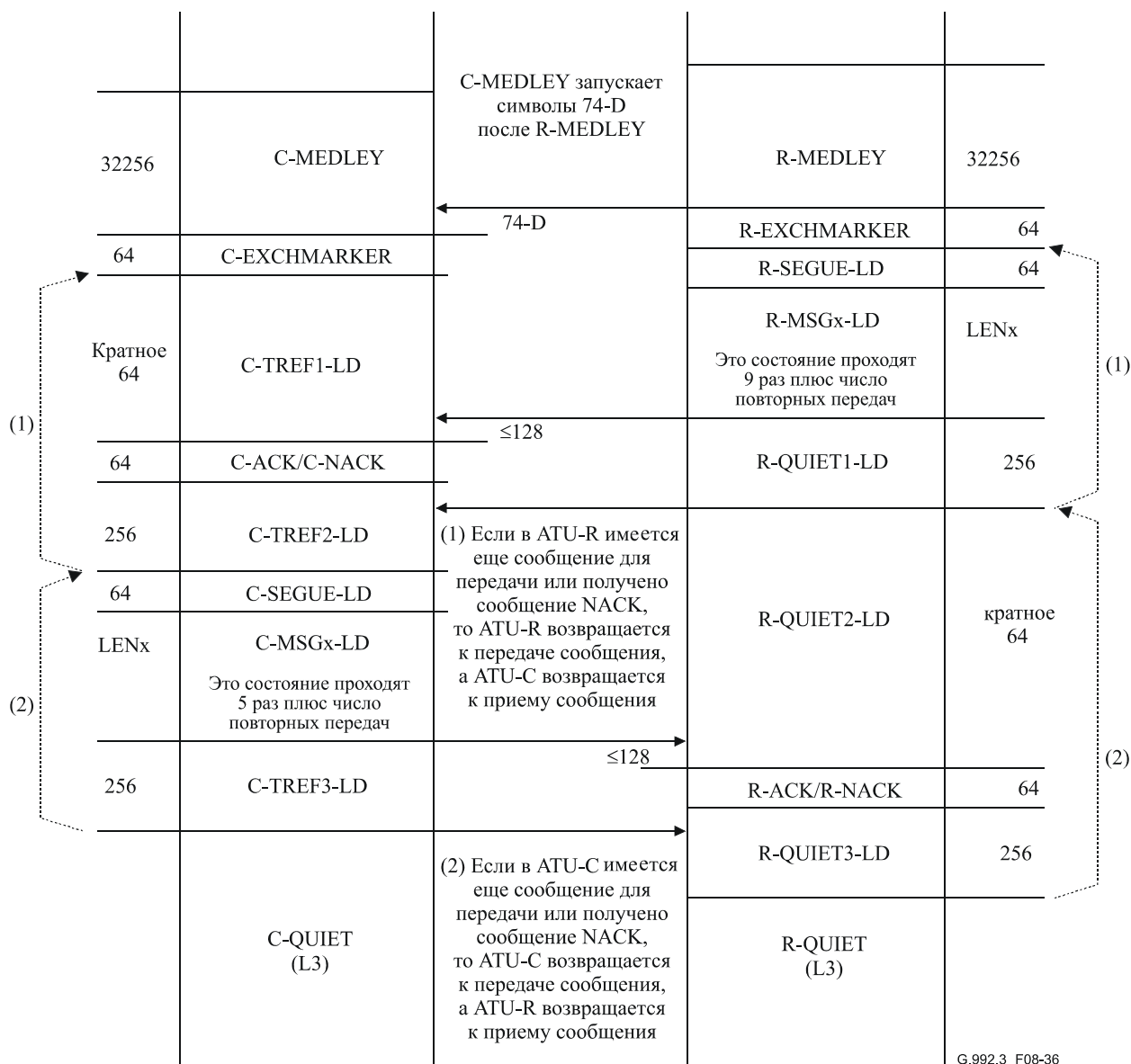


Рисунок 8-36/G.992.3 – Временная диаграмма диагностики замкнутой цепи (часть 2)

8.16 Реконфигурация функции PMD на линии

Реконфигурация функции PMD на линии позволяет произвести изменения параметров управления без перерыва связи и без ошибок (т. е. обмен битами, динамическое перераспределение скорости и плавную адаптацию скорости).

Процедуры реконфигурации функции PMD на линии поддерживают:

- прозрачность к уровням PMS-TC, TPS-TC и более высоким уровням средствами изменения параметров конфигурации, которые не вносят транспортных ошибок, изменения времени ожидания и перерывов связи,
- изменение параметров для адаптации к медленно меняющимся условиям и
- изменение параметров к динамическим изменениям скорости данных.

8.16.1 Параметры управления

Реконфигуацию функции PMD на линии выполняют координацией изменений одного или более параметров управления, определенных в 8.5. Параметры управления, отображенные в таблице 8-65, могут быть изменены во время реконфигурации на линии в указанных пределах.

Таблица 8-65/G.992.3 – Реконфигурируемые параметры управления функции PMD

Параметр	Определение
b_i	Число битов на поднесущую может возрастать или падать в пределах $[0 \dots BIMAX]$. Изменение значений b_i можно выполнить с помощью значения константы L (т. е. обмена битами) или с помощью изменения L (т. е. плавной адаптации скорости).
g_i	Коэффициент передачи поднесущих может изменяться в диапазоне $[-14,5 \dots +2,5 + EXTGI]$.
L	Число битов, которые содержатся в кадре данных (производный параметр от значений b_i).

Обновленная таблица битов и коэффициентов передачи должна удовлетворять требованиям к таблице битов и коэффициентов передачи, перечисленным в 8.6.4.

8.16.2 Временные изменения в конфигурации поднесущей

Изменение значений b_i и g_i одной или более поднесущих производят изменением соответствующих параметров управления PMD (см. таблицу 8-4).

В нисходящем направлении реконфигурация функции PMD вступает в действие начиная со второго символа, за которым следует транспортирование примитива PMD.Synchflag. Функция PMD должна транспортировать примитив PMD.Synchflag в символ синхронизации на счете символов 68, как определено в 8.7.3. Поэтому в нисходящем направлении реконфигурация функции PMD вступает в действие начиная со счета символа 1. Функция PMD должна сигнализировать примитиву PMD.Synchflag.indicate в нисходящем направлении принять функцию PMS-TC после примитива PMD.bits.indicate, соответствующего символу PMD со счетом символа 0 и до примитива PMD.bits.indicate соответствующего символу PMD со счетом символа 1.

В восходящем направлении реконфигурация функции PMD вступает в действие начиная с пятого символа, за которым следует транспортирование примитива PMD.Synchflag. Функция PMD должна транспортировать примитив PMD.Synchflag в символ синхронизации на счете символов 68, как определено в 8.7.3. Поэтому в восходящем направлении реконфигурация функции PMD вступает в действие начиная со счета символа 4. Функция PMD должна сигнализировать примитиву PMD.Synchflag.indicate в восходящем направлении принять функцию PMS-TC после примитива PMD.bits.indicate, соответствующего символу PMD со счетом символа 3, и до примитива PMD.bits.indicate, соответствующего символу PMD со счетом символа 4.

8.16.3 Процедура, инициированная приемником

Устройство ATU может инициировать реконфигурацию своей функции приема PMD. Эта операция включает изменения устройством ATU таблицы битов и коэффициентов передачи функции приема PMD с изменением или без изменения значения L . Такая реконфигурация может быть:

- автономно запрошенной функцией приема PMD (чтобы изменить только таблицу битов и коэффициентов передачи без изменения значения L , т. е. обмена битами);
- запрошенной функцией управления приема ATU как часть реконфигурации функций приема TPS-TC и/или PMS-TC, например, для удовлетворения требований на изменение в высших уровнях приложений или для выполнения переходов состояний управления мощностью;
- запрошенной объектом управления приема ATU, например, чтобы удовлетворить требованиям к звену связи DSL как к устройству, контролируемому объектом управления.

Реконфигурация обмена битов включает изменения только параметров конфигурации подуровня PMD. При этом параметры конфигурации подуровней TPS-TC и PMS-TC не изменяются. Функция передачи PMD должна поддерживать запрашиваемый обмен битов с помощью функции приема PMD.

8.16.4 Процедура, инициированная передатчиком

Устройство ATU может инициировать реконфигурацию своей функции передачи PMD. Однако эта реконфигурация должна быть инициирована передачей функции управления ATU как часть реконфигурации функций TPS-TC (см. раздел 6) и/или PMS-TC (см. раздел 7), например, для удовлетворения требований на изменение в высших уровнях приложений или для выполнения

переходов состояний управления мощностью. Реконфигурация функции передачи PMD не должна быть автономно запрашиваемой функцией передачи PMD (т.е. функция передачи PMD не инициирует обмен битов).

8.17 Управление мощностью в функции PMD

Переходы управления мощностью в функции PMD предназначены для того, чтобы производить изменения параметров управления в нисходящем направлении без ошибок (т.е. "без швов").

Процедуры управления мощностью в функции PMD поддерживают:

- изменение параметров для минимизации суммарной мощности передачи,
- изменение параметров для динамического изменения скорости данных.

8.17.1 Параметры управления

Управление мощностью выполняют координированным изменением одного или более параметров управления, определенных в 8.5. Для нисходящего направления параметры управления, показанные в таблице 8-66, можно изменить с помощью переходов управления мощностью в указанных пределах.

Таблица 8-66/G.992.3 – Параметры управления мощностью функции PMD

Параметр	Определение
b_i	Число битов на поднесущую может возрастать или падать в пределах $[0 \dots B_{IMAX}]$.
g_i	Коэффициент передачи поднесущих может изменяться в диапазоне $[-14,5 \dots +2,5 + EXT_{GIds}]$.
L	Число битов, которые содержатся в кадре данных в нисходящем направлении (параметр, производный от значений b_i).

Обновленные таблицы битов и коэффициентов передачи в нисходящем направлении должны согласовываться с требованиями для этих таблиц, перечисленными в 8.6.4.

Эти требования к таблицам битов и коэффициентов передачи в нисходящем направлении применимы в состоянии L0 и для входа в состояние L2. Однако при входе в состояние L2 излишний запас может оказаться не минимизированным. Для минимизации излишних запасов во время состояния L2 можно использовать настройку мощности. Настройка мощности определена как понижение уровня передачи СПМ (более значительного в нисходящем направлении). Настройка мощности изменяет значение PCBds, использованное в состоянии L2, и не изменяет значений g_i , которые существовали во время входа в состояние L2.

8.17.2 Настройка изменений конфигурации поднесущих

Изменение значений b_i и g_i одной или более поднесущих производят изменением соответствующих параметров управления PMD (см. таблицу 8-4).

8.17.2.1 Переход управления мощностью из состояния L0 в L2

В нисходящем направлении переход управления мощностью в функциях PMD должен иметь силу начиная со второго символа, за которым следует транспортировка примитива PMD.Synchflag. Функция PMD должна транспортировать примитив PMD.Synchflag в символ синхронизации со счетом символов 68, как определено в 8.7.4. Поэтому в нисходящем направлении переход управления мощностью должен вступить в действие начиная со счета символа 1.

В восходящем направлении никакие переходы мощности не должны иметь место.

8.17.2.2 Переход управления мощностью из состояния L2 в L0

В нисходящем направлении переход управления мощностью в функциях PMD должен иметь силу начиная с первого символа, за которым следует транспортировка примитива PMD.Synchflag. Функция PMD должна транспортировать примитив PMD.Synchflag в два символа выхода L2, как это описано в 8.7.6. Поэтому в нисходящем направлении переход управления мощностью должен вступать в действие начиная первого символа, за которым следует второй символ выхода L2.

8.17.2.3 Настройка мощности в состоянии L2

В нисходящем направлении переход управления мощностью в функциях PMD должен иметь силу начиная со второго символа, за которым следует транспортировка примитива PMD.Synchflag. Функция PMD должна транспортировать примитив PMD.Synchflag в символ синхронизации со счетом символов 68, как определено в 8.7.5. Поэтому в нисходящем направлении переход управления мощностью должен вступать в действие начиная со счета символа 1.

В восходящем направлении никакие переходы мощности не должны иметь место.

8.17.3 Процедура, инициированная приемником

Устройство ATU-R может инициировать переход управления мощностью в своей функции приема PMD для перехода из состояния L2 в L0. Эта операция включает изменение устройством ATU-R таблиц битов и коэффициентов передачи функции приема PMD. Этот переход управления мощностью может быть:

- автономным, запрошенным функцией приема PMD устройства ATU-R;
- запрошенным объектом управления устройства ATU-R, например, чтобы выполнить требования к характеристикам звена связи DSL, контролируемого объектом управления устройства ATU-R.

Функция передачи PMD устройства ATU-C должна поддерживать переход из состояния L2 в L0, которое запрашивает устройство ATU-R.

8.17.4 Процедура, инициированная передатчиком

Устройство ATU-C может инициировать переход управления мощностью в своей функции приема PMD для перехода из состояния L0 в L2, настройку мощности в состоянии L2 или переход из L2 в L0. Эта операция включает изменение устройством ATU-C таблиц битов и коэффициентов передачи функции приема PMD. Переход управления мощностью может быть:

- автономным, запрошенным функцией передачи PMD устройства ATU-C;
- запрошенным объектом управления устройства ATU-C, например, чтобы выполнить требования к характеристикам звена связи DSL, контролируемого объектом управления устройства ATU-C.

Функция приема PMD устройства ATU-R должна поддерживать переход в состояние L2 из L0, запрошенный устройством ATU-C.

Функция приема PMD устройства ATU-R должна поддерживать переход из состояния L2 в L0, запрошенный устройством ATU-C.

Настройка низкого уровня мощности в состоянии L2 приводит только к изменению параметров конфигурации подуровня PMD. Эта настройка не изменяет параметров конфигурации подуровней TPS-TC и PMS-TC. Функция приема PMD устройства ATU-R должна поддерживать настройку низкого уровня мощности L2, запрошенную функцией передачи PMD устройства ATU-C.

9 Функции сходимости передачи по протоколу управления (MPS-TC)

Устройства ATU-R и ATU-C обеспечивают процедуры, облегчающие управление ATU. Функции MPS-TC взаимодействуют с функциями G.997.1 в плоскости административного управления, описанными в Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4]. В частности в Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4] определяются сообщения eos, позволяющие управлять ATU. В вышеуказанной Рекомендации также определяются подсчет и обработка различных дефектов и аномалий управления ATU. Поэтому обо всех дефектах и аномалиях управления ATU функциям по Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4] сообщают функции MPS-TC.

Кроме того, в этом разделе определяются несколько процедур команд управления для использования функциями G.997.1, в частности несколько функций считывания и тестирования.

Наконец, в этом разделе описывается индикация управления для предупреждения функций управления G.997.1 о том, что на ATU-R удаляется местное питание.

9.1 Функции транспорта

В качестве элемента плоскости административного управления функция MPS-TC обеспечивает транспортирование встроенного информационного канала (еос) и командных сообщений, сообщения о дефектах и аномалиях управления устройством ATU-R. Дефекты и аномалии управления возникают в функциях TPS-TC, PMS-TC и PMD. Сообщения о канале еос и командные сообщения, а также примитивы управления транспортируют, превращая их в сигналы управления для дальнейшей транспортировки функциями PMS-TC, как показано на рисунках 9-1 и 9-2. Границы октетов и положения наиболее значащих битов четко поддерживаются вдоль линии транспортировки канала еос считывания сообщений.



Рисунок 9-1/G.992.3 – Возможности транспортировки канала еос функции MPS-TC в плоскости административного управления



Дефекты и аномалии управления в ATU-R

Дефекты и аномалии управления в ATU-R

Рисунок 9-2/G.992.3 – Возможности транспортировки дефектов и аномалий функции MPS-TC в плоскости административного управления

9.2 Дополнительные функции

В дополнение к транспортным функциям функции MPS-TC обеспечивают процедуры для:

- исчезающих сообщений в устройство ATU-R;
- переходов состояний управления мощностью.

9.3 Интерфейс блока сигналов и примитивов

Как показано на рисунке 9-3, функция MPS-TC устройства ATU-C имеет множество интерфейсных сигналов. Каждый обозначенный сигнал состоит из одного или более примитивов, как обозначено направляющими стрелками. Связанный с каждой стрелкой тип примитива соответствует условному обозначению на рисунке.

Диаграмма разделена пунктирной линией, чтобы отделить функции и сигналы в нисходящем и восходящем направлениях. Сигналы, изображенные на верхнем и правом краях, переносят примитивы к функциям управления по Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4]. Сигналы, изображенные на нижнем краю, переносят примитивы к функции PMS-TC. Процесс мониторинга характеристик в работе, показанный на рисунке 10/G.997.1. Рекомендации МСЭ-Т G.997.1, определяет параметры для мониторинга характеристик и повреждений. В данной Рекомендации приведены спецификации на примитивы дефектов и аномалий, связанные с физическим уровнем (см. 8.12).

Функция MPS-TC устройства ATU-R имеет аналогичные интерфейсные сигналы, как показано на рисунке 9-4. На этом рисунке метки для нисходящего и восходящего потоков противоположны меткам предыдущего рисунка.

Как показано на рисунках 9-3 и 9-4, поток примитивов соответствует поиску информации управления устройством ATU-C и передаче этой информации функции G.997.1 в центральном офисе на другом конце. Аналогичный поток примитивов существует с запросом информации управления от устройства ATU-R и передачей этой информации функции G.997.1 для терминала удаленного конца (см. рисунок 5-3).

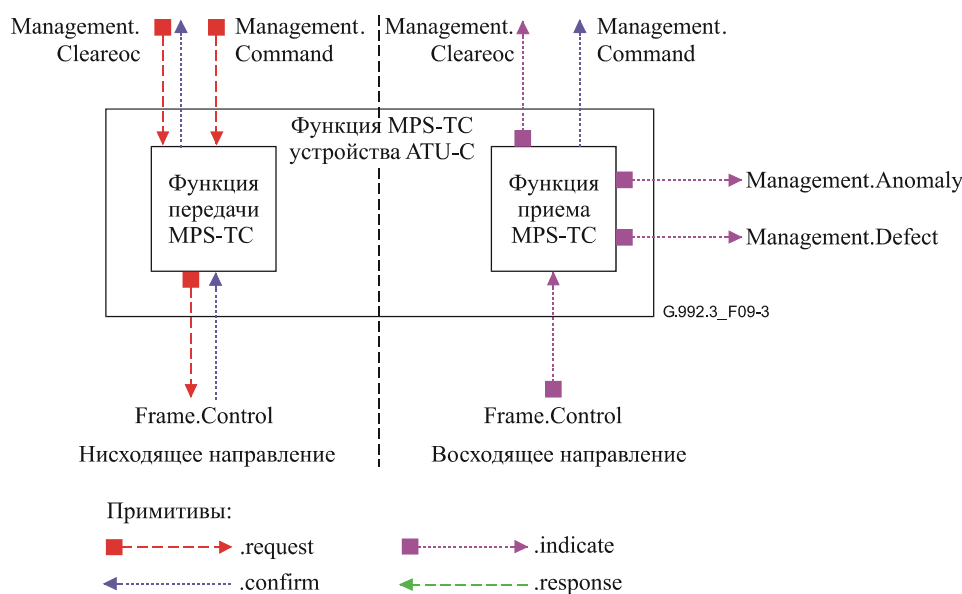


Рисунок 9-3/G.992.3 –Сигналы функции MPS-TC в устройстве ATU-C

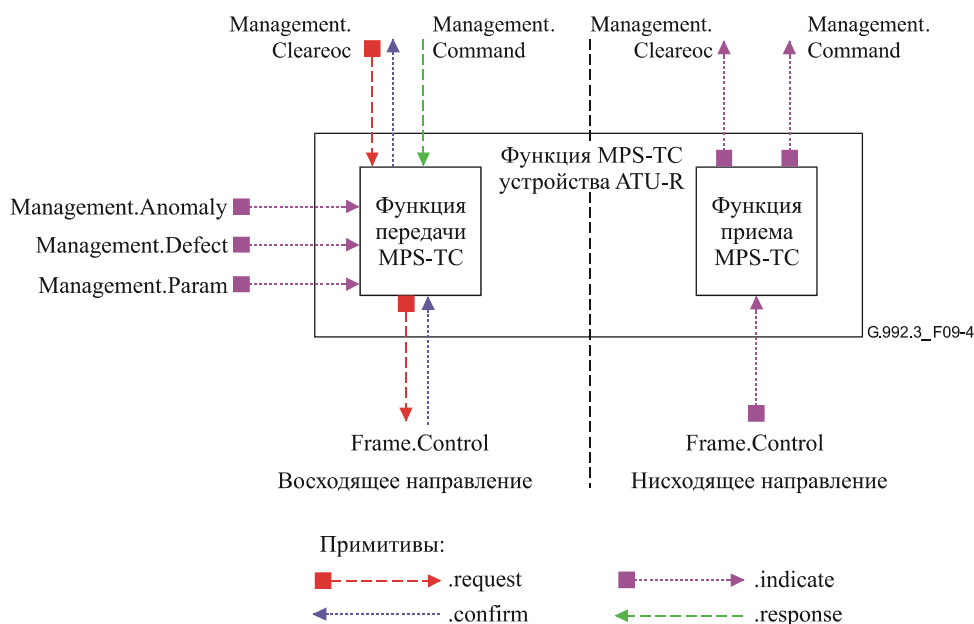


Рисунок 9-4/G.992.3 – Сигналы функции MPS-TC в устройстве ATU-R

Сигналы, показанные на рисунках 9-3 и 9-4, используют для переноса примитивов между функциями этой Рекомендации. Примитивы предназначены только для ясного обозначения характеристик функций с целью обеспечить их взаимодействие.

Примитивы, которые используют между функциями G.997.1 и MPS-TC, описаны на рисунке 9-1. Эти примитивы поддерживают изменения канала еос и командных сообщений.

Примитивы, которые используют между функциями MPS-TC и PMS-TC, определены в 6.2. Примитивы, которые используют между функциями MPS-TC и PMD, определены в разделе 8.

Примитивы, которые используют для передачи показаний примитивов технического обслуживания местному объекту эксплуатации, описаны в соответствующих разделах для функций TPS-TC, PMS-TC и PMD (разделы 6, 7 и 8).

Таблица 9-1/G.992.3 – Примитивы сигнализации между функциями G.997.1 и MPS-TC

Сигнал	Примитив	Описание
Management. Cleareoc	.request	Функции передачи G.997.1 пересылает сообщения канала еос функции MPS-TC для транспортировки с этим примитивом.
	.confirm	Этот примитив используется функцией передачи MPS-TC для подтверждения приема примитива Management.Cleareoc.request. С помощью взаимодействия запроса и подтверждения поток данных согласуется с конфигурацией PMS-TC.
	.indicate	Функция приема MPS-TC пересылает сообщения канала еос, чтобы принять функцию G.997.1, которая была транспортирована с этим примитивом.
Management. Comand	.request	Функции передачи G.997.1 устройства ATU-C пересылает команду функции передачи MPS-TC устройства ATU-C транспортироваться с этим примитивом.
	.confirm	Этот примитив используется функцией MPS-TC в устройстве ATU-C, чтобы переслать устройству ATU-R ответ на команду. С помощью взаимодействия запроса и подтверждения данные можно считать на местах.
	.indicate	Функция приема MPS-TC в устройстве ATU-R передает местному устройству ATU-R команду, которую транспортируют с этим примитивом.
	.response	Этот примитив используется локальным устройством ATU-R, чтобы переправить ответ на команду о транспортировании.

9.4 Процедуры уровня менеджмента

9.4.1 Команды

Команды создают обобщенную команду и параметры, за которыми следует ответ. Это обеспечивает необходимую гибкость для транспортирования сообщений еос и элементов MIB G.997.1, чтобы установить и запросить регистры устройства ATU и активизировать процедуры менеджмента на дальнем конце устройства ATU с возвратом ответных значений или без возврата.

Все команды разделяют на три уровня приоритетов, которые используют для определения порядка транспортирования имеющихся сообщений функцией PMS-TC. Эти команды показаны в таблицах 9-2, 9-3 и 9-4 с понижением уровня приоритета транспортирования функцией PMS-TC.

Все устройства ATU должны быть в состоянии передавать команды заголовков и отвечать на все команды заголовков, которые потребуются во время работы процедур уровня менеджмента.

На все команды из таблиц 9-2, 9-3 и 9-4 должен быть получен ответ, указывающий, что функция PMS-TC отбросит сообщения, неправильно отформатированные или с неправильно сформированными кадрами. Получивший ответ должен отреагировать в течение времени ожидания, указанного в таблице 7-17 (в зависимости от приоритета команды в заголовке), менее 50 мс, чтобы предотвратить взаимодействие протокольных блоков между устройствами ATU. Более короткие ответы допустимы и могут потребоваться в некоторых специальных приложениях, которые выходят за рамки данной Рекомендации.

Таблица 9-2/G.992.3 – Наивысший приоритет сообщений заголовков

Сообщение и обозначение	Направление	Содержание команды	Содержание ответа
Команда реконфигурации на линии (OLR) 0000 0001 _b	От приемника к передатчику	Новая конфигурация, включая все необходимые значения управления PMS-TC и PMD.	Следует либо за линейным сигналом, соответствующим примитиву PMD.Synchflag (не команде OLR), либо команде OLR о задержке и сбрасывании.

Таблица 9-3/G.992.3 – Нормальный приоритет сообщений заголовков

Сообщение и обозначение	Направление	Содержание команды	Содержание ответа
Команда ЕОС 0100 0001 _b	От устройства ATU-C к устройству ATU-R	Самотестирование, обновление параметров тестирования, запуск и останов поврежденного сигнала CRC на передаче, запуск и останов поврежденного сигнала CRC.	Следует за командой еос для подтверждения.
	От устройства ATU-R к устройству ATU-C	Обновление параметров тестирования.	Следует за командой еос для подтверждения.
Команда времени 0100 0010 _b	От устройства ATU-C к устройству ATU-R	Установка и считывание времени.	Следует за командой установки времени или времени ответа.
Команда описи 0100 0011 _b	От любого устройства ATU к другому	Запрос идентификации, запрос самотестирования, дополнительный запрос информации об описи, запрос возможностей PMD, запрос возможностей PMS-TC, запрос возможностей TPS-TC.	Следует за ответом команды описи, которая включает идентификацию (ID) оборудования, дополнительную информацию описи, результаты установки тестирования и информацию о возможностях.
Команда считывания параметра управления 0000 0100 _b	От любого устройства ATU к другому	Установка считывания PMD, установка считывания PMS-TC, установка считывания TPS-TC.	Следует за ответом на команду считывания параметров управления, в который включены все переменные управления.
Команда считывания показаний счетчика менеджмента 0000 0101 _b	От любого устройства ATU к другому	Нуль.	Следует за ответом на показания счетчика менеджмента, в который включены все значения счетчика.

Таблица 9-3/G.992.3 – Нормальный приоритет сообщений заголовков

Сообщение и обозначение	Направление	Содержание команды	Содержание ответа
Команда управления мощностью 0000 0111 _b	От любого устройства ATU к другому	Предложение нового состояния мощности.	Следует либо за линейным сигналом, соответствующим примитиву PMD.Synchflag (не команде управления мощностью), либо команде управления мощностью для ее принятия или отбрасывания.
Команда еос 0000 1000 _b	От любого устройства ATU к другому	Сообщение еос, как это определено в Рек. МСЭ-Т G.997.1 или других.	Следует за командой еос для подтверждения.
Команда нестандартного оборудования 0011 1111 _b	От любого устройства ATU к другому	Нестандартное поле идентификации, за которым следует содержание сообщения.	Следует за командой нестандартного оборудования либо для подтверждения, либо для отрицательного подтверждения, чтобы указать, распознано или нет нестандартное поле идентификации.

Таблица 9-4/G.992.3 – Низкий приоритет сообщений заголовков

Сообщение и обозначение	Направление	Содержание команды	Содержание ответа
Команда считывания параметров тестирования PMD 1000 0001 _b	От любого устройства ATU к другому	Номер параметра для однократного считывания, номер параметра и id поднесущей для многократного считывания, нуль – для следующего многократного считывания.	Следует ответом на команду считывания параметров тестирования PMD, включая запрошенные параметры тестирования или отрицательное подтверждение.
Команда низкого приоритета нестандартного оборудования 1011 1111 _b	От любого устройства ATU к другому	Нестандартное поле идентификации, за которым следует содержание сообщения.	Следует за командой нестандартного оборудования либо для подтверждения, либо для отрицательного подтверждения, чтобы указать, распознано или нет нестандартное поле идентификации.

В подразделе 9.4.1, который следует далее, приведены спецификация на формат, протокол и функцию каждой из команд. Для каждой команды приведена таблица, в которой описан формат команды и некоторые сопутствующие данные. Чтобы избежать повторений, в таблице команд отсутствует полная структура кадра HDLC. Команды должны быть размещены в структуре HDLC, описанной в 7.8.2.3 таким образом, что длина сообщения Р является числом октетов, как показано в первом столбце таблицы команд. Значение октета должно быть размещено так, чтобы наименее значащий бит был размещен в LSB структуры HDLC. Значения промежутков более чем в один октет должны быть размещены с октетами более высокого порядка, предшествующих октетам более низкого порядка. Значение вектора должно быть размещено в порядке индекса, от самого нижнего к самому верхнему. Массивы с двумя индексами должны быть размещены с помощью их декомпозиции в последовательность векторов, использующих первый индекс, в порядке от самого нижнего к самому верхнему индексу. Следующий пример приведен с целью пояснить размещение из таблицы команд в структуру кадра HDLC, описанную в 7.8.2.3.

Выбранный пример относится к приемнику, посылающему команду OLR для распределения скорости данных без модификации нижележащей функции PMD. В этом примере конфигурация до и после команды OLR показана в таблице 9-5. Содержание кадра HDLC для этого сообщения показано в таблице 9-6, а информация о формате команды – в таблице 9-7.

Таблица 9-5/G.992.3 – Пример конфигурации OLR

Параметр	Текущая конфигурация	Предлагаемая конфигурация
Число возможных носителей кадров	$N_{BC} = 2$	$N_{BC} = 2$
Число возможных функций трактов с ожиданием	$N_{LP} = 2$	$N_{LP} = 2$
Битов от каждого тракта с ожиданием на примитив PMD	$L_0 = 408$	$L_0 = 312$
	$L_1 = 8$	$L_1 = 104$
Октетов носителей кадров на кадр мультиплексированных данных в каждом тракте	$B_{00} = 48, B_{01} = 0$	$B_{00} = 36, B_{01} = 0$
	$B_{10} = 0, B_{11} = 0$	$B_{10} = 0, B_{11} = 12$

Таблица 9-6/G.992.3 – Пример конфигурации OLR содержания кадров HDLC

№ октета	СЗБ	МЗБ
	7E ₁₆ – Флаг открытия	
1	Адресное поле	
2	Поле управления	
3	0000 0001 _b (Команда OLR)	
4	0000 0010 _b (Тип 2 запроса)	
5	0000 0001 _b (Октет высокого значения L ₀)	
6	0011 1000 _b (Октет низкого значения L ₀)	
7	0000 0000 _b (Октет высокого значения L ₁)	
8	0110 1000 _b (Октет низкого значения L ₁)	
9	0010 0100 _b (B ₀₀)	
10	0000 1100 _b (B ₁₁)	
11	0000 0000 _b (N _f) (Длина сообщения P = 9)	
12	Октет высокого значения FCS	
13	Октет низкого значения FCS	
	7E ₁₆ – Флаг закрытия	

9.4.1.1 Команды реконфигурации на линии

Команды реконфигурации на линии должны использоваться для управления на работающей линии с определенным динамическим поведением, описанным в этом разделе. В разделе 10 приведена дополнительная информация о динамическом поведении. Команды реконфигурации на линии могут быть инициированы любым устройством ATU, как показано в таблице 9-7. Однако инициатор только дает средства для эффективных изменений в приемнике и соответствующем передатчике. Ответное устройство ATU может использовать команды реконфигурации на линии, показанные в таблице 9-8, или может дать позитивное подтверждение инициатору запроса, отправив линейный сигнал, соответствующий примитиву PMD.Synchflag. Команды реконфигурации на линии должны содержать множество октетов. Первым должен быть октет указателя команды реконфигурации на линии, показанного в таблице 9-2. Остальные октеты должны быть такими, как показано в таблицах 9-7, 9-8 и 9-9. Октеты должны быть отправлены с использованием формата, описанного в 7.8.2.3, и протокола, описанного в 7.8.2.4.

**Таблица 9-7/G.992.3 – Команды реконфигурации на линии,
отправляемые иницирующим приемником**

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
$3 + 3 \times N_f$	01 ₁₆ Тип 1 запроса, за которым следует: 1 октет с числом поднесущих из N_f $3 \times N_f$ октетов, описывающих поле параметра поднесущей для каждой поднесущей
$3 + 2 \times N_{LP} + N_{BC} + 3 \times N_f$	02 ₁₆ Тип 2 запроса, за которым следует: $2 \times N_{LP}$ октетов, содержащих новые значения L_p для N_{LP} существующих трактов с ожиданием, N_{BC} октетов, содержащих новые значения $B_{p,n}$ для N_{BC} существующих носителей кадров, 1 октет для числа несущих N_f $3 \times N_f$ октетов, описывающих поле параметра поднесущей для каждой поднесущей
$3 + 2 \times N_{LP} + N_{BC} + 3 \times N_f$	03 ₁₆ Тип 3 запроса, за которым следует: $2 \times N_{LP}$ октетов, содержащих новые значения L_p для N_{LP} существующих трактов с ожиданием, N_{BC} октетов, содержащих новые значения $B_{p,n}$ для N_{BC} существующих носителей кадров, 1 октет для числа несущих N_f $3 \times N_f$ октетов, описывающих поле параметра поднесущей для каждой поднесущей Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

**Таблица 9-8/G.992.3 – Команды реконфигурации на линии,
отправляемые отвечающим передатчиком**

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
3	81 ₁₆ Отложенный запрос типа 1, за которым следует: 1 октет кода причины
3	82 ₁₆ Отвергнутый запрос типа 2, за которым следует: 1 октет кода причины
3	83 ₁₆ Отвергнутый запрос типа 3, за которым следует: 1 октет кода причины Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т

Устройство ATU может запросить только изменения в работе своего приемника. Изменения могут одновременно запросить оба устройства ATU; каждая операция должна следовать за процедурами, описанными в этом разделе. Устройство ATU-R не должно инициировать команду OLR, если оно уже передало команду L2 Grant (предоставления L2) и ожидает ответа.

Поле параметра поднесущей содержит 3 октета, отформатированных как [cccc cccc gggg gggg gggg bbbb]. Индекс несущей (8 битов), g_i (12 битов) и b_i (4 бита). Индексом несущей должен быть первый октет поля поднесущей. Коэффициент g_i должен содержаться во втором октете, а четыре наиболее значащих бита – в третьем октете. Наименее значащие биты коэффициента g_i должны содержаться в третьем октете. Коэффициентом b_i должны быть 4 наименее значащих бита третьего октета.

Тип 1 и тип 2 должны быть отправлены так, чтобы не изменился параметр L функции PMD. Если устройство ATU использует дополнительную укороченную последовательность PMD для инициализации, то устройство ATU должно также использовать операции OLR типа 3 для изменений b_i , g_i и L_p .

Коды причин, связанных с командами OLR, приведены в таблице 9-9.

Таблица 9-9/G.992.3 – Коды причин для команд OLR

Причина	Значение октета	Применимо к отсрочке типа 1	Применимо к сбросу типа 2	Применимо к сбросу типа 3
Занято	01 ₁₆	X	X	X
Неправильные параметры	02 ₁₆	X	X	X
Не разрешен	03 ₁₆		X	X
Не поддерживается	04 ₁₆		X	X

После передачи команды реконфигурации на линии инициатор должен ждать ответа на эту команду: либо команда реконфигурации на линии будет задержана, либо отвергнута, либо поступит линейный сигнал, соответствующий примитиву PMD.Synchflag. Если ответ не получен в течение времени ожидания сообщений с заголовком высокого приоритета, показанного в таблице 7-17, инициатор должен отказаться от текущей команды реконфигурации на линии. Новая команда, включая идентичный запрос, может быть инициирована сразу же.

После передачи команды реконфигурации на линии противоположная сторона должна ответить либо отсрочкой команды реконфигурации на линии, либо отказом, либо поступит линейный сигнал, соответствующий примитиву PMD.Synchflag. В случае посылки линейного сигнала, соответствующего примитиву PMD.Synchflag, устройство ATU должно реконфигурировать действующие функции PMD, PMS-TC и TPS-TC, как указано в разделах реконфигурации, описывающих эти функции. В случае отсрочки или отказа приемник должен представить код причины из следующих: 01₁₆ – занято, 02₁₆ – неправильные параметры, 03₁₆ – нет возможности и 04₁₆ – не поддерживается. Коды причины 01₁₆ и 02₁₆ должны быть единственными кодами, которые использует команда реконфигурации на линии для запроса типа 1 на отсрочку.

После приема линейного сигнала, соответствующего примитиву PMD.Synchflag, инициатор должен реконфигурировать действующие функции PMD, PMS-TC и TPS-TC, как указано в разделах реконфигурации, описывающих эти функции. Если получена команда реконфигурации на линии с отсрочкой или отказом, инициатор должен отказаться от текущей команды реконфигурации на линии. Новая команда, включая идентичный запрос, может быть инициирована сразу же.

9.4.1.2 Команды еос

Команды еос должны использоваться для управления определенными возможностями диагностики, описанными в этом разделе. Большинство команд еос может быть инициировано устройством ATU-C, как показано в таблице 9-10. Устройство ATU-R может инициировать только команды еос, показанные в таблице 9-11. Команды еос должны состоять из 2 октетов. Первым октетом должен быть указатель команды еос, показанный в таблице 9-3. Второй октет должен быть таким, как показано в таблицах 9-10 и 9-11. Октеты должны быть отправлены в формате, описанном в 7.8.2.3, и использовать протокол, описанный в 7.8.2.4.

Таблица 9-10/G.992.3 – Команды еос, отправляемые устройством ATU-C

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
2	01 ₁₆ Выполнить самотестирование
2	02 ₁₆ Обновить параметры тестирования
2	03 ₁₆ Запустить передачу повреждения CRC
2	04 ₁₆ Закончить передачу повреждения CRC
2	05 ₁₆ Запустить прием повреждения CRC
2	06 ₁₆ Закончить прием повреждения CRC
2	80 ₁₆ ACK – подтверждение
	Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

Таблица 9-11/G.992.3 – Команды еос, отправляемые устройством ATU-R

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
2	02 ₁₆ Обновить параметры тестирования
3	01 ₁₆ Подтверждение самотестирования, за которым следует единичный октет, который указывает на минимальное время ожидания в секундах перед запрошенным результатом самотестирования
2	80 ₁₆ АСК – подтверждение Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

Команду еос можно передать в любое время в течение режима работы на линии, включая время непосредственно после окончания процедур инициализации.

Во всех случаях прием команды еос подтверждается передатчику сообщением подтверждения (АСК) команды еос. Приемник не должен посылать команду еос с негативным подтверждением (NACK).

9.4.1.2.1 Самотестирование

После получения команды еос для выполнения самотестирования приемное устройство ATU должно передать команду еос для подтверждения самотестирования, включая минимальное время ожидания на запрошенные результаты самотестирования. Далее приемное устройство ATU должно выполнить процедуру самотестирования и сгенерировать результат самотестирования. Продолжительность и специфика этой процедуры оставлены на усмотрение производителя, но они не должны нарушать функции устройства ATU и статус соединений. Поэтому процедура самотестирования, выполненная после приема этой команды, может отличаться от тех, которые выполняют в режиме SELFTEST, показанном на рисунках D.1 и D.2. Результат самотестирования должен быть сохранен вместе с числом секунд на передачу сообщения АСК. Указанный отрезок времени должен быть от 1 до 255 с.

Наиболее значащим октетом результата самотестирования должен быть 00₁₆, если самотестирование прошло удачно, и 01₁₆, если неудачно. Смысл "неудачно" оставлен на усмотрение производителя. Длина результата самотестирования – 4 октета, а синтаксис всех других октетов оставлен на усмотрение производителя.

Результат самотестирования может быть доступен при использовании команды описи, как указано в 9.4.1.4.

9.4.1.2.2 Обновление параметров тестирования

После получения команды еос для обновления параметров тестирования приемное устройство ATU должно передать команду еос сообщения АСК и обновить параметры тестирования, как указано в 9.4.1.10. Параметры тестирования должны обновляться и храниться в течение 10 с после получения запроса. После получения командой еос сообщения АСК передающее устройство ATU должно выждать, по крайней мере, 10 с, прежде чем запустить описанные в 9.4.1.10 команды заголовка, чтобы получить доступ к значениям параметров тестирования.

После получения этой команды значения параметров тестирования, которые относятся к самой последней процедуре инициализации, не должны быть более доступны через описанные в 9.4.1.10 команды заголовка в течение 10 с. Они могут быть сброшены приемным устройством ATU сразу же после приема команды еос для обновления параметров тестирования.

9.4.1.2.3 Запуск/окончание передачи о поврежденном сигнале CRC

После получения команды еос на запуск передачи о поврежденном сигнале CRC функция PMS-TC приемного устройства ATU должна передать командой еос сообщение АСК и передавать значение поврежденного сигнала CRC по всем трактам с ожиданием до тех пор, пока не поступит команда еос об окончании передачи о повреждении сигнала CRC. Поврежденный сигнал CRC – это один из сигналов, который не соответствует процедуре CRC по 7.7.1.2. Команда еос действует только на значение CRC. Эту команду можно использовать совместно с командой еос для приема поврежденного сигнала CRC (либо заранее, либо позже), чтобы указать, что повреждены оба

значения CRC – на передаче и на приеме. Эта команда еос не должна действовать на функцию PMS-TC передающего устройства ATU.

После получения команды еос на окончание передачи о поврежденном сигнале CRC функция PMS-TC приемного устройства ATU должна передать командой еос сообщение ACK и передать биты CRC, определенные процедурой в 7.7.1.2. Эту команду можно передать, если даже не была передана команда еос на запуск передачи о поврежденном сигнале CRC. Эта команда еос не должна действовать на функцию PMS-TC передающего устройства ATU.

9.4.1.2.4 Запуск/окончание приема о поврежденном сигнале CRC

После получения команды еос на запуск приема о поврежденном сигнале CRC приемное устройство ATU должно передать командой еос сообщение ACK. После получения сообщения ACK командой еос, функция PMS-TC передающего устройства ATU должна начать передачу поврежденных битов CRC по всем трактам с ожиданием до тех пор, пока не поступит команда еос об окончании приема поврежденного сигнала CRC. Поврежденный сигнал CRC – это один из сигналов, который не соответствует процедуре CRC по 7.7.1.2. Эту команду можно использовать совместно с командой еос для передачи поврежденного сигнала CRC (либо заранее, либо позже), чтобы указать, что повреждены оба значения CRC – на передаче и на приеме. Эта команда еос не должна действовать на функцию PMS-TC приемного устройства ATU.

После получения команды еос на окончание передачи о поврежденном сигнале CRC приемное устройство ATU должно передать командой еос сообщение ACK. После получения сообщения ACK функция PMS-TC передающего устройства ATU должна передать биты CRC, определенные процедурой в 7.7.1.2. Эту команду можно передать, если даже не была передана команда еос на запуск передачи о поврежденном сигнале CRC. Эта команда еос не должна действовать на функцию PMS-TC приемного устройства ATU.

9.4.1.3 Временные команды

Каждое устройство ATU-C и ATU-R должны иметь таймеры, которые используют для поддержания работы счетчиков мониторинга характеристик, как описано в Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4]. Общепринята практика коррелирования этих счетчиков на каждой линии DSL. Для этого необходимо синхронизировать таймеры на каждом конце линии. Этой цели служит установка времени и считывания временных команд. Счетчики, определенные в Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4], рекомендуется обновлять каждый раз, когда показания времени счетчика становится равной целой величине, кратной 15 минутам (например, 1:00:00, 3:15:00, 15:30:00, 23:45:00).

Требования к точности таймера и его дрейфу оставлены для дальнейшего изучения.

Временные команды должны использоваться для синхронизации часов в устройствах ATU, как описано в этом разделе. Временные команды могут инициироваться устройством ATU-C, как показано в таблице 9-12. Устройство ATU-R может только отвечать, используя команды, показанные в таблице 9-13. Временные команды должны состоять из множества октетов, как показано в таблицах 9-12 и 9-13. Первый октет должен быть указателем временной команды, показанной в таблице 9-3. Следующий октет должен быть таким, как показано в таблицах 9-12 и 9-13. Октеды должны отправляться, используя формат, описанный в 7.8.2.3, и протокол, описанный в 7.8.2.4.

Таблица 9-12/G.992.3 – Временные команды, передаваемые устройством ATU-C

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
10	01 ₁₆ Установка, за которой следуют 8 октетов в формате HH:MM:SS согласно ISO 8601 [5]
2	02 ₁₆ Считывание Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

Таблица 9-13/G.992.3 – Временные команды, передаваемые устройством ATU-R

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
2	80 ₁₆ АСК
10	82 ₁₆ Считывание, за которым следуют 8 октетов в формате HH:MM:SS согласно ISO 8601 [5] Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

После приема команды установки времени приемное устройство ATU должно передать ответное сообщение АСК. Далее приемное устройство ATU должно установить свои внутренние часы на значение, которое содержится в сообщении.

После приема команды считывания приемное устройство ATU должно передать ответное сообщение, в которое включено текущее значение счетчика времени.

9.4.1.4 Команды описи

Команды описи должны использоваться для определения идентификации и возможностей устройства ATU, как описано в этом разделе. Команды описи могут быть инициированы любым устройством ATU, как показано в таблице 9-14. В ответах должны быть использованы команды, показанные в таблице 9-15. Команды описи должны состоять из двух октетов. Первый октет должен быть указателем команды описи, показанным в таблице 9-3. Второй октет должен иметь одно из значений, показанных в таблице 9-14. Команда ответа описи должна состоять из множества октетов. Первый октет должен быть указателем команды описи, показанным в таблице 9-3. Второй октет должен быть таким же, как второй октет, XOR 80₁₆, полученной команды описи. Оставшиеся октеты должны быть такими, как показано в таблице 9-15. Октеты должны отправляться, используя формат, описанный в 7.8.2.3, и протокол, описанный в 7.8.2.4.

Таблица 9-14/G.992.3 – Команды описи, передаваемые инициатором

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
2	01 ₁₆ Идентификация
2	02 ₁₆ Дополнительная идентификация
2	03 ₁₆ Результат самотестирования
2	04 ₁₆ Возможности PMD
2	05 ₁₆ Возможности PMS-TC
2	06 ₁₆ Возможности TPS-TC
	Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

Таблица 9-15/G.992.3 – Команды описи, передаваемые ответной стороной

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
58	81 ₁₆ за которым следуют: 8 октетов id производителя 16 октетов номера версии 32 октета серийного номера
переменная	82 ₁₆ за которым следуют: 8 октетов id производителя и множество октетов дополнительной информации описи
6	83 ₁₆ за которым следуют: 4 октета результатов самотестирования
переменная	84 ₁₆ за которым следуют: информация о возможностях PMD
переменная	85 ₁₆ за которым следуют: информация о возможностях PMS-TC
переменная	86 ₁₆ за которым следуют: информация о возможностях TPS-TC Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

После приема одной из команд описи приемное устройство ATU должно передать соответствующее ответное сообщение. По-другому функция приема или передачи устройства ATU не может действовать.

Идентификатор ID производителя в ответе идентификации должен иметь формат, соответствующий id производителя по G.994.1. Поле ID производителя используют для точного определения системного интегратора. В этом контексте обычно системный интегратор ссылается на производителя сменного элемента в самом маленьком поле. Следовательно, в ответе ID производителя может быть не тем же самым, что ID производителя, указанное в G.994.1.

Номер версии, серийный номер и дополнительная информация описи должны относиться к тому же системному интегратору, который указан в ID производителя. Синтаксис этих полей оставлен на усмотрение производителя и может быть интерпретирован на основании представленного id производителя.

Результаты самотестирования должны быть результатами самой последней процедуры самотестирования, инициированной либо включением питания, либо командой eos на самотестирование. Эти результаты должны иметь форму, как описано в 9.4.1.2.1.

Для приемного устройства ATU-C информация о возможностях PMD, PMS-TC или TPS-TC должна состоять из последнего переданного сообщения CL по G.994.1, сокращенного только на кодовые знаки, соответственно, подуровней PMD, PMS-TC или TPS-TC. За этим следуют октеты, соответственно, (Npmd/8) PMD, (Npms/8) PMS-TC или (Ntps/8) TPS-TC из последнего переданного сообщения C-MSG1 (см. таблицу 8-37). Кодовые знаки, которые относятся к подуровню PMD, определены в таблице 8-20. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню PMS-TC, определены в таблице 7-18. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню TPS-TC, определены в таблице 6-2 и Приложении К. Октеты должны быть переданы в том же порядке, в котором они были переданы в сообщениях CL и C-MSG1.

Для приемного устройства ATU-R информация о возможностях PMD, PMS-TC или TPS-TC должна состоять из последнего переданного сообщения CLR по G.994.1, сокращенного только на кодовые знаки, соответственно, подуровней PMD, PMS-TC или TPS-TC, как описано ниже. За этим следуют октеты, соответственно, (Npmd/8) PMD, (Npms/8) PMS-TC или (Ntps/8) TPS-TC из последнего переданного сообщения R-MSG1 (см. таблицу 8-38). Кодовые знаки, которые относятся к подуровню PMD, определены в таблице 8-22. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню PMS-TC, определены в таблице 7-18. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню TPS-TC, определены в таблице 6-2 и Приложении К. Октеты должны быть переданы в том же порядке, в котором они были переданы в сообщениях CLR и R-MSG1.

Сообщение CL или CLR должно быть сокращено до информации, которая касается только конкретного подуровня, в то же время соответствуя структуре дерева по G.994.1 для блока Par(2), проанализированного передающим устройством ATU по следующим шагам:

- 1) взять блок Par(2) поля стандартной информации в соответствии с выбранным текущим значением Spar(1);
- 2) установить на нуль все кодовые знаки Npar(2) и Spar(2), не связанные с подуровнем;
- 3) удалить все блоки Npar(3), для которых бит Spar(2) установлен на 0;
- 4) октеты в конце каждого блока Par, которые содержат все ZERO, за исключением разграничительных битов, должны быть исключены из передачи при условии, что завершающие биты правильно установлены для передачи октетов (см. 9.2.3/G.994.1).

9.4.1.5 Команды считывания значений управления

Команды параметров управления должны использоваться, чтобы определить текущее значение параметров управления в удаленном устройстве ATU, как описано в этом разделе. Команды параметров управления могут инициироваться любым устройством ATU, как показано в таблице 9-16. В ответах должны использоваться команды, показанные в таблице 9-17. Команды параметров управления должны состоять из двух октетов. Первым должен быть октет указателя команд параметров управления, показанный в таблице 9-3. Вторым должен быть октет значений, показанных в таблице 9-16. Команда ответа параметра управления должна состоять из множества октетов. Первым должен быть октет указателя команд параметров управления, показанный в таблице 9-3. Вторым должен быть такой же, как полученный второй октет, XOR 80_{16} , команды параметров управления. Оставшиеся октеты должны быть, как показано в таблице 9-17. Октеты должны быть отправлены с использованием формата, описанного в 7.8.2.3, и протокола, описанного в 7.8.2.4.

Таблица 9-16/G.992.3 – Команды параметров управления, передаваемые инициатором

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
2	01_{16} Параметры управления PMD
2	02_{16} Параметры управления PMS-TC
2	03_{16} Параметры управления TPS-TC
	Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

Таблица 9-17/G.992.3 – Команды параметров управления, передаваемые ответной стороной

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
переменная	81_{16} за которым следуют: значения параметров управления PMD
переменная	82_{16} за которым следуют: значения параметров управления PMS-TC
переменная	83_{16} за которым следуют: значения параметров управления TPS-TC
	Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

После приема одной из команд параметров управления приемное устройство ATU должно передать соответствующее ответное сообщение. По-другому функция приема или передачи устройства ATU не может действовать.

Значения параметров управления, содержащиеся в ответах PMD, PMS-TC и TPS-TC, должны быть параметрами управления функции передачи, которые являются текущими в приемном устройстве ATU.

Для приемного устройства ATU-C значения параметров управления PMD, PMS-TC или TPS-TC должны состоять из последнего переданного сообщения G.994.1 MS, сокращенного только на кодовые знаки, соответственно, подуровней PMD, PMS-TC, или TPS-TC. За собственно параметрами управления PMD следуют $(4 + N_{SCds}/8)$ октетов в формате R-MSG-PCB (см. таблицу 8-32 с описанными ниже параметрами). Далее следуют октеты, соответственно, $(N_{pmd}/8)$ PMD, $(N_{pms}/8)$ PMS-TC или $(N_{tps}/8)$ TPS-TC, включая последнее переданное сообщение R-PARAMS (см. таблицу 8-40), которое, возможно, было обновлено в рабочем режиме. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню PMD, определены в таблице 8-21. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню PMS-TC, определены в таблице 7-19. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню TPS-TC, определены в таблице 6-2 и Приложении К. Октеты должны быть переданы в том же порядке, в котором они были переданы в сообщениях MS, R-MSG-PCB и R-PARAMS.

Устройство ATU-C должно установить октеты, которые касаются R-MSG-PCB (см. таблицу 8-32), следующим образом:

- R-MIN_PCB_DS устанавливают на PCBds;
- R-MIN_PCB_US устанавливают на 0;
- HOOK_ST устройства ATU устанавливают на 0;
- C-PILOT устанавливают по текущему индексу поднесущей контрольной частоты функции передачи PMD устройства ATU-C;
- биты R-BLACKOUT устанавливают по текущим значениям, которые использует функция передачи PMD устройства ATU-C;
- остальные биты устанавливают на 0.

Для приемного устройства ATU-R значения параметров управления PMD, PMS-TC или TPS-TC должны состоять из последнего переданного сообщения G.994.1 MS, сокращенного только на кодовые знаки, соответственно, подуровней PMD, PMS-TC или TPS-TC. За собственно параметрами управления PMD следуют $(2 + N_{SCus}/8)$ октетов в формате C-MSG-PCB (см. таблицу 8-27 с описанными ниже параметрами). Далее следуют октеты, соответственно, $(N_{pmd}/8)$ PMD, $(N_{pms}/8)$ PMS-TC или $(N_{tps}/8)$ TPS-TC, включая последнее переданное сообщение C-PARAMS (см. таблицу 8-39), которое, возможно, было обновлено в рабочем режиме. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню PMD, определены в таблице 8-23. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню PMS-TC, определены в таблице 7-19. Кодовые знаки, которые относятся к подуровню TPS-TC, определены в Приложении К. Октеты должны быть переданы в том же порядке, в котором они были переданы в сообщениях MS и C-PARAMS.

Устройство ATU-R должно установить октеты, которые касаются C-MSG-PCB (см. таблицу 8-27), следующим образом:

- C-MIN_PCB_DS устанавливают на 0;
- C-MIN_PCB_US устанавливают на PCBus;
- HOOK_ST устройства ATU устанавливают на 0;
- биты C-BLACKOUT устанавливают по текущим значениям, которые использует функция передачи PMD устройства ATU-C;
- остальные биты устанавливают на 0.

Сообщение MS должно быть сокращено до информации только о конкретном подуровне, в то же время соответствуя структуре дерева по G.994.1, проанализированного передающим устройством ATU по таким же шагам, что и для сообщений CL или CLR.

9.4.1.6 Команды считывания счетчика управления

Команды считывания счетчика управления должны использоваться для доступа к значениям определенных счетчиков менеджмента, которые поддерживает удаленное ATU, в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.997.1 [4]. Значения местного счетчика для законченного интервала времени

должны быть запрошены способом, описанным в этом разделе. Команды считывания счетчика управления может инициировать любое устройство ATU, как показано в таблице 9-18. Ответы должны использовать команды, показанные в таблице 9-19. Команды считывания счетчика управления должны состоять из двух октетов. Первым должен быть октет с указателем команды считывания счетчика управления, показанный в таблице 9-3. Вторым должен быть октет значений, показанных в таблице 9-18. Команды ответа счетчика управления должны состоять из множества октетов. Первым должен быть октет с указателем команды считывания счетчика управления, показанный в таблице 9-3. Вторым должен быть такой же, как и принимаемый октет, XOR 80₁₆, команды считывания счетчика управления. Оставшиеся октеты должны быть такими, как показано в таблице 9-19. Октеты должны быть отправлены при использовании формата, описанного в 7.8.2.3, и протокола, описанного в 7.8.2.4.

Таблица 9-18/G.992.3 – Команды считывания счетчика управления, передаваемые инициатором

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
2	01 ₁₆ Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

Таблица 9-19/G.992.3 – Команды считывания счетчика управления, передаваемые ответной стороной

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
$2 + 4 \times (2 \times N_{LP} + 5)$ для PMS-ТС и переменное для TPS-ТС	81 ₁₆ за которыми следуют: все значения счетчика PMS-ТС, за которыми следуют все значения счетчика TPS-ТС. Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

После получения команды считывания счетчика управления, приемное устройство ATU должно передать соответствующее ответное сообщение. По-другому функция приема или передачи устройства ATU не может действовать.

Значения счетчика управления должны быть получены в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.997.1 [4] от локально сгенерированных дефектов и аномалий, описанных в разделах 6, 7 и 8. Эти параметры передают в порядке и формате, описанном в таблице 9-20. Определения аномалий TPS-ТС зависят от типа TPS-ТС и описаны в Приложении К. Все значения счетчиков PMD и TPS-ТС описаны как 32-битовые счетчики и введены в ответное сообщение в порядке октетов от наиболее значащего к наименее значащему. Для трактов с ожиданием и функций TPS-ТС, которые не разрешены, никакие октеты не должны вводиться в сообщение.

Счетчики следует перезапускать при включении питания. Счетчики не следует перезапускать в состоянии перехода звена связи, а также перезапускать при считывании. Периоды времени, когда на устройство ATU подано питание, но оно не находится в рабочем режиме, должны считаться как секунды неготовности (см. 7.2.1.1.9/G.997.1).

Таблица 9-20/G.992.3 – Значения счетчика управления устройства ATU

PMD и PMS-TC
Счетчик аномалий FEC-0
Счетчик аномалий FEC-1
Счетчик аномалий FEC-2
Счетчик аномалий FEC-3
Счетчик аномалий CRC-0
Счетчик аномалий CRC-1
Счетчик аномалий CRC-2
Счетчик аномалий CRC-3
Счетчик секунд с ошибками FEC
Счетчик секунд с ошибками
Счетчик секунд, пораженных ошибками
Счетчик секунд, пораженных ошибками LOS
Счетчик секунд неготовности
TPS-TC
Счетчики для TPS-TC № 0
Счетчики для TPS-TC № 1
Счетчики для TPS-TC № 3
Счетчики для TPS-TC № 4

9.4.1.7 Команды управления мощностью

Команды управления мощностью должны использоваться с целью управления переходами мощности звена связи из одного состояния в другое, описанного в подразделе 9.5 "Управление мощностью". Команды управления мощностью могут инициироваться любым устройством ATU, как это предписано в подразделе 9.5 "Управление мощностью" и показано в таблице 9-21. В ответах должна использоваться команда, показанная в таблице 9-22. Команды управления мощностью имеют переменную длину. Первым должен быть указатель команды управления мощностью, показанный в таблице 9-3. Остальные октеты должны быть такими, как показано в таблице 9-21. Ответные команды управления мощностью имеют переменную длину. Первым должен быть указатель команды управления мощностью, показанный в таблице 9-3. Второй октет должен быть таким, как показано в таблице 9-22. Октеты должны быть отправлены при использовании формата, описанного в 7.8.2.3, и протокола, описанного в 7.8.2.4.

Таблица 9-21/G.992.3 – Команды управления мощностью, передаваемые инициирующим устройством ATU

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
3	01 ₁₆ Простой запрос, за которым следует: 1 октет нового предлагаемого состояния звена связи
4 + 4 × N _{LP}	02 ₁₆ Запрос L2, за которым следуют: 1 октет для минимального значения PCBds (дБ) 1 октет для максимального значения PCBds (дБ) 2 × N _{LP} октетов, содержащих максимальные значения L _p для N _{LP} действующих трактов с ожиданием, 2 × N _{LP} октетов, содержащих минимальные значения L _p для N _{LP} действующих трактов с ожиданием
3	03 ₁₆ Настройка L2, за которой следует 1 октет нового предлагаемого значения PCBds (дБ) Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

**Таблица 9-22/G.992.3 – Команды управления мощностью,
передаваемые ответным устройством ATU**

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
2	80 ₁₆ Предоставление
3	81 ₁₆ Отклонение, за которым следует: 1 октет для кода причины
$6 + 2 \times N_{LP} + 3 \times N_f$	82 ₁₆ Предоставление L2, за которым следуют: $2 \times N_{LP}$ октетов, содержащих L_p новых значений для N_{LP} действующих трактов с ожиданием, 1 октет, содержащий действующее значение PCBds 1 октет, содержащий значение удаляемого символа PCBds, 1 октет, содержащий удаляемый символ флага таблицы b_i/g_i , 1 октет для числа несущих N_f $3 \times N_f$ октетов, описывающих поле параметра поднесущей для каждой поднесущей
3	83 ₁₆ Отклонение L2, за которым следует: 1 октет для кода причины
3	84 ₁₆ Предоставление настройки L2, за которым следует 1 октет, содержащий значение удаляемого символа PCBds
3	85 ₁₆ Отклонение настройки L2, за которым следует: 1 октет для кода причины
	Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

В сообщениях о запросе L2, предоставлении L2, запросе настройки L2 и предоставлении настройки L2 значения понижения мощности должны быть выражены как абсолютное понижение мощности в диапазоне от 0 до 40 дБ степенями по 0,1 дБ. Понижение мощности определено в терминах PCBds. Минимум и максимум запрошенных значений определен в абсолютных значениях, а не относительно текущего значения PCBds. Значения вне диапазона PCBds, определенного во время инициализации в 40 дБ, не должны кодироваться. Предполагается, что понижение абсолютной мощности до 40 дБ может быть выполнено в состоянии звена связи L2 с помощью параметра управления PCBds и что значения коэффициентов передачи может быть использовано, чтобы дополнительно настроить этот коэффициент для несущей, как это требуется.

Коды причин, связанные с командами управления мощностью, приведены в таблице 9-23.

Таблица 9-23/G.992.3 – Коды причин для команд управления мощностью

Причина	Значение октета	Применяют для отклонения	Применяют для отклонения L2	Применяют для отклонения настройки L2
Занято	01 ₁₆	X	X	
Неверно	02 ₁₆	X	X	X
Нежелательное состояние	03 ₁₆	X		
Невыполнимые параметры	04 ₁₆		X	X

9.4.1.7.1 Простой запрос устройством ATU-R

После приема команды о простом запросе управления мощностью отвечающее устройство ATU-C должно передать команду либо предоставления, либо отклонения. Формат звена связи должен быть 00₁₆ и 03₁₆ для состояний L0 и L3 соответственно. Если получено какое-либо другое состояние, ответом должно быть отклонение с указанием кода причины 02₁₆. Устройство ATU-C должно следовать процедурам, определенным в 9.5.3.5 или 9.5.3.1, в зависимости от предложенного состояния, L0 или L3 соответственно. Устройство ATU-C может также отклонить запрос на состояние звена связи L3, используя код причины 01₁₆, из-за временной загруженности или код 03₁₆ из-за имеющихся сведений, что состояние L3 в данный момент нежелательно. Устройство ATU

может сразу запустить протокол для перехода к этому или другому состоянию звена связи. Устройство ATU-C не должно отклонять запрос на переход звена связи в состояние L0.

Если устройство ATU-R запрашивает переход из состояния L2 в L0, устройство ATU-C не должно отвечать командой предоставления. Устройство ATU-C должно ответить последовательностью выхода из L2, как это определено в 8.7.

9.4.1.7.2 Простой запрос устройством ATU-C

После приема команды о простом запросе управления мощностью отвечающее устройство ATU-R должно передать команду либо предоставления, либо отклонения. Формат звена связи должен быть 03₁₆ для состояния L3. Если получено какое-либо другое состояние, ответом должно быть отклонение с указанием кода причины 02₁₆. Чтобы перевести звено связи в состояние L3, устройство ATU-R должно следовать процедурам, определенным в 9.5.3.1. Устройство ATU-R может вместо отклонения вследствие временной перегруженности перевести звено связи в состояние L3, используя код причины 01₁₆ или 03₁₆, из-за имеющихся сведений, что состояние L3 в данный момент нежелательно. Устройство ATU может сразу запустить протокол для перехода к этому или другому состоянию звена связи.

9.4.1.7.3 Запрос L2 устройством ATU-C

При отправке команды на запрос L2 устройство ATU-C должно указать спецификацию параметров, описывая минимальное и максимальное усредненное понижение мощности, определенное в терминах параметров управления PCBds функции PMD. Устройство ATU-C должно также указать минимум и максимум значения L_p для каждой конфигурируемой функции PMS-TC тракта с ожиданием. Значения L_p выше текущего не должны кодироваться.

После приема команды запроса на L2 устройство ATU-R должно оценить параметры в сообщении на запрос L2 и текущие условия работы приемника в нисходящем направлении. Если параметры недействительны (т. е. находятся вне допустимых диапазонов кодирования), устройство ATU-R должно отправить команду отклонения L2, используя код причины 02₁₆. Если параметры действительны, но предписывают условия работы, которые в данный момент не могут быть выполнены (например, из-за того, что текущее состояние линии и шума не соответствует данной конфигурации), устройство ATU-R должно отправить команду отклонения L2, используя код причины 04₁₆. Если параметры удовлетворяют, устройство ATU-R должно отправить команду предоставления L2 и следовать процедурам, описанным в 9.5.3.3. Команда предоставления L2 должна содержать действительные необходимые для модификации величины PCBds в таблицах битов и коэффициентов передачи, предназначенных для устройств ATU в нисходящем направлении. Кроме того, команда разрешения должна описать PCBds и значение флага, которые устройство ATU-C должно использовать для передачи последовательности выхода из L2, описанную в 8.7. Эти величины желательно выбрать приемником для наиболее уверенного обнаружения последовательности выхода из L2. Значение флага b_i/g_i , равное нулю, соответствует состоянию звена связи L0, а 1 – состоянию L2. Устройство ATU-R может вместо этого отправить команду отклонения L2, указав кодом причины 01₁₆ на временную занятость.

Устройство ATU-R должно отправить команду ответа на запрос L2 устройством ATU-C в течение периода времени, определенного в таблице 7-17. Устройство ATU-R не должно отправлять команду предоставления L2, если это сообщение уже отправлено командой запроса OLR и ожидается ответ.

9.4.1.7.4 Запрос настройки L2 устройством ATU-C

При отправке команды запроса настройки L2 устройство ATU-C должно предложить новое значение параметра PCBds функции управления PMD.

После приема команды запроса настройки L2 устройство ATU-R должно оценить параметры в сообщении на запрос настройки L2 и текущие условия работы приемника в нисходящем направлении. Если параметры недействительны (т. е. находятся вне допустимых диапазонов кодирования), устройство ATU-R должно отправить команду отклонения настройки L2, используя код причины 02₁₆. Если параметры действительны, но предписывают условия работы, которые в данный момент не могут быть выполнены (например, из-за того, что текущее состояние линии и шума не соответствует данной конфигурации), устройство ATU-R должно отправить команду отклонения настройки L2, используя код причины 04₁₆. Если параметры удовлетворяют, устройство ATU-R должно отправить команду предоставления настройки L2 и следовать процедурам, описанным в 9.5.3.6. Команда предоставления настройки L2 должна описать величины PCBds, которые устройство ATU-C должно использовать для передачи последовательности выхода из L2.

9.4.1.8 Сообщения встроенного канала еос

Команда еос может быть использована функцией G.997.1 для передачи октетов менеджмента от одного устройства АТУ к другому (см. раздел 6/G.997.1). Команда еос может быть инициирована любым устройством АТУ, как показано в таблице 9-24. Ответы должны использовать команды, показанные в таблице 9-25. Команда еос должна состоять из множества октетов. Первым должен быть октет указателя команды еос, показанный в таблице 9-3. Остальные октеты должны быть такими, как показано в таблице 9-24. Ответ команды еос должен содержать 2 октета. Первым должен быть октет указателя команды еос, показанный в таблице 9-3. Второй октет показан в таблице 9-25. Октеты должны быть отправлены в формате, описанном в 7.8.2.3, и использующим протокол, описанный в 7.8.2.4.

Таблица 9-24/G.992.3 – Команды еос, передаваемые инициирующим устройством АТУ

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
переменная	01 ₁₆ , за которым следует собственно сообщение еос, которое следует на удаленный конец Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

Таблица 9-25/G.992.3 – Команды еос, передаваемые ответным устройством АТУ

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
2	80 ₁₆ ACK
3	81 ₁₆ NACK, за которой следует: 1 октет для кода причины Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

После приема команды еос устройство АТУ должно ответить сообщением подтверждения (ACK). Устройство должно доставить это сообщение локальной функции управления G.997.1. Это сообщение доставляют прозрачно. Какой бы формат ни использовался для функции управления G.997.1 на передающем конце, на приемном конце эта функция имеет основной формат блоков с командой переменной длины. Устройство АТУ может также ответить командой NACK с кодом причины "не поддерживается" (значение 04₁₆), указывающим, что сообщение еос не может быть доставлено, потому что функция G.997.1 не поддерживает транспортировку сообщений OAM физического уровня по каналу еос (см. раздел 6/G.997.1).

9.4.1.9 Команды заголовка нестандартных устройств

Команды заголовка нестандартных устройств (NSF) могут использоваться для передачи команд, оставленных на усмотрение производителя, от одного устройства АТУ к другому. Команда заголовка NSF может инициироваться любым устройством АТУ, как показано в таблице 9-26. В ответах должны использоваться команды, показанные в таблицах 9-26 и 9-27. Команда заголовка NSF должна состоять из множества октетов. Первым должен быть октет с указателем команды заголовка NSF, показанный в таблице 9-3 или в таблице 9-4. Указатель команд в таблице 9-4 относится к командам с низким приоритетом, которым не следует прерывать поток команд с нормальным приоритетом из таблицы 9-3. Остальные октеты для сообщений как стандартных, так и с низким приоритетом, должны быть такими, как показано в таблице 9-26. Ответная команда заголовка NSF должна состоять из двух октетов. Первым должен быть октет с указателем команды заголовка NSF, показанный в таблице 9-3. Вторым должен быть октет, показанный в таблице 9-27. Октеты должны отправляться в формате, описанном в 7.8.2.3 и использующим протокол, описанный в 7.8.2.4.

**Таблица 9-26/G.992.3 – Команды заголовка нестандартных устройств (NSF),
передаваемых иницирующим устройством ATU**

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
переменная	01 ₁₆ , за которым следуют: поле идентификатора NSF поле сообщения NSF Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

**Таблица 9-27/G.992.3 – Команды заголовка нестандартных устройств (NSF),
передаваемых ответным устройством ATU**

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
2	Команда 80 ₁₆ ACK
2	81 ₁₆ NACK Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

После приема команды заголовка NSF устройство ATU должно ответить либо сообщением подтверждения (ACK), либо сообщением негативного подтверждения (NACK). Сообщение ACK используют для указания на то, что поле идентификатора распознано. Сообщение NACK используют для указания на то, что поле идентификатора NSF или поле сообщения NSF не распознаны.

Комбинация поля идентификатора NSF и поля сообщения NSF соответствуют нестандартному блоку информации, как это определено на рисунке 11/G.994.1, без октета длины нестандартной информации. Поле идентификатора NSF состоит из 6 октетов. Первые два октета представляют код страны, определенный в Рекомендации МСЭ-Т Т.35. Остальные 4 октета представляют код провайдера, как это описывается страной, идентифицированной в Рекомендации МСЭ-Т Т.35. Поле сообщения NSF состоит из М октетов и содержит специфическую информацию производителя. Длину и синтаксис поля сообщения NSF не описывают, и они зависят от идентификатора NSF.

9.4.1.10 Сообщения параметров тестирования

Команды считывания параметров PMD должны быть использованы для доступа к значениям определенных параметров тестирования PMD, которые содержатся в удаленном устройстве ATU, в соответствии с описанием функции PMD. Значения локальных параметров должны запрашиваться, как это описано в этом подразделе. Команда считывания параметров PMD может иницироваться любым устройством ATU, как показано в таблице 9-28. В ответах должны использоваться команды, показанные в таблице 9-29. Команда считывания параметров PMD должна состоять из двух октетов. Первым должен быть октет с указателем команды параметров тестирования PMD, показанный в таблице 9-4. Второй октет должен быть октетом значений, показанных в таблице 9-28. Команда считывания параметров PMD должна состоять из множества октетов. Первым должен быть октет с указателем команды параметров тестирования PMD, показанный в таблице 9-4. Второй должен соответствовать полученной команде считывания счетчика менеджмента. Остальные октеты должны быть такими, как показано в таблице 9-29. Октеты должны отправляться в формате, описанном в 7.8.2.3, и использовать протокол, описанный в 7.8.2.4.

**Таблица 9-28/G.992.3 – Команды считывания параметров PMD,
передаваемые инициатором**

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
3	01 ₁₆ Простое считывание, за которым следует: 1 октет, описывающий идентификатор id параметра тестирования
3	02 ₁₆ Блок многократного считывания, за которым следует: 1 октет, описывающий индекс поднесущей
2	03 ₁₆ Следующее многократное считывание: Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.

**Таблица 9-29/G.992.3 – Команды считывания параметров PMD,
передаваемые ответной стороной**

Длина сообщения (октетов)	Наименование элемента (команда)
переменная (см. Примечание)	81 ₁₆ за которым следуют октеты для параметра тестирования, приспособленного для формата простого считывания
12	82 ₁₆ за которым следуют октеты для параметра тестирования, приспособленного для формата многократного считывания
2	80 ₁₆ NACK Все прочие значения октетов зарезервированы МСЭ-Т.
ПРИМЕЧАНИЕ. – Переменная длина равна 2 плюс длина, показанная в таблице 9-30.	

После приема одной из команд параметров тестирования PMD приемное устройство ATU должно передать соответствующее ответное сообщение. Если запрошен нераспознанный параметр тестирования, ответом для параметра тестирования PMD должна быть команда NACK. По-другому функция приема или передачи устройства ATU не может действовать.

Параметры тестирования PMD получают в соответствии с процедурами, описанными в подразделе функции PMD данной Рекомендации. При последующей инициализации функция PMD должна поддерживать параметры тестирования прогона до тех пор, пока не будет получена команда заголовка на обновление параметров тестирования.

Параметры передают в порядке и формате, определенном в таблице 9-30. Во время команды считывания при одиночном считывании передают всю информацию о параметре тестирования. Если параметр тестирования является комбинированным, передают только одно значение. Если параметр тестирования имеет значение поднесущей, то все значения от поднесущей с индексом № 0 до поднесущей с индексом № *NSC* – 1 передают в одном сообщении. Формат октетов описан в подразделе PMD. Значения, которые имеют формат множества октетов, должны быть введены в ответное сообщение в порядке от наиболее значащего октета к наименее значащему.

Во время команды считывания при многократном считывании или далее передают информацию для всех параметров тестирования, связанных с конкретной поднесущей. При многократном считывании комбинированные параметры тестирования не передают с командой считывания параметров тестирования PMD. При многократном считывании поднесущая, используемая для команды считывания параметров тестирования PMD, должна быть такой поднесущей, которая содержится в этих командах. Индекс поднесущей должен быть сохранен. Каждая последующая команда считывания параметров тестирования PMD должна увеличивать и использовать сохраненный индекс поднесущей. Если индекс поднесущей достигает *NSC*, ответом должна быть команда NACK считывания параметров тестирования PMD. Значения для поднесущей вводят в сообщение согласно численному порядку указателей октетов, показанному в таблице 9-30. Формат октетов описан в подразделе PMD данной Рекомендации. Значения, форматируемые как многократные октеты, должны вводиться в ответное сообщение в порядке от наиболее значащего октета к наименее значащему.

Таблица 9-30/G.992.3 – Значения ID параметров тестирования PMD

ID параметра тестирования	Наименование параметра тестирования	Длина при одиночном считывании	Длина при многократном считывании
01 ₁₆	Функция передачи канала $Hlog(f)$ для поднесущей	$2 + NSC \times 2$ октетов	4 октета
02 ₁₆	Зарезервировано МСЭ-Т		
03 ₁₆	СПМ шума линии в покое $QLN(f)$ для поднесущей	$2 + NSC$ октетов	3 октета
04 ₁₆	Отношение сигнал/шум $OSI(f)$ для поднесущей	$2 + NSC$ октетов	3 октета
05 ₁₆	Зарезервировано МСЭ-Т		
21 ₁₆	Затухание линии $LATN$	2 октета	Нет ответа
22 ₁₆	Затухание сигнала $SATN$	2 октета	Нет ответа
23 ₁₆	Запас отношения сигнал/шум $SNRM$	2 октета	Нет ответа
24 ₁₆	Достижимая скорость передачи данных в сети $ATTNDR$	4 октета	Нет ответа
25 ₁₆	Действительная суммарная мощность передачи на ближнем конце $ACTATP$	2 октета	Нет ответа
26 ₁₆	Действительная суммарная мощность передачи на дальнем конце $ACTATP$	2 октета	Нет ответа

При передаче значения функции передачи канала $Hlog(f)$ в сообщение должно быть включено время измерения, за которым следует значение m (см. 8.12.3.1). Для однократного считывания время измерения включают в ответ параметра тестирования PMD только один раз. При многократном считывании или при последующем считывании время измерения включают в каждый ответ.

При передаче значения шума линии в спокойном состоянии $QLN(f)$ в сообщение должно быть включено время измерения, за которым следует значение n (см. 8.12.3.2). Для однократного считывания время измерения включают в ответ параметра тестирования PMD только один раз. При многократном считывании или при последующем считывании время измерения включают в каждый ответ.

При передаче значения отношения сигнал/шум $OSI(f)$ в сообщение должно быть включено время измерения, за которым следует значение snr (см. 8.12.3.3). Для однократного считывания время измерения включают в ответ параметра тестирования PMD только один раз. При многократном считывании или при последующем считывании время измерения включают в каждый ответ.

Значения параметров тестирования, определенные с меньшим числом битов, чем показанные в таблице 9-30, должны быть включены в сообщение, используя наименее значащие биты двух октетов. Неиспользуемые наиболее значащие биты должны быть установлены на 0 для величин без знака и на значение бита знака для величин со знаком.

9.4.1.10.1 Команда однократного считывания

Комбинированные параметры тестирования должны быть запрошены при использовании процедуры однократного считывания и ответа. Параметры тестирования поднесущей могут изменяться таким же образом, как и измененные параметры однократного считывания и ответа. Эти изменения используют для всех значений параметров тестирования начиная с поднесущей 0 и до NSC .

9.4.1.10.2 Протокол многократного считывания с продолжением

Изменение параметров поднесущей можно также выполнить, используя более короткие сообщения. Первая команда запрашивает каждый параметр тестирования для заданной поднесущей. Последующая команда запрашивает все параметры тестирования поднесущей для следующей поднесущей. Неправильный ответ используют для указания на то, что индекс поднесущей находится вне диапазона, или на случай, когда достигнут конец списка поднесущих.

9.5 Управление мощностью

Функция MPS-TC определяет набор состояний управления мощностью для звена связи ADSL и использование сообщений заголовков для координации управления мощностью между устройствами ATU. Понижение мощности достигается минимизацией энергии, передаваемой устройством ATU в контрольные точки U-C и U-R, а также снижая потребление мощности самим устройством ATU (например, понижая задающую частоту и выключая драйверы). В этом параграфе набор стабильных состояний звена связи ADSL между устройствами ATU-R и ATU-C описан с помощью специальных сигналов, которые активны в каждом состоянии звена связи. Кроме того, в этом параграфе описаны события и процедуры переходов звена связи. Подробности координации устройств ATU с функциями управления мощностью выходят за рамки данной Рекомендации.

Необходимость переходов состояний мощности в звене связи может определяться указаниями принимаемого от локальных функций PMS-TC и PMD примитива, а также принимаемыми сообщениями от удаленного устройства MPS-TC. На переходы действуют установки переменных управления для локальных функций TPS-TC, PMS-TC и PMD, а также отправляемые на удаленное устройство MPS-TC сообщения.

9.5.1 Состояния звена связи ADSL

Устройство ATU должно поддерживать состояния звена связи ADSL, показанные в таблице 9-31 как обязательные. Эти состояния являются стабильными, и обычно переходы не предполагаются.

Таблица 9-31/G.992.3 – Состояния управления мощностью

Состояние	Наименование	Поддержка	Описание
L0	Полностью включено	Обязательна	Звено связи ADSL полностью функционально.
L2	Пониженная мощность	Обязательна	Звено связи ADSL активно, но сигнал с низкой мощностью передает данные в фоновом режиме от устройства ATU-C к ATU-R. От устройства ATU-R к ATU-C поступает нормальный сигнал передачи данных.
L3	Холостое	Обязательна	В контрольных точках U-C и U-R отсутствует передача сигнала. Устройство ATU в состоянии L3 может потреблять или не потреблять мощность.

Состояния от L1 и L4 до L127 зарезервированы MCЭ-Т. Состояния от L128 до L255 зарезервированы для специального использования производителем.

9.5.1.1 Полностью в состоянии L0

Во время нахождения звена связи в состоянии L0 устройства ATU должны работать в соответствии с подразделами управления мощностью разделов 6, 7 и 8. В состоянии звена связи L0 функция MPS-TC должна использовать все процедуры, описанные в 9.4.

Во время нахождения звена связи в состоянии L0 защиту от ошибок выполняют с помощью процедур инициализации, описанных в разделах 6, 7 и 8. При запуске этих процедур состояние звена связи ADSL меняется на L3.

9.5.1.2 Состояние пониженной мощности L2

Во время нахождения звена связи в состоянии L2 устройства ATU должны работать в соответствии с подразделами управления мощностью разделов 6, 7 и 8. В состоянии звена связи L2 функция MPS-TC должна использовать все процедуры, описанные в 9.4, за исключением 9.4.1.1. Сообщения, описанные в 9.4.1.1, не должны передаваться.

Если во время нахождения звена связи в состоянии L2 устройство ATU-R определит, что необходим обмен битами, устройство ATU-R должно выполнить обратный переход звена связи в состояние L0, используя процедуру, описанную в 9.5.3.5. Аналогично, если устройство ATU-C определит, что необходим обмен битами, устройство ATU-C должно выполнить обратный переход звена связи в состояние L0, используя процедуру, описанную в 9.5.3.4.

В состоянии L2 устройство ATU-C может инициировать настройку мощности по процедуре, описанной в 9.5.3.6. Устройство ATU-C желательно контролировать параметры тестирования ATU-R с помощью сообщений заголовков, описанных в 9.4.1.10, чтобы знать подходящий момент для процедуры настройки.

В состоянии L2 устройство ATU-C должно контролировать интерфейсы TPS-TC и PMS-TC для поступающих примитивов, чтобы фиксировать скорости данных более высокие, чем те пониженные скорости, с которыми данные должны транспортироваться к устройству ATU-R. Если такая ситуация обнаружена, устройство ATU-C должно использовать процедуру выхода из состояния пониженной мощности, описанную в 9.5.3.4.

Защиту от ошибок выполняют с помощью процедур инициализации, описанных в разделах 6, 7 и 8. При запуске этих процедур состояние звена связи ADSL меняется на L3.

9.5.1.3 Холостое состояние L3

После того, как устройство ATU завершит процедуры SELFTEST, как показано на рисунках D.1 и D.2, состояние звена связи переводят в холостое состояние L3 (но не после приема команды самотестирования). В состоянии L3 устройства ATU должны работать в соответствии с подразделами "Управление мощностью" разделов 6, 7 и 8. В состоянии L3 функцию MPS-TC не специфицируют.

В состоянии L3 устройство ATU может решить использовать процедуру инициализации. Устройство ATU, которое получает для активации сигнал от более высокого уровня, должно использовать процедуру инициализации, описанную в разделах 6, 7 и 8. Устройство ATU, которое обнаружит сигналы процедуры инициализации в контрольной точке U, должно (если будет возможность) ответить, используя процедуру инициализации. Если это невозможно, устройство ATU должно остаться в состоянии звена связи L3.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Холостое состояние L3 – это состояние звена связи. Холостое состояние звена связи L3 не следует путать с состояниями устройств ATU C-IDLE или R-IDLE, как показано на рисунках D.1 и D.2 соответственно.

9.5.2 Механизм управления стационарностью

Параметры управления PMD устройства ATU-C дают средства для конфигурирования минимальной продолжительности пребывания звена связи в состоянии L0 (до перехода звена связи в какое-либо другое состояние) и минимальной продолжительности пребывания звена связи в состоянии L2, прежде чем будет использована процедура подстройки мощности. Этот минимум для L2 не ограничивает использование быстрых процедур выхода из состояний мощности. Минимальная продолжительность состояния звена связи может зависеть от величины использованного понижения мощности.

Параметры управления PMD устройства ATU-C дают средства для конфигурирования максимального суммарного понижения мощности передачи, которое допустимо при любом одиночном запросе на подстройку понижения мощности в состоянии L2.

9.5.3 Переходы состояний звена связи

Переходы состояний звена связи могут инициироваться различными примитивами, поступающими с функцией MPS-TC. Примитивы могут поступать от функций MPS-TC, TPS-TC, PMS и PMD, описанных в данной Рекомендации, а также от событий, которые находятся за рамками данной Рекомендации. Переходы можно сгруппировать в несколько категорий, которые потенциально приводят к следующим переходам звена связи:

- Локальные условия – Один или более примитивов получены от локальных функций TPS-TC, PMS-TC или PMD и удовлетворяют условиям, которые могут вызывать состояние перехода. После успешного выполнения процедуры перехода состояние звена связи изменяется. Неудачная процедура не приводит к изменению состояния звена связи.
- Локальная команда – Локальная команда от функций более высокого уровня поступает от функции MPS-TC и приводит к безусловному запросу на изменение состояний. Причина запроса на изменение состояния выходит за рамки данной Рекомендации.
- Удаленная команда – Команда от удаленной функции MPS-TC получена и может вызвать состояние перехода. Причиной запроса на изменение состояния могут быть условия на удаленном пункте или команда удаленного пункта.

Разрешенные состояния переходов перечислены в таблице 9-32, и каждому соответствует строка с меткой. Помеченные переходы управления мощностью показаны на рисунке 9-5.

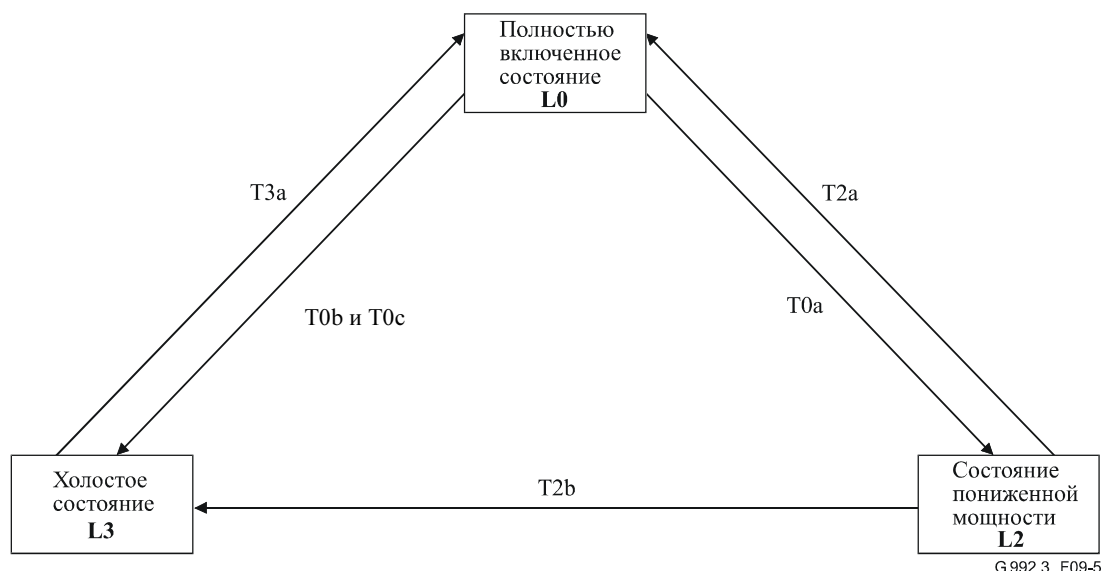


Рисунок 9-5/G.992.3 – Состояния и переходы управления мощностью звена связи ADSL

Таблица 9-32/G.992.3 – Состояния и переходы управления мощностью

Метка	Начальное состояние	Результующее состояние	Событие	Процедура
T0a	L0	L2	Локальная команда устройству ATU-C	Следуя этому событию, устройство ATU должно использовать процедуру для перехода в состояние пониженной мощности по 9.5.3.3.
T0b	L0	L3	Локальная команда любому устройству ATU-C или ATU-R	Следуя этому событию, устройство ATU должно использовать упорядоченную процедуру выключения по 9.5.3.1.
T0c	L0	L3	PMD устройства ATU-R подтверждает примитив lpr	Следуя примитиву lpr в ATU-R, устройства ATU должны использовать неупорядоченную процедуру выключения по 9.5.3.2.
T2a	L2	L0	Локальные примитивы в устройстве ATU-C или ATU-R	Следуя этим локальным примитивам, устройства ATU должны использовать процедуру выхода из состояния пониженной мощности по 9.5.3.4.
T2b	L2	L3	PMD устройства ATU-R подтверждает примитив lpr	Следуя примитиву lpr в ATU-R, устройства ATU должны использовать неупорядоченную процедуру выключения по 9.5.3.2.
T3a	L3	L0	Локальная команда устройству ATU	Устройства ATU должны использовать процедуру инициализации, как это определено в разделах 6, 7 и 8.

9.5.3.1 Упорядоченная процедура выключения

Объект более высокого уровня в устройстве ATU-C или ATU-R может инициировать переход в L3, помеченный как T0b, с помощью обращенной к функции MPS-TC команды. Этот переход желательно использовать по упорядоченной процедуре выключения.

При инициировании устройством ATU-C происходит следующее:

- 1) Устройство ATU-C отправляет сообщение с командой запроса на управление мощностью с предлагаемым новым состоянием звена связи L3.
- 2) Устройство ATU-R отвечает либо сообщением согласия или сообщением отклонения (включающим код причины).
- 3) Если ATU-C принимает сообщение согласия, устройство ATU-C должно координировать переход звена связи в состояние L3, используя процедуры, описанные в разделах 6, 7 и 8.

- 4) Если устройство ATU-R наблюдает приостановленную передачу, соответствующую состоянию звена связи L3, оно также должно координировать переход звена связи в состояние L3, используя процедуры, описанные в разделах 6, 7 и 8.

Если инициатором является устройство ATU-R, происходит следующее:

- 1) Устройство ATU-R отправляет сообщение с командой запроса на управление мощностью с предлагаемым новым состоянием звена связи L3.
- 2) Устройство ATU-C отвечает либо сообщением согласия или сообщением отклонения.
- 3) Если ATU-R принимает сообщение согласия, устройство ATU-R прекращает передачу.
- 4) Если устройство ATU-R наблюдает приостановленную передачу, оно также прекращает передачу.

9.5.3.2 Неупорядоченная процедура выключения

Устройство ATU-R может инициировать переходы в L3, помеченные как T0c и T2b. Эти переходы желательно использовать, если только неожиданно пропадает мощность от удаленного устройства ATU-R.

После обнаружения на ближнем конце примитива потери мощности (lpr) устройством ATU-R, последнее должно послать бит индикатора lpr, по крайней мере, 3 раза подряд, прежде чем приступить к координации перехода звена связи в состояние L3, используя процедуры, определенные в разделах 6, 7 и 8. После обнаружения на дальнем конце примитива потери мощности lpr, за которым следует дефект потери сигнала на ближнем конце (LOS), устройство ATU-C должно координировать переход звена связи в состояние L3, используя процедуры, описанные в разделах 6, 7 и 8.

9.5.3.3 Процедура входа в состояние пониженной мощности

Объект более высокого уровня в устройстве ATU-C может инициировать переход в состояние L2, помеченное как T2a, с помощью команды, обращенной к функции MPS-TC.

Успешному входу звена связи в состояние L2 соответствуют следующие шаги:

- 1) Устройство ATU-C отправляет сообщение с командой запроса на управление мощностью с предлагаемым новым состоянием звена связи L2 и параметрами, определенными в таблице 9-21.
- 2) Устройство ATU-R должно ответить сообщением согласия, содержащим параметры, определенные в таблице 9-22. Устройство ATU-R может также ответить сообщением отклонения L2, указав код причины, определенный в таблице 9-23 (см. 9.4.1.7.3).
- 3) Если ATU-C принимает сообщение согласия L2, устройства ATU должны координировать вход звена связи в состояние L2, используя процедуры, описанные в разделах 6, 7 и 8.

9.5.3.4 Устройство ATU-C, инициирующее процедуру быстрого выхода из состояния пониженной мощности

Во время пребывания звена связи в состоянии L2 устройство ATU-C может использовать процедуру выхода из состояния пониженной мощности, чтобы сигнализировать о возврате звена связи в состояние L0. Для этого используют последовательность PMD выхода из L2, описанную в 8.7.

Успешному возврату звена связи в состояние L0 соответствуют следующие шаги:

- 1) Устройство ATU-C должно передать последовательность PMD выхода из L2, описанную в 8.7.
- 2) После передачи последовательности PMD выхода из L2 устройство ATU-C должно координировать переход звена связи из состояния L2 в L0, используя процедуры, описанные в разделах 6, 7 и 8.
- 3) После обнаружения последовательности PMD выхода из L2 устройство ATU-R должно координировать переход звена связи из состояния L2 в L0, используя процедуры, описанные в разделах 6, 7 и 8.

9.5.3.5 Устройство ATU-R, инициирующее процедуру быстрого выхода из состояния пониженной мощности

Во время пребывания звена связи в состоянии L2 устройство ATU-R может использовать процедуру выхода из состояния пониженной мощности, чтобы изменить состояние звена связи на L0. Для этого определена команда заголовка запроса на управление мощностью.

Успешному возврату звена связи в состояние L0 соответствуют следующие шаги:

- 1) Устройство ATU-R передает сообщение команды заголовка с запросом на управление мощностью, в котором содержится запрос на переход звена связи в состояние L0.

- 2) Устройство ATU-C должно удовлетворить запрос, используя механизм выхода, который описан в процедуре выхода из состояния пониженной мощности по 9.5.3.4, инициируемой устройством ATU-C.

9.5.3.6 Процедура настройки пониженной мощности

Во время пребывания звена связи в состоянии L2 устройство ATU-C может использовать процедуру настройки пониженной мощности, чтобы снизить мощность в нисходящем направлении до постоянной величины во всех отделениях, где это возможно.

Используют следующие шаги:

- 1) Устройство ATU-C передает сообщение команды управления мощностью на настройку состояния L2. В сообщении содержатся параметры, определенные в таблице 9-21.
- 2) Устройство ATU-R должно ответить согласием на настройку состояния L2 сообщением, в котором содержатся параметры, определенные в таблице 9-22. Устройство ATU-R может также послать команду с отклонением настройки L2, сообщив код причины, определенный в таблице 9-23 (см. 9.4.1.7.4).
- 3) Если устройство ATU-C принимает сообщение с согласием настройки состояния L2, устройства ATU должны координировать изменение состояния звена связи L2, используя процедуры, определенные в 8.7.

Во время этой процедуры устройства ATU не должны модифицировать сохраненные параметры управления L0.

Если устройству ATU-C необходимо инициировать процедуру выхода ATU-C из состояния пониженной мощности, устройство ATU-C не должно посылать Synchflag в ответ на сообщение согласия настройки после того, как инициирована последовательность выхода из состояния L2 (т. е. после того, как передан первый символ выхода из L2, см. 8.7.6).

Если за последовательностью выхода из L2 немедленно следует завершение процедуры настройки пониженной мощности, последовательность выхода из L2 должна быть передана с использованием прежних для L0 или новых для L2 значений управления функции PMD (в зависимости от флага b/g_i , как это определено в 8.7.2 и 9.4.1.7.3).

10 Динамическое поведение

Устройства ATU содержат несколько типов динамического поведения, включая инициализацию, реконфигурации на линии и переходы управления мощностью. Управление динамическим поведением приемопередатчиков по G.992.3 не просто разглядеть из блок-диаграмм функций TPS-TC, PMS-TC и PMD (показанных на рисунке 5-1). Однако представленные Рекомендацией потоки управления дают представление о следующих типах динамического поведения.

10.1 Инициализация

Инициализация – это особый случай перехода управления мощностью, который используют для входа в состояние L0. Разрешенные процедуры перевода звена связи в состояние L0 описаны в 9.5.3. Инициализацию также используют для процедуры защиты от ошибок во всех состояниях звена связи. Инициализация приемопередатчика может быть вызвана функциями более высокого уровня, внешними по отношению к устройствам ATU, или ситуацией с ошибками, внутренними по отношению к модемам. С точки зрения локального устройства ATU, сигналы высшего уровня или команды должны заставить модем запустить последовательность инициализации. Кроме того, локальное устройство ATU может запустить процедуру инициализации в ответ на обнаружение сигналов в контрольных точках U.

10.2 Реконфигурация на линии (OLR)

Реконфигурация на линии – это мощное средство данной Рекомендации. Оно действует так, что устройства ATU могут автономно поддерживать работу с ограниченным набором параметров управления в течение периода времени, когда линия или окружающие условия изменяются медленно. Если параметры управления не могут поддерживаться с помощью автономной реконфигурации на линии, создаются условия для возникновения ошибок.

Реконфигурацию на линии также используют для оптимизации установок ATU, за которой следует инициализация, особенно при использовании последовательности быстрой инициализации, требующей более быстрой оценки результатов прогона.

Кроме того, реконфигурацию на линии могут потребовать данные более высокого уровня, функции менеджмента и управления. В этих случаях реконфигурация на линии связана с различными дополнительными приложениями ADSL.

10.2.1 Типы реконфигурация на линии

Реконфигурация имеет три формы. Однако предназначение этих форм сделано, главным образом, для удобства описания. Эти формы реконфигурации на линии следующие: Обмен битами (BS), Динамическое перераспределение скорости (DRR) и Плавная адаптация скорости (SRA).

Обмен битами (BS) перераспределяет данные и мощность (т.е. запас) между разрешенными поднесущими без модификации характеристик высших уровней физического уровня. Обмен битами реконфигурирует параметры битов и коэффициентов передачи (b_i , g_i) без изменения любых других параметров управления PMD или PMS-TC. После реконфигурации обмена битами общая скорость данных (ΣL_p) остается неизменной, как и скорость данных в каждом тракте с временем ожидания (L_p). Поскольку обмен битами используют для автономных изменений, чтобы поддержать рабочее состояние модема при изменении внешних условий, BS является обязательной характеристикой. Процедура BS определена в команде сообщения OLR в подразделе 9.4.1.1 и должна применяться с использованием сообщений OLR типа 1.

Динамическое перераспределение скорости (DRR) используют для реконфигурации распределения скорости данных между множеством трактов с ожиданием путем модификации параметров управления мультиплексором кадров (L_p). DRR может также включать модификацию параметров битов и коэффициентов передачи (b_i , g_i) и перераспределение битов между поднесущими. DRR не может модифицировать общую скорость данных (ΣL_p), но может модифицировать скорости данных индивидуальных трактов (L_p). DRR может включать изменение числа октетов от носителя кадров № n для кадра мультиплексированных данных в тракте с временем ожидания № p , т.е. в $B_{p,n}$. Поскольку DRR используют в ответ на команды высших уровней, DRR является дополнительным приложением. Способность поддерживать DRR идентифицируется во время процедуры инициализации. Процедура DRR определена в команде сообщения OLR в подразделе 9.4.1.1 и должна применяться с использованием сообщений OLR типа 2.

Плавную адаптацию скорости (SRA) используют для реконфигурации общей скорости данных (ΣL_p) путем модификации параметров мультиплексора кадров (L_p) и модификации параметров битов и коэффициентов передачи (b_i , g_i). Как только модифицирована общая скорость данных, по крайней мере, один (или более) тракт с ожиданием после SRA получает новую скорость данных (L_p). Число октетов носителей кадров для кадра мультиплексированных данных может быть также модифицировано операциями SRA. Поскольку SRA используют в ответ на команды высших уровней, SRA является дополнительным приложением. Способность поддерживать SRA идентифицируется во время процедуры инициализации. К любому устройству ATU, для которого используют дополнительную процедуру сокращенной инициализации PMD, желательно применять операции SRA. Процедура SRA определена в команде сообщения OLR в подразделе 9.4.1.1 и должна применяться с использованием сообщений OLR типа 3.

10.2.2 Процедуры реконфигурации на линии

Процедура для реконфигурации функций PMD начинается с транспортировки сообщений управления между объектами управления устройств ATU с помощью сигналов управления PMS-TC в нисходящем и/или восходящем направлениях. Сообщения управления, которые должны использоваться для каждого из этих типов реконфигурации параметров PMD, определены в 9.4.1.1. Эти сообщения описывают запрошенные изменения функций TPS-TC, PMS-TC или PMD в нисходящем и/или восходящем направлениях. После того, как сообщения управления отправлены, функция передачи PMS-TC генерирует примитив PMD.Synchflag.request. В результате функция передачи PMD пересылает через интерфейс U флаг Synchflag в качестве метки времени, отмечающей эффект реконфигурации на линии. После реконфигурации каждая функция PMD уведомляет функцию PMS-TC о реконфигурации с помощью примитива PMD.Synchflag; функция передачи PMD использует примитив.confirm, а функция приема PMD – примитив.indicate.

10.2.2.1 Процедура, инициированная приемником

Успешная реконфигурация, инициированная приемником, состоит из следующих шагов (см. рисунок 10-1):

- 1) Если процедура реконфигурации инициируется функцией менеджмента или управления устройств ATU, то для запуска реконфигурации функции приема PMD с новым значением L используют примитив a.Reconfig.indicate. Функции менеджмента или управления приемных

устройств ATU используют аналогичные примитивы, чтобы переслать новые значения параметров управления функциям приема TPS-TC и PMS-TC, если эти функции участвуют в реконфигурации.

- 2) Функция приема PMD отправляет функции управления приемным устройством ATU примитив `PMD.Control.request`, в котором содержатся новые значения параметров управления функции передачи PMD на дальнем конце. Этот примитив может быть отправлен автономно (с неизменным значением *L*, т. е. обмен битов, инициируемый приемником) или в ответ на примитив `PMD.Reconfig.indicate` (с измененным значением *L*, т. е. адаптацию скорости, инициированную приемником).
- 3) Функция управления приемного устройства ATU отправляет функции управления передачи устройства ATU необходимые сообщения управления, описывающие новые значения параметров управления функции передачи PMD. Эти сообщения могут также включать реконфигурацию параметров управления функций TPS-TC и PMS-TC.
- 4) Функция управления приемного устройства ATU отправляет функции приема PMD примитив `PMD.Control.confirm`, который затем ожидает флаг `PMD.Synchflag`, чтобы быть принятым от функции передачи PMD.
- 5) Если сообщения управления успешно приняты функцией управления передающего устройства ATU, функция управления передачи отправляет функции передачи PMD примитив `PMD.Control.indicate`, содержащий новые значения параметров управления функции передачи PMD. Функция управления передающего устройства ATU использует аналогичные примитивы, чтобы переслать новые значения параметров управления функциям передачи TPS-TC и PMS-TC, если эти функции участвуют в реконфигурации.
- 6) Функция передачи TPS-TC отправляет функции передачи PMS-TC примитив `Frame.Synchflag.request`, который отправляет функции передачи PMD примитив `PMD.Synchflag.request` в качестве указания на то, что функции передачи TPS-TC и PMS-TC готовы к реконфигурации.
- 7) Функция передачи PMD передает в линию примитив `PMD.Synchflag`, как это определено в 8.7, в качестве метки времени для момента начала реконфигурации. Примитив `PMD.Synchflag` получен функцией приема PMD. Этот примитив может быть отправлен автономно функцией передачи PMD, если функции передачи TPS-TC и PMS-TC не участвуют в реконфигурации.
- 8) Во время реконфигурации (см. 8.16.2) функция передачи PMD отправляет функции передачи PMS-TC примитив `PMD.Synchflag.confirm`, который отправляет функции передачи TPS-TC примитив `Frame.Synchflag.confirm` в качестве метки времени для момента начала реконфигурации. Для функции передачи PMD это является символической границей, начиная с которой изменяются размеры кадров данных, принятых от PMS-TC (с примитивом `PMD.Bits.confirm`).
- 9) Во время реконфигурации (см. 8.16.2) функция приема PMD отправляет функции приема PMS-TC примитив `PMD.Synchflag.indicate`, который отправляет функции приема TPS-TC примитив `Frame.Synchflag.indicate` в качестве метки времени для момента начала реконфигурации. Для функции приема PMD это является символической границей, начиная с которой изменяются размеры кадров данных, доставленных к функции PMS-TC (с примитивом `PMD.Bits.indicate`).

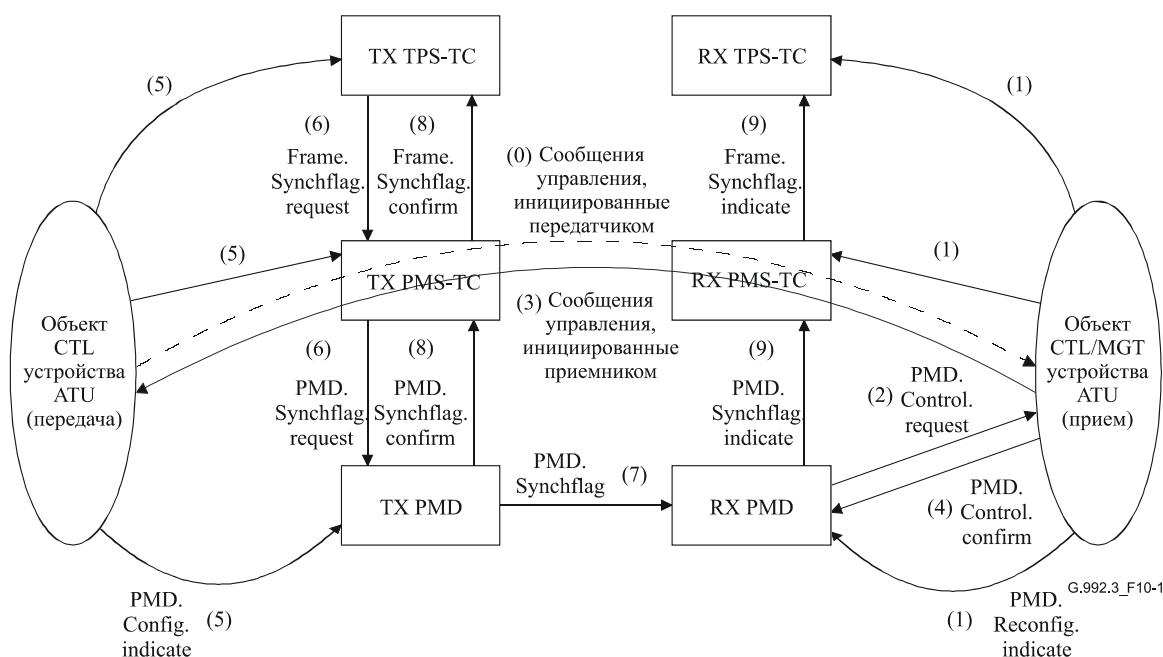


Рисунок 10-1/G.992.3 – Шаги, участвующие в реконфигурации на линии по инициативе приемника

10.2.2.2 Процедура, инициированная передатчиком

Успешная реконфигурация, инициированная передатчиком, состоит из следующих шагов (см. рисунок 10-1):

- 1) Функция менеджмента или управления передающего устройства ATU отправляет функции управления приемным устройством ATU все необходимые сообщения управления, описывающие новые граничные условия для параметров управления функции TPS-TC и/или PMS-TC (показано как шаг 0 на рисунке 10-1).
- 2) Реконфигурация инициирована функцией управления приемным устройством ATU (показано как шаги от 1 до 9 на рисунке 10-1).

Данная Рекомендация поддерживает только реконфигурацию OLR, инициированную приемником. В ней не приведены сообщения заголовков для выполнения шага 1. В других Рекомендациях могут быть приведены механизмы для пересылки необходимой информации управления от передатчика к приемнику для выполнения шага 1, за которым может последовать шаг 2, в соответствии с процедурами, определенными в данной Рекомендации.

10.3 Управление мощностью

Управление мощностью включает несколько типов динамического поведения. Все переходы управления мощностью описаны в 9.5. Многие типы поведения вызваны командами и сигналами от локальных и удаленных высших уровней. Некоторые переходы вызваны локальными условиями и могут происходить автономно без вмешательства высших уровней.

10.3.1 Типы переходов управления мощностью

В 9.5 идентифицированы переходы состояний управления мощностью звена связи:

- вход в состояние пониженной мощности L2 из состояния L0, при котором изменяются значения b_i и/или g_i , а также значение L ;
- выход из состояния пониженной мощности L2 и переход в состояние L0, при котором изменяются значения b_i и/или g_i , а также значение L ;
- настройка пониженной мощности L2 (в состоянии пониженной мощности L2), при которой изменяется значение PCBds без изменения b_i и L .

10.3.2 Процедуры управления мощностью

Процедура перехода управления мощностью начинается с транспортировки сообщений управления между объектами управления устройств ATU с помощью сигналов управления PMS-TC в нисходящем и/или восходящем направлениях. Сообщения управления, которые должны использоваться для перехода управления мощностью, определены в 9.4.1.7. Эти сообщения описывают запрошенные изменения функций TPS-TC, PMS-TC или PMD в нисходящем и/или восходящем направлениях. После того, как сообщения управления отправлены, функция передачи PMS-TC генерирует примитив `PMD.Synchflag.request`. В результате функция передачи PMD пересылает через интерфейс U флаг `Synchflag` в качестве метки времени, отмечающей эффект перехода управления мощностью (см. 8.17.2). После перехода управления мощностью в подуровне PMD каждая функция PMD уведомляет функцию PMS-TC о переходе управления мощностью с помощью примитива `PMD.Synchflag`; функция передачи PMD использует примитив `confirm`, а функция приема PMD – примитив `indicate`.

10.3.2.1 Процедура, инициированная приемником

Успешный переход управления мощностью, инициированный приемником, состоит из следующих шагов (см. рисунок 10-2):

- 1) Если процедура перехода управления мощностью инициируется функцией менеджмента или управления устройств ATU, то для запуска перехода управления мощностью функции приема PMD используют примитив `PMD.Reconfig.indicate`. Функции менеджмента или управления приемных устройств ATU используют аналогичные примитивы, чтобы переслать новые значения параметров управления функциям приема TPS-TC и PMS-TC, если эти функции участвуют в переходе управления мощностью.
- 2) Функция приема PMD отправляет функции управления приемным устройством ATU примитив `PMD.Control.request`, в котором содержатся новые значения параметров управления функции передачи PMD на дальнем конце. Этот примитив может быть отправлен автономно (выход из состояния L2, чтобы позволить приемнику инициировать последующий обмен битами) или в ответ на примитив `PMD.Reconfig.indicate` (выход из состояния L2, чтобы позволить приемнику инициировать последующую адаптацию скорости, или вход в L2, или настройку L2).
- 3) Функция управления приемного устройства ATU отправляет функции управления передачи устройства ATU необходимые сообщения управления, описывающие новые значения параметров управления функции передачи PMD. Эти сообщения могут также включать реконфигурацию параметров управления функций TPS-TC и PMS-TC.
- 4) Функция управления приемного устройства ATU отправляет функции приема PMD примитив `PMD.Control.confirm`, который затем ожидает флаг `PMD.Synchflag`, чтобы быть принятым от функции передачи PMD.
- 5) Если сообщения управления успешно приняты функцией управления передающего устройства ATU, функция управления передачи отправляет функции передачи PMD примитив `PMD.Control.indicate`, содержащий новые значения параметров управления функции передачи PMD. Функция управления передающего устройства ATU использует аналогичные примитивы, чтобы переслать новые значения параметров управления функциям передачи TPS-TC и PMS-TC, если эти функции участвуют в переходе управления мощностью.
- 6) Функция передачи TPS-TC отправляет функции передачи PMS-TC примитив `Frame.Synchflag.request`, который отправляет функции передачи PMD примитив `PMD.Synchflag.request` в качестве указания на то, что функции передачи TPS-TC и PMS-TC готовы к реконфигурации.
- 7) Функция передачи PMD передает в линию примитив `PMD.Synchflag`, как это определено в 8.7, в качестве метки времени для момента начала перехода управления мощностью. Примитив `PMD.Synchflag` получен функцией приема PMD. Этот примитив может быть отправлен автономно функцией передачи PMD, если эти функции передачи TPS-TC и PMS-TC не участвуют в переходе управления мощностью.

- 8) Во время перехода управления мощностью (см. 8.17.2) функция передачи PMD отправляет функции передачи PMS-TC примитив PMD.Synchflag.confirm, который отправляет функции передачи TPS-TC примитив Frame.Synchflag.confirm в качестве метки времени для момента начала перехода управления мощностью. Для функции передачи PMD это является символической границей, начиная с которой изменяются размеры кадров данных, принятых от PMS-TC (с примитивом PMD.Bits.confirm).
- 9) Во время перехода управления мощностью (см. 8.17.2) функция приема PMD отправляет функции приема PMS-TC примитив PMD.Synchflag.indicate, который отправляет функции приема TPS-TC примитив Frame.Synchflag.indicate в качестве метки времени для момента начала перехода управления мощностью. Для функции приема PMD это является символической границей, начиная с которой изменяются размеры кадров данных, доставленных к функции PMS-TC (с примитивом PMD.Bits.indicate).

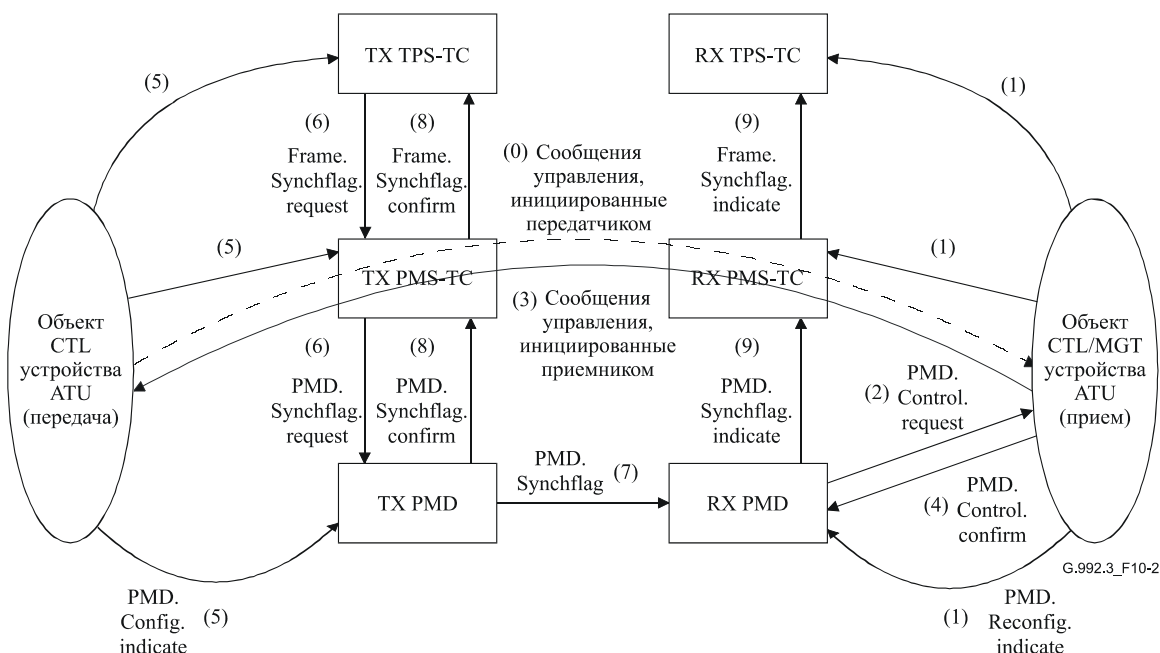


Рисунок 10-2/G.992.3 – Шаги, участвующие в переходе управления мощностью по инициативе приемника

10.3.2.2 Процедура, инициированная передатчиком

Успешный переход управления мощностью, инициированный передатчиком, состоит из следующих шагов:

- 1) Функция менеджмента или управления передающего устройства ATU отправляет функции управления приемным устройством ATU все необходимые сообщения управления, описывающие новые граничные условия для параметров управления функции TPS-TC и/или PMS-TC (показано как шаг 0 на рисунке 10-2).
- 2) Переход управления мощностью инициирован функцией управления приемным устройством ATU (показано как шаги от 1 до 9 на рисунке 10-2).

При входе в состояние L2 устройства ATU-C и ATU-R должны запоминать значения параметров управления состояния L0. Устройство ATU-C, инициирующее переход из состояния L2 в L0, использует только показанные на рисунке 10-2 шаги от 5 до 9.

Приложение А

Специальные требования для системы ADSL, работающей в полосе частот над POTS

В данном Приложении определены те параметры системы ADSL, которые остались не определенными в основном тексте настоящей Рекомендации, так как они являются особыми для службы ADSL, которая работает с разделением частот с POTS.

А.1 Функциональные характеристики АТУ-С (относящиеся к разделу 8)

А.1.1 Установки параметров управления АТУ-С

В таблице А.1 приведены установки параметров управления АТУ-С, которые должны использоваться в тех частях основного текста, в которых рассматриваются параметры, и/или в этом Приложении. Параметры управления определены в 8.5.

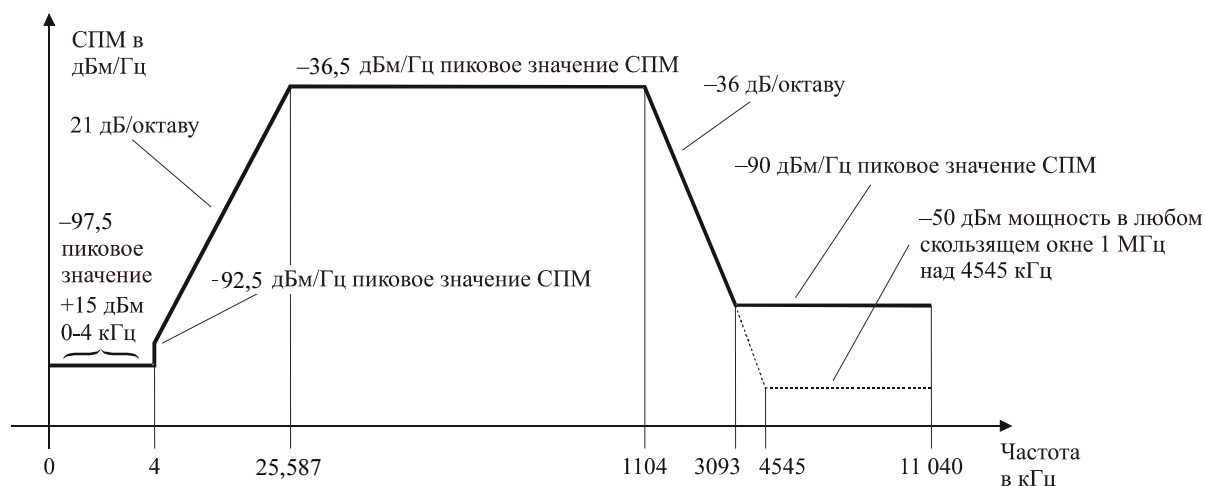
Таблица А.1/G.992.3 – Установки параметров управления АТУ-С

Параметр	Значение по умолчанию	Характеристики
<i>NSCds</i>	256	
<i>NOMPSDds</i>	−40 дБм /Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMPSDds</i>	−40 дБм /Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMATPds</i>	20,4 дБм	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.

А.1.2 Спектральная маска передачи в нисходящем направлении АТУ-С для работы с перекрытием спектра (дополнения к 8.10)

Полосу пропускания определяют как диапазон от 25,875 до 1104 кГц и используют как самый широкий возможный диапазон (т. е. для ADSL над POTS, реализуемый с перекрытием спектра). Пределы, определенные внутри полосы пропускания, применяют также для любых более узких используемых диапазонов.

На рисунке А.1 показана спектральная маска для сигнала передачи. Полосу задержания низкой частоты определяют как частоты ниже 25,875 кГц, которые используют для диапазона POTS. Полосу задержания высокой частоты определяют как частоты выше 1104 кГц.



G.992.3_FA.1

Полоса частот f (кГц)	Равенство для линии (дБм/Гц)
$0 < f \leq 4$	$-97,5$, с максимальной мощностью в диапазоне $0-4$ кГц $+15$ дБм
$4 < f \leq 25,875$	$-92,5 + 21 \times \log_2(f/4)$
$25,875 < f \leq 1104$	$-36,5$
$1104 < f \leq 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104)$
$3093 < f \leq 4545$	пиковое значение -90 , с максимальной мощностью в окне $[f, f+1]$ МГц $(-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104) + 60)$ дБм
$4545 < f \leq 11\,040$	пиковое значение -90 , с максимальной мощностью в $[f, f+1]$ МГц -50 дБм

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все измерения СПМ на 100 Ом; измерение суммарной мощности диапазона ROTS – на 600 Ом.
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значения частот точек разрыва и СПМ – точные, а указанные наклоны – приближительны.
ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Максимум СПМ выше 25,875 кГц следует измерять с разрешающей способностью полосы пропускания 10 кГц.
ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Мощность в скользящем окне 1 МГц измеряют в полосе пропускания 1 МГц, начиная с частоты измерения.
ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Шаг в маске СПМ в 4 кГц выбран для защиты характеристик по V.90. Первоначально маска СПМ продолжает спадать с наклоном 21 дБ/октаву, достигая спада ниже 4 кГц основания $-97,5$ дБм/Гц на 3400 Гц. Было установлено, что это могло повлиять на V.90, и поэтому основание было расширено до 4 кГц.
ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Все измерения СПМ и мощности следует выполнять на интерфейсе U-C (см. рисунки 5-4 и 5-5); сигналы, подаваемые в ROTS, определены в Приложении E.

**Рисунок А.1/G.992.3 – Маска СПМ передатчика АТУ-С
для работы с перекрытием спектра**

А.1.2.1 Полоса пропускания СПМ и отклик

В зависимости от типа передаваемого сигнала существуют три различные маски СПМ для сигнала передачи АТУ-С. Уровень передачи СПМ во всей полосе пропускания не должен превышать максимальный уровень передачи СПМ полосы пропускания, определенный как:

- $NOMPSDds + 1$ дБ, для сигналов инициализации до и включая этап раскрытия канала;
- $REFPSDds + 1$ дБ, в течение остальной части инициализации, начиная с фазы прогона приемопередатчика;
- $MAXNOMPSDds - PCBds + 3,5$ дБ, во время режима работы.

Отклонение времени групповой задержки в полосе пропускания не должно превышать 50 мкс.

Из-за неидеальности фильтра передачи (например неравномерности полосы пропускания и спада на краях) допуск на максимальный уровень передачи СПМ в полосе пропускания составляет 1 дБ.

Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СПМ полосы пропускания шаблона СПМ составляет -40 дБм/Гц.

А.1.2.2 Суммарная мощность передачи

В зависимости от типа передаваемого сигнала существуют три различные маски СПМ для сигнала передачи АТУ-С (см. А.1.2.1). Для всех случаев:

- суммарная мощность передачи в голосовой полосе частот, измеренная на интерфейсе U-С и доставленная на интерфейс коммутируемой телефонной сети общего пользования (POTS), не должна превышать +15 дБ_о (метод измерения см. в Рекомендации МСЭ-Т G.996.1 [3]);
- суммарная мощность передачи во всей полосе пропускания не должна отличаться от ($MAXNOMATP_{ds} - PCB_{ds}$) более чем на 0,5 дБ с учетом допусков на реализацию и не должна превышать 20,9 дБ_м;
- суммарная мощность передачи в диапазоне от 0 до 11,040 МГц не должна отличаться от ($MAXNOMATP_{ds} - PCB_{ds}$) более чем на 0,9 дБ, чтобы учесть остаточную мощность передачи в полосах задержания и реализуемых допусков.

Мощность, развиваемая приемопередатчиком АТУ-С, ограничена требованиями данного раздела. Несмотря на эти требования, предполагается, что система ADSL удовлетворяет соответствующим национальным требованиям на излучение электромагнитной энергии.

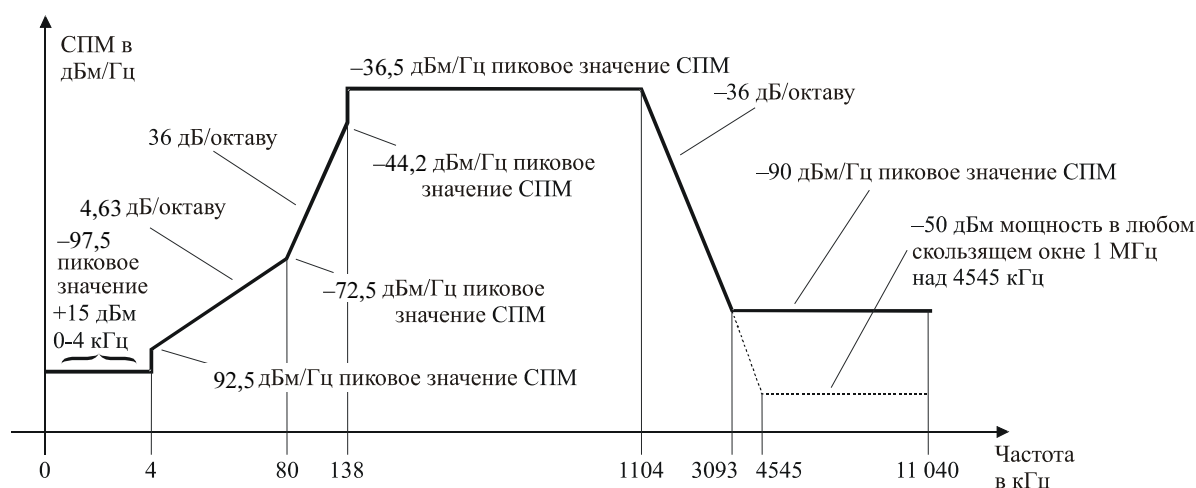
Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СПМ в полосе пропускания шаблона СПМ составляет 20,4 дБ_м.

А.1.3 Маска СПМ передатчика АТУ-С для работы без перекрытия спектра (дополнения к 8.10)

На рисунке А.2 определена спектральная маска для передаваемого сигнала АТУ-С, которая приводит к снижению влияния на ближнем конце (ПВБК) в частотной полосе восходящего потока системы ADSL относительно маски в разделе А.1.2. Во многих случаях строгое следование этой маске приводит к улучшению характеристик в восходящем направлении других систем ADSL в том же или соседнем пучке пар, при этом улучшение зависит и от других влияющих систем. Эта маска отличается от маски в разделе А.1.2 только в диапазоне от 4 кГц до 138 кГц.

Полосу пропускания определяют как диапазон от 138 до 1104 кГц. Пределы, определенные внутри полосы пропускания, применяют также для любых более узких используемых диапазонов.

Полосу задержания низкой частоты определяют как частоты ниже 138 кГц, включая диапазон POTS, полосу задержания высокой частоты определяют как частоты выше 1104 кГц.



G.992.3_FA.2

Полоса частот f (кГц)	Равенство для линии (дБм/Гц)
$0 < f \leq 4$	-97,5, с максимальной мощностью в диапазоне + 15 дБм
$4 < f \leq 80$	$-92,5 + 4,63 \times \log_2(f/4)$
$80 < f \leq 138$	$-72,5 + 36 \times \log_2(f/80)$
$138 < f \leq 1104$	-36,5
$1104 < f \leq 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104)$
$3093 < f \leq 4545$	пиковое значение -90, с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ ($-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104) + 60$) дБм
$4545 < f \leq 11\ 040$	пиковое значение -90, с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ -50 дБм

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все измерения СПМ на 100 Ом; измерение суммарной мощности диапазона ROTS – на 600 Ом.
ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значения частот точек разрыва и СПМ – точные, а указанные наклоны – приблизительны.
ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Максимум СПМ выше 25,875 кГц следует измерять с разрешающей способностью полосы пропускания 10 кГц.
ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Мощность в скользящем окне 1 МГц измеряют в полосе пропускания 1 МГц, начиная с частоты измерения.
ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Шаг в маске СПМ в 4 кГц выбран для защиты характеристик по V.90. Первоначально маска СПМ продолжает спадать с наклоном 21 дБ/октаву, достигая спада ниже 4 кГц основания -97,5 дБм/Гц на 3400 Гц. Было установлено, что это могло повлиять на V.90, и поэтому основание было расширено до 4 кГц.
ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Все измерения СПМ и мощности следует выполнять на интерфейсе U-C (см. рисунки 5-4 и 5-5); сигналы, подаваемые в ROTS, определены в Приложении E.

Рисунок А.2/G.992.3 – Маска СПМ передатчика АТУ-С для работы без перекрытия спектра

А.1.3.1 Полоса пропускания СПМ и отклик

См. А.1.2.1.

А.1.3.2 Суммарная мощность передачи

См. А.1.2.2. Кроме того, суммарная мощность передачи во всей полосе пропускания для работы без перекрытия спектра не должна превышать 20,4 дБм.

Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СПМ полосы пропускания шаблона СПМ составляет 19,9 дБм.

А.2 Функциональные характеристики АТУ-R (относящиеся к разделу 8)

А.2.1 Установки параметров управления АТУ-R

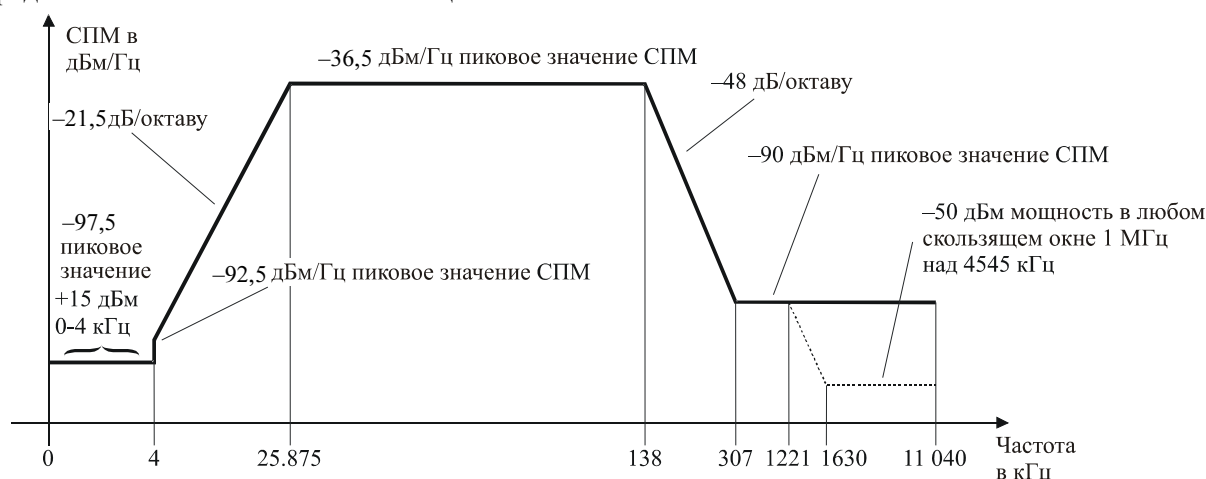
В таблице А.2 приведены установки параметров управления АТУ-С, которые должны использоваться в частях основного текста и/или в этом Приложении, в которых рассматриваются параметры. Параметры управления определены в 8.5.

Таблица А.2/G.992.3 – Установки параметров управления ATU-R

Параметр	Значение по умолчанию	Характеристики
<i>NSCus</i>	32	
<i>NOMPSDus</i>	−38 дБм /Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMPSDus</i>	−38 дБм /Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMATPus</i>	12,5 дБм	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.

А.2.2 Спектральная маска передачи в восходящем направлении ATU-R (дополнения к 8.10)

Полосу пропускания определяют как диапазон от 25,875 до 138 кГц и используют как самый широкий возможный диапазон. Пределы, определенные внутри полосы пропускания, применяют также для любых более узких используемых диапазонов. На рисунке А.3 определена спектральная маска для сигнала передачи. Полосу задержания низкой частоты определяют как частоты ниже 25,875 кГц, и включая диапазон ROTS (см. также рисунок А.1), полосу задержания высокой частоты определяют как частоты выше 138 кГц.



G.992.3_FA.3

Полоса частот f (кГц)	Равенство для линии (дБм /Гц)
$0 < f \leq 4$	−97,5, с максимальной мощностью в диапазоне 0-4 кГц + 15 дБ
$4 < f \leq 25,875$	$-92,5 + 21,5 \times \log_2(f/4)$
$25,875 < f \leq 138$	−34,5
$138 < f \leq 307$	$-34,5 - 48 \times \log_2(f/138)$
$307 < f \leq 1221$	−90
$1221 < f \leq 1630$	пиковое значение −90, с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ $(-90 - 48 \times \log_2(f/1221) + 60)$ дБм
$1630 < f \leq 11\,040$	пиковое значение −90, с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ −50 дБм

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все измерения СПМ на 100 Ом; измерение суммарной мощности диапазона ROTS – на 600 Ом.
 ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значения частот точек разрыва и СПМ – точные, а указанные наклоны – приблизительны.
 ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Максимум СПМ выше 25,875 кГц следует измерять с разрешающей способностью полосы пропускания 10 кГц.
 ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Мощность в скользящем окне 1 МГц измеряют в полосе пропускания 1 МГц, начиная с частоты измерения.
 ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Шаг в маске СПМ в 4 кГц выбран для защиты характеристик по V.90. Первоначально маска СПМ продолжает спадать с наклоном 21,5 дБ/октаву, достигая спада ниже 4 кГц основания −97,5 дБм/Гц на 3400 Гц. Было установлено, что это могло повлиять на V.90, и поэтому основание было расширено до 4 кГц.
 ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Все измерения СПМ и мощности следует выполнять на интерфейсе U-C (см. рисунки 5-4 и 5-5); сигналы, подаваемые в ROTS, определены в Приложении Е.

Рисунок А.3/G.992.3 – Маска СПМ передатчика ATU-R

А.2.2.1 Полоса пропускания СПМ и отклик

В зависимости от типа передаваемого сигнала существуют три различные маски СПМ для сигнала передачи ATU-R. Уровень передачи СПМ во всей полосе пропускания не должен превышать максимальный уровень передачи СПМ полосы пропускания, определенный как:

- $NOMPSD_{us} + 1$ дБ, для сигналов инициализации до и включая фазу раскрытия канала;
- $REFPSD_{us} + 1$ дБ, в течение остальной части инициализации, начиная с фазы прогона приемопередатчика;
- $MAXNOMPSD_{us} - PC_{Bus} + 3,5$ дБ, во время режима работы.

Отклонение времени групповой задержки в полосе пропускания не должно превышать 50 мкс.

Из-за неидеальности фильтра передачи (например неравномерности полосы пропускания и спада на краях) допуск на максимальный уровень передачи СПМ в полосе пропускания составляет 1 дБ.

Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СПМ в полосе пропускания шаблона СПМ составляет -38 дБм/Гц.

А.2.2.2 Суммарная мощность передачи

В зависимости от типа передаваемого сигнала существуют три различные маски СПМ для сигнала передачи ATU-R (см. А.2.2.1). Для всех случаев:

- суммарная мощность передачи в голосовой полосе частот, измеренная на интерфейсе U-R и доставленная на интерфейс коммутируемой телефонной сети общего пользования (POTS), не должна превышать $+15$ дБм (метод измерения см. в Рекомендации МСЭ-Т G.996.1 [3]);
- суммарная мощность передачи во всей полосе пропускания не должна отличаться от $(MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus})$ более чем на $0,5$ дБ с учетом допусков на реализацию и не должна превышать $13,0$ дБм;
- суммарная мощность передачи в диапазоне от 0 до $11,040$ МГц не должна отличаться от $(MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus})$ более чем на $0,8$ дБ, чтобы учесть остаточную мощность передачи в полосах задержания и реализуемых допусков.

Мощность, развиваемая приемопередатчиком ATU-R, ограничена требованиями данного раздела. Несмотря на эти требования, предполагается, что система ADSL удовлетворяет соответствующим национальным требованиям на излучение электромагнитной энергии.

Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СПМ полосы пропускания шаблона СПМ составляет $12,5$ дБм.

А.3 Инициализация

Для данного раздела не применяются дополнительные требования (относительно основной части этой Рекомендации).

А.4 Электрические свойства

Этот раздел определяет объединение устройства ATU-х и фильтра высокой частоты, которые представлены на рисунках 5-4 и 5-5; дополнительная информация относительно фильтра низкой частоты специфицирована в Приложении Е.

А.4.1 Определение состояний импеданса

Импеданс источника и импеданс нагрузки ATU-R должны удовлетворять следующему: если Z_S и Z_L – импеданс источника и импеданс нагрузки в активном состоянии, то Z_{S-hi} и Z_{L-hi} – импеданс источника и импеданс нагрузки в состоянии с высоким импедансом должны быть больше, чем Z_S и Z_L соответственно. Производители стремятся к тому, чтобы величины Z_{S-hi} и Z_{L-hi} были значительно больше, чем Z_S и Z_L .

Нижеследующие рекомендации на ATU-R учитывают многократные инсталляции ATU-R на одной и той же паре, несмотря на то, что в любой заданный момент времени активным должно быть только одно устройство ATU-R. Описание этих параметров и методы испытаний определены в А.4.4.

Для каждого из четырех состояний импеданса, определенного в таблице А.3, устройство ATU-R должно соответствовать маске передачи СПМ ATU-R, которая определена в таблице А.2.

Таблица А.3/G.992.3 – Состояния импеданса ATU-R

Состояние ATU-R	Импеданс источника	Импеданс нагрузки
Без питания (не включен)	Z_{S-hi}	Z_{L-hi}
Не работающий (включенный с неактивными передатчиком и приемником)	Z_{S-hi}	Z_{L-hi}
Не активный (включенный, с неактивным передатчиком, но активным приемником для выявления C-TONES)	Z_{S-hi}	Z_{L-hi}
Активный (включенный, с активными передатчиком и приемником, находится в состоянии инициализации или в рабочем режиме)	Z_S	Z_L

Практическая реализация данных состояний импеданса и соответствующих им требований для шлюзового устройства ("gateway device") (т. е. того, которое является единственным устройством между сетью доступа и проводкой внутри здания) находится в состоянии изучения.

А.4.2 Спецификация тока и напряжения POTS

Все электрические характеристики должны выполняться в присутствии всех токов шлейфа POTS от 0 мА до 100 мА и следующих различных напряжений шлейфа:

- Напряжение постоянного тока от 0 В до –60 В.
- Сигнал вызова не более чем 103 В эфф на любой частоте от 20 до 30 Гц, наложенный на компонент постоянного тока в диапазоне от 0 В до –60 В.

А.4.3 Электрические характеристики для устройств ATU-C и для ATU-R в активном состоянии

А.4.3.1 Характеристики постоянного тока

Входное сопротивление по постоянному току ATU-х на интерфейсе U-х должно быть больше или равно 5 МОм.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Реализация разделительных фильтров по низкой и высокой частотам, соединенных параллельно в порту U-х, является наиболее распространенной. При такой компоновке фильтр высокой частоты обычно отделяет конденсаторами постоянный ток.

А.4.3.2 Характеристики голосовой полосы частот

А.4.3.2.1 Полное входное сопротивление

Мнимая часть полного входного сопротивления ATU-х, измеренная на интерфейсе U-х, на частоте 4 кГц должна находиться в диапазоне 1,1-2,0 кОм (приблизительно эквивалентно конденсатору 20-34 нФ) для передатчика ATU-R (или ATU-C, который имеет встроенный разделитель и высокочастотную функцию), а для передатчика ATU-C, предназначенного для использования с внешним разделителем, в диапазоне от 500 Ом до 1,0 кОм (приблизительно эквивалентно 40-68 нФ). В обоих случаях мнимая часть импеданса должна монотонно возрастать ниже частоты 4 кГц.

Дополнительная информация представлена в Приложении Е.

А.4.3.3 Характеристики диапазона системы ADSL

А.4.3.3.1 Продольная симметрия

Продольная симметрия на интерфейсе U-R должна быть больше, чем 40 дБ в диапазоне частот от 30 кГц до 1104 кГц (см. рисунок А.1).

группе (различного размера). Важно также убедиться, что при измерениях, в которых используют протекание постоянного тока, не происходит насыщения индуктивностей. Следует также отметить, что некоторые типы конденсаторов изменяют емкость в зависимости от приложенного напряжения. Обычно хорошо подходят конденсаторы с высококачественным пластиковым диэлектриком.

Продольную симметрию (*LBal*) определяют следующим равенством:

$$LBal = 20 \lg \left| \frac{e_1}{e_m} \right| \text{ дБ},$$

где:

e_1 = приложенное продольное напряжение (по отношению к зданию или к зеленому проводу заземляющего устройства ATU);

e_m = результирующее напряжение, возникающее на концах оконечного резистора.

Продольная симметрия измерительной схемы должна быть по крайней мере на 20 дБ выше, чем исследуемое устройство (иначе величина ошибки будет больше). Для гарантии выполнения этого условия исследуемое устройство следует заменить двумя резисторами по 50 Ом и двумя соответствующими разделительными конденсаторами с заземлением, как показано на рисунке А.6. Измерительную схему считают достаточно отсимметрированной, если она превышает требования по симметрии на 20 дБ в случае соответствующей конфигурации для калибровки импеданса. Невозможность достичь такой симметрии указывает на дисбаланс либо в измерительной схеме, либо в калибровке импеданса. Если в исследуемое устройство встроены фильтры HPF и LPF, то в контрольно-измерительной схеме необходим дополнительный резистор (см. рисунок А.5). Этот резистор обеспечивает путь постоянному току таким образом, чтобы индуктивности измерительной схемы не насыщались из-за постоянных токов, которые протекают при данных условиях измерений.

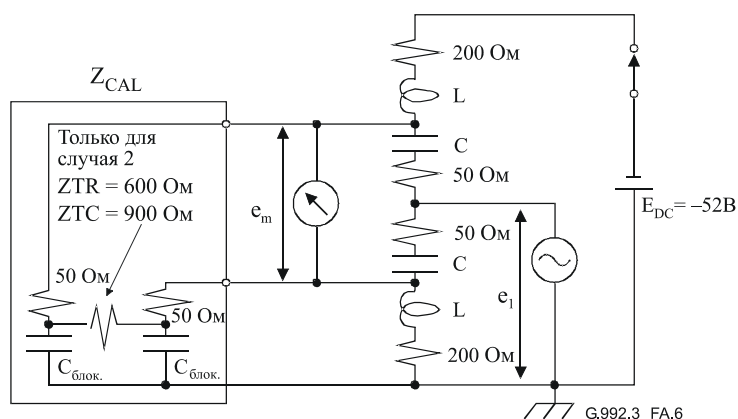


Рисунок А.6/G.992.3 – Схема калибровки

А.4.4 Электрические характеристики для устройства ATU-R в состоянии высокого импеданса

В соответствии с таблицей А.3 состояние высокого импеданса должно включать в себя следующие состояния импеданса: без питания, неработающий и неактивный.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Электрические характеристики для устройства ATU-R в состоянии высокого импеданса описаны для одного ATU-R, предполагая, что в линии возможно соединение параллельно до трех устройств ATU-R в состоянии высокого импеданса. При этом в любой заданный момент времени приемопередатчик ATU-R находится в активном состоянии.

А.4.4.1 Характеристики постоянного тока

Входное сопротивление по постоянному току устройства ATU-R на интерфейсе U-x должно быть больше или равно 5 МОм.

А.4.4.2 Характеристики в голосовой полосе частот

А.4.4.2.1 Вносимое затухание (при параллельном соединении)

Вносимое затухание (при параллельном соединении) АТУ-R в состоянии высокого импеданса должно быть менее чем 0,33 дБ на частоте 3,4 кГц и менее чем 1 дБ на частотах 12 и 16 кГц. Это способствует тому, чтобы вносимое затухание трех устройств АТУ-R на одной и той же линии было менее чем 1 дБ на частоте 3,4 кГц и менее чем 3 дБ на частотах 12 и 16 кГц.

А.4.4.2.2 Искажение вносимого затухания (при параллельном соединении)

Искажение вносимого затухания (при параллельном соединении) АТУ-R в состоянии высокого импеданса по отношению к вносимому затуханию на частоте 3,4 кГц должно быть менее чем $\pm 0,33$ дБ в диапазоне частот от 200 до 4000 Гц. Это способствует тому, чтобы искажение вносимого затухания трех устройств АТУ-R в диапазоне частот от 200 до 4000 Гц было менее чем ± 1 дБ.

А.4.4.2.3 Искажения от интермодуляции

4-частотная установка (определенная в Рекомендации МСЭ-Т О.42 [6]) с уровнем -9 дБм, приложенная к АТУ-R в состоянии высокого импеданса, должна привести к появлению продуктов нелинейных искажений второго и третьего порядка ниже уровня сигнала по меньшей мере на 80 дБ и на 85 дБ, соответственно.

А.4.4.3 Характеристики полосы частот ADSL

А.4.4.3.1 Вносимое затухание (при параллельном соединении)

Вносимое затухание (при параллельном соединении) АТУ-R в состоянии высокого импеданса для сигнала, полученного активным АТУ-С, должно быть менее чем 0,33 дБ на частоте 100 кГц (частота в диапазоне передачи активного АТУ-R).

Вносимое затухание (при параллельном соединении) АТУ-R в состоянии высокого импеданса для сигнала, полученного активным АТУ-R, должно быть менее чем 0,33 дБ на частоте 500 кГц (частота в диапазоне приема активного АТУ-R).

А.4.4.3.2 Искажение вносимого затухания (при параллельном соединении)

Искажение вносимого затухания (при параллельном соединении) АТУ-R в состоянии высокого импеданса для сигнала, передаваемого активным АТУ-R, должно быть менее чем $\pm 0,33$ дБ в диапазоне частот от 25 до 1104 кГц.

А.4.4.4 Характеристики в полосе частот выше ADSL

А.4.4.4.1 Вносимое затухание (при параллельном соединении)

Вносимое затухание (при параллельном соединении) АТУ-R в состоянии высокого импеданса должно быть менее чем 0,33 дБ на частоте 5 МГц и 9 МГц.

А.4.4.4.2 Искажение вносимого затухания (при параллельном соединении)

Искажение вносимого затухания (при параллельном соединении) АТУ-R должно быть менее чем $\pm 0,33$ дБ в диапазоне частот от 4 до 10 МГц.

Приложение В

Специальные требования для системы ADSL, работающей в полосе частот над сетью ЦСИС, определенные в Приложениях I и II Рекомендации МСЭ-Т G.961

В данном Приложении определены те параметры системы ADSL, которые остались не определенными в основном тексте этой Рекомендации, так как они являются особыми для службы ADSL, которая работает с разделением частот с ЦСИС на основной скорости доступа (ISDN-BA) по одной и той же цифровой абонентской линии. Целью рассмотрения является разработка приемлемых способов совместной реализации системы ADSL и доступа на базовой скорости передачи 160 кбит/с (2B + D) при ограничивающем условии использования существующих технологий передачи, которые описаны в Приложениях I и II Рекомендации МСЭ-Т G.961 [1].

В.1 Функциональные характеристики ATU-C (относящиеся к разделу 8)

В.1.1 Установки параметров управления ATU-C

В таблице В.1 приведены установки параметров управления ATU-C, которые должны использоваться в частях основного текста и/или в этом Приложении, в которых рассматриваются параметры. Параметры управления определены в 8.5.

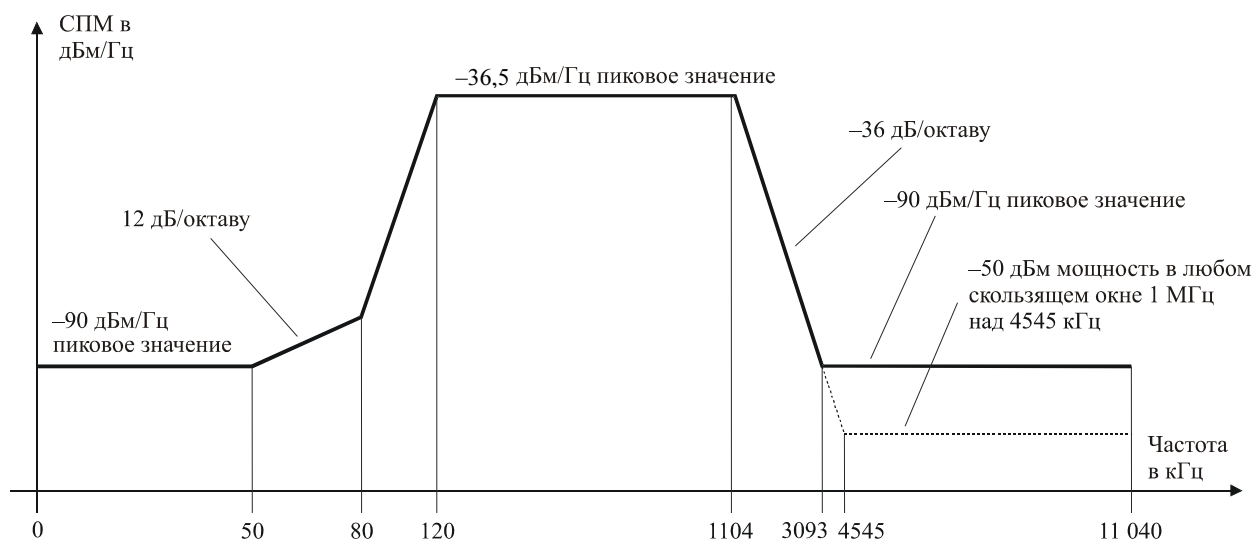
Таблица В.1/G.992.3 – Установки параметров управления ATU-C

Параметр	Значение по умолчанию	Характеристики
<i>NSCds</i>	256	
<i>NOMPSDds</i>	–40 дБм /Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMPSDds</i>	–40 дБм /Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMATPds</i>	19,9 дБм	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.

В.1.2 Спектральная маска передачи в нисходящем направлении ATU-C для работы с перекрытием спектра (дополнения к 8.10)

Полосу пропускания определяют как диапазон от 120 кГц (см. рисунок В.1) до 1104 кГц и используют как самый широкий возможный диапазон (т. е. для ADSL над ЦСИС, реализуемый с перекрытием спектра). Пределы, определенные внутри полосы пропускания, применяют также для любых более узких используемых диапазонов.

На рисунке В.1 показана спектральная маска для сигнала передачи. Полосу задержания низкой частоты определяют как частоты ниже 120 кГц, которые используют для диапазона сети ЦСИС (см. рисунок В.1). Полосу задержания высокой частоты определяют как частоты выше 1104 кГц.



G.992.3_FB.1

Полоса частот f (кГц)	Равенство для линии (дБм/Гц)
$0 < f \leq 50$	-90
$50 < f \leq 80$	$-90 + 12 \times \log_2(f/50)$
$80 < f \leq 120$	$-81,8 + 77,4 \times \log_2(f/80)$
$120 < f \leq 1104$	-36,5
$1104 < f \leq 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104)$
$3093 < f \leq 4545$	пиковое значение -90, с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ (-36,5 - 36 × log ₂ (f/1104) + 60) дБм
$4545 < f \leq 11\,040$	пиковое значение -90, с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ -50 дБм

**Рисунок В.1/G.992.3 – Маска СПМ передатчика АТУ-С
для работы с перекрытием спектра**

Все измерения СПМ, выполненные на линейном порту разделителя сети ЦСИС, должны измерять спектральную мощность по активной нагрузке, которая имеет такое же значение, как и расчетный импеданс для системы ADSL (т. е. 100 Ом).

Порт ЦСИС разделителя сети ЦСИС должен завершаться соответствующим расчетным импедансом – 2B1Q или 4B3T для сети ЦСИС на основной скорости (ISDN-BA), как определено в ETSI TS 102 080 [7].

Подразумевается, что воздействие ухудшения параметров на линейную характеристику сети ЦСИС на основной скорости (ISDN-BA) – не более чем 4,5 дБ и 4 дБ для линейных кодов 2B1Q и 4B3T, соответственно, на частоте обращений вносимых потерь.

В.1.2.1 Полоса пропускания СПМ и отклик

В зависимости от типа передаваемого сигнала существуют три различные маски СПМ для сигнала передачи АТУ-С. Уровень передачи СПМ во всей полосе пропускания не должен превышать максимальный уровень передачи СПМ полосы пропускания, определенный как:

- $NOMPSDds + 1$ дБ, для сигналов инициализации до и включая этап раскрытия канала;
- $REFPSDds + 1$ дБ, в течение остальной части инициализации, начиная с фазы прогона приемопередатчика;
- $MAXNOMPSDds - PCBds + 3,5$ дБ, во время режима работы.

Отклонение времени групповой задержки в полосе пропускания не должно превышать 50 мкс.

Из-за неидеальности фильтра передачи (например неравномерности полосы пропускания и спада на краях) допуск на максимальный уровень передачи СПМ полосы пропускания составляет 1 дБ.

Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СПМ полосы пропускания шаблона СПМ составляет 40 дБм/Гц.

В.1.2.2 Суммарная мощность передачи

В зависимости от типа передаваемого сигнала существуют три различные маски СПМ для сигнала передачи ATU-C (см. В.1.2.1). Для всех случаев:

- суммарная мощность передачи во всей полосе пропускания не должна отличаться от ($MAXNOMATP_{ds} - PCB_{ds}$) более чем на 0,5 дБ с учетом допусков на реализацию и не должна превышать 20,4 дБм;
- суммарная мощность передачи в диапазоне от 0 до 11,040 МГц не должна отличаться от ($MAXNOMATP_{ds} - PCB_{ds}$) более чем на 0,9 дБ для учета остаточной мощности передачи в полосах задержания и допусков на реализацию.

Мощность, развиваемая устройством ATU-C, ограничена требованиями данного раздела. Несмотря на эти требования, предполагается, что система ADSL удовлетворяет соответствующим национальным требованиям на излучение электромагнитной энергии.

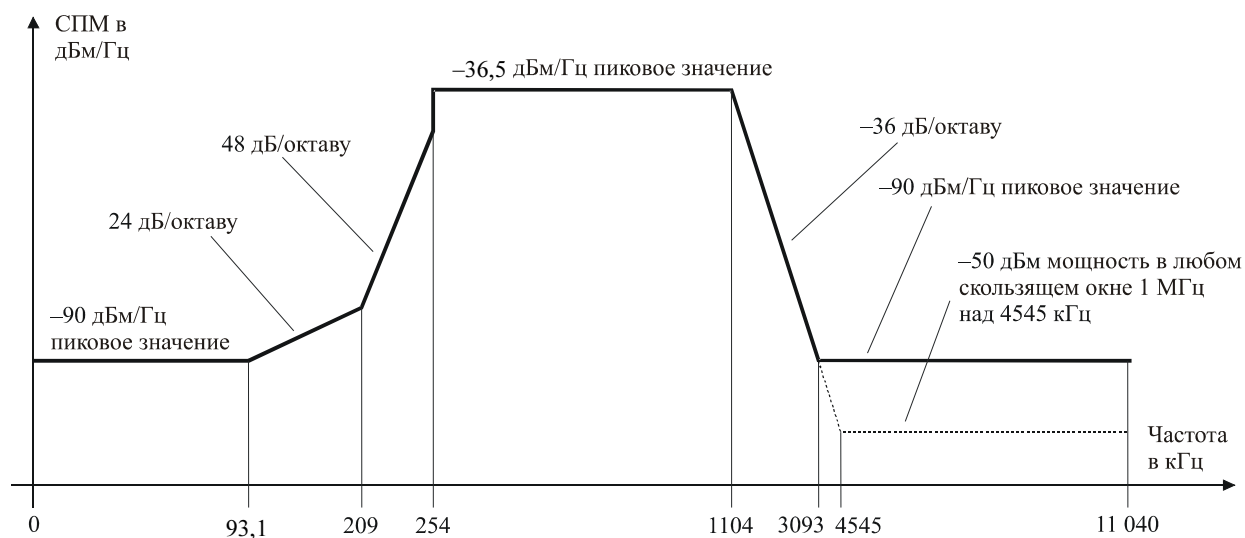
Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СПМ в полосе пропускания шаблона СПМ составляет 19,9 дБм.

В.1.3 Маска СПМ передатчика ATU-C для работы без перекрытия спектра (дополнения к 8.10)

На рисунке В.2 определена спектральная маска для передаваемого сигнала ATU-C, которая приводит к снижению переходного влияния на ближнем конце (ПВБК) в частотной полосе восходящего потока системы ADSL относительно маски в разделе В.1.2. Во многих случаях строгое следование этой маске приводит к улучшению характеристик в восходящем направлении других систем ADSL в том же или соседнем пучке пар, при этом улучшение зависит и от других влияющих систем. Эта маска отличается от маски в разделе В.1.2 только в диапазоне от 50 кГц до 254 кГц.

Полосу пропускания определяют как диапазон от 254 до 1104 кГц. Пределы, определенные внутри полосы пропускания, применяют также для любых более узких используемых диапазонов.

Полосу задержания низкой частоты определяют как частоты ниже 254 кГц, и включают диапазон POTS; полосу задержания высокой частоты определяют как частоты выше 1104 кГц.



G.992.3_FB.2

Полоса частот f (кГц)	Равенство для линии (дБм/Гц)
$0 < f \leq 93,1$	-90
$93,1 < f \leq 209$	$-90 + 24 \times \log_2(f/93,1)$
$209 < f \leq 254$	$-62 + 48 \times \log_2(f/209)$
$254 < f \leq 1104$	-36,5
$1104 < f \leq 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104)$
$3093 < f \leq 4545$	пиковое значение -90, с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ ($-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104) + 60$) дБм
$4545 < f \leq 11\,040$	пиковое значение -90 с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ -50 дБм

**Рисунок В.2/G.992.3 – Передатчик АТУ-С маски СЧМ
для работы без перекрытия спектра**

Все измерения СЧМ, выполненные в линейном порту разделителя сети ЦСИС, должны измерять спектральную мощность на активной нагрузке, которая имеет такое же значение, как и расчетный импеданс для системы ADSL (т. е. 100 Ом).

Порт ЦСИС разделителя сети ЦСИС нагружают на расчетный импеданс, соответствующий коду 2B1Q или 4B3T для сети ЦСИС на основной скорости (ISDN-BA), как это определено в ETSI TS 102 080 [7].

Подразумевается, что воздействие ухудшения параметров на линейную характеристику сети ЦСИС на основной скорости (ISDN-BA) – не более чем 4,5 дБ и 4 дБ для линейных кодов 2B1Q и 4B3T, соответственно, на частоте вносимого затухания.

В.1.3.1 Полоса пропускания СЧМ и отклик

См. В.1.2.1.

В.1.3.2 Суммарная мощность передачи

См. В.1.2.2. Кроме того, суммарная мощность передачи во всей полосе пропускания для работы без перекрытия спектра не должна превышать 19,8 дБм.

Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СЧМ полосы пропускания шаблона СЧМ составляет 19,3 дБм.

В.2 Функциональные характеристики ATU-R (относящиеся к разделу 8)

В.2.1 Установки параметров управления ATU-R

В таблице В.2 приведены установки параметров управления ATU-C, которые должны использоваться в частях основного текста и/или в этом Приложении, в которых рассматриваются параметры. Параметры управления определены в 8.5.

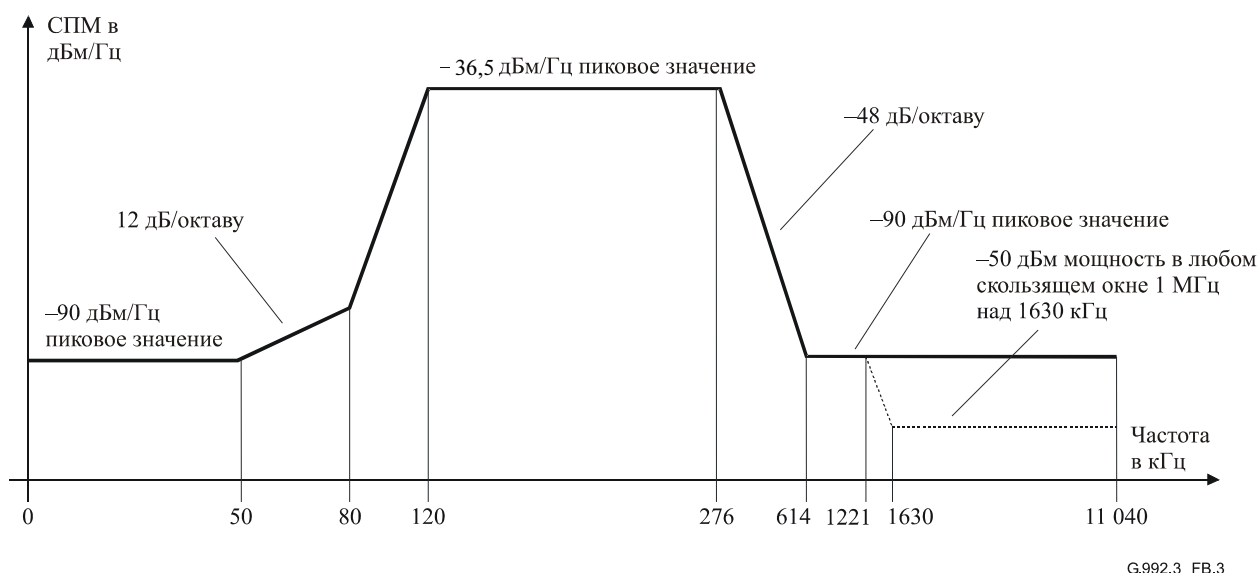
Таблица В.2/G.992.3 – Установки параметров управления ATU-R

Параметр	Значение по умолчанию	Характеристики
<i>NSC_{us}</i>	64	
<i>NOMPSD_{us}</i>	–38 дБм /Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMPSD_{us}</i>	–38 дБм /Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMATP_{us}</i>	13,3 дБм	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
Частоты с 1 по 32	Разрешено/ Запрещено	Показывает, что передача частот восходящего направления в потоке от 1 до 32 (или их набора) разрешена/запрещена. Согласовано в фазе G.994.1 (см. В.3).

В.2.2 Спектральная маска передачи в восходящем направлении ATU-R (дополнения к 8.10)

Полосу пропускания определяют как диапазон от 120 кГц (см. рисунок В.1) до 276 кГц и используют как самый широкий возможный диапазон. Пределы, определенные внутри полосы пропускания, применяют также для любых более узких используемых диапазонов.

На рисунке В.3 определена спектральная маска для сигнала передачи. Полосу задержания низкой частоты определяют как частоты ниже 120 кГц и включают диапазон ЦСИС (см. рисунок В.1), полосу задержания высокой частоты определяют как частоты выше 276 кГц.



Полоса частот f (кГц)	Равенство для линии (дБм /Гц)
$0 < f \leq 50$	-90
$50 < f \leq 80$	$-90 + 12 \times \log_2(f/50)$
$80 < f \leq 120$	$-81,8 + 80,9 \times \log_2(f/80)$
$120 < f \leq 276$	-34,5
$276 < f \leq 614$	$-34,5 - 48 \times \log_2(f/276)$
$614 < f \leq 1221$	-90
$1221 < f \leq 1630$	пиковое значение -90, с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ ($-90 - 48 \times \log_2(f/1221) + 60$) дБм
$1630 < f \leq 11\,040$	пиковое значение -90, с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ -50дБм

ПРИМЕЧАНИЕ. – Маска СПМ восходящего направления предназначена для использования с кодами ЦСИС 2В1Q и ЦСИС 4В3Т. Однако при некоторых реализациях системы в реальных условиях могут возникать проблемы при активации с кодами ЦСИС 4В3Т СО при работе с перекрытием системы ADSL. Поиск компромисса между полосами пропускания сети ЦСИС и системы ADSL и определение характеристик разделителя ЦСИС требуют дальнейшего изучения. Результатом могло бы быть ограничение мощности передачи системы ADSL ниже 138 кГц при работе по сети ЦСИС 4В3Т. Такое ограничение мощности передачи может быть достигнуто с помощью частотной области, маскирующей частоты ниже частоты с индексом 33 (если передатчик ATU-R поддерживает частоты с индексами от 1 до 32), или фильтрацией временной области со спадом характеристики фильтра от частоты 138 кГц (если передатчик ATU-R не поддерживает частоты с 1 по 32).

Рисунок В.3/G.992.3 – Маска СПМ передатчика ATU-R

При измерении СПМ, выполненных на линейном порту разделителя сети ЦСИС, следует измерять спектральную мощность на активной нагрузке, которая имеет то же самое значение, что и расчетный импеданс для системы ADSL (т. е. 100 Ом).

Порт ЦСИС разделителя сети ЦСИС нагружают на соответствующий расчетный импеданс для кодов 2В1Q или 4В3Т для сети ЦСИС на основной скорости (ЦСИС-ВА), как определено в ETSI TS 102 080 [7]. Подразумевается, что ухудшение параметров линейной характеристики сети ЦСИС на основной скорости (ЦСИС-ВА) будет не более чем 4,5 дБ и 4 дБ для линейных кодов 2В1Q и 4В3Т, соответственно, на основной частоте вносимых потерь.

В.2.2.1 Полоса пропускания СПМ и отклик

В зависимости от типа передаваемого сигнала существуют три различные маски СПМ для сигнала передачи ATU-R. Уровень передачи СПМ во всей полосе пропускания не должен превышать максимальный уровень передачи СПМ полосы пропускания, определенный как:

- $NOMPSD_{us} + 1$ дБ, для сигналов инициализации до и включая этап раскрытия канала;

- $REFPSD_{us} + 1$ дБ, в течение остальной части инициализации, начиная с фазы прогона приемопередатчика;
- $MAXNOMPSD_{us} - PC_{Bus} + 3,5$ дБ, во время режима работы.

Отклонение времени групповой задержки в полосе пропускания не должно превышать 50 мкс.

Из-за неидеальности фильтра передачи (например неравномерности полосы пропускания и спада на краях) допуск максимального уровня передачи СПМ полосы пропускания составляет 1 дБ.

Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СПМ полосы пропускания шаблона СПМ составляет 38 дБм/Гц.

В.2.2.2 Суммарная мощность передачи

В зависимости от типа передаваемого сигнала существуют три различные маски СПМ для сигнала передачи ATU-C (см. В.1.2.1). Для всех случаев:

- суммарная мощность передачи во всей полосе пропускания не должна отличаться от $(MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus})$ более чем на 0,5 дБ, для того чтобы реализовать допуски, и не должна превышать 13,8 дБм;
- суммарная мощность передачи в диапазоне от 0 до 11,040 МГц не должна отличаться от $(MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus})$ более чем на 0,8 дБ, чтобы учесть остаточную мощность передачи в полосах задержания и реализуемых допусков.

Мощность, развиваемая устройством ATU-C, ограничена требованиями данного раздела. Несмотря на эти требования, предполагается, что система ADSL удовлетворяет соответствующим национальным требованиям на излучение электромагнитной энергии.

Для целей управления спектром номинальный уровень передачи СПМ полосы пропускания шаблона СПМ составляет 13,3 дБм.

В.2.3 Поднесущие данных (замены 8.8.1.1)

Анализ канала связи (см. 8.13.5) допускает использование максимального количества из 63 несущих сигнала данных (т. е. от $i = 1$ до 63). Однако использование несущих от $i = 1$ до 32 является необязательным, и их использование обсуждается в G.994.1 (см. В.3). Нижний предел i частично определяется разделительными фильтрами ЦСИС/ADSL. В случае если для разделения восходящих и нисходящих сигналов ADSL используют мультиплексирование FDM, верхний предел устанавливают разделительными фильтрами нисходящего и восходящего направлений.

Во всех случаях частоты срезов этих разделительных фильтров полностью оставлены на усмотрение производителя, а диапазон используемых значений i устанавливают во время оценки канала в режиме прогона приемопередатчика (см. 8.13.4). Тем не менее, реализация рассчитана так, что при организации межсетевого взаимодействия с реализациями других производителей, результирующий диапазон используемых значений i делает возможным выполнение требований к этим характеристикам.

В.2.4 Модуляция инверсным дискретным преобразованием Фурье (дополнения к 8.8.2)

Если использование частот с индексами с 1 по 32 разрешено (т. е. кодовый знак MS G.994.1 = 1), то модуляция преобразованием IDFT должна выполняться, как определено в 8.8.2.

Если использование частот с индексами с 1 по 32 запрещено (т. е. кодовый знак MS G.994.1 = 0), то модуляция преобразованием IDFT должна выполняться, как определено в 8.8.2, с дополнительным условием:

$Z_i = 0$, для i от 1 до 32, если устройство ATU-R установило кодовый знак CLR по G.994.1 равным 1;

$Z_i = \text{conj}(Z_{64-i})$, для i от 1 до 32 = 0, если устройство ATU-R установило кодовый знак CLR по G.994.1 равным 0;

ПРИМЕЧАНИЕ. – Модуляция (демодуляция) преобразованием IDFT (DFT) допускает реализацию с зеркальным комплексно-сопряженным передатчиком (приемником). В этом случае не могут быть использованы частоты с индексами с 1 по 32. Это указывается передатчиком (приемником) установкой кодового пункта CLR (CL) по G.994.1 на 0.

В.3 Инициализация

В.3.1 Установление связи – ATU-C (дополнения к 8.13.2.1)

В.3.1.1 Сообщения CL (дополнения к 8.13.2.1.1)

См. таблицу В.3.

Таблица В.3/G.992.3 – Определения бита NPar(2) сообщения CL устройства ATU-C

Бит NPar(2)	Описание
Частоты с индексами с 1 по 32	Установка на единицу означает, что приемопередатчик ATU-C способен к получению частот с индексами с 1 по 32 в восходящем направлении.

В.3.1.2 Сообщения MS (дополнения 8.13.2.1.2)

Таблица В.4/G.992.3 – Определения бита NPar(2) сообщения MS устройства ATU-C

Бит NPar(2)	Описание
Частоты с индексами с 1 по 32	Устанавливается на единицу только в том случае, если этот бит был установлен на единицу в обоих последних сообщениях – CL и CLR. Означает, что передача частот с индексами с 1 по 32 в восходящем направлении (или из их набора) разрешена (установка на 1) или блокирована (установка на 0).

В.3.2 Установление связи – ATU-R (дополнения к 8.13.2.2)

В.3.2.1 Сообщения CLR (дополнения к 8.13.2.2.1)

См. таблицу В.5.

Таблица В.5/G.992.3 – Определения бита NPar(2) сообщения CLR устройства ATU-R для приложения В

Бит NPar(2)	Описание
Частоты с индексами с 1 по 32	Установка на единицу означает, что приемопередатчик ATU-R способен к передаче частот с индексами с 1 по 32 в восходящем направлении.

В.3.2.2 Сообщения MS (дополнения к 8.13.2.2.2)

См. таблицу В.6.

Таблица В.6/G.992.3 – Определения бита NPar(2) сообщения MS устройства ATU-R для приложения В

Бит NPar(2)	Описание
Частоты с индексами с 1 по 32	Устанавливается на единицу только в том случае, если этот бит был установлен на единицу в обоих последних предыдущих сообщениях – CL и CLR. Означает, что передача частот с индексами с 1 по 32 в восходящем направлении (или из их набора) разрешена (установка на 1) или блокирована (установка на 0).

В.3.3 Спектральные ограничения и параметры формирования

Спектральные ограничения и параметры формирования следует использовать для поднесущих в восходящем направлении, как определено в 8.13.2.4 (с $NSC_{us} = 64$, см. таблицу В.2).

Для реализаций с использованием зеркального комплексно-сопряженного передатчика преобразование IDFT с размером 32 должно быть, как это указано в Рекомендации G.994.1 (см. 8.13.2). Минимальные значения tss_i должны быть вычислены в соответствии с равенством 8-1 (см. 8.13.2.4) с набором поднесущих SUPPORTEDset и строго ограничены поднесущими в диапазоне от 33 до 63, $N = 32$, $NSC = 64$ и $f_s = 552$ кГц. В результате получено значение $S(f)$, которое является периодическим от 276 кГц. Из-за периодичности, а также для того, чтобы избежать дублирующей информации tss_i в G.994.1, параметры формирования спектра должны быть определены в сообщении CLR G.994.1 только начиная с 32-ой поднесущей и выше (т.е. первая частота прерывания в сообщении CLR должна находиться на поднесущей с индексом 32 или выше).

В.4 Электрические характеристики

Этот раздел определяет сочетания фильтра устройства ATU-х и фильтра высокой частоты (см. рисунки 5-4 и 5-5); дополнительная информация относительно фильтра низкой частоты специфицирована в Приложении Е.

Все электрические характеристики должны быть выполнены при наличии всех сигналов сети ЦСИС, как определено в Приложениях I и II Рекомендации МСЭ-Т G.961 [1] (в применении к службе сети ЦСИС).

В.4.1 Электрические характеристики для устройств ATU-C и для ATU-R в активном состоянии

В.4.1.1 Характеристики постоянного тока

Входное сопротивление по постоянному току ATU-х на интерфейсе U-х должно быть больше или равно 5 МОм.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Реализация разделительных фильтров с низкой и высокой частотами, соединенных параллельно в порту U-х, является наиболее распространенной. При такой компоновке фильтр высокой частоты обычно отделяет постоянный ток конденсаторами.

В.4.1.2 Характеристики диапазона сети ЦСИС

В.4.1.2.1 Шумовая помеха от ADSL в сети ЦСИС

Это спецификация для нижней полосы задержания СПМ устройств ATU-C и ATU-R (см. соответственно В.2.1 и В.2.2).

В.4.1.3 Характеристики в полосе системы ADSL

В.4.1.3.1 Продольная симметрия

Продольная симметрия на интерфейсе U-R должна быть больше, чем 40 дБ в диапазоне частот от 120 кГц (см. рисунок В.1) до 1104 кГц. Метод измерений должен быть идентичен методу, описанному для системы ADSL над POTS в А.4.1.3.1.

Приложение С

Специальные требования для системы ADSL, работающей в одном кабеле с ЦСИС, как это определено в Приложении III Рекомендации МСЭ-Т G.961

Для дальнейшего изучения.

Приложение D

Диаграмма состояний устройств ATU-C и ATU-R

D.1 Предисловие

Данное Приложение представляет для ATU-C и ATU-R диаграммы состояний, некоторые части которых являются обязательными для гарантии организации межсетевого взаимодействия между устройствами различных производителей, а некоторые части – необязательными.

D.2 Определения

В этом Приложении использованы термины и сокращения, которые приведены ниже. В тех случаях, когда состояния или события определены в другом месте данной Рекомендации, в целях удобства эти определения имеют ссылку на этот раздел.

D.2.1 неисправность LOS: Неисправность LOS происходит через $2,5 \pm 0,5$ с с момента непрерывного дефекта LOS или, если дефект LOS присутствует, когда объявлен критерий неисправности LOS (определение неисправности LOF дано ниже). Неисправность LOS устраняется через $10 \pm 0,5$ с при отсутствии дефекта LOS.

D.2.2 неисправность LOF: Неисправность LOF происходит через $2,5 \pm 0,5$ с с момента непрерывного дефекта SEF, за исключением случая, когда присутствует дефект или неисправность LOS (см. выше определение неисправности LOS). Неисправность LOF устраняется, если признана неисправность LOS или через $10 \pm 0,5$ с при отсутствии дефекта SEF.

D.2.3 устойчивая неисправность LOF: Об устойчивой неисправности LOF объявляют через $2,5 \pm 0,5$ с с момента неисправности LOF на ближнем конце и при сохраняющемся дефекте SEF. Для работы и эксплуатации системы в D.2.1 и 8.12.1 определены неисправность LOF и дефект SEF.

D.2.4 устойчивая неисправность LOS: Устойчивая неисправность LOS происходит через $2,5 \pm 0,5$ с с момента неисправности LOS на ближнем конце и при сохраняющемся дефекте LOS. Для работы и эксплуатации системы в 9.3 определены неисправность и дефект LOS.

D.2.5 высокий коэффициент битовых ошибок – high_BER-ss: Высокий коэффициент битовых ошибок в полученных данных, событие повторной синхронизации режима работы. Это событие происходит, когда некоторые алгоритмы, которые могут определяться фирмой-производителем, устанавливают необходимость попытки повторной синхронизации (по полученному сигналу режима работы). Это событие (если оно происходит) имеет отношение к дефекту SEF (кадр, пораженный ошибками), определенному для работы и эксплуатации системы (см. 8.12.1).

D.2.6 высокий коэффициент битовых ошибок – high_BER-st: Высокий коэффициент битовых ошибок в полученных данных, событие (пере)настройки режима работы. Это событие происходит, когда некоторые алгоритмы, которые могут определяться фирмой-производителем, устанавливают, что необходима попытка перенастройки (по полученному сигналу режима работы). Это событие (если оно происходит) имеет отношение к высокому уровню аномалий LCD, CRC или ПИО на ближнем конце через некоторый промежуток времени или к дефектам SEF (кадр, пораженный ошибками) или LOM (потеря границы) (см. 8.12.1).

D.2.7 высокий коэффициент битовых ошибок – high_BER-hs: Высокий коэффициент битовых ошибок в полученных данных, повторная инициализация с помощью события G.994.1. Это происходит, когда некоторые алгоритмы, которые могут определяться фирмой-производителем, устанавливают необходимость полной повторной инициализации (включая сеанс G.994.1). Это событие (если оно происходит) имеет отношение к высокому уровню аномалий LCD, CRC или ПИО на ближнем конце через некоторый промежуток времени или к дефектам SEF (кадр, пораженный ошибками) или LOM (потеря границы) (см. 8.12.1). Оно также может относиться к примитивам характеристик на дальнем конце.

D.2.8 высокий коэффициент битовых ошибок – high_BER-si: Высокий коэффициент битовых ошибок в полученных данных, повторная инициализация через событие сокращенной инициализации. Это происходит, когда некоторые алгоритмы, которые могут определяться фирмой-производителем, устанавливают необходимость полной повторной инициализации (не включая сеанс G.994.1). Это событие (если оно происходит) имеет отношение к высокому уровню аномалий LCD, CRC или ПИО на ближнем конце через некоторый промежуток времени или к дефектам SEF (кадр, пораженный ошибками) или LOM (потеря границы) (см. 8.12.1). Оно также может относиться к примитивам характеристик на дальнем конце.

D.2.9 канал управления хостом: Для устройства ATU-C – это канал управления конфигурацией для контроллеров некоторых хостов, таких как система управления сетью (NMS) за пределами или на объекте управления узла доступа (AN). Для устройства ATU-R – это персональный компьютер (PC) за пределами или на объекте управления сетевого окончания (NT), который управляет одним или несколькими устройствами ATU-C на линии.

D.3 Диаграммы состояний

На рисунке D.1 представлены диаграммы состояний для устройства ATU-C, а на рисунке D.2 – для устройства ATU-R. Состояния показаны овалом с наименованием состояния внутри овала. Для устройства ATU-C состояния определены в таблице D.1, а для устройства ATU-R – в таблице D.2. Переходы между состояниями показаны стрелками, с событием, объясняющим переход, внесенный в список, около стрелки. Для некоторых событий источник события указан буквой (буквами) и двоеточием, предшествующим названию события; ключ к событиям источника представлен в нижней части каждого рисунка. Все состояния за исключением *Retrain* и *Resync* являются обязательными.

В диаграмме состояний для устройства ATU-C состояние C-IDLE задано, чтобы обеспечить состояние покоя, которое может быть удобным до инициализации (например, MLT), или чтобы прервать работу службы. Функция самотестирования желательна, но она может являться выбором производителя/заказчика, чтобы определять, когда происходит самотестирование (например, всегда при включении питания или только под управлением центральной станции CO), и какой переход выбирается после успешно выполненного самотестирования (например, ввод C-IDLE, или ввод C-SILENT1 (см. Рекомендацию МСЭ-Т G.994.1), или ввод C-INIT/TRAIN).

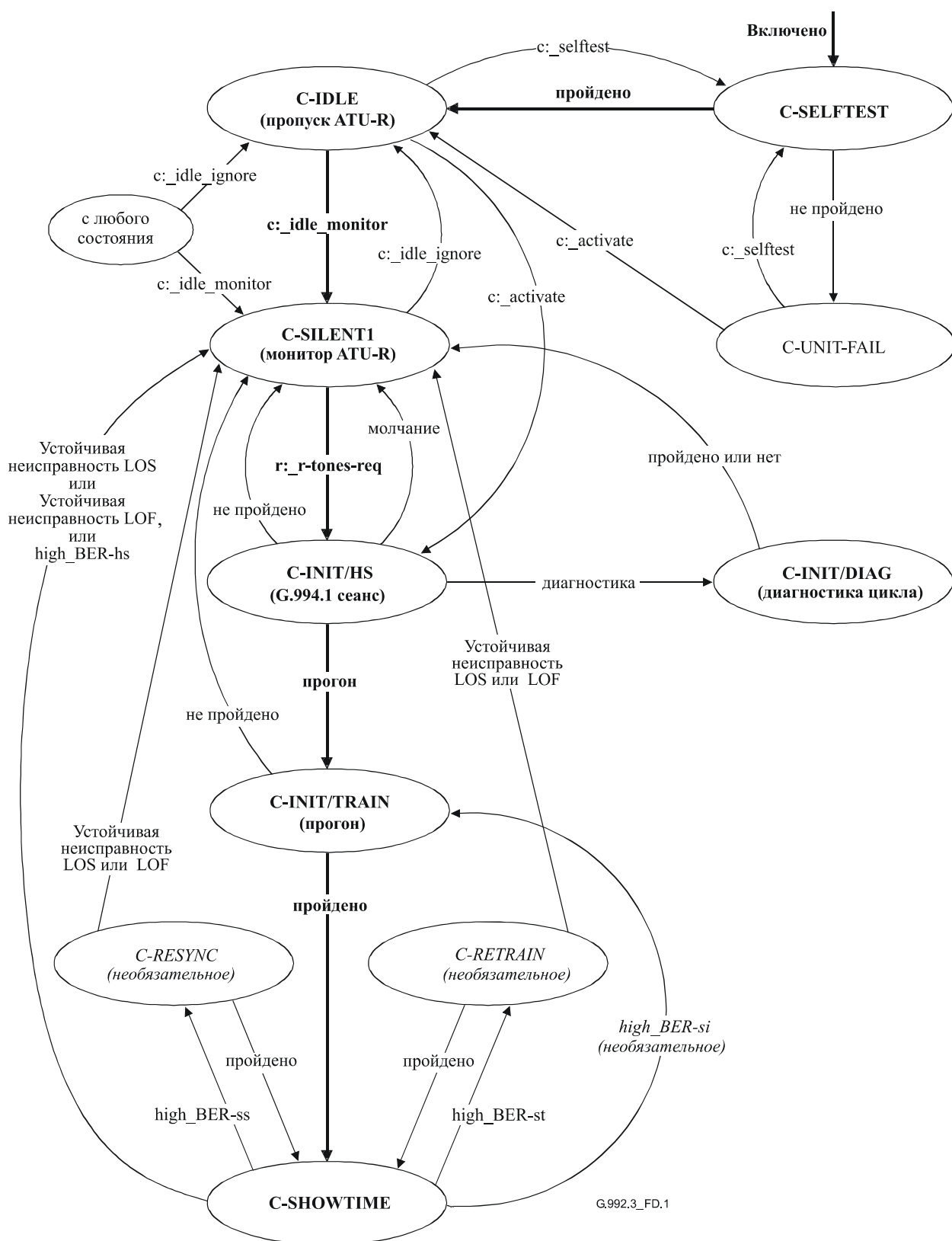
Разнообразие команд "контроллера хоста" (событиям предшествует "с:_") показано как необязательное в диаграмме состояний ATU-C, чтобы дать примеры событий и переходов между состояниями. Способ реализации этих событий предоставлен производителю, поскольку допустимо много вариантов (например, отдельный порт контроллера хоста на ATU-C, переключатели или другие устройства управления на лицевой панели, фиксированные опции).

Принимающее устройство ATU должно сменить состояние на устойчивую неисправность LOS и/или LOF. Это означает, что:

- Если ни одно из событий high_BER-hs или high_BER-is не является основанием для принимающего устройства ATU сменить состояние раньше, то это постоянство позволяет передающему устройству ATU обнаружить состояние неисправности LOS или LOF по индикаторным битам, перед тем как принимающее устройство ATU меняет состояние (т. е. удаляет с линии сигнал режима работы);
- Если устройство ATU-C переходит из состояния C-SHOWTIME в состояние C-SILENT1, то устройство ATU-R должно выявить устойчивую неисправность LOS, должно перейти в состояние R-SILENT0 за которым следует состояние R-INIT/TRAIN и передача R-TONES-REQ в течение максимум 6 с после перехода ATU-C в состояние C-SILENT.

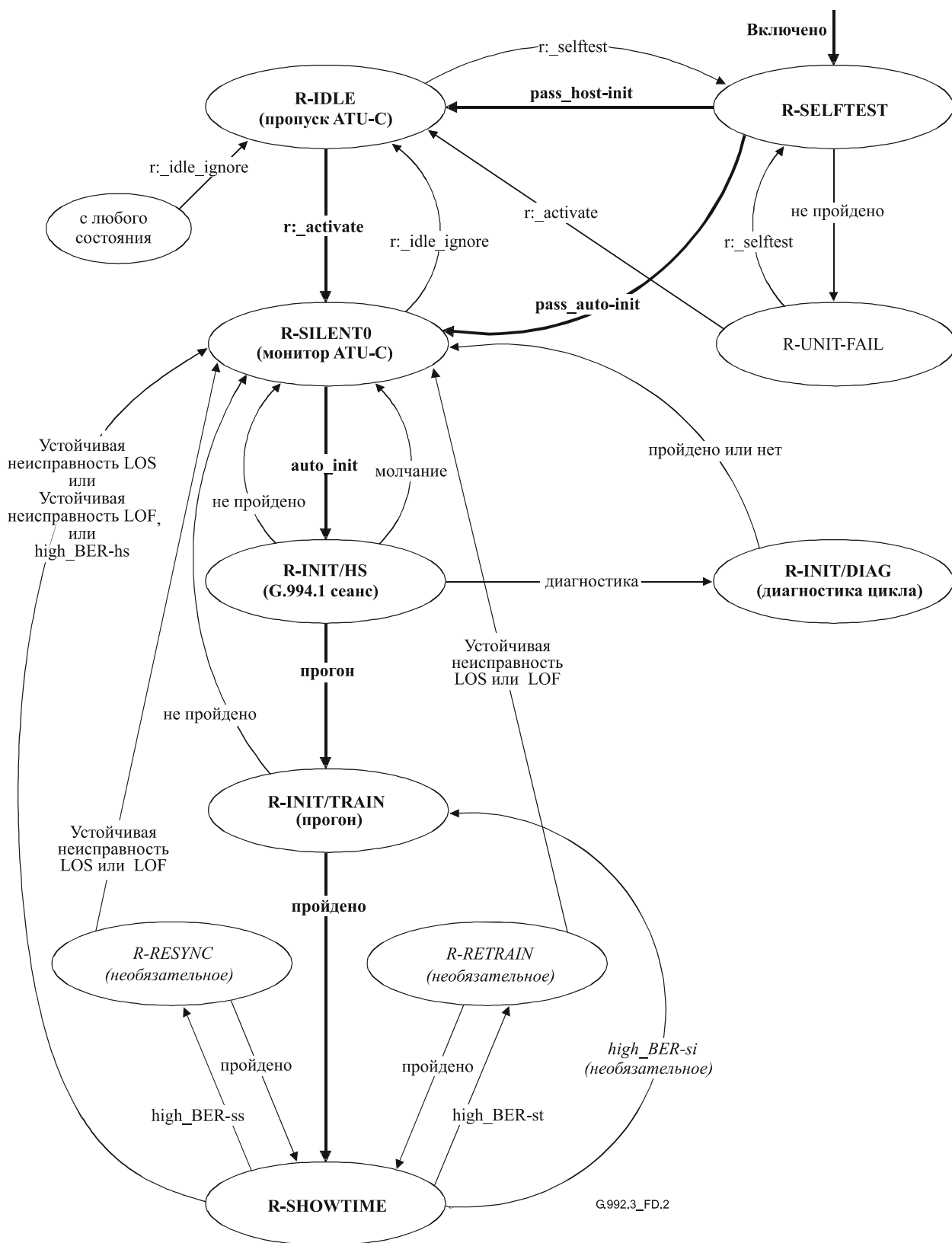
Принимающее устройство ATU также меняет состояние после события high_BER. Эти события зависят от производителя и (если оно происходит) связаны с характеристиками примитивов на ближнем и/или дальнем конце (см. D.2). Как пример устройство ATU может определять событие high_BER за 30 с от дефекта LOM на ближнем или дальнем концах. Устройство ATU должно принять компромиссное решение в отношении постоянства в событиях high_BER: с одной стороны, быстро восстанавливать целостность данных, а с другой стороны, лишней раз не прерывать передачу данных. Этот компромисс может быть расширен, если устройство ATU способно выявить и определить количество мгновенных изменений в состояниях линии (например, возможность обнаружить изменения состояния подключения или влияния этого, см. 8.13.3.1.11 и 8.13.3.2.11).

В обеих диаграммах состояния *Retrain* и *Resync* (оба состояния без прерывания сигнала режима работы) являются необязательными. Для восстановления кадра и целостности данных могут быть использованы оригинальные алгоритмы производителя. Необязательная сокращенная инициализация (с прерыванием сигнала режима работы) определена в 8.14. Такая инициализация пропускает сеанс G.994.1 и стремится сократить длительность состояний переменной длины инициализации, выполняемой в состоянии INIT/TRAIN.



- ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Событие, полученное от контроллера хоста ATU-C (c:_) или от ATU-R (r:_).
- ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Основная последовательность состояний выделена жирным шрифтом.
- ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Необязательные состояния (свойственность производителя) и переходы между состояниями показаны курсивом.
- ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Состояния описаны в таблице D1 и определения в D2.

Рисунок D.1/G.992.3 – Диаграмма состояний для ATU-C



ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Событие, полученное от контроллера хоста ATU-C (с:_) или от ATU-R (r:_).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Основная последовательность состояний выделена жирным шрифтом.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Необязательные состояния (свойственность производителя) и переходы между состояниями показаны курсивом.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Состояния описаны в таблице D1 и определения в D2.

Рисунок D.2/G.992.3 – Диаграмма состояний для ATU-R

Таблица D.1/G.992.3 – Определения состояний ATU-C

Наименование состояния	Описание
C-SELFTEST (обязательное)	- Временное состояние, начинающееся после включения питания, в котором ATU выполняет самотестирование; - Передатчик выключен (QUIET на интерфейсе U-C); - Приемник выключен (нет отклика на R-TONES-REQ); - Нет отклика на канал управления хостом; - Если самотестирование пройдено, то переход к C-IDLE; - Если самотестирование не выполнено, то переход к C-UNIT-FAIL.
C-UNIT-FAIL (обязательное)	- Устойчивое состояние, начинающееся после неудачного самотестирования ATU; - Передатчик выключен (QUIET на интерфейсе U-C); - Приемник выключен (нет отклика на R-TONES-REQ); - Монитор канала управления хостом – если это возможно (дает возможность контроллеру хоста восстанавливать результаты самотестирования).
C-IDLE (обязательное)	- Устойчивое состояние, начинающееся после успешного самотестирования; - Передатчик выключен (QUIET на интерфейсе U-C); - Приемник выключен (нет отклика на R-TONES-REQ); - Монитор канала управления хостом.
C-SILENT1 (обязательное)	- Устойчивое состояние, определенное в G.994.1, начинающееся по команде контроллера хоста; - Передатчик выключен (QUIET на интерфейсе U-C); - Приемник включен (монитор для R-TONES-REQ, если обнаружен, переход к состоянию C-INIT/HS); - Монитор канала управления хостом.
C-INIT/HS (обязательное)	- Временное состояние, начинающее выполнение фазы инициализации G.994.1; - Передатчик включен (начинается с передачи C-TONES); - Приемник включен (начинается с мониторинга для R-SILENT0); - Монитор канала управления хостом; - Если период молчания, то переход к C-SILENT1; - В режиме диагностики цикла переход к C-DIAGNOSTICS; - Иначе переход к C-INIT/TRAIN.
C-INIT/TRAIN (обязательное)	- Временное состояние, начинающее выполнение остальных фаз инициализации; - Передатчик включен (начинается с C-QUIET/C-COMB); - Приемник включен (начинается с мониторинга для R-QUIET/R-COMB); - Если инициализация пройдена, то переход к C-SHOWTIME; - Если инициализация не пройдена, то переход к C-SILENT1; - Монитор канала управления хостом.
C-INIT/DIAG (обязательное)	- Временное состояние, начинающее выполнение остальных фаз инициализации в режиме диагностики цикла; - Передатчик включен (начинается с C-QUIET/C-COMB); - Приемник включен (начинается с мониторинга для R-QUIET/R-COMB); - Переход к C-SILENT1; - Монитор канала управления хостом.
C-SHOWTIME (обязательное)	- Устойчивое состояние, начинающее выполнение функций накачки бита (активизируемые несущие кадра); - Во время этого состояния в реальном времени происходят реконфигурации и переходы в (и из) состояние с низким потреблением мощности; - При устойчивой неисправности LOS или LOF переход к C-SILENT1; - Если (по усмотрению производителя) high_BER-ss, high_BER-st, high_BER-hs или high_BER-si событие, тогда переход соответственно к C-RESYNC, C-RETRAIN, C-SILENT1 или C-INIT/TRAIN; - Монитор канала управления хостом.

Таблица D.1/G.992.3 – Определения состояний ATU-C

Наименование состояния	Описание
C-RESYNC (необязательное состояние и процедура повторной синхронизации, являющаяся собственностью производителя)	- Временное состояние, начинающееся с события high_BER-ss (см. D.2), в котором ATU пытается восстановить целостность кадра из полученного сигнала режима работы (например, из символов синхронизации); - Передатчик и приемник включены с сигналами режима работы; - Объявление дефекта кадра SEF; - Если повторная синхронизация пройдена, то устранение дефекта SEF и переход к C-SHOWTIME; - Если повторная синхронизация не пройдена, то перерыв на устойчивую неисправность LOF (или LOS) и переход к C-SILENT; - Монитор канала управления хостом.
C-RETRAIN (необязательное состояние и процедура перенастройки, являющаяся собственностью производителя)	- Временное состояние, начинающееся с события high_BER-st (см. D.2), в котором ATU пытается восстановить целостность кадра из полученного сигнала режима работы; - Передатчик и приемник включены с сигналами режима работы; - Объявление дефекта кадра SEF; - Если перенастройка пройдена, то устранение дефекта SEF и переход к C-SHOWTIME; - Если перенастройка не пройдена, то перерыв на устойчивую неисправность LOF (или LOS) и переход к C-SILENT1; - Монитор канала управления хостом.

Таблица D.2/G.992.3 – Определения состояний ATU-R

Наименование состояния	Описание
R-SELFTEST (обязательное)	- Временное состояние, начинающееся после включения питания, в котором ATU выполняет самотестирование; - Передатчик выключен (QUIET на интерфейсе U-R); - Приемник выключен (нет отклика на C-TONES); - Нет отклика на канал управления хостом; - Если самотестирование пройдено, то переход к R-IDLE, если ATU находится под контролем хоста или переход к R-SILENT0, если ATU находится в автоматическом режиме обучения; - Если самотестирование не пройдено, то переход к R-UNIT-FAIL.
R-UNIT-FAIL (обязательное)	- Устойчивое состояние, начинающееся после неудачного самотестирования ATU; - Передатчик выключен (QUIET на интерфейсе U-R); - Приемник выключен (нет отклика на C-TONES); - Монитор канала управления хостом – если это возможно (дает возможность контроллеру хоста восстанавливать результаты самотестирования).
R-IDLE (обязательное)	- Устойчивое состояние, начинающееся после успешного самотестирования, если ATU находится под контролем хоста; - Передатчик выключен (QUIET на интерфейсе U-R); - Приемник выключен (нет отклика на C-TONES); - Монитор канала управления хостом.
R-SILENT0 (обязательное)	- Устойчивое состояние, определенное в G.994.1, начинающееся после прохождения самотестирования, если ATU находится в автоматическом режиме обучения или с командой контроллера хоста; - Передатчик выключен (передача R-SILENT0); - Приемник включен (монитор для C-TONES, если обнаружен, переход к состоянию R-INIT/HS); - Автоматическое обучение: непосредственный переход к R-INIT/HS (если не отложен для периода молчания); - Монитор канала управления хостом.

Таблица D.1/G.992.3 – Определения состояний ATU-C

Наименование состояния	Описание
R-INIT/HS (обязательное)	• Временное состояние, начинающее выполнение фазы инициализации G.994.1; • Передатчик включен (начинается с передачи R-TONES-REQ); • Приемник включен (начинается с мониторинга для C-TONES); • Монитор канала управления хостом; • Если период молчания, то переход к R-SILENT0; • В режиме диагностики цикла переход к R-DIAGNOSTICS; • Иначе переход к R-INIT/TRAIN.
R-INIT/TRAIN (обязательное)	• Временное состояние, начинающее выполнение остальных фаз инициализации; • Передатчик включен (начинается с R-QUIET/R-COMB); • Приемник включен (начинается с мониторинга для C-QUIET/C-COMB); • Если инициализация пройдена, то переход к R-SHOWTIME; • Если инициализация не пройдена, то переход к R-SILENT0; • Монитор канала управления хостом.
R-INIT/DIAG (обязательное)	• Временное состояние, начинающее выполнение остальных фаз инициализации в режиме диагностики цикла; • Передатчик включен (начинается с R-QUIET/R-COMB); • Приемник включен (начинается с мониторинга для C-QUIET/C-COMB); • Переход к R-SILENT0; • Монитор канала управления хостом.
R-SHOWTIME (обязательное)	• Устойчивое состояние, начинающее выполнение функций накачки бита (активизируемые несущие кадра); • Во время этого состояния в реальном времени происходят реконфигурации и переходы в (и из) состояние с низким потреблением мощности; • При устойчивой неисправности LOS или LOF переход к R-SILENT0; • Если (по усмотрению производителя) LOF-ss, high_BER-st, high_BER-hs или high_BER-si событие, то переход соответственно к состояниям R-RESYNC, R-RETRAIN, R-SILENT0 или R-INIT/TRAIN. • Монитор канала управления хостом.
R-RESYNC (необязательное состояние и процедура повторной синхронизации, являющаяся собственностью производителя)	• Временное состояние, начинающееся с события high_BER-ss (см. D.2), в котором ATU пытается восстановить целостность кадра из полученного сигнала режима работы (например, из символов синхронизации); • Передатчик и приемник включены с сигналами режима работы; • Объявление дефекта кадра SEF; • Если повторная синхронизация пройдена, то устранение дефекта SEF и переход к R-SHOWTIME; • Если перенастройка не пройдена, то перерыв на устойчивую неисправность LOF (или LOS) и переход к R-SILENT0; • Монитор канала управления хостом.
R-RETRAIN (необязательное состояние и процедура перенастройки, являющаяся собственностью производителя)	• Временное состояние, начинающееся с события high_BER-st event (см. D.2), пытается восстановить целостность кадра из полученного сигнала режима работы; • Передатчик и приемник включены с сигналами режима работы; • Объявление дефекта кадра SEF; • Если перенастройка пройдена, то устранение дефекта SEF и переход к R-SHOWTIME; • Если перенастройка не пройдена, то перерыв на устойчивую неисправность LOF (или LOS) и переход к R-SILENT0; • Монитор канала управления хостом.

Приложение Е

Основные разделители доступа к сетям POTS и ЦСИС

Разделители POTS выполняют двойную задачу. Для сигналов ADSL – это защита от высокочастотных переходных влияний и влияний импеданса, которые имеют место при работе сети POTS, переходных влияний вызовов, звонков, сигналов отбоя и изменений импеданса. Для служб в голосовой (речевой) полосе частот – это защита с помощью низкочастотных фильтров от сигналов ADSL, которые могут влиять из-за нелинейных и других эффектов, от сигналов удаленных устройств (телефонных трубок, факсимильных аппаратов, сигналов в голосовой полосе частот, модемов и т. д.), а также от сигналов центральной станции (СО). Операции фильтрации желательно выполнять при сохранении качества соединения в низкочастотной полосе из конца в конец (т. е. между интерфейсами POTS и КТСОП).

Аналогичную двойную задачу выполняют основные разделители доступа к сети ЦСИС.

Е.1 Тип 1 – разделитель POTS – Европа

Разделители ADSL/POTS должны удовлетворять технической спецификации ETSI TS 101 952-1 [8]. Важны следующие подразделы:

- Подраздел 1-1: техническая спецификация разделителей ADSL/POTS низкочастотной части полосы пропускания;
- Подраздел 1-2: техническая спецификация разделителей ADSL/POTS высокочастотной части полосы пропускания.

Е.1.1 Изоляция телефонного оборудования сети

Для работы в сети телефонных терминалов (т. е. по Рекомендациям МСЭ-Т G.989.1 и G.989.2) независимо от потерь, вызванных параллельным подключением разделителя POTS к удаленному порту с низким импедансом, диапазон импеданса разделителя POTS в удаленном порту определен для частот в полосе от 2 до 10 МГц.

Е.1.1.1 Шунтирующий импеданс разделителя в удаленном порту POTS

Общий (по двум проводам порта POTS) импеданс в полосе частот от 2 до 10 МГц должен быть по крайней мере 160 Ом.

Включение последовательных компонентов для выполнения этих требований не должно влиять на другие параметры, такие как сопротивление постоянному току, продольная симметрия, измерение емкости между проводами на частоте 200 Гц и требования к коэффициенту отражения.

Е.2 Тип 2 – разделитель POTS – Северная Америка

Е.2.1 Введение

В этом разделе содержатся спецификации разделителей для POTS, соответствующие Северной Америке. Требованиям раздела Е.2 должны удовлетворять разделители для сетей POTS, рассчитанных на применение в Северной Америке. Разделители POTS выполняют двойную задачу. Для сигналов ADSL – это защита от высокочастотных переходных влияний и влияний импеданса, которые имеют место при работе сети POTS, переходных влияний вызовов, звонков, сигналов отбоя и изменений импеданса. Для служб в голосовой (речевой) полосе частот – это защита с помощью низкочастотных фильтров от сигналов ADSL, которые могут влиять из-за нелинейных и других эффектов, от сигналов удаленных устройств (телефонных трубок, факсимильных аппаратов, сигналов в голосовой полосе частот, модемов и т. д.), а также от сигналов центральной станции. Операции фильтрации желательно выполнять при сохранении качества соединения в низкочастотной полосе из конца в конец, а именно между интерфейсами POTS и POTS на рисунке 5-4.

Е.2.1.1 Функции разделителя POTS

Определены две функции разделителя POTS: одна – для удаленного конца (R), другая – для конца с центральной станцией (CO). Функция может быть реализована либо внутренне – в модеме ATU-х, либо внешне. В любом случае, должны выполняться все оговоренные требования (за исключением надписей для эксплуатационных измерений, см. Е.2.1.7).

На рисунке Е.2 изображены конденсаторы по 0,12 мкФ. Эти конденсаторы используют для блокирования постоянного тока (DC). Они действуют вместе со входом функции модема HPF и включаются в расчет входного импеданса модема. При внутреннем использовании разделителя с модемом CO эта точка недоступна, и поэтому конденсаторы явно не видны. Однако функция блокировки DC обеспечивается нормальной функцией HPF. Это различие следует учитывать в измерительных установках данного Приложения.

В случае если некоторые или все функции HPF встроены во внешний разделитель POTS в CO, конденсаторы 0,12 мкФ не видны, поскольку блокировка постоянного тока должна быть включена в функцию HPF. Встраивание некоторых или всех функций HPF во внешний разделитель POTS в CO подлежит дальнейшему изучению.

Е.2.1.2 Частоты, используемые для измерений

Для измерений используют две полосы частот:

- Голосовую полосу частот (VB) 0-4 кГц.
- Полосу частот ADSL 30-1104 кГц.

В полосе частот 4-30 кГц измерения не делают, но считают, что в этой полосе фильтр LPF имеет хорошие характеристики.

Все внешние разделители POTS с включенными фильтрами LPF или LPF/HPF должны удовлетворять требованиям на частотах от 30 до 1104 кГц.

Не все конструкции интегральных модемов занимают весь спектр от 30 до 1104 кГц. В каждом применении измерения можно выполнять только в используемой полосе частот. В описании производителя и в каждом отчете по измерениям для каждого модема должна быть точно обозначена полоса частот.

Е.2.1.3 Сбалансированные (симметричные) окончания

Все измерения выполняют методом BALANCED (т. е. для металлических пар). Если результирующее измерение выдерживает симметрию, то для упрощения методологии измерений один конец какой-нибудь установки может содержать асимметричное соединение.

Е.2.1.4 Измерение с одним окончанием

Измерение с одним окончанием выполняют для каждой разделительной функции POTS. В спецификациях этого Приложения описаны функции с одним разделителем, а не из конца в конец. Согласованность с этим Приложением НЕ гарантирует характеристик из конца в конец, поскольку в процесс измерений по данному Приложению не включены модемы.

Е.2.1.5 Функции разделителя POTS

Внешний разделитель POTS центральной станции может быть смонтирован на некотором расстоянии от модема ATU-C. Для защиты от повреждений DC в разделитель POTS порта xDSL должны быть включены блокирующие конденсаторы. Эти конденсаторы формируют часть входной функции HPF системы xDSL и должны быть учтены при вычислении входного импеданса (приблизительно 20-34 нФ). Если функция разделителя POTS включена в модем, конденсаторы должны быть учтены как часть функции HPF. См. рисунок Е.1.

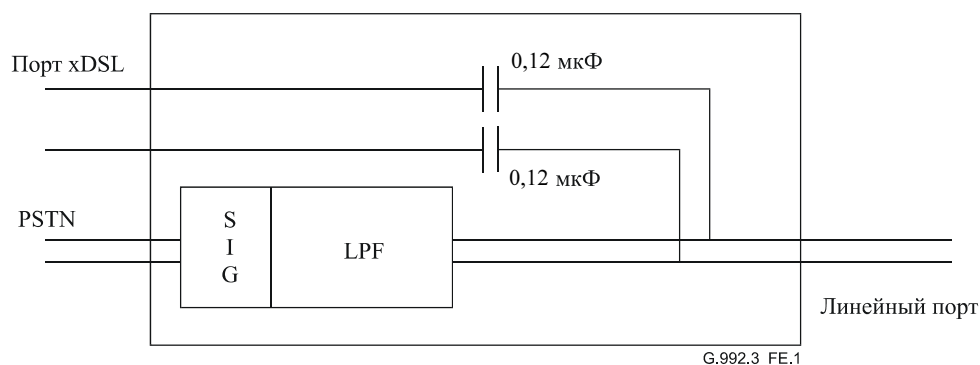


**Рисунок Е.1/G.992.3 – Внешний разделитель POTS
центральной станции без функции HPF**

Блокирующие конденсаторы без функции HPF используют только для внешнего разделителя POTS. Внутренние функции разделителей или внешние разделители с полной функцией HPF могут включать эту емкость во входную функцию HPF. Блокирующие конденсаторы DC являются дополнительными в разделителях, объединенных с оборудованием, которое тесно связано с устройством ATU-C. См. рисунок Е.2.

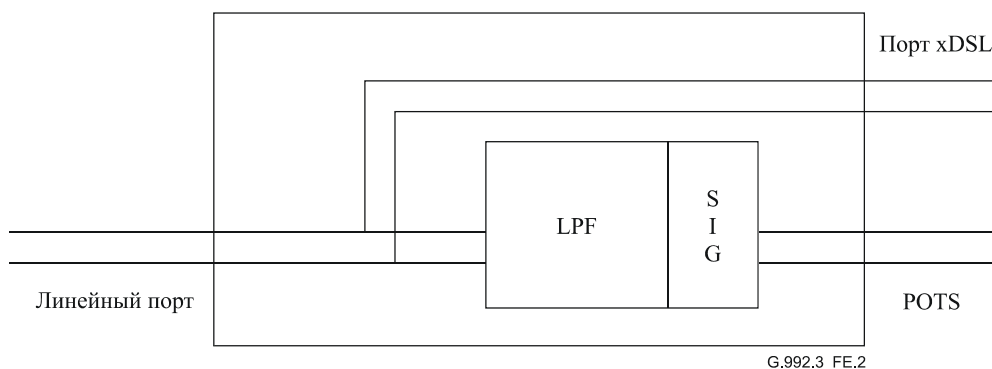
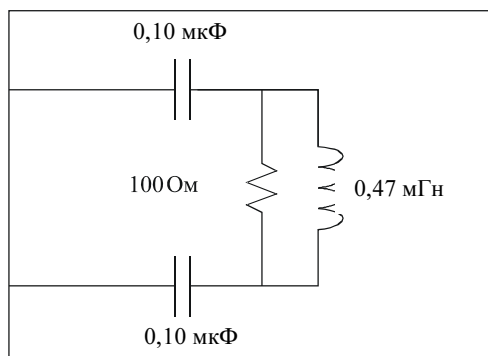


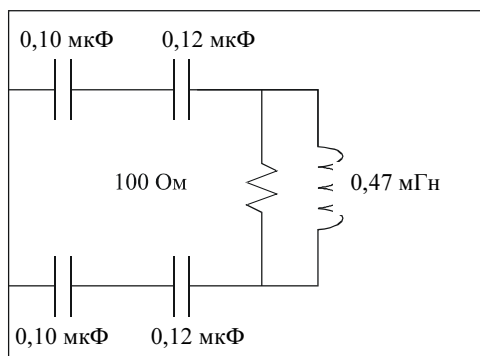
**Рисунок Е.2/G.992.3 – Внешний разделитель POTS
удаленного пункта**

Е.2.1.6 Определение искусственной нагрузки (ZHP)

Для облегчения измерений разделителя POTS независимо от реального модема определены два типа ZHP, изображенные на рисунках Е.3 и Е.4, которые воспроизводят соответствующее окончание порта xDSL во время измерений в голосовой полосе частот. Нагрузка ZHP справедлива только на голосовых частотах. Комбинация конденсаторов в ZHP-г представлена только как образец. Однако вход должен представлять производную от 27 нФ.



G.992.3_FE.3



G.992.3_FE.4

ПРИМЕЧАНИЕ. – Точность компонентов: конденсаторы: 2,5%, резисторы: 1%, индуктивности: 5%.

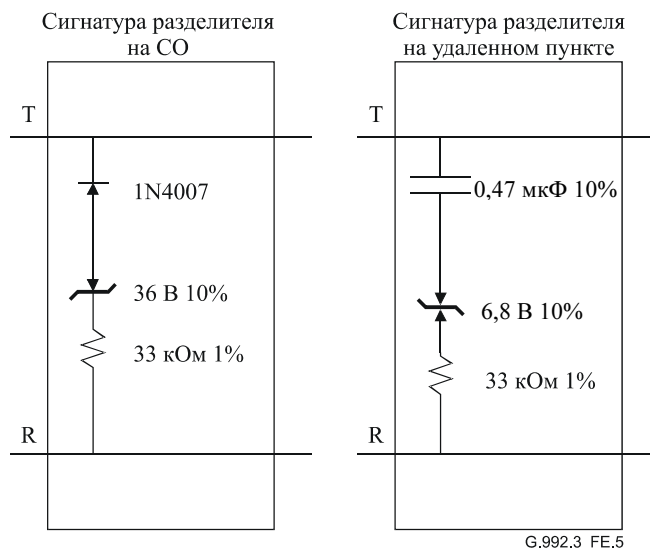
Рисунок Е.3/G.992.3 – Определение цепи ZHP для внешнего разделителя на центральной станции

Рисунок Е.4/G.992.3 – Определение цепи ZHP на удаленном пункте

Е.2.1.7 Сигнатуры эксплуатационных измерений

Если представлены сигнатуры для эксплуатационных измерений, они должны выглядеть, как показано на рисунке Е.5.

Чтобы разделитель POTS мог управляться от системы операционной поддержки сети и идентифицироваться системой измерений металлических пар, функция разделителя POTS может содержать сигнатуры, которые активирует только система измерений металлических пар. Эти сигнатуры единственны для системы ADSL, но различны для каждого конца цепи. Все разделители POTS центральной станции должны иметь одинаковые сигнатуры, а все разделители POTS удаленных пунктов должны иметь такие же сигнатуры. Эти сигнатуры спроектированы таким образом, что они действуют только в период эксплуатационных измерений и не мешают нормальной работе цепи. Сигнатуры расположены со стороны POTS/POTS функции LPF, защищающей полосу частот ADSL от нелинейных эффектов диодов. Сигнатуры показаны на рисунке Е.5.



G.992.3_FE.5

Рисунок Е.5/G.992.3 – Сигнатуры для эксплуатационных измерений

Е.2.2 Характеристики по постоянному току (DC)

Все требования должны удовлетворяться в присутствии всех цепей POTS с постоянным током от 0 мА до 100 мА. Низкочастотный фильтр должен пропускать в пару проводов POTS напряжение от 0 В до – 60 В и сигналы вызова не более 103 В_{эфф.} переменного тока, наложенные на напряжение DC в частотном диапазоне от 20 до 30 Гц.

Сопротивление пары проводов на интерфейсе POTS при закороченном интерфейсе U-C или на интерфейсе POTS при закороченном интерфейсе U-R должно быть меньше или равно 25 Ом. Сопротивление провода POTS по постоянному току по отношению к земле при разомкнутом

интерфейсе U-C или на интерфейсе POTS при разомкнутом интерфейсе U-R должно быть выше или равно 5 МОм.

Е.2.3 Характеристики в голосовой полосе частот

Е.2.3.1 Симметрия металлической пары (дифференциальный режим)

Е.2.3.1.1 Измерительные шлейфы

Предназначенные для измерения шлейфы разделяют на две группы. Это сделано для предъявления более специальных требований при широком диапазоне условий на коротких и длинных шлейфах, а также для того, чтобы учесть эффект влияния импеданса разделителей на характеристики шлейфа.

- Короткие шлейфы: 0, 152 м, 619 м, 1520 м пар кабелей с диаметром жил 26 AWG.
- Длинные шлейфы: проектное сопротивление шлейфов Т №7, Т №9, и Т №13, а также шлейфов С №4, С №6, С №7 и С №8.

Измерительные шлейфы определены в Рекомендации МСЭ-Т. G.996.1 [3].

Е.2.3.1.2 Вносимое затухание на частоте 1004 Гц

Для каждого измерительного шлейфа, описанного в Е.2.3.1.1 и использующего устройство измерения, показанное на рисунках Е.6 и Е.7, вносимое затухание от источника сигнала до окончания следует измерять при включении комбинации разделитель/ZHP.

Возрастание затухания на частоте 1004 Гц на любой ступени измерения шлейфов из-за дополнительного затухания разделителя/ZHP не должно превышать указанного в таблице Е.1.

Таблица Е.1/G.992.3 – Добавочное затухание из-за разделителя/ZHP

Описание	Затухание
Короткий шлейф, $ZTc = 900$, $ZTr = 600$	< 1,0 дБ окончание СО
Длинный шлейф, $ZTc = 900$, $ZTr = 600$	< 0,75 дБ окончание СО
Короткий шлейф, $ZTc = 900$, $ZTr = 600$	< 1,0 дБ окончание R
Длинный шлейф, $ZTc = 900$, $ZTr = 600$	< 0,75 дБ окончание R

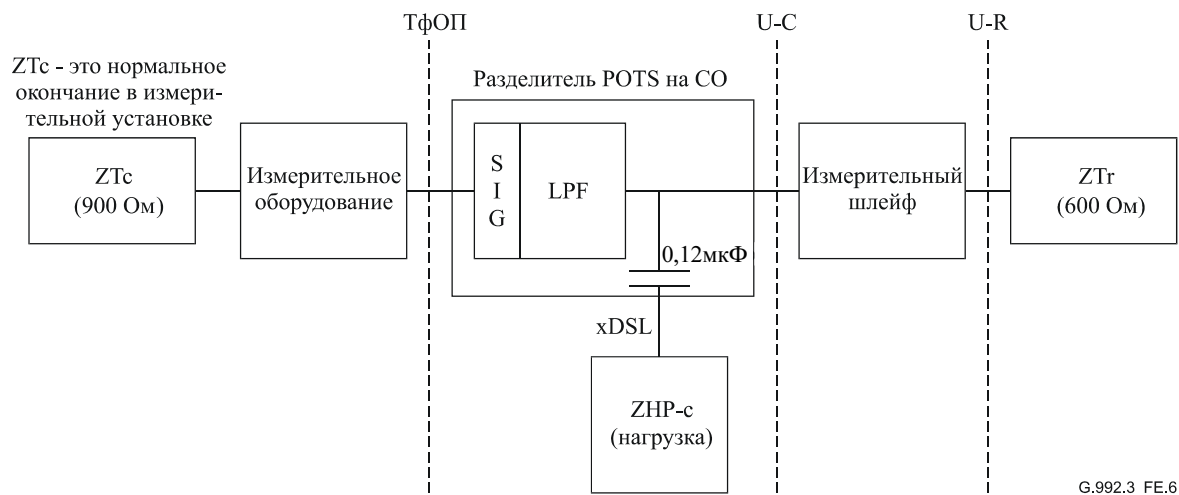
Е.2.3.1.3 Искажение затухания в голосовой полосе частот

Изменение вносимого затухания с частотой должно быть измерено измерительной установкой по рисункам Е.6 и Е.7. Определенное устройство ZHP должно присоединяться к порту xDSL разделителя. Если разделитель является внутренней частью АТУ, то модем остается присоединенным к xDSL в качестве нагрузки. Изменение затухания по отношению к вносимому затуханию на частоте 1004 Гц, вызванное нагрузкой в виде разделителя POTS вместе с ZHP (или модемом), присоединенным к каждому идентифицированному выше шлейфу, не должно превышать указанных в таблице Е.2 значений.

Таблица Е.2/G.992.3 – Изменение затухания, вызванного разделителем POTS

Описание	Затухание (примечание)	
	0,2-3,4 кГц	3,4-4,0 кГц
Короткий шлейф, разделитель СО, $ZTc = 900$, $ZTr = 600$	от +1,5 до -1,5	от +2,0 до -2,0
Длинный шлейф, разделитель СО, $ZTc = 900$, $ZTr = 600$	от +0,5 до -1,5	от +1,0 до -1,5
Короткий шлейф, разделитель R, $ZTc = 900$, $ZTr = 600$	от +1,5 до -1,5	от +2,0 до -2,0
Длинный шлейф, разделитель R, $ZTc = 900$, $ZTr = 600$	от +0,5 до -1,5	от +1,0 до -1,5
ПРИМЕЧАНИЕ. – затухание – это положительная величина, а коэффициент передачи – отрицательная величина.		

На рисунке Е.6 показана конфигурация измерения и значения компонентов измерения, которые должны быть использованы при измерениях передачи в голосовой полосе для разделителя POTS центральной станции.



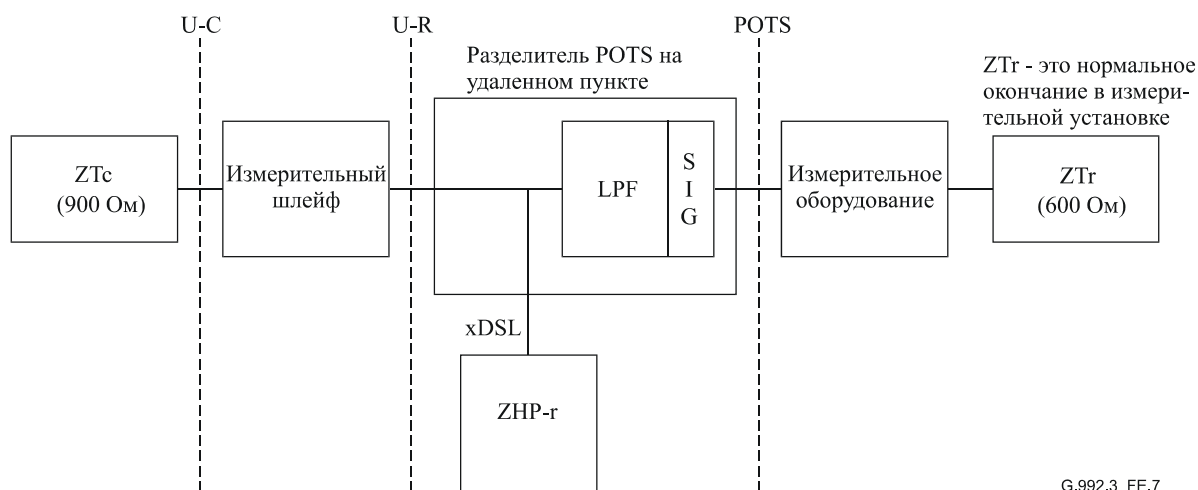
G.992.3_FE.6

ZHP-с – это импеданс, представляющий присоединение сети POTS к устройству ATU-C через емкость блокирующих конденсаторов разделителя POTS

ПРИМЕЧАНИЕ. – Блокирующие постоянный ток (DC) конденсаторы используют только во внешних разделителях POTS без функций HPF. Функция внутреннего разделителя или внешний разделитель с полной функцией HPF могут включать эту емкость во вход HPF.

Рисунок Е.6/G.992.3 – Измерения передачи в голосовой полосе частот для разделителя на центральной станции

На рисунке Е.7 показана конфигурация измерения и значения компонентов измерения, которые должны быть использованы при измерениях передачи в голосовой полосе для разделителя на удаленном конце POTS.



G.992.3_FE.7

ZTc = 900 Ом

ZTr = 600 Ом

ZHP-r – это импеданс, представляющий присоединение к сети POTS устройства ATU-R

Рисунок Е.7/G.992.3 – Измерения передачи в голосовой полосе частот для разделителя POTS на удаленном пункте

Е.2.3.1.4 Искажения задержки

Искажения задержки разделителя POTS должны быть измерены согласно рисункам Е.6 и Е.7. Возрастание искажений из-за задержки, вызванной разделителем POTS в каждом измерительном шлейфе, не должно превышать значений, указанных в таблице Е.3.

Таблица Е.3/G.992.3 – Возрастание задержки, вызванное разделителем POTS

Описание	Задержка	
	0,6-3,2 кГц	0,2-4,0 кГц
Короткий шлейф, разделитель CO, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	200 мкс	250 мкс
Длинный шлейф, разделитель CO, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	200 мкс	250 мкс
Короткий шлейф, разделитель R, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	200 мкс	250 мкс
Длинный шлейф, разделитель R, $Z_{Tc} = 900$, $Z_{Tr} = 600$	200 мкс	250 мкс

Е.2.3.1.5 Затухание отражения

На рисунках Е.8 и Е.9 показаны конфигурации измерений и значения компонентов измерений, которые должны быть использованы для измерений импеданса в голосовой полосе для разделительных устройств POTS центральной станции и удаленного пункта.

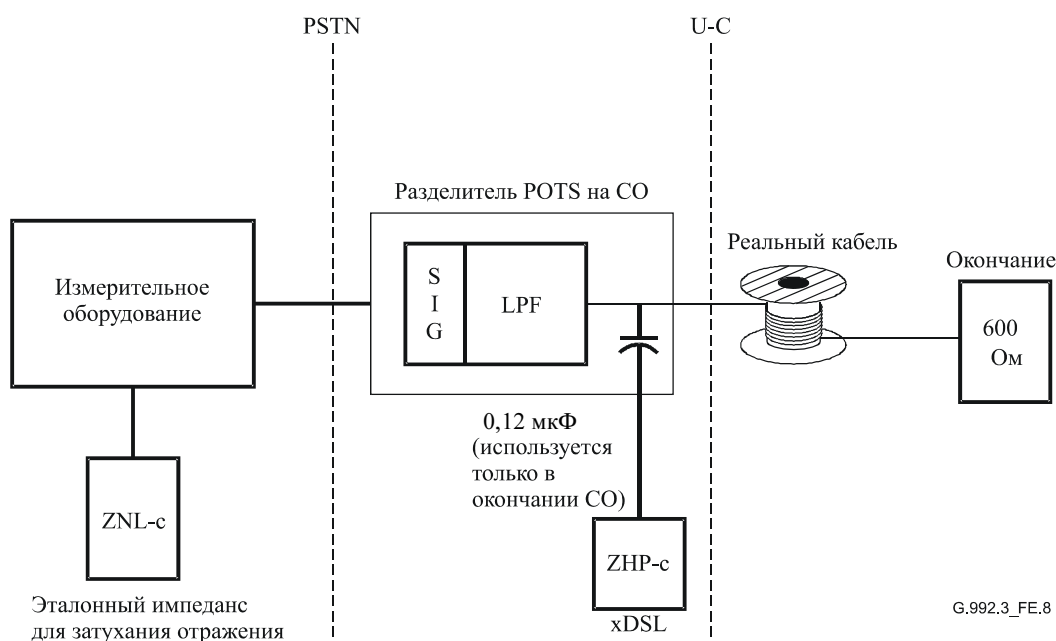
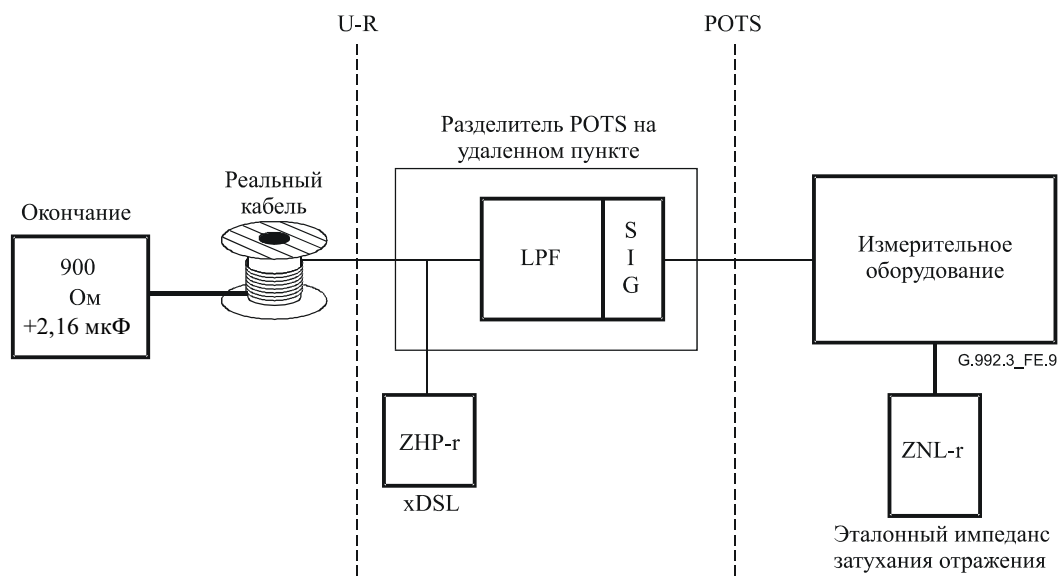


Рисунок Е.8/G.992.3 – Установка для измерения затухания отражения разделителя POTS на центральной станции



ZNL-с (см. примечание 2) = 800 Ом параллельно с последовательно соединенным резистором 100 Ом и конденсатором 50 нФ (модель данного шлейфа, как она видна со стороны СО)

ZNL-г (см. примечание 2) = 1300 Ом параллельно с последовательно соединенным резистором 348 Ом и конденсатором 100 нФ (модель данного шлейфа, как она видна со стороны RT)

ZHP-с = импеданс, представляющий присоединение POTS к ATU-C через емкость блокирующих конденсаторов разделителя POTS.

ZHP-г = импеданс, представляющий присоединение POTS к ATU-R через емкость блокирующих конденсаторов разделителя POTS.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Блокирующие постоянный ток (DC) конденсаторы предназначены только для внешнего разделителя POTS без функции HPF. Функция внутреннего разделителя или внешних разделителей с полной функцией HPF могут включать эту емкость во вход функции HPF.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Это значение поступило от Bellcore LSSGR как компромиссный эталонный импеданс для неупунизированного кабеля.

Рисунок Е.9/G.992.3 – Установка для измерения затухания отражения разделителя POTS на удаленном пункте

Затухание отражения каждого разделителя при определенных условиях с присоединенным устройством ZHP или без него не должно превышать величин, приведенных в таблице Е.4.

Таблица Е.4/G.992.3 – Затухание отражения разделителя

Описание	Zref	Zterm (Ом)	ERL (дБ)	SRL-L (дБ)	SRL-H (дБ)	Комментарий
Разделитель СО	ZNL-с	600	8	5	5	
Разделитель СО	ZNL-с	600	N/A	N/A	2	На одной частоте
Разделитель RT	ZNL-г	900	6	5	3	
Разделитель RT	ZNL-г	900	N/A	N/A	2	На одной частоте
ПРИМЕЧАНИЕ. – Индивидуальные частоты начинают с 2200 Гц и раскачивают до 3400 Гц.						

Е.2.3.1.6 Искажения

Вносимые низкочастотным фильтром искажения должны измеряться согласно конфигурации рисунков Е.6 и Е.7 и с нулевым шлейфом.

При использовании 4-х частотного устройства с уровнем -9 дБм, как указано в Рекомендации МСЭ-Т. О.42 [6], измеренные продукты нелинейных искажений второго и третьего порядков должны быть ниже принимаемого уровня сигнала по крайней мере на 57 дБ и 60 дБ соответственно.

Е.2.3.2 Продольная симметрия разделителя POTS

Продольную симметрию разделителя POTS можно измерить, используя два разных метода. Один метод – считать разделитель POTS отдельным объектом, который требует использования метода измерения 2 PORT. Другой метод – испытывать разделитель СО, в котором содержится комбинация разделителя POTS и линейных плат АТУ-С и СО в качестве сети с одним портом. Такая сеть требует использования метода измерения 1 PORT.

Е.2.3.2.1 Продольная симметрия разделителя POTS с использованием метода измерения 2 PORT

Этот метод должен быть использован для измерения разделителя POTS, когда его считают отдельным объектом.

Продольная симметрия разделителя POTS (без шлейфов), измеренная в любом направлении между POTS/POTS и линейным портом в качестве устройства с двумя портами, должна быть измерена в соответствии с последней Североамериканской практикой. В этом варианте блокирующие DC конденсаторы включают как часть функции разделителя в порт xDSL, а порт xDSL должен быть закорочен. В другом варианте порт xDSL должен быть разомкнут. Согласно эксплуатационным правилам приложенное продольное напряжение должно иметь максимальный размах 3,0 В. Симметрия должна быть выше 58 дБ для частот 200 Гц-1 кГц с прямой падающей линией до 53 дБ на частоте 3 кГц. Должен быть приложен постоянный ток смещения 25 мА.

Окончание измерительной установки настраивают на измерение последовательной симметрии в соответствии с последней Североамериканской практикой. Чтобы обеспечить точность измерений 1 дБ, собственная симметрия измерительной цепи (калибровка перед измерением) должна быть 77 дБ (58 + 19 дБ).

На рисунке Е.10 показана измерительная установка для внешнего разделителя POTS на СО. Порт xDSL закорочен. Если измеряют продольную симметрию со встроенным модемом СО, устройство АТУ-С должно быть подключено, но без питания.

На рисунке Е.11 показана измерительная установка для внешнего удаленного разделителя POTS.

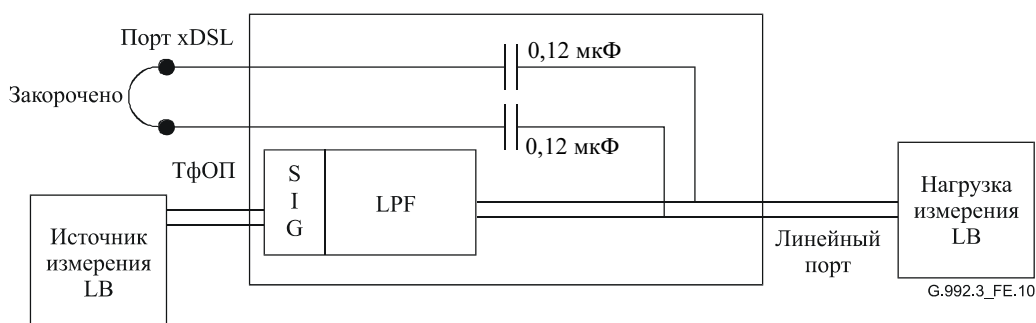


Рисунок Е.10/G.992.3 – Измерительная установка для измерения продольной симметрии СО

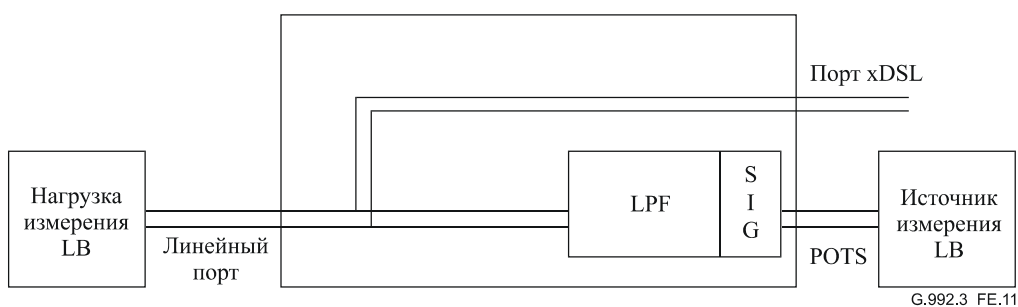


Рисунок Е.11/G.992.3 – Измерительная установка для измерения продольной симметрии на удаленном пункте

Е.2.3.2.2 Продольная симметрия разделителя POTS с использованием метода измерения 1 PORT

Этот метод должен быть использован для разделителя СО, когда комбинацию разделителя POTS и линейных плат АТУ-С и СО рассматривают в качестве сети с одним портом.

Продольная симметрия комбинации разделителя POTS и линейных плат АТУ-С и СО (без шлейфов) должна быть измерена в соответствии с последней Североамериканской практикой. Согласно эксплуатационным правилам приложенное продольное напряжение должно иметь максимальный размах 3,0 В. Симметрия должна быть выше 52 дБ для частот 200 Гц-3,2 кГц. Должен быть приложен постоянный ток смещения POTS 25 мА.

Чтобы обеспечить точность измерений 1 дБ, собственная симметрия измерительной цепи (калибровка перед измерением) должна быть 71 дБ (52 + 19 дБ).

На рисунке Е.12 показана измерительная установка для комбинации разделителя POTS и линейных плат АТУ-С и СО в сети с одним портом.

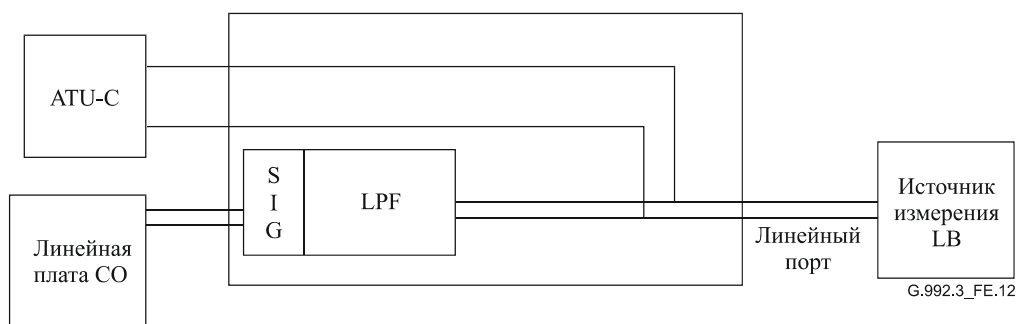


Рисунок Е.12/G.992.3 – Измерительная установка для измерения продольной симметрии на СО в сетях с одним портом (1 PORT)

Е.2.3.3 Прозрачное измерение емкости

Чтобы иметь возможность измерять металлические кабели современными измерительными системами, в специальной узкой полосе частот определен входной импеданс.

Е.2.3.3.1 Емкость между проводами

Назначение этого требования – ограничить максимальную емкость, которая просматривается системами измерений металлических линий. При таком ограничении системы измерений металлических линий еще смогут измерять службы POTS с современной точностью и надежностью.

В общем, полная входная проводимость порта POTS или POTS должна быть емкостной.

Емкость на любых интерфейсах POTS или POTS в частотном диапазоне 20-30 Гц должна быть максимум 300 нФ. Эта величина включает емкость двух разделителей POTS с присоединенными модемами.

Как показано на рисунке Е.13, при измерениях должны выполняться следующие требования по максимуму/минимуму (Max/Min) для одного окончания:

- Разделитель POTS либо на СО, либо на удаленном пункте без модема:
 - 115 нФ Max.
 - 20 нФ Min.
- Допустимая емкость входа модема, включая блокирующие конденсаторы DC на окончании СО:
 - 35 нФ Max.
 - 20 нФ Min.

- Модем вместе с функцией разделителя POTS или с внешним разделителем POTS вместе с обеими функциями HPF и LPF как сумма указанных выше значений:
 - 150 нФ Max.
 - 40 нФ Min.

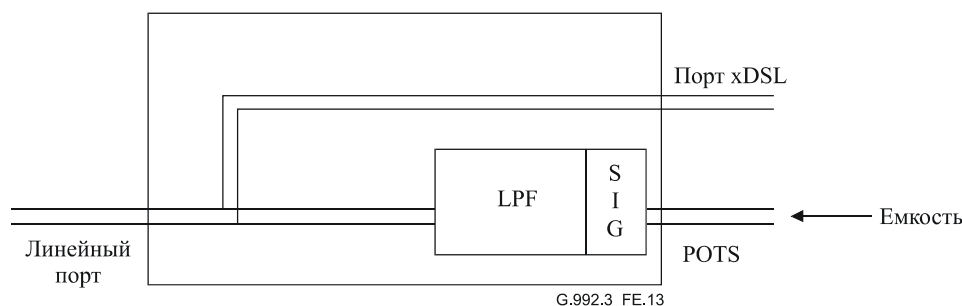


Рисунок E.13/G.992.3 – Измерение емкости

E.2.3.3.2 Емкость по отношению к земле

Не должно быть пути для соединения с землей по переменному току (AC). Чтобы сохранить способность точных измерений, максимальная паразитная емкость к земле от любой клеммы разделителя POTS должна быть менее 1,0 нФ.

E.2.4 Испытание полосы частот ADSL

E.2.4.1 Затухание в полосе частот ADSL

Вносимое низкочастотным фильтром и ZHP затухание (т. е. разность затухания, измеренного с фильтром и без него), измеренное, как показано на рисунках E.14 и E.15, должно быть больше 65 дБ на частотах от 32 до 300 кГц и больше 55 дБ на частотах от 300 до 1104 кГц при уровне на входе 10 дБм.

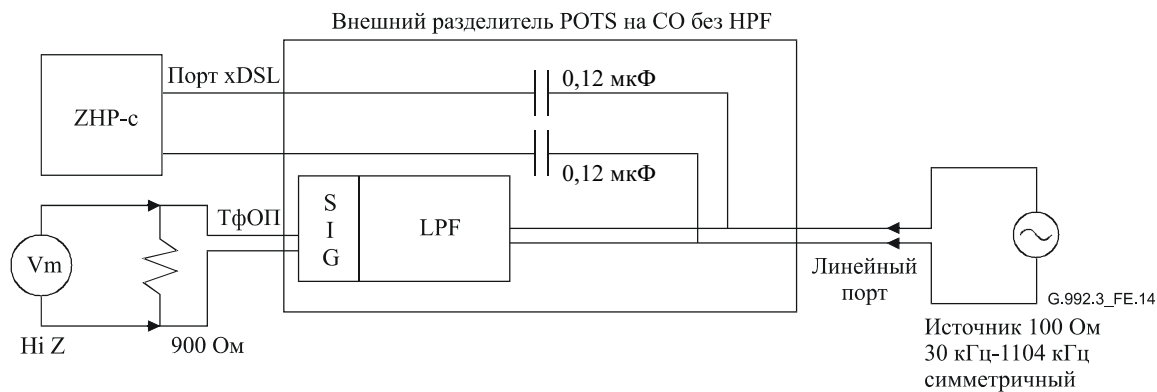


Рисунок E.14/G.992.3 – Измерение затухания разделителя СО в полосе частот ADSL

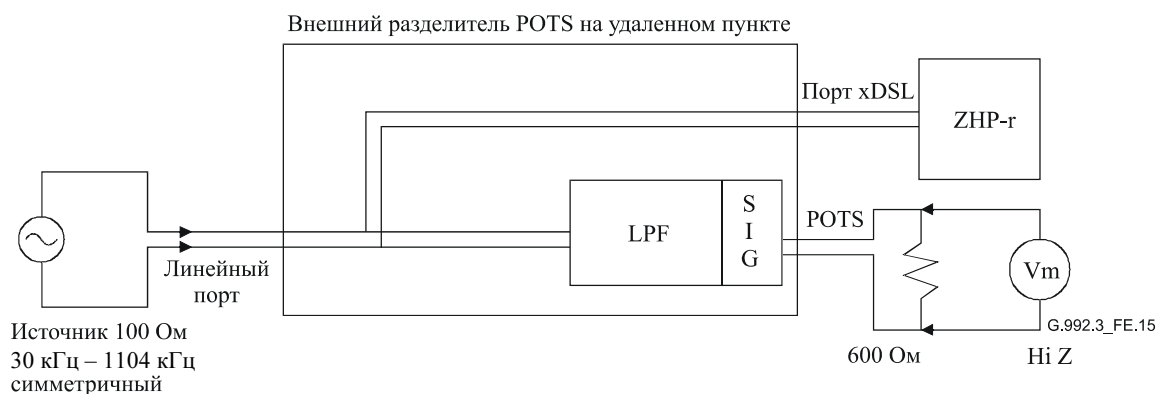


Рисунок Е.15/Г.992.3 – Измерение затухания разделителя удаленного пункта в полосе частот ADSL

Е.2.4.2 Входной импеданс (нагрузка тракта сигнала ADSL)

Вносимое низкочастотным фильтром затухание на частотах от 30 до 1104 кГц при номинальном импедансе и входном уровне –10 дБм, как показано на рисунках Е.16 и Е.17, должно быть не более 0,25 дБ.

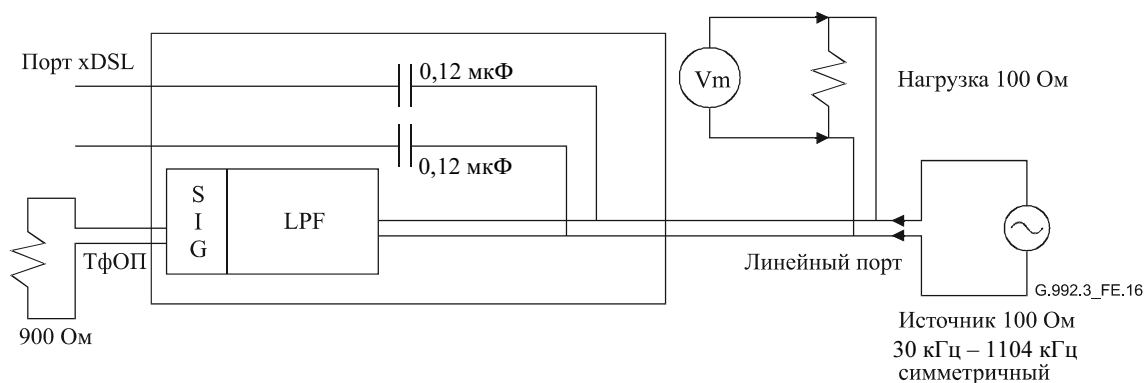


Рисунок Е.16/Г.992.3 – Измерение эффекта нагрузки разделителя СО в полосе частот ADSL

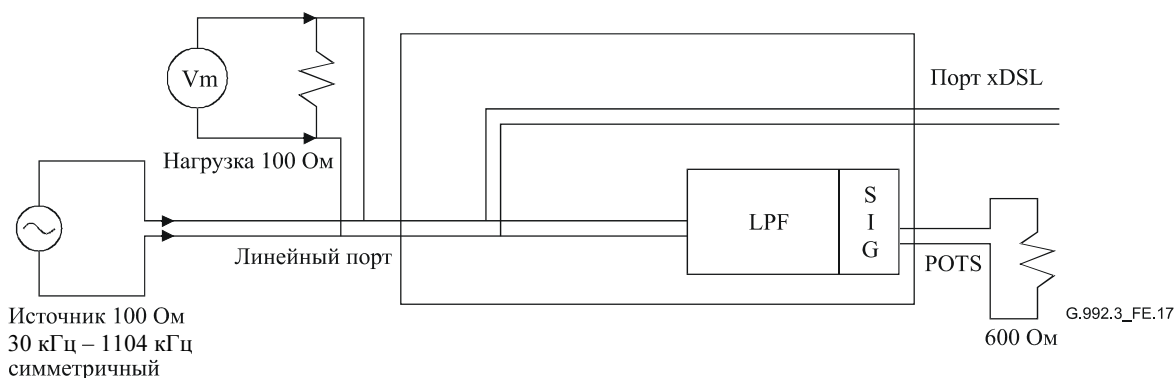


Рисунок Е.17/Г.992.3 – Измерение эффекта нагрузки разделителя удаленного пункта в полосе частот ADSL

Е.2.5 Физические условия помещений в зданиях

Е.2.5.1 Условия монтажа

Прохождение сигналов ADSL и POTS одновременно по одному многопарному кабелю создает шум в принимаемых сигналах ADSL. Эти шумы от POTS возникают в результате сигналов послышки и приема вызовов, набора номера и подъема/опускания телефонной трубки. Без адекватной изоляции пар кабеля уровни этих шумов будут достаточно велики, чтобы исключить возможность ошибок принимаемых данных. Ухудшение качества обслуживания можно уменьшить, используя чередование или управление ошибками в каждом протоколе передачи данных высокого уровня.

Сравнительная модель конфигурации монтажа для внешнего разделителя POTS с использованием отдельных кабелей показана на рисунке Е.18. Если POTS и ADSL работают в одном и том же кабеле, то предполагается, что изоляция между парами кабеля должна быть минимум 80 дБ (т. е. кабель типа CAT5). Следует заметить, что длина внутристанционной проводки (внутри здания) должна быть включена в бюджет тракта. Использование других типов кабелей (например одночетверочного или со скрученными парами) может привести к возрастанию ошибок и ухудшению характеристик.

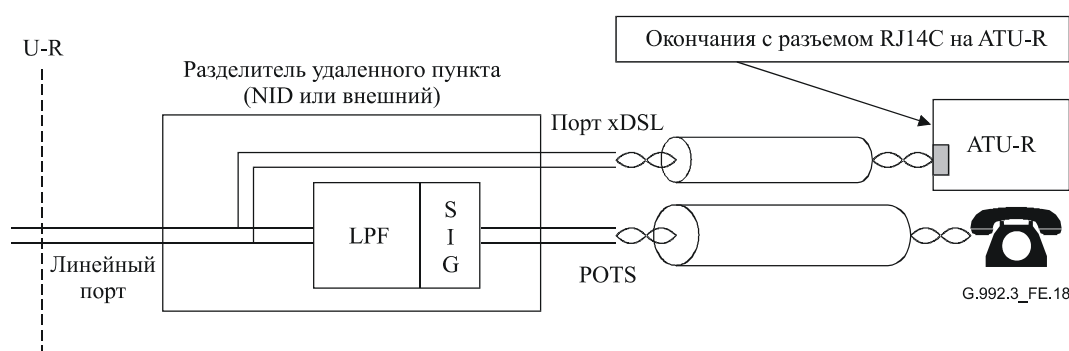


Рисунок Е.18/G.992.3 – Монтаж внутри здания кабелей с разделенными оболочками для устройства ATU-R

Е.2.6 Изоляция оборудования сети телефонных линий

Чтобы обеспечить работу сетевых телефонных терминалов (т. е. по Рекомендации МСЭ-Т G.989.1 и G.989.2) при потерях, вызванных параллельными подключениями портов POTS с разделителями с низким входным сопротивлением (импедансом), определен диапазон импеданса порта POTS для полосы частот от 2 до 10 МГц.

Е.2.6.1 Шунтирующий импеданс разделителя удаленного порта POTS

Общий (по двум проводам порта POTS) импеданс на частотах от 2 до 10 МГц должен быть не менее 160 Ом.

Включение последовательных компонентов для выполнения этого требования не должно оказывать влияния на другие оговоренные параметры, например сопротивление постоянному току, продольную симметрию, емкость проводов при 200 Гц или затухание отражения.

Е.3 Тип 3 – ЦСИС (Рекомендация МСЭ-Т. G.961 Дополнение I или II) Разделители – Европа

Разделители ADSL/ЦСИС должны удовлетворять технической спецификации ETSI TS 101 952-1 [8]. Соответствующий подраздел следующий:

- Подраздел 1-3: Техническая спецификация на разделители ADSL/ЦСИС.

Е.4 Тип 4 – Разделитель POTS – Япония

В этом разделе описаны спецификации и методы измерений для разделителя POTS, пригодного для Японии. Оба разделителя POTS – центральной станции и удаленного пункта – должны удовлетворять этим спецификациям и методам измерений.

Е.4.1 Введение

Е.4.1.1 Частоты и уровень сигнала в голосовой полосе

Частоты и уровень сигнала в голосовой полосе обеспечиваются локальным коммутатором (LS) следующим образом:

- Частоты сигнала: 0,2-4,0 кГц.
- Уровень сигнала: максимум +3 дБм.

Сигнал с уровнем +36 дБм на частоте 400 Гц также используют как вызывной (зуммер).

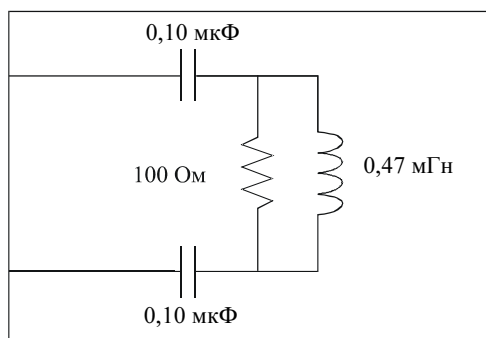
Е.4.1.2 Блокирующий конденсатор DC для внешнего разделителя POTS

Внешний разделитель POTS как на СО, так и на удаленном пункте может располагаться на некотором расстоянии от модема ATU-C или ATU-R. Для защиты от повреждений по постоянному току (DC) в порт xDSL внешнего разделителя POTS должны быть включены блокирующие конденсаторы по 0,12 мкФ в каждый провод (как показано на рисунках Е.20 и Е.21). Эти конденсаторы конфигурируют как части входа функции HPF системы xDSL, так чтобы они могли быть включены во входную емкость, описанную в Е.4.2.6.1.

Блокирующие конденсаторы DC используют только для внешнего разделителя POTS. Когда любой разделитель – для СО или для удаленного пункта – включен непосредственно в модем ATU-C или ATU-R, блокирующие конденсаторы DC не обязательны для внутреннего разделителя POTS.

Е.4.1.3 Определение цепи ZHP

Чтобы облегчить измерения разделителя POTS независимо от действующего модема, определена цепь ZHP для воспроизведения соответствующего окончания порта xDSL во время измерений в голосовой полосе частот. Цепь ZHP, действующая только в голосовой полосе частот, показана на рисунке Е.19.



G.992.3_FE.19

ПРИМЕЧАНИЕ. – Точность компонентов: конденсаторы: 2,5%, резисторы: 1%, индуктивности: 5%.

Рисунок Е.19/G.992.3 – Цепь ZHP

Е.4.2 Характеристики DC

В этом разделе содержатся спецификации DC, такие как шлейф по постоянному току, напряжение DC между проводами L1 и L2, сопротивление шлейфа DC, сопротивление изоляции, емкость между L1 и L2 и емкость этих проводов по отношению к земле, а также методы измерения этих параметров.

Все требования должны выполняться при постоянном токе шлейфа POTS от 0 до 130 мА.

Е.4.2.1 Постоянный ток шлейфа

Разделитель POTS должен обеспечить нормальную работу при постоянном токе шлейфа от 0 до 130 мА.

Е.4.2.2 Вызывные сигналы

Разделитель POTS должен принимать следующие сигналы вызова:

- Частоты вызова: 15-20 Гц;
- Среднеквадратичное напряжение переменного тока вызова (наложенное на DC): максимально 83 В;
- Напряжение постоянного тока: максимально 53 В.

Е.4.2.3 Напряжение DC между проводами L1 и L2

Разделитель POTS должен принимать напряжения DC POTS между проводами L1 и L2 от 0 до ± 53 В. Кроме того, разделитель должен выдерживать в течение не менее 10 с напряжение POTS между проводами L1 и L2 до 120 В.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Кроме того, устойчивость разделителя POTS к перенапряжениям и превышениям токов должна соответствовать требованиям и условиям измерения, изложенным в [B13], на оборудование, включенное в центре связи и [B14] на оборудование, включенное в помещениях пользователя.

Е.4.2.4 Сопротивление постоянному току

Сопротивление постоянному току между проводами L1 и L2 в порту POTS при закороченном линейном порте или в порту POTS при закороченном линейном порте должно быть меньше или равно 40 Ом.

Е.4.2.5 Сопротивление изоляции

Сопротивление изоляции разделителя POTS должно оставаться неизменным при следующих условиях.

Е.4.2.5.1 Сопротивление изоляции между проводами L1 и L2

Сопротивление изоляции между проводами L1 и L2 в порту POTS с разомкнутым линейным портом или в порту POTS с разомкнутым линейным портом должно быть больше или равно 10 МОм.

Е.4.2.5.2 Сопротивление изоляции по отношению к земле

Сопротивление изоляции по отношению к земле в порту POTS при разомкнутом линейном порте или в порту POTS при разомкнутом линейном порте должно быть больше или равно 10 МОм.

Е.4.2.6 Емкость

Емкость разделителя POTS и модема должна удовлетворять следующим требованиям.

Е.4.2.6.1 Емкость между L1 и L2

Максимальная емкость между L1 и L2 в порту POTS или POTS, а также входа модема должна быть такой, как указано в таблице Е.5.

Таблица Е.5/G.992.3 – Емкость L1-L2

Разделитель POTS, на СО или на удаленном пункте без модема	250 нФ (DC-30 Гц)
Вход модема, включая блокирующие конденсаторы DC, встроенные в разделитель POTS	35 нФ (DC-30 Гц)
Суммарная емкость модема с внутренним разделителем POTS	285 нФ (DC-30 Гц)
Вход модема, исключая блокирующие конденсаторы DC, встроенные в разделитель POTS (см. примечание)	84 нФ (DC-30 Гц)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Допустимая суммарная емкость АТУ-R и внешнего разделителя POTS на удаленном пункте составляет максимально 334 нФ в случае, когда устройство АТУ-R включено непосредственно в линию без прохождения через внешний разделитель POTS, и только телефон соединен с портом POTS без участия устройства АТУ-R, который присоединен к порту xDSL внешнего разделителя POTS.	

Е.4.2.6.2 Емкость по отношению к земле

Емкость по отношению к земле устройства АТУ-R в порту POTS с разомкнутым линейным портом или в порту POTS с разомкнутым линейным портом должна быть меньше или равна 1,0 нФ.

Е.4.3 Характеристики по переменному току (АС)

В этом разделе содержится спецификация АС в голосовой полосе частот, как например вносимое затухание, изменение затухания, задержка, затухание отражения, продольная симметрия, искажения, вызванные гармониками и оконечными устройствами, а также методы измерений сигналов в полосе ADSL и вне полосы.

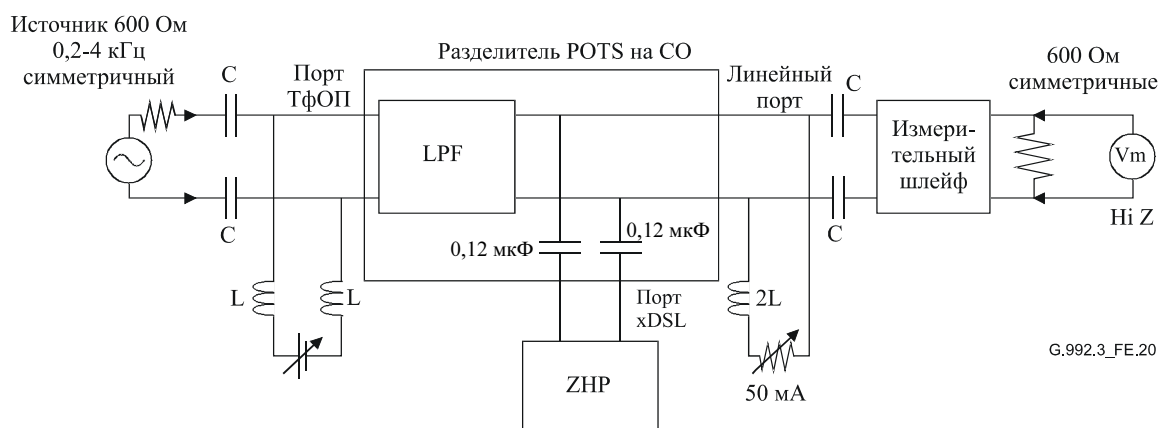
Е.4.3.1 Голосовая полоса

В этом разделе описаны характеристики АС в голосовой полосе частот.

Е.4.3.1.1 Вносимое затухание (на частоте 1 кГц)

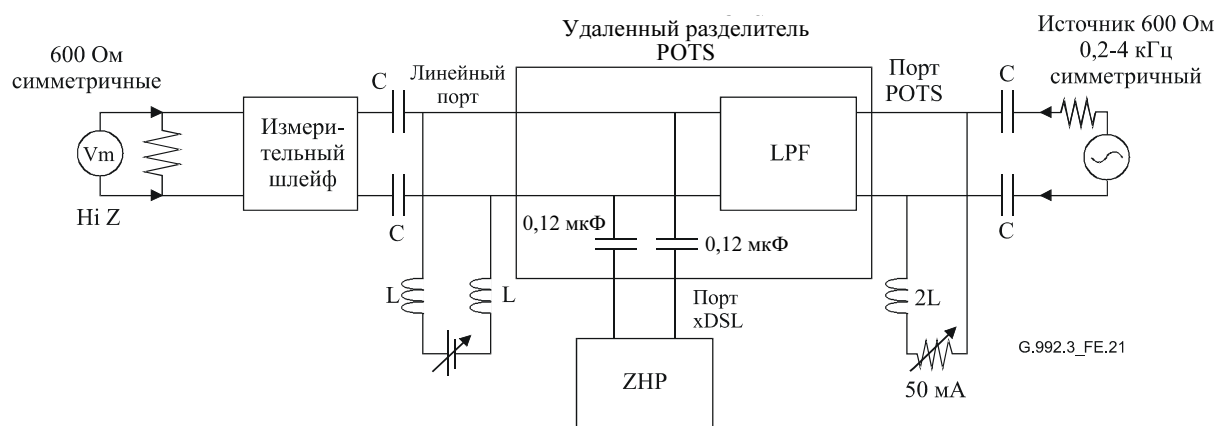
Вносимое затухание разделителя POTS должно быть меньше или равно $\pm 1,0$ дБ на 1 кГц. Используя измерительную установку, показанную на рисунках Е.20 и Е.21, вносимое затухание от источника до окончания должно быть измерено с включением комбинации импеданса разделителя POTS и порта терминала xDSL при входном уровне 0 дБм (600 Ом) и без этих устройств. При измерении разделителя POTS на СО по рисунку Е.20 импеданс терминала в порту xDSL должен быть ZHP. При измерении разделителя POTS на удаленном пункте, импеданс терминала в порту xDSL должен быть ZHP при первом измерении по рисунку Е.21а, а при втором измерении по рисунку Е.21b ZHP отключают, оставляя концы в разомкнутом состоянии.

Во время измерений должен быть приложен ток смещения DC в 50 мА. Элементы С и L на рисунках Е.20 и Е.21 служат для введения тока смещения DC. Для измерения в голосовой полосе частот от 0,2 кГц до 4 кГц должны быть установлены соответствующие значения С и L. Подходящими величинами могут быть $C \geq 20$ мкФ и $L \geq 15$ Н.

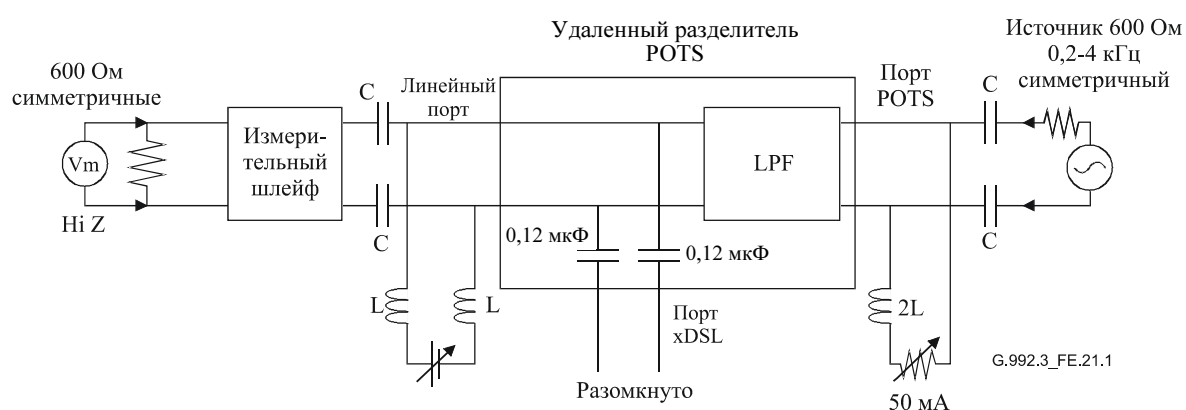


ПРИМЕЧАНИЕ. – Измерительный шлейф показан на рисунке Е.22.

**Рисунок Е.20/G.992.3 – Измерения передачи в голосовой полосе
для разделителя POTS на СО**



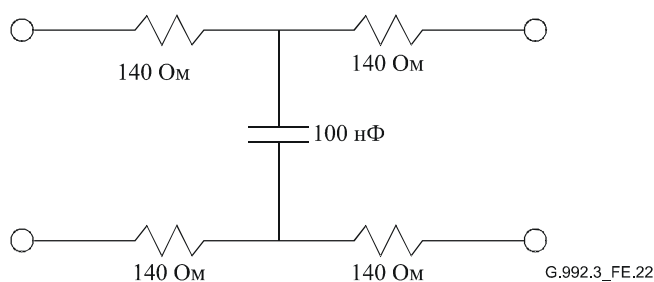
а) Первое измерение



б) Второе измерение

ПРИМЕЧАНИЕ. – Измерительный шлейф показан на рисунке Е.22.

Рисунок Е.21/G.992.3 – Измерения передачи в голосовой полосе для разделителя POTS на удаленном пункте



ПРИМЕЧАНИЕ. – Эта модель измерительного шлейфа действительна только в голосовой полосе частот.

Рисунок Е.22/G.992.3 – Схема измерительного шлейфа

Е.4.3.1.2 Изменение затухания в голосовой полосе частот

Изменение вносимого затухания от его значения на частоте 1 кГц должно быть измерено установкой по рисункам Е.20 и Е.21 при входном уровне 0 дБм (600 Ом). Изменение затухания на частотах от 2 до 3,4 кГц по сравнению с вносимым затуханием на частоте 1 кГц, вызванное присоединенной нагрузкой в виде разделителя POTS с цепью ZHP (или модемом), при использовании измерительного шлейфа, показанного на рисунке Е.22, должно быть меньше чем $\pm 1,0$ дБ, а на частотах от 3,4 кГц до 4,0 кГц должно быть меньше чем $\pm 1,5$ дБ.

Во время измерений должен быть приложен постоянный ток смещения в 50 мА. Соответствующие величины C и L должны быть установлены в голосовой полосе частот от 0,2 кГц до 4 кГц. Подходящими величинами могут быть $C \geq 20$ мкФ и $L \geq 15$ Н.

Е.4.3.1.3 Абсолютная групповая задержка и искажения групповой задержки

Абсолютная групповая задержка разделителя POTS на частоте минимума групповой задержки не должна превышать 150 мкс. Искажения групповой задержки разделителя POTS должны лежать в пределах, показанных ниже, где искажения групповой задержки описаны как возрастание от минимального значения абсолютной групповой задержки:

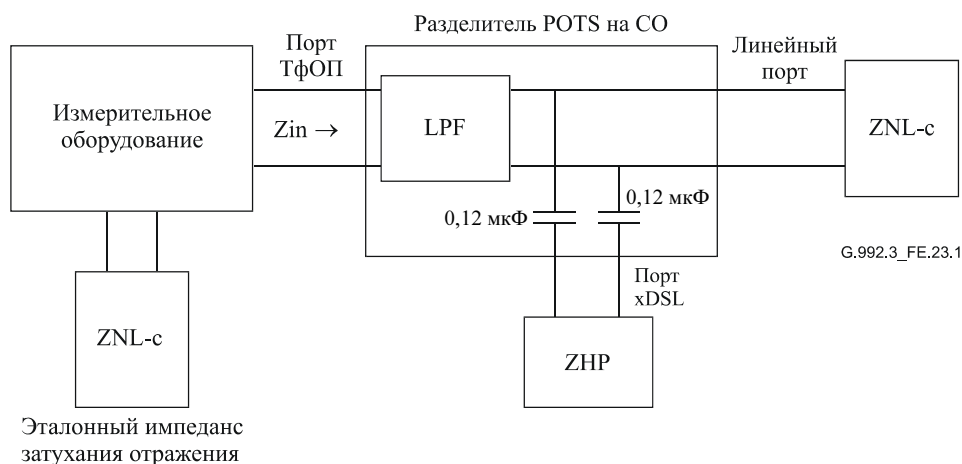
- 0,2-0,6 кГц: максимально 250 мкс
- 0,6-3,2 кГц: максимально 200 мкс
- 3,2-4,0 кГц: максимально 250 мкс

Абсолютная групповая задержка и искажения групповой задержки разделителя POTS должны быть измерены при использовании измерительной установки и условий, указанных на рисунках Е.20 и Е.21.

Е.4.3.1.4 Затухание отражения

На рисунке Е.23-1 описана конфигурация измерений и значения измерительных компонентов, которые должны быть использованы для измерений импеданса в голосовой полосе для обоих разделителей СО. Оконечный импеданс в порту xDSL должен быть цепью ZHP. На рисунках Е.23-2 и Е.23-3 описана конфигурация измерений и значения измерительных компонентов, которые должны быть использованы для измерений импеданса в голосовой полосе для удаленного разделителя POTS. Импедансом окончания в порту xDSL должна служить цепь ZHP для первого измерения по рисунку Е.23-2 и разомкнутые концы (при отключенной цепи ZHP) – для второго измерения по рисунку Е.23-3. Затухание отражения каждого разделителя при оговоренных условиях должно быть следующим:

- 11 дБ (0,2-1,5 кГц)
- 10 дБ (1,5-2,0 кГц)
- 9 дБ (2,0-3,4 кГц)



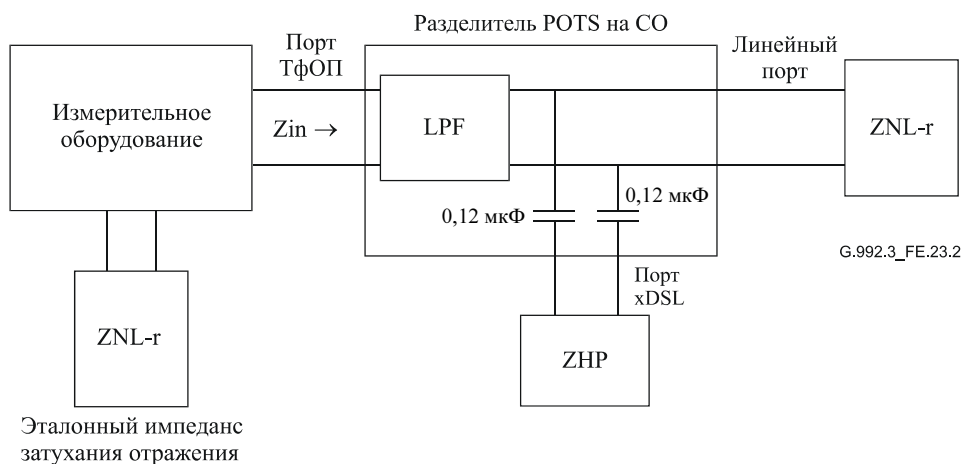
$$\text{Затухание отражения} = -20 \lg \left| \frac{Z_{\text{NL-c}} - Z_{\text{in}}}{Z_{\text{in}} + Z_{\text{NL-c}}} \right| \text{ дБ}$$

где:

$$Z_{\text{NL-c}} = 150 \text{ Ом} + (830 \text{ Ом} // 72 \text{ нФ})$$

ПРИМЕЧАНИЕ. – Цепь ZNL-c действительна только в полосе голосовых частот.

Рисунок Е.23-1/G.992.3 – Измерение импеданса в голосовой полосе для разделителя POTS на СО



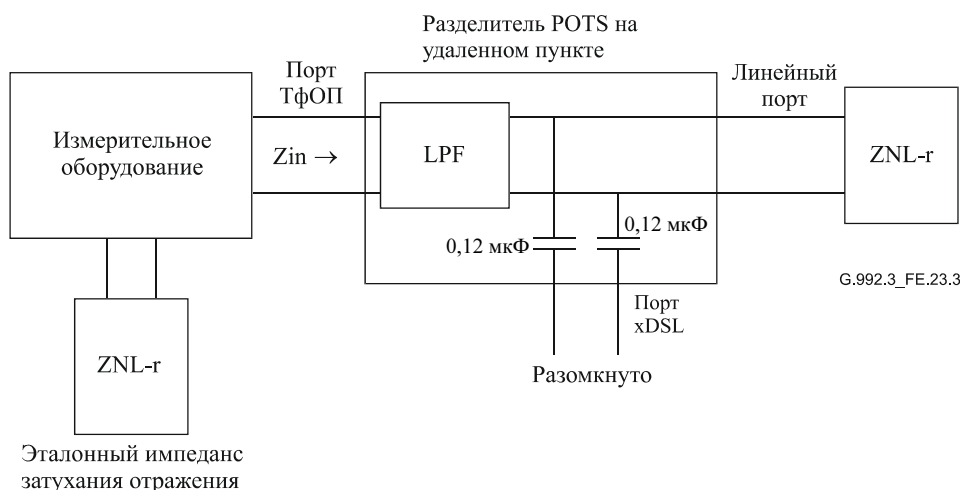
$$\text{Затухание отражения} = -20 \lg \left| \frac{Z_{\text{NL-r}} - Z_{\text{in}}}{Z_{\text{in}} + Z_{\text{NL-r}}} \right| \text{ дБ}$$

где:

$$Z_{\text{NL-r}} = 150 \text{ Ом} + (72 \text{ нФ} // 830 \text{ Ом} + 1 \text{ мкФ})$$

ПРИМЕЧАНИЕ. – Цепь ZNL-r действительна только в полосе голосовых частот.

Рисунок Е.23-2/G.992.3 – Измерение импеданса в голосовой полосе для разделителя POTS на удаленном пункте (Первое измерение)



$$\text{Затухание отражения} = -20 \lg \left| \frac{Z_{NL-r} - Z_{in}}{Z_{in} + Z_{NL-r}} \right| \text{ дБ}$$

где:

$$Z_{NL-r} = 150 \text{ Ом} + (72 \text{ нФ} // (830 \text{ Ом} + 1 \text{ мкФ}))$$

ПРИМЕЧАНИЕ. – Цепь ZNL-r действительна только в полосе голосовых частот.

Рисунок Е.23-3/G.992.3 – Измерение импеданса в голосовой полосе для разделителя POTS на удаленном пункте (Второе измерение)

Е.4.3.1.5 Нелинейные искажения

Искажения, вносимые низкочастотным фильтром, должны измеряться при использовании конфигурации по рисункам Е.20 и Е.21 и при нулевом шлейфе.

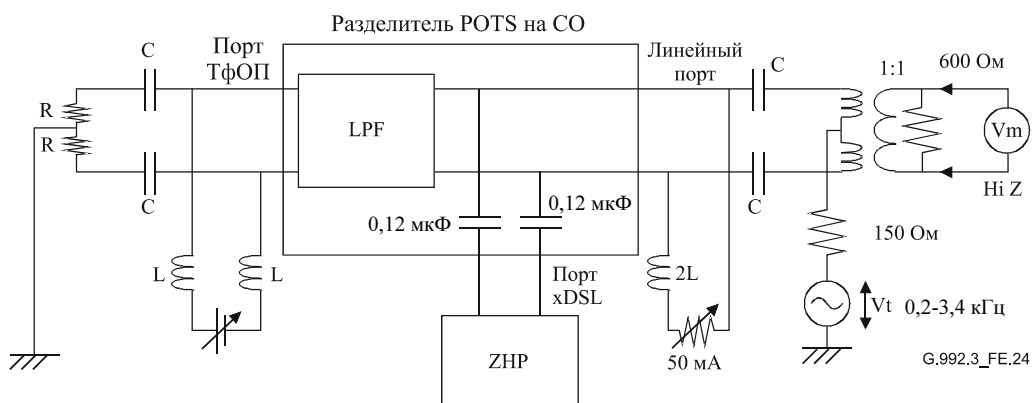
Метод измерения должен соответствовать Рекомендации МСЭ-Т. О.42 [6].

При подаче сигнала с уровнем –9 дБм продукты нелинейности второго и третьего порядков должны быть ниже уровня сигнала по крайней мере на 57 дБ и 60 дБ соответственно.

Е.4.3.1.6 Продольная симметрия

Продольная симметрия разделителя POTS должна быть более 58 дБ для частот от 0,2 до 3,4 кГц. Измерительная установка показана на рисунках Е.24, Е.25-1 и Е.25-2. Для разделителя POTS на СО при измерении по рисунку Е.24 импеданс окончания в порту xDSL должен быть цепью ZHP. При измерении разделителя POTS на удаленном пункте импеданс окончания в порту xDSL должен быть цепью ZHP для первого измерения по рисунку Е.25-1 и разомкнутым с отключенной цепью ZHP – для второго измерения по рисунку Е.25-2.

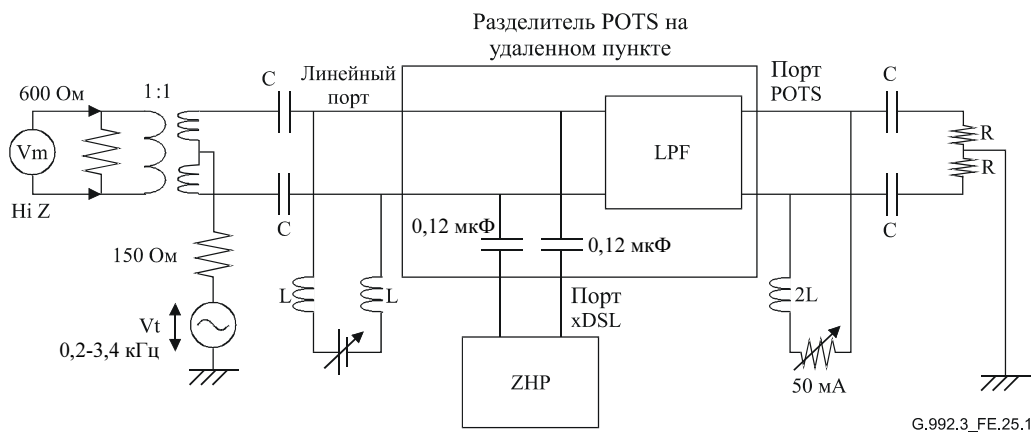
Во время измерений должен быть приложен постоянный ток смещения 50 мА. Соответствующие величины С и L по рисункам Е.24, Е.25-1 и Е.25-2 следует установить при измерениях в голосовой полосе частот от 0,2 кГц до 3,4 кГц, а $C \geq 20 \text{ мкФ}$ и $L \geq 1,5 \text{ Гн}$ могут быть подходящими значениями. Продольное пиковое напряжение 3,0 В должно быть приложено в точках Vt на рисунках.



Продольная симметрия = $-20 \lg (V_m/V_t)$ дБ

где: $R = 300 \text{ Ом}$

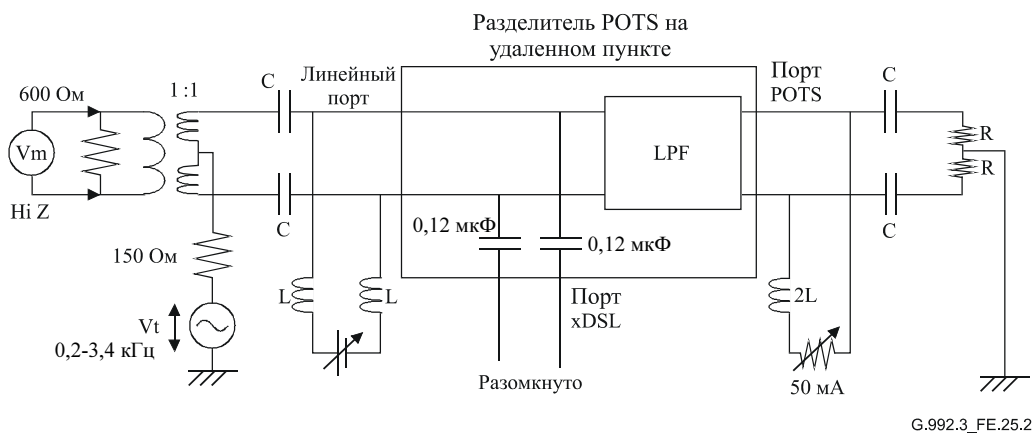
Рисунок Е.24/Г.992.3 – Установка для измерения продольной симметрии на СО



Продольная симметрия = $-20 \lg (V_m/V_t)$ дБ

где: $R = 300 \text{ Ом}$

Рисунок Е.25-1/Г.992.3 – Установка для измерения продольной симметрии на удаленном пункте (Первое измерение)



Продольная симметрия = $-20 \lg (V_m/V_t)$ дБ

где: $R = 300 \text{ Ом}$

Рисунок Е.25-2/Г.992.3 – Установка для измерения продольной симметрии на удаленном пункте (Второе измерение)

Е.4.3.2 Промежуточная полоса

Полоса частот между голосовой полосой и полосой ADSL обозначается как промежуточная полоса. Затухание в промежуточной полосе низкочастотного фильтра разделителя POTS на удаленном пункте (т. е. разность затуханий, измеренных с низкочастотным фильтром и без него) по схеме рисунка Е.27 должно быть больше или равно $26,48 \times \log_2(f/4)$ дБ для частот $4,0 \text{ кГц} \leq f < 25 \text{ кГц}$ (где f в кГц) при входном уровне 10 дБм (см. примечания 1 и 2). Во время измерения должен быть приложен постоянный ток смещения 50 мА. Соответствующие значения C и L на рисунке Е.27 должны быть установлены для диапазона частот от 4 кГц до 25 кГц, а $C \geq 2 \text{ мкФ}$ и $L \geq 1,5 \text{ Гн}$ могут считаться подходящими величинами. Эта спецификация действительна только для затухания разделителя POTS на удаленном пункте в промежуточной полосе и не пригодна для разделителя POTS на СО (см. примечание 3). Промежуточную полосу используют для сигналов импульсного измерения (16 кГц), OVS (7,8 кГц) и др. Служебные разделители, использующие тракты с сигналами в промежуточной полосе, не рассматриваются в данном Приложении.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – СПМ передачи устройства ATU-R должна быть меньше или равна $-97,5 + 26,48 \times \log_2(f/4)$ дБм/Гц для частот $4,0 \text{ кГц} \leq f < 8,06 \text{ кГц}$ (где f в кГц), чтобы предотвратить утечку сигнала передачи ATU-R в телефоны через низкочастотный фильтр разделителя POTS на удаленном пункте. Фильтр рассчитан на то, что спад затухания промежуточной полосы соответствует вышеприведенной спецификации.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – На определенный в Рекомендации МСЭ-Т V.90 цифровой модем со скоростью сигнала в нисходящем направлении до 56 кбит/с могут действовать некоторые составляющие 8/6 кбит/с среза характеристики низкочастотного фильтра. Служебные разделители, полностью поддерживающие модем V.90 без деградации характеристик, не рассматриваются в данном Приложении.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Частота среза низкочастотного фильтра разделителя POTS на СО должна быть меньше или равна 8,58 кГц, чтобы предотвратить утечку сигнала передачи ATU-R через низкочастотный фильтр разделителя POTS на СО в аналоговую линейную плату СО, когда шлейф является коротким, а затухание сигнала передачи ATU-R на стороне СО мало. Предполагается, что характеристики низкочастотного фильтра, встроенные в аналоговую линейную плату СО, соответствуют [B18], а характеристики передачи 2-х проводного аналогового интерфейса соответствуют [B19] и [B20].

Е.4.3.3 Полоса частот ADSL

В этом разделе описаны характеристики переменного тока (AC) в полосе ADSL.

Е.4.3.3.1 Затухание в полосе ADSL

Затухание в полосе задержки низкочастотного фильтра (т. е. разность затуханий, измеренных с низкочастотным фильтром и без него), показанное на рисунках Е.26 и Е.27, должно быть больше, чем 65 дБ для разделителя POTS СО и больше, чем 70 дБ для разделителя POTS на удаленном пункте в частотном диапазоне от 25 кГц до 300 кГц при входном уровне 10 дБм (100 Ом). На частотах от 300 кГц до 1104 кГц затухание должно быть больше, чем 55 дБ для разделителя POTS СО и разделителя POTS на удаленном пункте при таких же условиях измерений (см. примечание). Во время измерения должен быть приложен постоянный ток смещения 50 мА. Следует установить соответствующие значения C и L по рисункам Е.26 и Е.27. Подходящими величинами могут быть $C \geq 2 \text{ мкФ}$ и $L \geq 0,5 \text{ Гн}$ для измерений на частоте от 25 кГц до 1104 кГц. При измерениях в промежуточной полосе (см. Е.4.3.2) вместе с полосой ADSL на частоте от 4 кГц до 1104 кГц одним из подходящих вариантов могут считаться значения $C \geq 2 \text{ мкФ}$ и $L \geq 1,5 \text{ Гн}$.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Затухание разделителей POTS СО/удаленный пункт, разработанных для использования с VDSL (Рекомендация МСЭ-Т G.993.1 [13]), должно быть больше, чем 55 дБ для частот от 1104 кГц до 12 МГц. Следует установить соответствующие значения C и L по рисункам Е.26 и Е.27 (например, $C \geq 0,2 \text{ мкФ}$ и $L \geq 5 \text{ мГн}$) для измерений на этих частотах.

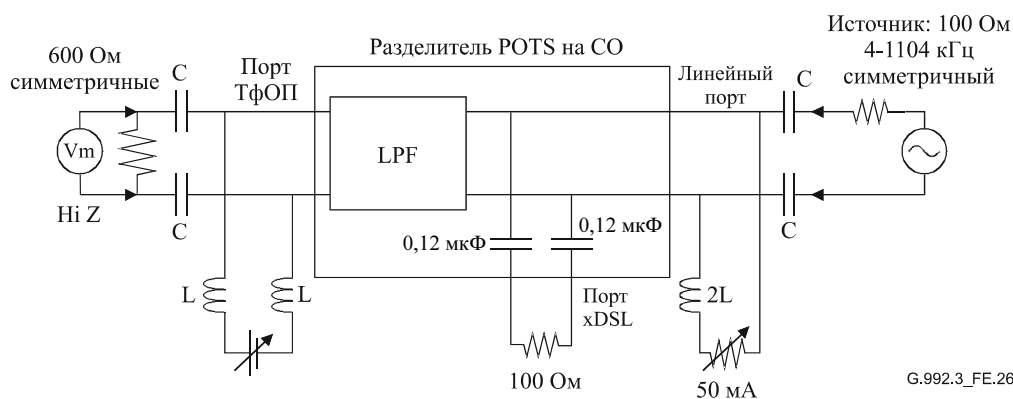


**Рисунок E.26/G.992.3 – Измерение затухания разделителя POTS CO
в полосе частот ADSL**

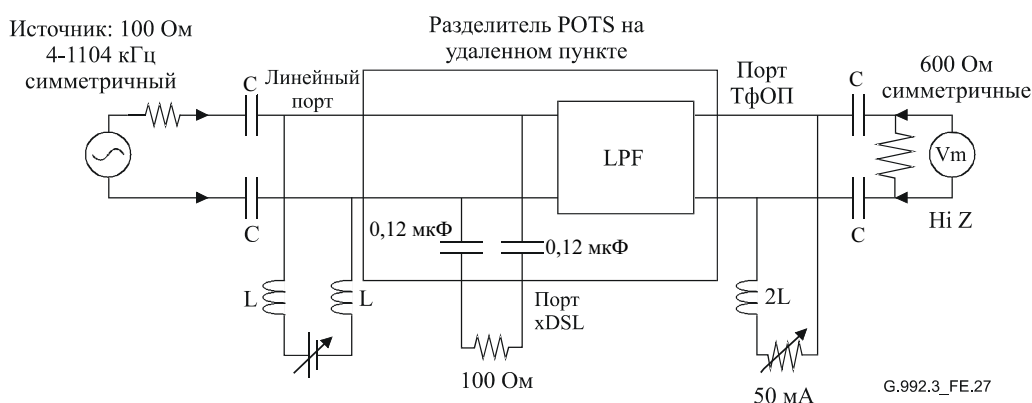
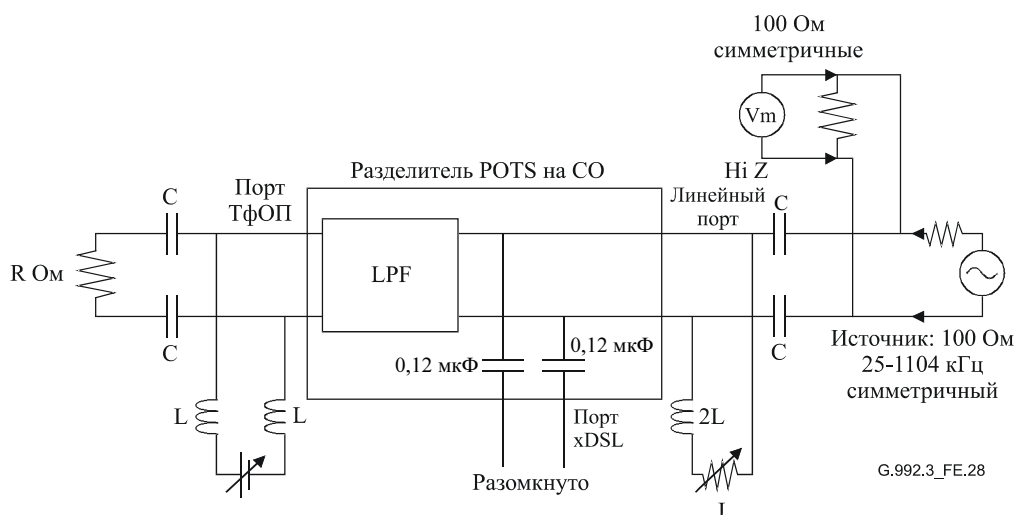


**Рисунок Е.27/G.992.3 – Измерение затухания разделителя POTS на удаленном пункте
в полосе частот ADSL**

Е.4.3.3.2 Вносимое затухание в полосе ADSL вследствие эффекта нагрузки на LPF

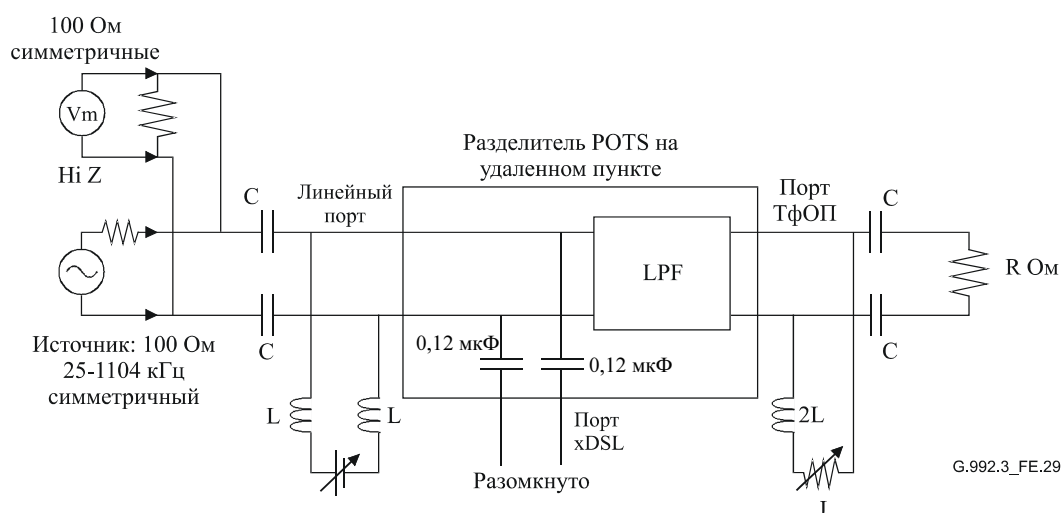
Вносимое затухание, вызванное нагрузкой низкочастотным фильтром на частотах от 25 кГц до 1104 кГц (см. примечание) при входном уровне -10 дБм (100 Ом), измеренное по схеме рисунков Е.28 и Е.29, должно быть меньше, чем 0,35 дБ. Это требование должно выполняться для окончаний портов сети POTS/POTS с импедансом 600 Ом и в разомкнутом состоянии. Во время измерения должен быть приложен постоянный ток смещения 50 мА для случая окончаний портов сети POTS/POTS с импедансом 600 Ом. При измерениях с окончаниями портов сети POTS/POTS в разомкнутом состоянии ток смещения должен быть 0 мА. Следует установить соответствующие значения C и L по рисункам Е.28 и Е.29 при измерениях на частотах от 25 кГц до 1104 кГц. Подходящими величинами могут быть $C \geq 2$ мкФ и $L \geq 0,5$ Гн.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Вносимое затухание разделителей POTS СО/удаленный пункт, разработанных для использования с VDSL (Рекомендация МСЭ-Т. G.993.1 [13]), должно быть меньше, чем 1,5 дБ для частот от 1104 кГц до 12 МГц. Следует установить соответствующие значения C и L по рисункам E.28 и E.29. Подходящими величинами могут быть $C \geq 0,2$ мкФ и $L \geq 5$ мГн для измерений на частотах от 1104 кГц до 12 МГц.



где: $R = 600 \text{ Ом}$, $J = 50 \text{ мА}$
 $R = \text{разомкнуто}$, $J = 0 \text{ мА}$

Рисунок Е.28/G.992.3 – Измерение эффекта нагрузки на разделитель POTS СО в полосе ADSL



где: $R = 600 \text{ Ом}$, $J = 50 \text{ мА}$
 $R = \text{разомкнуто}$, $J = 0 \text{ мА}$

Рисунок Е.29/G.992.3 – Измерение эффекта нагрузки на разделитель POTS на удаленном пункте в полосе ADSL

Е.4.3.3.3 Затухание отражения в полосе ADSL вследствие эффекта нагрузки на LPF

Затухание отражения, вызванное нагрузкой от низкочастотного фильтра на частотах от 25 кГц до 1104 кГц, относительно эталонного импеданса 100 Ом, как показано на рисунке Е.30, должно быть больше чем 14 дБ (см. примечание). Это требование должно выполняться для окончаний портов сети POTS/POTS с импедансом 600 Ом и в разомкнутом состоянии.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Затухание отражения разделителей POTS СО/удаленный пункт, разработанных для использования с VDSL (Рекомендация МСЭ-Т G.993.1 [13]), должно быть больше, чем 12 дБ на частоте от 1104 кГц до 12 МГц.

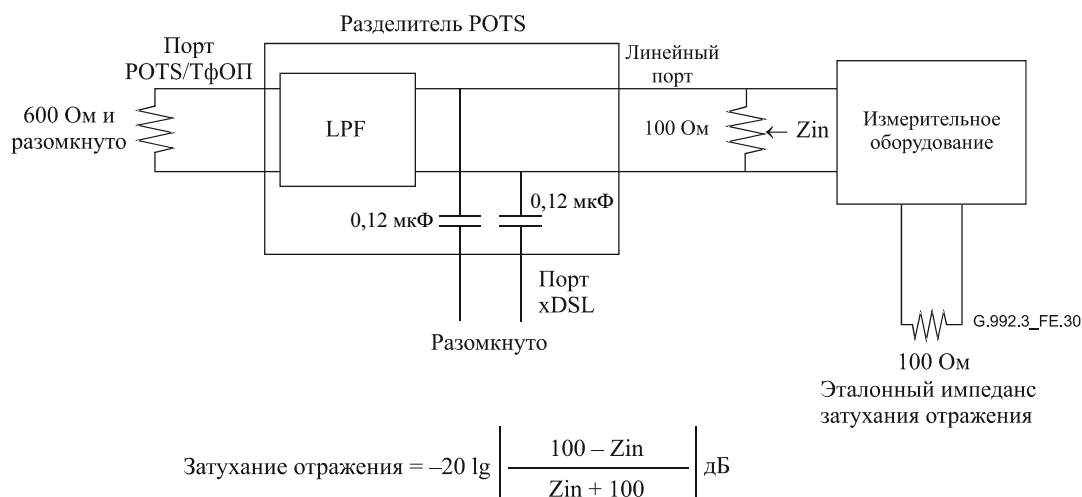
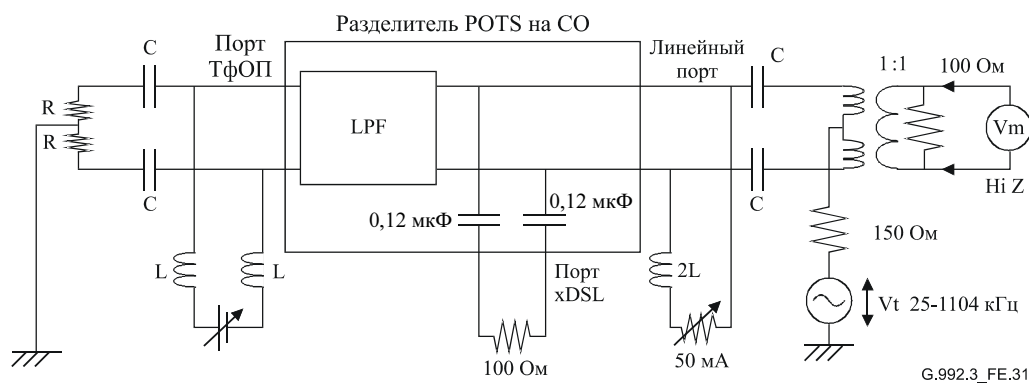


Рисунок Е.30/G.992.3 – Измерения импеданса разделителей POTS на СО и на удаленном пункте в полосе ADSL

Е.4.3.3.4 Продольная симметрия в полосе ADSL

Продольная симметрия разделителя POTS должна быть больше, чем 40 дБ на частоте от 25 кГц до 1104 кГц (см. примечание). Во время измерений должен быть приложен постоянный ток смещения 50 мА. Следует установить соответствующие значения С и L по рисункам Е.31 и Е.32 на частотах от 25 кГц до 1104 кГц. Подходящими величинами могут быть $C \geq 2$ мкФ и $L \geq 0,5$ ГН. Продольное пиковое напряжение 3,0 В должно быть приложено в точках V_t на рисунках.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Продольная симметрия разделителей POTS СО/удаленный пункт, разработанных для использования с VDSL (Рекомендация МСЭ-Т. G.993.1 [13]), должна быть больше, чем 40 дБ на частоте от 1104 кГц до 12 МГц. Следует установить соответствующие значения С и L по рисункам Е.28 и Е.29. Подходящими величинами могут быть $C \geq 0,2$ мкФ и $L \geq 5$ мГн для измерений на частоте от 1104 кГц до 12 МГц.



$$\text{Продольная симметрия} = -20 \lg (V_m/V_t) \text{ дБ}$$

где: $R = 300 \text{ Ом}$

Рисунок Е.31/G.992.3 – Установка для измерения продольной симметрии на СО в полосе ADSL

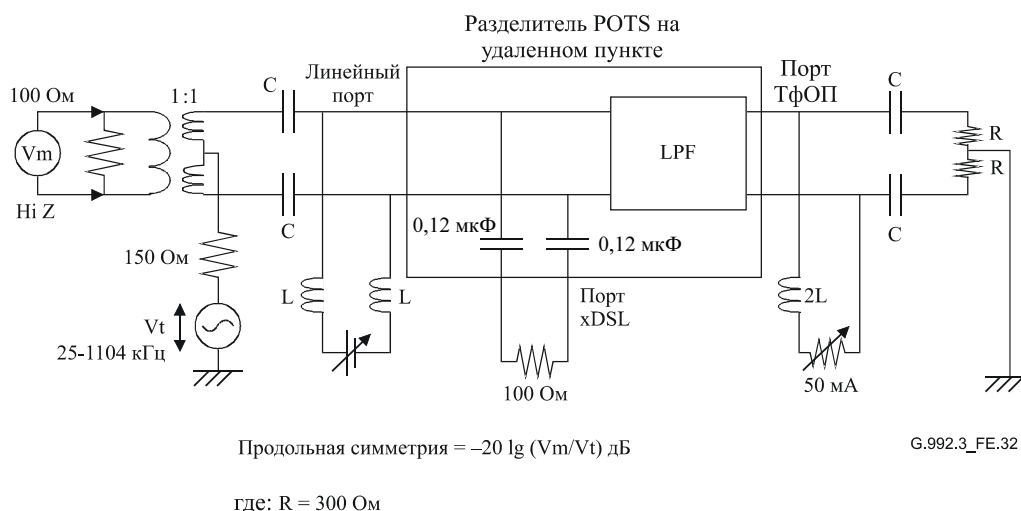


Рисунок Е.32/Г.992.3 – Установка для измерения продольной симметрии на удаленном пункте в полосе ADSL

Приложение F

Требования к характеристикам АТУ-х для региона А (Северная Америка)

F.1 Требования к характеристикам для работы ADSL над POTS (Приложение А)

F.1.1 Работа с перекрытием спектра

Устройство АТУ, сконфигурированное для работы с перекрытием спектра, согласно А.1.2 и А.2 должно удовлетворять требованиям, описанным форумом DSL TR-048 [9], в применении к Северной Америке для измерений аспектов физического уровня (т. е. включая раздел 9) с установкой управления параметрами АТУ, описанной в F.1.3.

Критерий выдержал/не выдержал, описанный форумом DSL TR-048 [9], должен применяться как требования для соответствия данной Рекомендации.

F.1.2 Работа без перекрытия спектра

Устройство АТУ, сконфигурированное для работы без перекрытия спектра согласно А.1.3 и А.2, должно удовлетворять требованиям, описанным форумом DSL TR-048 [9] в применении к Северной Америке для измерений аспектов физического уровня (т. е. исключая раздел 9) с установками параметров управления АТУ, описанными в F.1.3.

Критерий выдержал/не выдержал, описанный форумом DSL TR-048 [9] должен применяться как требования для соответствия данной Рекомендации.

F.1.3 Установки параметров управления АТУ

В соответствии с форумом DSL TR-048 [9] для измерения параметров управления АТУ должны быть сделаны следующие установки:

- В режиме Init (см. 8.5) должна быть использована адаптивная скорость, за исключением разделов 8.2 и 8.5.2 форума DSL TR-048 [9], которые предписывают постоянную скорость;
- Допускается решетчатое кодирование;
- Как цель – величина запаса по шуму в нисходящем и восходящем направлениях должна быть установлена в 6 дБ;
- Работа по трактам с однократным ожиданием и с однократными носителями кадров;

- Скорость данных заголовка сообщения о формировании кадров должна быть установлена на $MSG_{min} = 6$ кбит/с;
- Быстрый режим (Fast Mode) должен тестироваться при номинальной максимальной задержке передачи загрузки ≤ 4 мс;
- Режим чередования (Interleaved Mode) должен тестироваться при номинальной максимальной задержке передачи загрузки ≤ 20 мс;
- Минимальный запас по шуму должен быть установлен на 0 дБ;
- Никаких ограничений на максимальный запас по шуму (по крайней мере установка на 30 дБ);
- Для тестирования работы в присутствии импульсного шума (DSL Forum TR-048 [9], раздел 8.8) устройство ATU должно конфигурироваться в режиме чередования.

Номинальная максимальная задержка передачи загрузки в одном направлении описана в 5.2.

F.2 Требования к характеристикам для работы ADSL в полностью цифровом режиме (Приложение I)

F.2.1 Работа с перекрытием спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы с перекрытием спектра, согласно I.1.2 и I.2 должно удовлетворять по крайней мере требованиям к характеристикам для работы ADSL над POTS с перекрытием спектра, описанным в F.1.1.

Точное определение требований к характеристикам подлежит дальнейшему изучению.

F.2.2 Работа без перекрытия спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы без перекрытия спектра, согласно I.1.2 и I.2 должно удовлетворять по крайней мере требованиям к характеристикам для работы ADSL над POTS без перекрытия спектра, описанным в F.1.2.

Точное определение требований к характеристикам подлежит дальнейшему изучению.

Приложение G

Требования к характеристикам ATU-х для региона В (Европа)

G.1 Требования к характеристикам для работы ADSL над POTS (Приложение А)

G.1.1 Работа с перекрытием спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы с перекрытием спектра, согласно A.1.2 и A.2 должно удовлетворять требованиям, описанным в ETSI TS 101 388 [10], глава 5, "Требования к характеристикам передачи и методы испытаний, применяемые к системам EC ADSL над POTS".

G.1.2 Работа без перекрытия спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы без перекрытия спектра, согласно A.1.3 и A.2 должно удовлетворять требованиям, описанным в ETSI TS 101 388 [10], глава 5, "Требования к характеристикам передачи и методы испытаний, применяемые к системам FDD ADSL над POTS".

G.2 Требования к характеристикам для работы ADSL над ЦСИС (Приложение В)

G.2.1 Работа с перекрытием спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы с перекрытием спектра, согласно B.1.2 и B.2 должно удовлетворять требованиям, описанным в ETSI TS 101 388 [10], глава 5, "Требования к характеристикам передачи и методы испытаний, применяемые к системам EC ADSL над ЦСИС".

G.2.2 Работа без перекрытия спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы без перекрытия спектра, согласно B.1.3 и B.2 должно удовлетворять требованиям, описанным в ETSI TS 101 388 [10], глава 5, "Требования к характеристикам передачи и методы испытаний, применяемые к системам FDD ADSL над ЦСИС".

G.3 Требования к характеристикам для работы в полностью цифровом режиме (Приложение I)

G.3.1 Работа с перекрытием спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы с перекрытием спектра, согласно I.1.2 и I.2 должно удовлетворять по крайней мере требованиям к характеристикам для работы ADSL над POTS с перекрытием спектра, описанным в G.1.1.

Точное определение требований к характеристикам подлежит дальнейшему изучению.

G.3.2 Работа без перекрытия спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы без перекрытия спектра, согласно I.1.3 и I.2 должно удовлетворять по крайней мере требованиям к характеристикам для работы ADSL над POTS без перекрытия спектра, описанным в G.1.2.

Точное определение требований к характеристикам подлежит дальнейшему изучению.

G.4 Требования к характеристикам для работы в полностью цифровом режиме (Приложение J)

G.4.1 Работа с перекрытием спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы с перекрытием спектра, согласно J.1.2 и J.2 должно удовлетворять по крайней мере требованиям к характеристикам для работы ADSL над ЦСИС с перекрытием спектра, описанным в G.2.1.

Точное определение требований к характеристикам подлежит дальнейшему изучению.

G.4.2 Работа без перекрытия спектра

Устройство ATU, сконфигурированное для работы без перекрытия спектра, согласно J.1.3 и J.2 должно удовлетворять по крайней мере требованиям к характеристикам для работы ADSL над ЦСИС без перекрытия спектра, описанным в G.2.2.

Точное определение требований к характеристикам подлежит дальнейшему изучению.

Приложение Н

Специальные требования к синхронизированным симметричным системам DSL (SSDSL), работающим в одном пучке пар кабеля с системами ЦСИС, как это определено в Рекомендации МСЭ-Т G.961 Добавление III

Для дальнейшего изучения.

Приложение I

Система ADSL "полностью цифрового режима" (All Digital Mode) с улучшенной спектральной совместимостью с ADSL над POTS

I.1 Функциональные характеристики ATU-C (имеющих отношение к разделу 8)

I.1.1 Установки (настройки) параметров управления ATU-C

В таблице I.1 приведены установки параметров управления ATU-C, которые должны использоваться в частях основного текста и/или в этом Приложении там, где рассматриваются параметры. Параметры управления определены в 8.5.

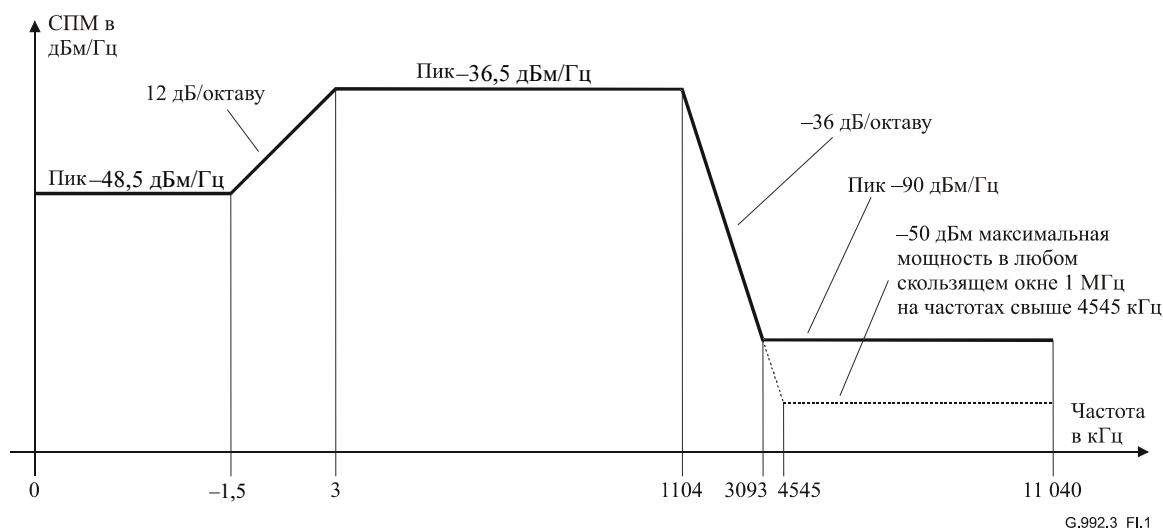
Таблица I.1/G.992.3 – Установки параметров управления ATU-C

Параметр	Значение по умолчанию	Характеристики
<i>NSCds</i>	256	
<i>NOMCPIIMds</i>	–40 дБм/Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMCPIIMds</i>	–40 дБм/Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMATPds</i> (работа по I.1.2)	20,4 дБм	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.

I.1.2 Спектральная маска передачи нисходящего потока ATU-C для работы с перекрытием спектров (дополнения к разделу 8.10)

Полоса пропускания определена как частоты от 3 до 1104 кГц, и это – наиболее широкая возможная для использования полоса частот (т. е. используемая с перекрытием спектров). Ограничения, определенные внутри полосы пропускания, применимы также к любым используемым более узким полосам частот.

На рисунке I.1 показана спектральная маска сигнала передачи. Низкочастотная полоса задержания определена как частоты меньше 3 кГц, высокочастотная полоса задержания определена как частоты больше 1104 кГц.



Полоса частот f (кГц)	Уравнение для прямой (дБм/Гц)
$0 < f \leq 1,5$	-48,5
$1,5 < f \leq 3$	$-36,5 + 12 \times \log_2(f/3)$
$3 < f \leq 1104$	-36,5
$1104 < f \leq 3093$	$-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104)$
$3093 < f \leq 4545$	-90 пиковое с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ ($-36,5 - 36 \times \log_2(f/1104) + 60$) дБм
$4545 < f \leq 11\,040$	-90 пиковое с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ -50 дБм

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все измерения СПМ производят на сопротивлении 100 Ом.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значения частот точек излома СПМ являются точными; указанные наклоны являются приближенными.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Свыше 3 кГц пик СПМ должен измеряться с разрешением ширины полосы в 10 кГц. Ниже 3 кГц пик СПМ должен измеряться с разрешением ширины полосы в 100 Гц.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Мощность в скользящем окне 1 МГц измеряется в полосе частот шириной 1 МГц, начиная с частоты измерения.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Все измерения СПМ и мощности должны производиться на интерфейсе U-C.

Рисунок I.1/G.992.3 – Маска СПМ полностью цифрового режима передачи АТУ-С при работе с перекрытием спектров

ПРИМЕЧАНИЕ. – При работе в одном кабеле с ADSL над POTS (Приложение A/G.992.1, Приложения A и B/G.992.2) возможны проблемы со спектральной совместимостью между двумя системами, вызванные перекрытием спектров канала нисходящего потока "полностью цифрового шлейфа" (All-Digital Loop) и канала восходящего потока ADSL над POTS на частотах меньше 138 кГц. Подробное изучение спектральной совместимости передано региональным организациям. Могут быть наложены ограничения на работу систем с использованием масок СПМ нисходящего потока, определенных в этом Приложении (например региональной регулирующей организацией).

I.1.2.1 СПМ полосы пропускания и отклик

В зависимости от типа передаваемого сигнала используют три различные маски СПМ для сигнала передачи АТУ-С. Во всей полосе пропускания уровень передачи СПМ не должен превышать максимальный уровень передачи СПМ полосы пропускания, определенный как:

- $NOMSPMds + 1$ дБ, для сигналов инициализации до и включая фазу раскрытия канала;
- $REFSPMds + 1$ дБ, в течение остальной части инициализации, начиная с фазы прогона приемопередатчика;
- $MAXNOMSPMds - PCBds + 3,5$ дБ, в течение рабочего режима.

Неравномерность групповой задержки в полосе пропускания не превышает 50 мкс.

Допускаются отклонения от максимального уровня передачи СПМ в полосе пропускания до 1 дБ, связанные с неидеальностью фильтра передачи (например неравномерностью в полосе пропускания и спадом в переходной полосе).

Для целей управления спектром приведен шаблон СПМ для уровня передачи СПМ в номинальной полосе: – 40 дБм/Гц.

I.1.2.2 Суммарная мощность передачи

В зависимости от типа передаваемого сигнала используют три различные маски СПМ для сигнала передачи ATU-C (см. I.1.2.1). Во всех случаях:

- суммарная мощность передачи во всей полосе пропускания не должна превышать ($MAXNOMATPds - PCBds$) более, чем на 0,5 дБ с учетом допусков на реализацию, и не должна быть больше 20,9 дБм;
- суммарная мощность передачи в полосе частот от 0 до 11,040 МГц не должна превышать ($MAXNOMATPds - PCBds$) больше, чем на 0,9 дБ с учетом остаточной мощности передачи в полосе задержания и допусков на реализацию.

Мощность, излучаемая ATU-C, ограничена требованиями, приведенными в этом разделе. При невыполнении этих требований подразумевается, что ADSL отвечает соответствующим национальным требованиям на излучение электромагнитной энергии.

Для целей управления спектром номинальная мощность передачи в полосе пропускания шаблона СПМ составляет 20,4 дБм.

I.1.3 Спектральная маска передачи нисходящего потока ATU-C для работы без перекрытия спектров (дополнение к разделу 8.10)

Спектральная маска передачи ATU-C должна быть идентична спектральной маске передачи ATU-C, предназначенной для работы с перекрытием спектров над POTS, как определено на рисунках A.2 и A.1.3, со следующим изменением:

- Для $0 < f < 4$ кГц СПМ должна быть ниже – 97,5 дБм/Гц (отсутствует ограничение на дополнительную мощность в полосе частот 0-4 кГц).

Строгое следование этой маске во многих случаях обеспечивает улучшение характеристик других систем ADSL в том же или соседнем пучке пар кабеля, при этом степень улучшения зависит от других влияющих устройств. Эта маска отличается от маски, приведенной в I.1.2, только в полосе частот меньше 138 кГц.

Полоса пропускания определена как полоса частот от 138 до 1104 кГц. Ограничения, определенные внутри полосы пропускания, применимы также к любым используемым более узким полосам частот.

Низкочастотная полоса задержания определена как частоты меньше 138 кГц, высокочастотная полоса задержания определена как частоты больше 1104 кГц.

I.1.3.1 Полоса СПМ и отклик

См. A.1.3.1.

I.1.3.2 Суммарная мощность передачи

См. A.1.3.2.

I.2 Функциональные характеристики (дополнение к разделу 8)

I.2.1 Установки параметров управления ATU-R

Установки параметров управления ATU-R, которые должны использоваться в частях основного текста данной Рекомендации, связанных с параметрами, и/или в этом Приложении, приведены в таблице I.2. Параметры управления определены в 8.5.

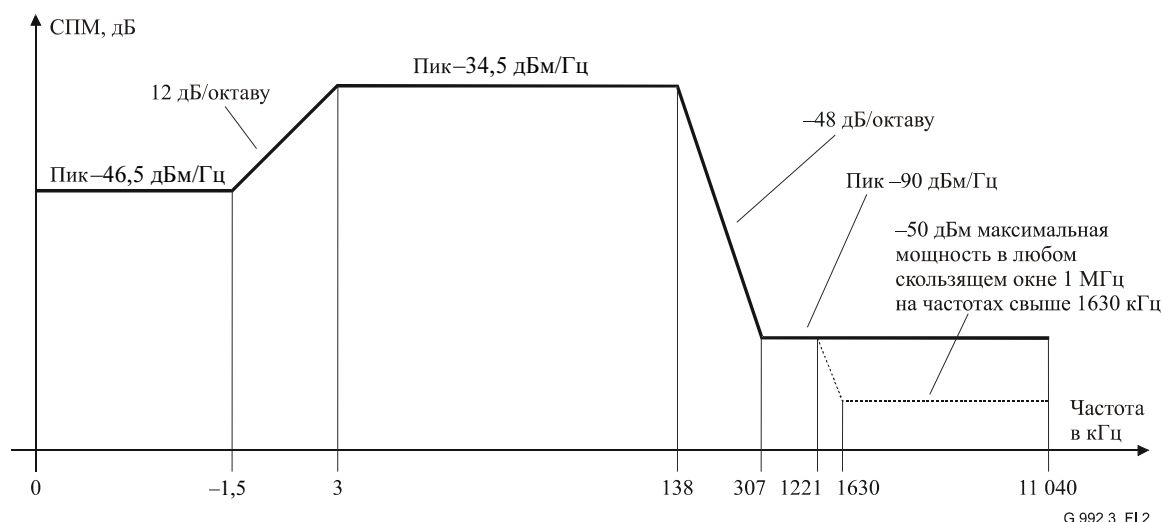
Таблица I.2/G.992.3 – Установки параметров управления ATU-R

Параметр	Значение по умолчанию	Характеристики
<i>NSCus</i>	32	
<i>NOMCIPMus</i>	–38 дБм/Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMCIPMus</i>	–38 дБм/Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMATPus</i>	13,3 дБм	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.

1.2.2 Спектральная маска передачи восходящего потока ATU-R (дополнения к 8.10)

Полоса пропускания определена как полоса частот от 3 до 138 кГц и представляет собой самую широкую полосу частот, использование которой возможно. Ограничения, определенные внутри полосы пропускания, применимы также к любым используемым более узким полосам частот.

На рисунке I.2 приведена спектральная маска для сигнала передачи. Низкочастотная полоса задержания определена как частоты меньше 3 кГц, высокочастотная полоса задержания определена как частоты больше 138 кГц.



Полоса частот f (кГц)	Уравнение для прямой (дБм/Гц)
$0 < f \leq 1,5$	–46,5
$1,5 < f \leq 3$	$-34,5 + 12 \times \log_2(f/3)$
$3 < f \leq 138$	–34,5
$138 < f \leq 307$	$-34,5 - 48 \times \log_2(f/138)$
$307 < f \leq 1221$	–90 пиковое с максимальной мощностью в окне $[f, f + 100 \text{ кГц}]$ –42,5 дБм
$1221 < f \leq 1630$	–90 пиковое с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ $(-90 - 48 \times \log_2(f/1221) + 60)$ дБм
$1630 < f \leq 11\,040$	–90 пиковое с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ –50 дБм

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все измерения СПМ производят на сопротивлении 100 Ом.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значения частот точек излома СПМ являются точными; указанные наклоны являются приближенными.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Свыше 3 кГц пик СПМ должен измеряться с разрешением ширины полосы в 10 кГц. Ниже 3 кГц пик СПМ должен измеряться с разрешением ширины полосы в 100 Гц.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Мощность в скользящем окне 1 МГц измеряется в полосе частот шириной 1 МГц, начиная с частоты измерения.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Все измерения СПМ и мощности должны производиться на интерфейсе U-C (см. рисунок 5-6).

Рисунок I.2/G.992.3 – Маска СПМ полностью цифрового режима передачи ATU-R

1.2.2.1 СПМ полосы пропускания и отклик

В зависимости от типа передаваемого сигнала используют три различные маски СПМ для сигнала передачи ATU-R. Во всей полосе пропускания уровень передачи СПМ не должен превышать максимальный уровень передачи СПМ в полосе пропускания, определенный как:

- $NOMСПМ_{us} + 1$ дБ, для сигналов инициализации до и включая фазу раскрытия канала;
- $REFСПМ_{us} + 1$ дБ, в течение остальной части инициализации, начиная с фазы прогона приемопередатчика;
- $MAXNOMСПМ_{us} - PC_{Bus} + 3,5$ дБ, в течение рабочего режима.

Неравномерность групповой задержки в полосе пропускания не превышает 50 мкс.

Допускаются отклонения от максимального уровня передачи СПМ полосы пропускания до 1 дБ, вызванные неидеальностью фильтра передачи (например неравномерностью в полосе пропускания и спадом в переходной полосе).

Для целей управления спектром приведен шаблон СПМ уровня передачи СПМ в номинальной полосе: -38 дБм/Гц.

1.2.2.2 Суммарная мощность передачи

В зависимости от типа передаваемого сигнала используют три различные маски СПМ для сигнала передачи ATU-C (см. 1.2.2.1). Во всех случаях:

- суммарная мощность передачи во всей полосе пропускания не должна превышать $(MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus})$ более, чем на 0,5 дБ с учетом допусков на реализацию, и не должна быть больше 13,8 дБм;
- суммарная мощность передачи в полосе частот от 0 до 11,040 МГц не должна превышать $(MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus})$ больше, чем на 0,8 дБ с учетом остаточной мощности передачи в полосе задержания и допусков на реализацию.

Мощность, излучаемая ATU-C, ограничена требованиями, приведенными в этом разделе. При невыполнении этих требований подразумевается, что ADSL отвечает соответствующим национальным требованиям на излучение электромагнитной энергии.

Для целей управления спектром номинальная мощность передачи в полосе пропускания шаблона СПМ составляет 13,3 дБм.

1.3 Инициализация

Для данного Приложения дополнительные требования не предъявляются (относительно основного текста данной Рекомендации).

1.4 Электрические характеристики

1.4.1 Ток обтекания (Регион А – Северная Америка)

Устройства ATU-C и ATU-R должны поддерживать функциональность тока обтекания и связанные с ним характеристики. Оператор может отключить ток обтекания в ATU-C.

Устройство ATU-R должно быть в состоянии регулировать в цепи дистанционного питания ток обтекания (утечки) от 1 до 20 мА. Максимальная скорость изменения тока обтекания не должна превышать 20 мА в секунду.

Устройство ATU-C может дополнительно увеличить мощность для поддержания тока обтекания. Минимальное напряжение должно быть достаточно высоким, чтобы обеспечить минимум 32 В на входах ATU-R. Потенциал от одного из проводов (tip) по отношению к земле должен быть нулевым или отрицательным. Ни в коем случае напряжение или ток, доступные пользователю (в сети или в устройстве ATU-R), не должны превышать максимальных значений, которые требуются для соответствия региональным требованиям по безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Один из методов для удовлетворения региональных требований по безопасности заключается в проектировании в соответствии с самым последним изданием [B15] с учетом национальных отклонений.

I.4.1.1 Окончание на металлическом кабеле

Окончание на металлическом кабеле в ATU-R должно быть выполнено совместно с использованием тока обтекания (см. I.4.1).

В таблице I.3 и на рисунке I.3 приведены характеристики для источника постоянного тока окончания на металлическом кабеле устройства ATU-R. Окончание на металлическом кабеле обеспечивает цепь постоянного тока между проводами в ATU-R, создавая путь для тока обтекания. Используя нелинейные свойства окончания на металлическом кабеле, система измерения со стороны сети может обнаружить присутствие устройства ATU-R с пользовательской стороны интерфейса. На характеристики окончания на металлическом кабеле не должно влиять, находится ли устройство ATU-R во включенном или выключенном состоянии.

Существуют два рабочих состояния окончания на металлическом кабеле по постоянному току:

- a) состояние включено (ON), или проводящее;
- b) состояние выключено (OFF), или непроводящее.

I.4.1.1.1 Состояние включено (ON)

Приложение к окончанию на металлическом кабеле напряжения более чем V_{AN} (напряжение перехода из состояния неактивации в состояния активации) с продолжительностью больше чем время активации, должно приводить окончание к переходу в состояние ON. Напряжение активации/неактивации должно находиться в диапазоне от 30,0 до 39,0 В. Время активации должно находиться в диапазоне от 3,0 до 50,0 мс. Когда происходит изменение состояния, переход должен закончиться в течение 50 мс от момента, когда приложенное к окончанию напряжение в первый раз превысит V_{AN} . Приложение напряжения, большего чем V_{AN} с продолжительностью менее 3,0 мс, не должно вызывать переход окончания в состояние ON. См. таблицу I.3 и рисунок I.3.

В состоянии ON при напряжении на окончании 15 В ток должен быть больше или равен 20,0 мА. Окончание металлического кабеля должно оставаться в состоянии ON до тех пор, пока ток больше порогового значения I_{HR} (см. таблицу I.3 и рисунок I.3), диапазон которого должен находиться в пределах от 0,1 до 1,0 мА. Приложение напряжения 90,0 В при нагрузке от 200 до 4000 Ом (с максимальной продолжительностью 2 с) должно приводить к увеличению тока более 9,0 мА.

I.4.1.1.2 Состояние выключено (OFF)

Окончание металлического кабеля должно перейти в состояние OFF, если ток упадет ниже порогового значения I_{HR} , диапазон которого должен находиться в пределах от 0,1 до 1,0 мА при продолжительности больше, чем время "гарантированного разъединения" (100 мс, см. таблицу I.3 и рисунок I.3). Если происходит изменение состояния, переход должен закончиться в течение 100 мс от момента, когда ток в первый раз упадет ниже I_{HR} . Если ток падает ниже I_{HR} в течение менее 3,0 мс, окончание не должно переходить в состояние OFF. В состоянии OFF ток должен быть меньше 5,0 мкА, если напряжение меньше 20,0 В. Ток не должен превышать 1,0 мА, пока напряжение на окончании остается меньше напряжения активации.

Описание этого материала можно найти в таблице I.3 и на рисунке I.3.

I.4.1.2 Емкость ATU-R

Пока окончание металлического кабеля находится в состоянии OFF, емкость между проводами ATU-R, измеренная на частотах менее 100 Гц, должна быть 1,0 мкФ $\pm 10\%$.

1.4.1.3 Поведение ATU-R во время измерений металлического кабеля

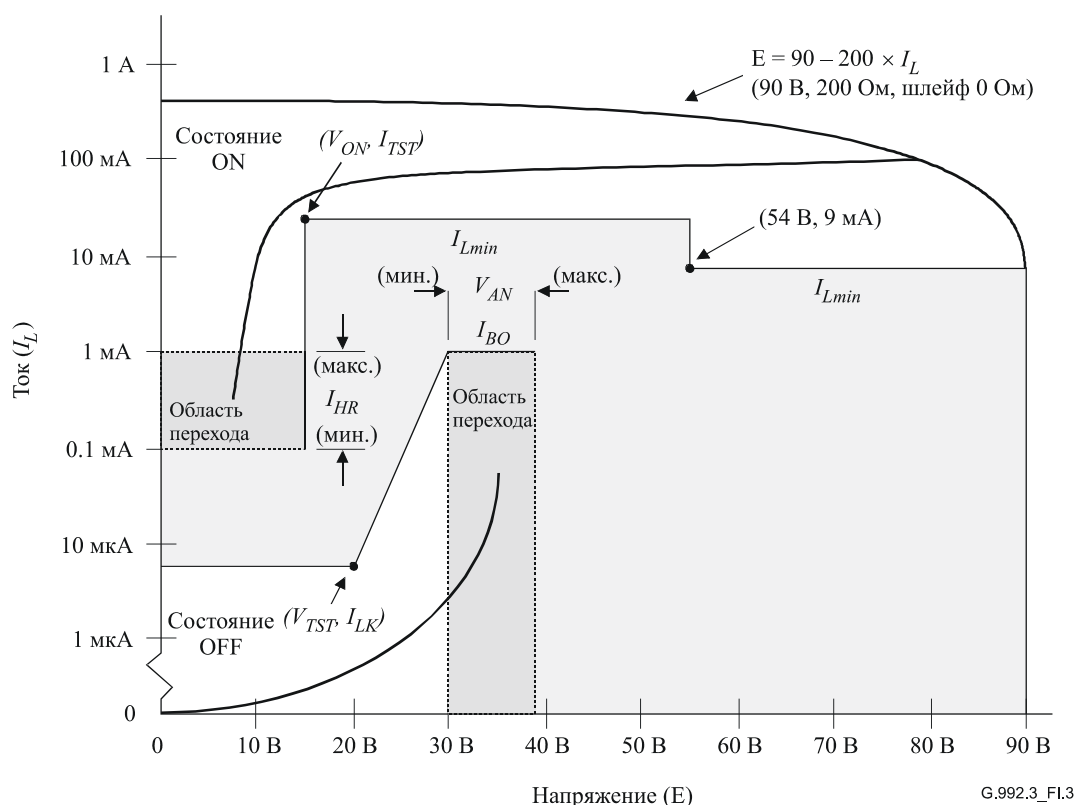
Во время измерений металлического кабеля поведение ATU-R должно быть следующим:

- а) Если к измеряемому шлейфу приложено измерительное напряжение до 90 В (см. примечание), устройство ATU-R должно представлять собой окончание металлического кабеля по постоянному току, описанного в 1.4.1.1, в таблице I.3 и на рисунке I.3, и не включать никакое защитное устройство, которое может замаскировать это состояние. Последовательное сопротивление (измерительная система + измеряемый тракт + шлейф + запас) может находиться в пределах от 200 до 4000 Ом (симметрично между двумя проводами);
- б) Устройство ATU-R может дополнительно ограничить ток, превышающий 25 мА (20 мА максимальный ток утечки +5 мА производственный запас).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Обычная современная измерительная система подает на один провод шлейфа постоянное напряжение 70 В плюс 10 В эфф. напряжения переменного тока (пиковое напряжение 84,4 В), в то время как другой провод заземляют.

Таблица I.3/G.992.3 – Характеристики по постоянному току окончания металлического кабеля в ATU-R

Характеристика	Значение
Тип операции	Обычное состояние OFF окончания по постоянному току. Переключение в состояние ON приложением к окончанию напряжения. Удержание состояния ON при протекании тока по шлейфу. Переключение в состояние OFF при разрыве шлейфа.
Ток в состоянии ON при 15 В	≥ 20 мА
Падение постоянного напряжения (в сост. ON) при токе 20 мА	≤ 15 В
Постоянный ток при напряжении 90 В на нагрузке 4000 Ом в течение до 2 с	минимально 9 мА (см. примечание). См. рисунок I.3.
Постоянный ток утечки (в сост. OFF) при 20 В	$\geq 5,0$ мкА
Напряжение активации/неактивации	$30,0 \text{ В} \leq V_{AN} \leq 39,0 \text{ В}$ постоянного тока
Ток активации (перекрытия) при напряжении V_{AN}	$\leq 1,0$ мА
Время активации для напряжения $\geq V_{AN}$	От 3 мс до 50 мс
Ток удержания/отпускания	$0,1 \text{ мА} \leq I_{HR} \leq 1,0 \text{ мА}$
Время отпускания/ удержания при токе $\leq I_{HR}$	От 3 мс до 100 мс
ПРИМЕЧАНИЕ. – Это требование преследует цель обеспечить согласование окончания с работой измерительной системы.	



Характеристики по постоянному току

Параметр	Значение	Ограничение	Условие	Назначение
I_{LK}	Ток утечки	$I_{LT} \leq 5 \text{ мкА}$	$V_{TST} = 20 \text{ В}$	Измерение напряжения
V_{AN}	Напряжение активации/неактивации	$30 \text{ В} \leq V_{AN} \leq 39 \text{ В}$		
I_{BO}	Ток разрыва	$I_{BO} \leq 1,0 \text{ мА}$		
I_{HR}	Ток удержания/отпускания	$0,1 \text{ мА} \leq I_{HR} \leq 1,0 \text{ мА}$		
V_{ON}	Напряжение включения (ON)	$V_{ON} \leq 15 \text{ В}$	$I_{TST} = 20 \text{ мА}$	Измерение тока
I_{Lmin}	Минимальный ток включения (ON)	9 мА	54 В	

Рисунок I.3/G.992.3 – Иллюстрация характеристик ATU-R по постоянному току (ток двустороннего переключения и удержания)

I.4.2 Ток обтекания (Регион В – Европа)

Устройства ATU-C и ATU-R должны поддерживать функциональность тока обтекания и связанные с ним характеристики. Оператор может отключить ток обтекания в ATU-C.

Устройство ATU-R должно быть в состоянии регулировать в цепи дистанционного питания ток обтекания (утечки) от 0,2 до 3 мА.

Устройство ATU-C может дополнительно увеличить мощность для поддержания тока обтекания. Ни в коем случае напряжение или ток, доступные пользователю (в сети или в устройстве ATU-R), не должны превышать максимальных значений, которые требуются для соответствия региональным требованиям по безопасности.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Один из методов, удовлетворяющий региональным требованиям по безопасности, заключается в проектировании в соответствии с самым последним изданием [B16] с учетом национальных отклонений.

I.4.3 Характеристики полосы частот ADSL

I.4.3.1 Продольная симметрия

Продольная симметрия на интерфейсе U-R должна быть больше или равна 40 дБ в полосе частот от 5 кГц до 1104 кГц.

Измерительная установка и методология описаны в А.4. Измерения продольной симметрии в специальной полосе должны быть выполнены, как показано на рисунке А.4. Симметрию следует измерять в отсутствии постоянного напряжения смещения и с включенным измеряемым модемом (т. е. вместе с включенным передатчиком и приемником в состоянии инициализации или в рабочем режиме).

Приложение J

Система ADSL "полностью цифрового режима" (All Digital Mode) с улучшенной спектральной совместимостью с ADSL над ЦСИС

J.1 Функциональные характеристики АТУ-С (имеющих отношение к разделу 8)

J.1.1 Установки управляющих параметров АТУ-С

В таблице I.1 приведены установки параметров управления АТУ-С, которые должны использоваться в частях основного текста и/или в этом Приложении там, где рассматриваются параметры. Параметры управления определены в 8.5.

Таблица J.1/G.992.3 – Установки параметров управления АТУ-С

Параметр	Значение по умолчанию	Характеристики
<i>NSCds</i>	256	
<i>NOMCIPMds</i>	−40 дБм/Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMCIPMds</i>	−40 дБм/Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMATPds</i> (работа по J.1.2)	20,4 дБм	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.

J.1.2 Спектральная маска передачи нисходящего потока АТУ-С для работы с перекрытием спектров (дополнения к разделу 8.10)

Спектральная маска передачи АТУ-С должна быть идентична спектральной маске передачи АТУ-С для работы с перекрытием спектров, указанной на рисунках I.1 в I.1.2.

Полоса пропускания определена как частоты от 3 до 1104 кГц, и это наиболее широкая возможность для использования полосы частот (т. е. используемая с перекрытием спектров). Ограничения, определенные внутри полосы пропускания, применимы также к любым используемым более узким полосам частот.

Низкочастотная полоса задержания определена как частоты меньше 3 кГц, высокочастотная полоса задержания определена как частоты больше 1104 кГц.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При работе в одном кабеле с ADSL над POTS (Приложение A/G.992.1, Приложения А и В/G.992.2) возможны проблемы со спектральной совместимостью между двумя системами, вызванные перекрытием спектров канала нисходящего потока "полностью цифрового шлейфа" (All-Digital Loop) и канала восходящего потока ADSL над POTS на частотах меньше 138 кГц. Подробное изучение спектральной совместимости передано региональным организациям. Могут быть наложены ограничения на работу систем с использованием масок СПМ нисходящего потока, определенных в этом Приложении (например региональной регулирующей организацией).

J.1.2.1 СПМ полосы пропускания и отклик

См. I.1.2.1.

J.1.2.2 Суммарная мощность передачи

См. I.1.2.2.

J.1.3 Спектральная маска передачи нисходящего потока ATU-C для работы без перекрытия спектров (дополнение к разделу 8.10)

Спектральная маска передачи ATU-C должна быть идентична спектральной маске передачи ATU-C, предназначенной для работы над ЦСИС без перекрытия спектров, как показано на рисунке В.2.

Строгое соблюдение этой маски во многих случаях может обеспечить улучшение характеристик в восходящем направлении других систем ADSL, работающих в том же или соседнем пучке пар, а также улучшений, связанных с другими влияниями. Эта маска отличается от маски в I.1.2 только на частотах ниже 254 кГц.

Полоса пропускания определена как полоса частот от 254 до 1104 кГц. Ограничения, определенные внутри полосы пропускания, применимы также к любым используемым более узким полосам частот.

Низкочастотная полоса задержания определена как частоты меньше 254 кГц, высокочастотная полоса задержания определена как частоты больше 1104 кГц.

J.1.3.1 Полоса СПМ и отклик

См. В.1.2.1.

J.1.3.2 Суммарная мощность передачи

См. В.1.2.2.

J.2 Функциональные характеристики (дополнение к разделу 8)

J.2.1 Установки параметров управления ATU-R

Установки параметров управления ATU-R, которые должны использоваться в частях основного текста данной Рекомендации, связанных с параметрами, и/или в этом Приложении, приведены в таблице J.2. Параметры управления определены в 8.5.

Таблица J.2/G.992.3 – Установки параметров управления ATU-R

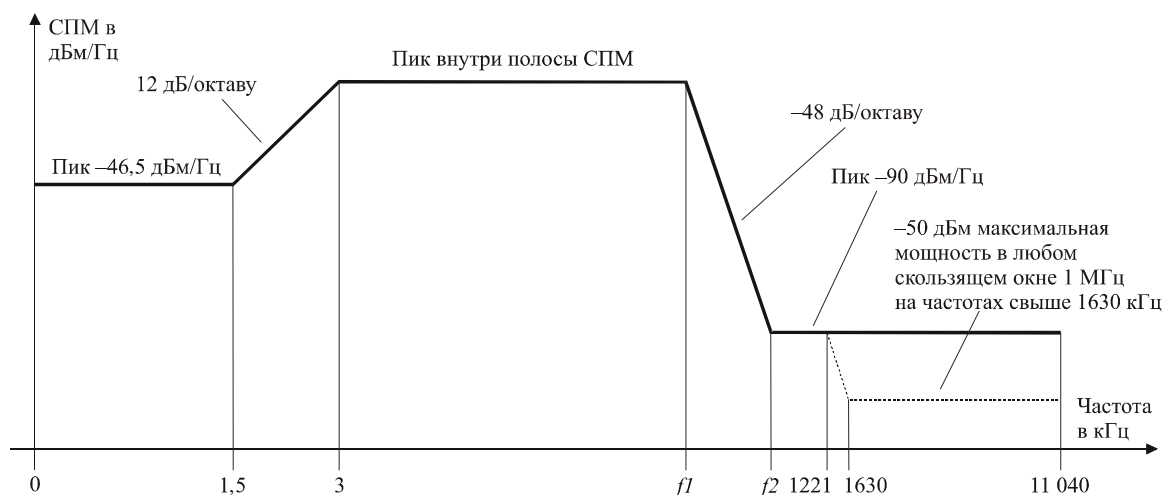
Параметр	Значение по умолчанию	Характеристики
<i>NSC_{us}</i>	64	
<i>NOMCPI_{Mus}</i>	–41 дБм/Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMCPI_{Mus}</i>	–38 дБм/Гц	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.
<i>MAXNOMATP_{us}</i>	13,4 дБм	Установки могут быть изменены относительно этого значения во время фазы G.994.1; см. 8.13.2.

J.2.2 Спектральная маска передачи восходящего потока ATU-R (дополнения к 8.10)

СПМ передачи ATU-R должна соответствовать одной из разрешенных спектральных масок семейства ADLU-32, ADLU-36,... ADLU-64 (см. примечание 1). Каждая из этих спектральных масок должна быть такой, как это определено на рисунке J.1 и в таблице J.3.

Полоса пропускания определена как полоса частот от 3 кГц до наивысшей частоты f_1 , определенной в таблице J.3. Это наиболее широкая полоса из возможных для использования. Ограничения, определенные внутри полосы пропускания, применимы также к любым используемым более узким полосам частот.

На рисунке J.1 приведена спектральная маска для сигнала передачи. Низкочастотная полоса задержания определена как частоты меньше 3 кГц, высокочастотная полоса задержания определена как частоты больше наивысшей частоты f_1 полосы, указанной в таблице J.3. Пик СПМ внутри полосы (Inband_peak_PSD) и частоты f_1 и f_2 должны быть такими, как это определено в таблице J.3.



G.992.3_FJ.1

Полоса частот f (кГц)	Уравнение для прямой (дБм/Гц)
$0 < f \leq 1,5$	-46,5
$1,5 < f \leq 3$	$-46,5 + (\text{Inband\_peak\_PSD} + 46,5) \times \log_2(f/1,5 \text{ кГц})$
$3 < f \leq f_1$	Inband_peak_PSD.
$f_1 < f \leq f_2$	$\text{Inband\_peak\_HSD} - 48 \log_2(f/f_1)$
$f_2 < f \leq 1221$	-90
$1221 < f \leq 1630$	-90 пиковое с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ ($-30 - 48 \log_2(f/1221 \text{ кГц})$) дБм
$1630 < f \leq 11\,040$	-90 пиковое с максимальной мощностью в окне $[f, f + 1 \text{ МГц}]$ -50 дБм

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Все измерения СЧМ производят на сопротивлении 100 Ом.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Значения частоты точек излома СЧМ являются точными; указанные наклоны являются приближенными.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Свыше 3 кГц пик СЧМ должен измеряться с разрешением ширины полосы в 10 кГц. Ниже 3 кГц пик СЧМ должен измеряться с разрешением ширины полосы в 100 Гц.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Мощность в скользящем окне 1 МГц измеряется в полосе частот шириной 1 МГц, начиная с частоты измерения.

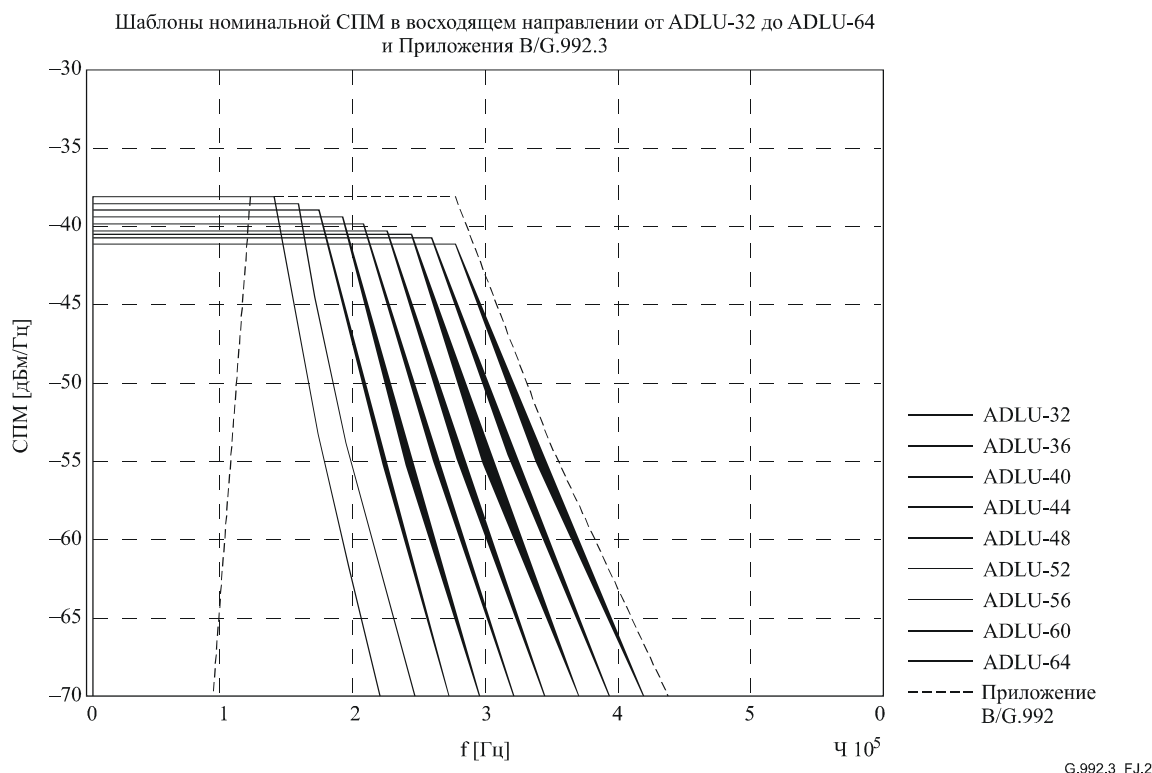
ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Все измерения СЧМ и мощности должны производиться на интерфейсе U-C, как показано на рисунке 5-6.

Рисунок J.1/G.992.3 – Семейство масок СЧМ передатчика ATU-R

Таблица J.3/G.992.3 – Пик СЧМ внутри полосы и частоты f_1 и f_2

Номер маски для восходящего направления	Указатель	Номинальный шаблон СЧМ (дБм/Гц)	Максимальный шаблон суммарной мощности передачи (дБм)	Пик СЧМ внутри полосы (дБм/Гц)	Частота f_1 (кГц)	Частота f_2 (кГц)
1	ADLU-32	-38,0	13,4	-34,5	138,00	307
2	ADLU-36	-38,5	13,4	-35,0	155,25	343
3	ADLU-40	-39,0	13,4	-35,5	172,50	379
4	ADLU-44	-39,4	13,4	-35,9	189,75	415
5	ADLU-48	-39,8	13,4	-36,3	207,00	450
6	ADLU-52	-40,1	13,4	-36,6	224,25	485
7	ADLU-56	-40,4	13,4	-36,9	241,50	520
8	ADLU-60	-40,7	13,4	-37,2	258,75	554
9	ADLU-64	-41,0	13,4	-37,5	276,00	589

Для целей управления спектром в таблице J.3 показаны шаблоны номинальной СПМ в полосе уровня передачи СПМ и номинальная полоса суммарной мощности передачи. Семейство спектральных шаблонов передачи ATU-R, соответствующих спектральным маскам передачи ATU-R, показаны на рисунке J.2. Для сравнения также показан спектральный шаблон передачи ATU-R для ADSL над ЦСИС (см. Приложение В).



ПРИМЕЧАНИЕ 1.— ATU-R выбирает маску СПМ передачи из семейства масок СПМ передачи в восходящем направлении, описанных в табл. J.3 и основанных на ограничениях, выдвигаемых базой CO-MIB (которую изменяют во время фазы инициализации G.994.1, см. 8.13.2.4), а также основанных на возможностях функции передачи PMD.

ПРИМЕЧАНИЕ 2.— При размещении в том же кабеле, что и ADSL над POTS (Приложение A/G.992.1, Приложение A и В/G.992.2, Приложение A/G.992.3 и Приложение A/G.992.4), возможны проблемы спектральной совместимости между двумя системами из-за перекрытия канала полностью цифрового шлейфа в восходящем направлении каналом ADSL над POTS в нисходящем направлении на частотах свыше 138 кГц. Подробное изучение спектральной совместимости возлагается на региональные органы. Могут быть выдвинуты ограничения (например региональными регулирующими органами) на размещение систем, использующих маски СПМ в восходящем направлении, описанные в этом Приложении.

Рисунок J.2/G.992.3 – Семейство шаблонов спектра передачи ATU-R

J.2.2.1 СПМ полосы пропускания и отклик

В зависимости от типа передаваемого сигнала используют три различные маски СПМ для сигнала передачи ATU-C. Во всей полосе пропускания уровень СПМ передачи не должен превышать максимальный уровень передачи СПМ полосы пропускания, определенный как:

- $NOMCSPMds + 1$ дБ, для сигналов инициализации до и включая фазу раскрытия канала;
- $REFCSPMds + 1$ дБ, в течение остальной части инициализации, начиная с фазы прогона приемопередатчика;
- $MAXNOMCSPMds - PCBds + 3,5$ дБ, в течение рабочего режима.

Неравномерность групповой задержки в полосе пропускания не превышает 50 мкс.

Допускаются отклонения от максимального уровня передачи СПМ полосы пропускания до 1 дБ, связанные с неидеальностью фильтра передачи (например неравномерностью в полосе пропускания и спадом в переходной полосе).

J.2.2.2 Суммарная мощность передачи

(см. J.2.2.1). Во всех случаях:

- суммарная мощность передачи во всей полосе пропускания не должна превышать ($MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus}$) более, чем на 0,5 дБ с учетом допусков на реализацию, и не должна быть больше 13,9 дБм;
- суммарная мощность передачи в полосе частот от 0 до 11,040 МГц не должна превышать ($MAXNOMATP_{us} - PC_{Bus}$) более, чем на 0,9 дБ с учетом остаточной мощности передачи в полосе задержания и допусков на реализацию.

Мощность, излучаемая АТУ-С, ограничена требованиями, приведенными в этом разделе. При невыполнении этих требований подразумевается, что ADSL отвечает соответствующим национальным требованиям на излучение электромагнитной энергии.

J.3 Инициализация

Для данного Приложения дополнительные требования не предъявляются (относительно основного текста данной Рекомендации).

J.4 Электрические характеристики

Устройство АТУ должно удовлетворять электрическим характеристикам, определенным в I.4.

Приложение К

Функциональные описания TPS-ТС

В этом Приложении содержатся функциональные описания разных типов TPS-ТС, которые могут быть использованы в приемопередатчиках по G.992.3.

К.1 Функция сходимости передачи STM (STM-ТС)

К.1.1 Назначение

Функция STM-ТС обеспечивает процедуры для транспортировки однонаправленного потока STM-ТС в потоке либо восходящего, либо нисходящего направлений. Границы октетов и положение наиболее значащих битов четко поддерживаются при транспортировке потока STM-ТС. Поток STM-ТС представлен в контрольной точке T-R или V-C синхронно по отношению к тактовым битам PMD.

Поддержка плезиохронного интерфейса оставлена для изучения.

К.1.2 Ссылки

В этом разделе специально опущены, поскольку отсутствуют конкретные ссылки на STM-ТС.

К.1.3 Определения

В этом разделе специально опущены, поскольку отсутствуют конкретные определения STM-ТС.

К.1.4 Сокращения

В этом разделе специально опущены, поскольку отсутствуют конкретные сокращения для STM-ТС.

К.1.5 Транспортные возможности

Функция STM-TC обеспечивает процедуры для транспортировки однонаправленного потока STM-TC в потоке либо восходящего, либо нисходящего направлений. Границы октетов и положение наиболее значащих битов четко поддерживаются при транспортировке потока STM-TC. Поток STM-TC представлен в контрольной точке T-R или V-C синхронно по отношению к тактовым битам PMD.

После каждой процедуры передачи STM-TC транспортировку потока STM-TC к функции приема STM-TC выполняют нижележащие уровни PMS-TC и PMD с помощью последовательности кадров данных и символов PMD. Транспортные возможности STM-TC конфигурируют параметрами управления, описанными в К.1.7. Параметры управления обеспечивают для приложения соответствующие скорости передачи данных и характеристики потока STM-TC. Значения всех параметров управления устанавливают во время инициализации или реконфигурации ATU. Функции приема STM-TC восстанавливают входной сигнал, представленный для соответствующей функции передачи STM-TC, сигналы которой транспортируют через функции STM-TC, PMS-TC и PMD в парах устройств ATU-C и ATU-R.

Функция передачи STM-TC принимает входные сигналы от уровня данных и уровня управления в ATU. В качестве элемента уровня данных функция передачи STM-TC принимает один поток STM-TC от контрольных точек V-C или T-R. Поток связан с одной и только одной функцией STM-TC. Эти входные сигналы транслируют интерфейсу прием STM-TC, как показано на рисунке К.1. Границы октета и положение наиболее значащих битов в явной форме поддерживают при транспортировке носителей кадров STM-TC. Поток STM-TC представлен в контрольной точке T-R или V-C синхронно по отношению к тактовым битам PMD.

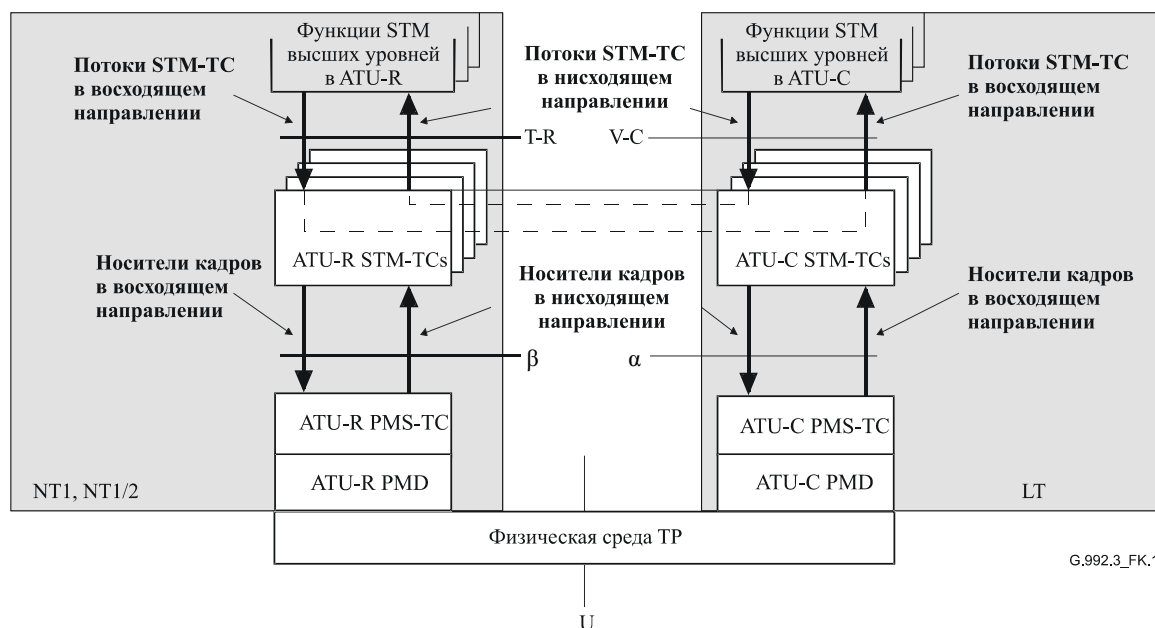


Рисунок К.1/G.992.3 – Транспортные возможности STM-TC на уровне пользователя

В качестве элемента уровня менеджмента не существует специальных транспортных функций, которые осуществляет функция STM-TC. Однако некоторые специальные биты указателя и определения откликов заголовков функции STM-TC приведены в этом Приложении.

К.1.6 Прimitives интерфейса

Каждая функция STM-TC устройства ATU-C имеет множество интерфейсных сигналов, как показано на рисунке К.2. Каждый поименованный сигнал состоит из одного или многих примитивов, как это обозначено направляющими стрелками. Тип примитива, связанного с каждой стрелкой, соответствует обозначению на рисунке.

Диаграмма разделена пунктирной линией, чтобы отделить функции и сигналы нисходящих и восходящих потоков. Сигналы, показанные на верхнем краю, переносят примитивы к функции STM более высокого уровня. Сигналы, показанные на нижнем краю, переносят примитивы к функции PMS-TC. Сигналы на левом и правом краях переносят примитивы управления.

Каждая функция STM-TC устройства ATU-R имеет аналогичные сигналы интерфейса, как показано на рисунке К.3. На этом рисунке метки восходящего и нисходящего потоков имеют противоположные рисунку К.1 направления.

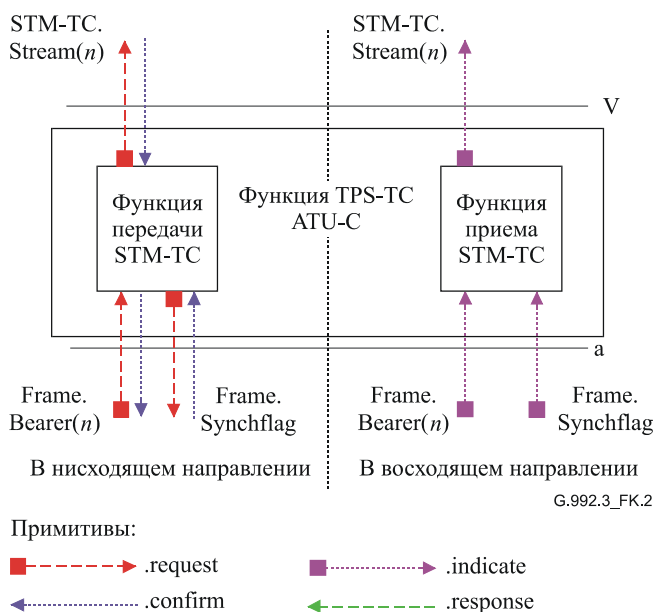


Рисунок К.2/G.992.3 – Сигналы функции STM-TC в ATU-C

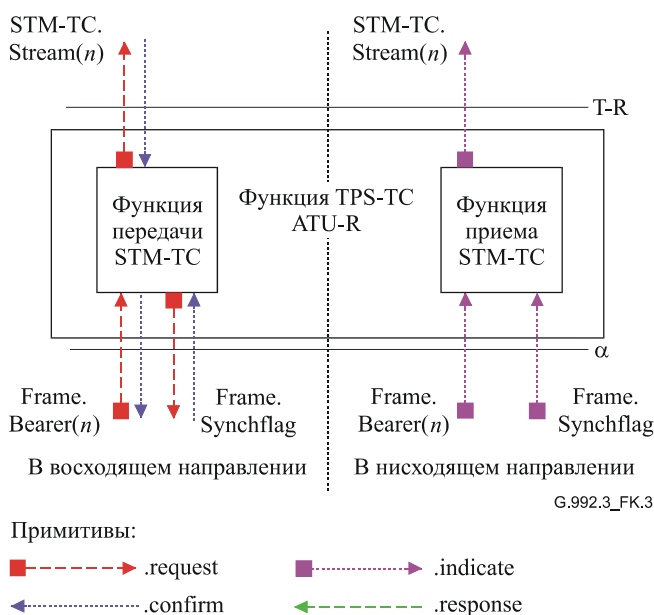


Рисунок К.3/G.992.3 – Сигналы функции STM-TC в ATU-R

Сигналы, показанные на рисунках К.2 и К.3, используют для переноса примитивов между функциями этой Рекомендации. Примитивы предназначены исключительно для ясного определения характеристик функций и их взаимодействия.

Примитивы, которые используют между функцией STM более высокого уровня и функцией STM-ТС, описаны в таблице К.1. Эти примитивы поддерживают изменение данных носителя кадров и регулирование потока данных для соответствия конфигурации PMS-ТС. Они также поддерживают координированную реконфигурацию на линии устройств ATU-C и ATU-R.

Таблица К.1/G.992.3 – Сигналы примитивов между функцией STM высшего уровня и функцией STM-ТС

Сигнал	Примитив	Описание
TPS-TC.Stream(<i>n</i>).STM	.request	Этот примитив использует функция передачи STM-ТС для запроса одного или более октетов от функции STM высшего уровня, которую следует транспортировать. С помощью взаимодействия запроса и подтверждения поток данных согласуют с конфигурацией STM-ТС (и с нижележащей функцией). Примитивы отмечают как <i>n</i> , где <i>n</i> соответствует идентификатору (id) функции TPS-TC (например <i>n</i> = 0 для TPS-TC №0).
	.confirm	Функция передачи STM высшего уровня пропускает один или более октетов к функции STM-ТС, которую должны транспортировать с этим примитивом. После получения этого примитива функция STM-ТС должна выполнить процедуры уровня данных по К.1.8.
	.indicate	Функция приема STM-ТС пропускает один или более октетов к функции STM высшего уровня, которая должна транспортироваться с этим примитивом.

К.1.7 Параметры управления

Конфигурацией функции STM-ТС управляет набор параметров управления, показанных в таблице К.2, в дополнение к тем параметрам, которые описаны в основной части данной Рекомендации. Значения этих параметров управления устанавливают во время инициализации или реконфигурации пары устройств ATU. Все эти значения определяются требованиями приложений и средствами, рассмотрение которых выходит за рамки данной Рекомендации.

Таблица К.2/G.992.3 – Параметры STM-ТС

Параметр	Описание
Минимальная скорость данных <i>net_min_n</i>	Минимальная скорость данных, поддерживаемая потоком № <i>n</i> STM-ТС. Устройство ATU должно использовать соответствующие процедуры инициализации и реконфигурации, чтобы обеспечить скорость данных <i>net_min_n</i> .
Максимальная скорость данных <i>net_max_n</i>	Максимальная скорость данных, поддерживаемая потоком № <i>n</i> STM-ТС. Во время процедуры инициализации и реконфигурации скорость данных не должна превышать эту величину.
Минимальная зарезервированная скорость данных <i>net_reserve_n</i>	Минимальная зарезервированная скорость данных, поддерживаемая потоком № <i>n</i> STM-ТС, которая всегда достижима по запросу соответствующей процедуры реконфигурации. Значение <i>net_reserve_n</i> должно быть ограничено таким образом, что $net\_min_n \leq net\_reserve_n \leq net\_max_n$.
Максимум задержки PMS-ТС <i>delay_max_n</i>	Поток № <i>n</i> STM-ТС должен транспортироваться нижележащей функцией PMS-ТС, конфигурированной таким образом, чтобы производный параметр <i>delay_p</i> был не больше, чем параметр управления <i>delay_max_n</i> .

Таблица К.2/G.992.3 – Параметры STM-TC

Параметр	Описание
Максимум коэф. ошибок BER PMS-TC $error\_max_n$	Поток № n STM-TC должен транспортироваться с коэффициентом ошибок, не превышающим $error\_max_n$, по отношению к выходу функции PMS-TC в приемнике. Модем должен использовать соответствующие процедуры инициализации и реконфигурации, чтобы обеспечить это значение.
Минимальная защита от импульсного шума PMS-TC INP_min_n	Поток № n АТМ-ТС должен транспортироваться нижележащей функцией PMS-TC, конфигурированной таким образом, чтобы производный параметр INP_p был не меньше, чем параметр управления INP_min_n .

Если net_min_n , net_max_n и $net\_reserve_n$ установлены на одно и то же значение, то поток STM-TC описывают как поток STM-TC с постоянной скоростью данных (т. е. RA_mode = MANUAL, см. таблицу 8-6). Если $net\_min_n = net\_reserve_n$ и $net\_min_n \neq net\_max_n$, то поток STM-TC описывают как поток STM-TC с эластичной скоростью данных. Если значение $net\_min_n \neq net\_max_n \neq net\_reserve_{max}$, то поток STM-TC описывают как поток STM-TC с эластичной скоростью данных и с резервированием распределения скорости данных.

Во время процедуры инициализации и реконфигурации действительная скорость данных net_act_n для потока № n должна быть всегда установлена на значение производного параметра $net\_act_{p,n}$ нижележащей функции PMS-TC тракта с ожиданием и должна быть ограничена так, чтобы $net\_min_n \leq net\_act_n \leq net\_max_n$. Однако, в случае если $net\_min_n = net\_max_n$, то net_act_n может превысить net_max_n на величину до 4 кбит/с, чтобы разрешить PMS-TC разделение скорости данных (см. таблицу 7-7). Задержка (время ожидания) $delay\_act_n$ должна быть всегда установлена на значение производного параметра $delay_p$ нижележащей функции PMS-TC тракта с ожиданием и ограничена так, чтобы $delay\_act_n \leq delay\_max_n$. Значения net_act_n и $delay\_act_n$ не являются параметрами управления. Эти значения являются результатом специальной процедуры инициализации и реконфигурации.

Защита от импульсного шума INP_act_n транспортного потока № n должна быть всегда установлена на значение производного параметра INP_p нижележащей функции PMS-TC тракта и ограничена так, чтобы $INP\_act_n \geq INP\_min_n$. Значения net_act_n , $delay\_act_n$ и INP_act_n не являются параметрами управления. Эти значения являются результатом специальной процедуры инициализации и реконфигурации.

К.1.7.1 Действительная конфигурация

Конфигурации, перечисленные в таблице К.3, являются действительными для функции STM-TC.

Таблица К.3/G.992.3 – Действительная конфигурация для функции STM-TC

Параметр	Возможности
$type_n$	1
net_min_n	net_min_n может быть поддержан для всех действительных конфигураций формирования кадров
net_max_n	net_max_n может быть поддержан для всех действительных конфигураций формирования кадров
$net\_reserve_n$	$net\_reserve_n$ может быть поддержан для всех действительных конфигураций формирования кадров
$delay\_max_n$	$0 \leq delay\_max_n \leq$ наибольшему значению $delay_p$ (см. 7.6.1) для поддерживаемых действительных конфигураций формирования кадров. $delay\_max_n = 0$ – это специальное значение, указывающее на то, что не введено никакой границы на задержку. $delay\_max_n = 1$ – это специальное значение, указывающее на то, что введена наименьшая задержка (см. 7.3.2.2/G.997.1).
$error\_max_n$	10^{-3} , 10^{-5} , 10^{-7}
INP_min_n	0, 1/2, 1, 2

К.1.7.2 Обязательная конфигурация

Если используют функцию STM-ТС, устройство ATU должно поддерживать для функции STM-ТС все комбинации значений параметров управления STM-ТС, приведенные в таблицах К.4 и К.5 для направлений нисходящего и восходящего потоков соответственно. Передатчик и приемник должны поддерживать обязательные свойства, приведенные в этих таблицах.

Таблица К.4/G.992.3 – Обязательная конфигурация нисходящего потока для функции STM-ТС

Параметр	Возможности
$type_n$	1
net_min	net_min_n должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 8 Мбит/с (см. примечание).
net_max_n	net_max_n должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 8 Мбит/с (см. примечание).
$net\_reserve_n$	$net\_reserve_n$ должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 8 Мбит/с.
$delay\_max_n$	Должны поддерживаться все действительные значения.
$error\_max_n$	Должны поддерживаться все действительные значения
INP_min_n	Должны поддерживаться все действительные значения
ПРИМЕЧАНИЕ. – Поддержка значений скоростей данных, выше требуемых, является дополнительной и разрешенной конфигурацией.	

Таблица К.5/G.992.3 – Обязательная конфигурация восходящего потока для функции STM-ТС

Параметр	Возможности
$type_n$	1
net_min_n	net_min_n должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 800 кбит/с (см. примечание).
net_max_n	net_max_n должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 800 кбит/с (см. примечание).
$net\_reserve_n$	$net\_reserve_n$ должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 800 кбит/с (см. примечание).
$delay\_max_n$	Должны поддерживаться все действительные значения.
$error\_max_n$	Должны поддерживаться все действительные значения.
INP_min_n	Должны поддерживаться все действительные значения.
ПРИМЕЧАНИЕ. – Поддержка значений скоростей данных, выше требуемых, является дополнительной и разрешенной конфигурацией.	

К.1.8 Процедуры уровня данных

После получения примитива Frame.Bearer.request(n) функция передачи STM-ТС должна послать функции STM более высокого уровня сигнал TPS-TC.Stream.STM.request с запросом на транспортировку данных.

После получения примитива TPS-TC.STM.confirm(n) функция № n приема STM-ТС должна послать функции PMS-TC примитив Frame.Bearer(n).confirm, обеспечивающий транспортировку данных.

После получения примитива Frame.Bearer.indicate(n) функция № n приема STM-ТС должна послать функции STM более высокого уровня сигнал TPS-TC.Stream.STM.indicate, подтверждающий выполнение транспортировки данных.

К.1.9 Процедуры уровня менеджмента

К.1.9.1 Примитивы наблюдения

Примитивы наблюдения для функции STM-TC изучаются.

К.1.9.2 Биты индикаторов

Биты TIB№0 и TIB№1 должны быть установлены на 1 для использования по 7.8.2.2.

К.1.9.3 Форматы команд заголовков

К.1.9.3.1 Команда описи

Октеты, которые возвращены команде описи заголовка о возможностях TPS-TC, должны быть введены в ответ по таблице 9-15. Эта таблица основана на октетах о возможностях STM-TC, которые были переданы во время последней процедуры инициализации. Октеты о возможностях определены в таблице К.6.

К.1.9.3.2 Команда считывания значения управления

Октеты, которые возвращены команде считывания параметра управления заголовком для управления возможностями TPS-TC, должны быть введены в ответ согласно таблице 9-17. Эта таблица основана на текущих используемых функцией приемника STM-TC параметрах управления. Параметр управления должен быть передан в формате, показанном в таблице К.7.

К.1.9.3.3 Команда считывания счетчика менеджмента

Октеты TPS-TC в ответ на команду считывания заголовка счетчика менеджмента, соответствующего функции STM-TC, находятся на изучении. Соответствующий функции STM-TC блок значений счетчика, возвращенный в ответ на сообщение в таблице 9-20, должен иметь нулевую длину.

К.1.10 Процедура инициализации

Функция STM-TC должна быть сконфигурирована полностью перед инициализацией функций PMS-TC и PMD или должна быть сконфигурирована после инициализации функций PMS-TC и PMD способом, рассмотрение которого выходит за рамки данной Рекомендации. Конфигурацию до инициализации выполняют с помощью сообщения MS по G.994.1. Информацию можно изменить до выбора режима, чтобы уточнить возможности, используя сообщение CL или CLR по G.994.1.

К.1.10.1 Сообщение списка возможностей по Рекомендации МСЭ-Т G.994.1

Нижеприведенная информация о каждом восходящем и нисходящем потоке функции STM-TC, поддержанной ATU, должна быть такой, как это определено в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 в виде частей сообщений CL и CLR. Эта информация может быть дополнительной, запрошенной и полученной по G.994.1 в начале сеанса. Однако эта информация должна быть изменена по крайней мере один раз перед включением функции STM-TC между ATU-С и ATU, но не обязательно в начале сеанса. Измененная информация включает:

- Максимум скорости данных в сети, которую может поддерживать функция STM-TC;
- Максимум времени ожидания (задержки), который разрешен для функции STM-TC по таблице. Метод выбора этого значения выходит за рамки данной Рекомендации.

Эта информация для функции STM-TC представлена с использованием блока информации по G.994.1, как показано в таблице К.6.

Таблица К.6/G.992.3 – Формат сообщений CL и CLR функции STM-TC

Бит Spar(2)	Определение октетов, связанных с Npar(3)
TPS-TC №0 нисходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №0 нисходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №1 нисходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №1 нисходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №2 нисходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №2 нисходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №3 нисходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №3 нисходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №0 восходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №0 восходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №1 восходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №1 восходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №2 восходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №2 восходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №3 восходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №3 восходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
	Определение октетов блока параметров Npar(3)
	Блок параметров из 8 октетов, содержащий: – значение <i>net_max</i>; – значение <i>net_min</i>; – значение <i>net_reserve</i>; – значение <i>delay_max</i>; – значение <i>error_max</i>; и – минимум защиты от импульсного шума <i>INP_min</i>. 12-битовые значения без знака <i>net_max</i>, <i>net_min</i> и <i>net_reserve</i> представляют скорость данных, деленную на 4000 бит/с. 6-битовые значения без знака <i>delay_max</i> выражены в мс. Значение 000000 указывает на отсутствие введенной границы на задержку. Это 2-битовое указание <i>error_max</i>, определенное как 00 для коэффициента ошибок 1E-3, 01 – для коэффициента ошибок 1E-5 и 10 – для коэффициента ошибок 1E-7. Значение сообщения 11 зарезервировано. Это 2-битовое указание <i>INP_min</i>, определенное как 00 для <i>INP</i> = 0, 01 – для <i>INP</i> = 1/2, 10 – для <i>INP</i> = 1 и 11 для <i>INP</i> = 2. <i>INP_min</i> = 0 – специальная величина, указывающая на то, что не вводят никакого ограничения по защите от импульсного шума.

К.1.10.2 Сообщение о выборе режима по G.994.1

Каждый из параметров управления для функции STM-TC восходящего и нисходящего потоков должен быть таким, как это определено в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 как части сообщения MS. Эта информация для каждой действующей функции STM-TC должна быть выбрана при использовании сообщения MS до инициализации PMD и TPS-TC.

Конфигурация функции STM-TC представлена при использовании блока информации по G.994.1, как показано в таблице К.7.

Таблица К.7/G.992.3 – Формат сообщений MS функции STM-TC

Бит Spar(2)	Определение октетов, связанных с Npar(3)
TPS-TC №0 нисходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №0 нисходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №1 нисходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №1 нисходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №2 нисходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №2 нисходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №3 нисходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №3 нисходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №0 восходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №0 восходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №1 восходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №1 восходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №2 восходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №2 восходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC №3 восходящего потока STM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции №3 восходящего потока STM-TC, если таковой имеется.
	Определение октетов блока параметров Npar(3)
	Блок параметров из 8 октетов, содержащий: – значение <i>net_max</i>; – значение <i>net_min</i>; – значение <i>net_reserve</i>; – значение <i>delay_max</i>; – значение <i>error_max</i>; и – минимум защиты от импульсного шума <i>INP_min</i>. Формат октетов описан в таблице К.6

К.1.11 Реконфигурация на линии

Для реконфигурации STM-TC на линии обычно требуется установить прямую связь между равноправными узлами средствами, рассмотрение которых выходит за рамки данной Рекомендации. Не существует специального механизма для модификации значений параметров управления функции STM-TC. Значения *net_act* и *delay_act* автоматически обновляются от нижележащей функции PMS-TC тракта с ожиданием.

К.1.11.1 Изменения существующего потока

Реконфигурация существующей функции STM-TC происходит только на границе между октетами. Функция передачи STM-TC использует новые значения параметров управления – *net_act* и *delay_act* – чтобы сгенерировать октеты, после чего следует сигнал примитива *Frame.Synchflag.confirm*. Процедуры функции приема STM-TC обрабатывают октеты, отправляя примитив *Frame.Synchflag.indicate* для использования новых значений параметров управления.

К.1.12 Режим управления мощностью

Процедуры, определенные для функции STM-TC, предназначены для использования в то время, когда звено связи ATU находится в состояниях управления мощностью L0 и L2.

К.1.12.1 Работа звена связи в состоянии L0

Во время нахождения звена связи в состоянии L0 функция STM-ТС должна работать согласно процедурам уровня данных, определенным в К.1.8 и К.1.9, а также тех, которые содержатся в основной части данной Рекомендации. Для параметров управления должны применяться все определения и условия, приведенные в К.1.7, а также в основной части данной Рекомендации.

К.1.12.1.1 Работа звена связи при переходе в состояние L2

Во время перехода звена связи из состояния L0 в состояние L2, значения параметров управления не модифицируют. Однако значения *net_act* и *delay_act* автоматически обновляются, чтобы соответствовать таким же значениям нижележащей функции PMS-ТС тракта с ожиданием. Следуя успешному завершению протокола, описанного в основной части Рекомендации, координированный вход звена связи в состояние L2 должен происходить так, как это описано в К.1.11.1.

К.1.12.1.2 Работа звена связи при переходе в состояние L3

Корректное выключение ATU должно быть таким, как описано в основной части данной Рекомендации, касающейся этого Приложения. В функции STM-ТС не предусмотрено никакой специальной процедуры для случая обрыва.

К.1.12.2 Работа звена связи в состоянии L2

Во время нахождения звена связи в состоянии управления мощностью L2 функция STM-ТС должна работать в соответствии с процедурами уровня данных, определенными в К.1.8 и К.1.9, а также в основной части данной Рекомендации. Должны применяться все определения параметров управления, данные в К.1.7, а также в основной части данной Рекомендации. Однако ограничения на работу, введенные параметрами управления *net_min*, *net_reserve* и *delay_max*, не должны применяться, пока звено связи находится в состоянии L2.

Во время нахождения звена связи в состоянии L2, функция STM-ТС устройства ATU-C должна следить на своем интерфейсе за приемом примитивов, указывающих на то, что скорости данных выше, чем пониженные скорости данных, которые должны служить транспортом к ATU-R. Если такая ситуация обнаружена, устройство ATU-C должно использовать процедуру, описанную в 9.5.3.4, чтобы вернуть звено связи в состояние L0.

К.1.12.2.1 Работа звена связи при переходе в состояние L0

Вступлению звена связи в состояние L0 должен предшествовать протокол, описанный в основной части данной Рекомендации. Значения параметров управления не модифицируют до возвращения звена в состояние L2. Однако, во время перехода звена связи из состояния L2 в L0 значения *net_act* и *delay_act* автоматически обновляют, чтобы соответствовать таким же значениям нижележащей функции PMS-ТС тракта с ожиданием. Следуя успешному завершению протокола, описанного в основной части Рекомендации, координированный вход звена связи в состояние L0 должен происходить так, как это описано в К.1.11.1.

К.1.12.2.2 Работа звена связи при переходе в состояние L3

Переход звена связи в состояние L3 должен быть таким, как описано в основной части данной Рекомендации. В функции STM-ТС не предусмотрено никакой специальной процедуры для случая обрыва.

К.1.12.3 Работа звена связи в состоянии L3

В состоянии звена связи L3 для функции STM-ТС не предусмотрено никакой специальной процедуры.

К.1.12.3.1 Работа звена связи при переходе в состояние L0

Процедуры инициализации ATU предусматривают переход звена связи из состояния L3 в состояние L0. Этот переход должен происходить, как описано в К.1.10, а также в основной части данной Рекомендации.

К.2 Функция конвергенции передачи АТМ (АТМ-ТС)

К.2.1 Назначение

Функция АТМ-ТС обеспечивает процедуры для транспорта одного однонаправленного потока АТМ-ТС в направлении восходящего или нисходящего потоков. Границы и положение октетов и наиболее значащих битов четко выдерживаются при транспортировке потока АТМ-ТС. Поток АТМ-ТС представлен в контрольных точках Т-Р или V-С асинхронно по отношению к тактовым битам PMD.

К.2.2 Ссылки

Ссылки, используемые в этом Приложении, включены в раздел 2.

К.2.3 Определения

Этот раздел намеренно опущен, поскольку не существует специальных определений для АТМ-ТС.

К.2.4 Сокращения

Сокращения, используемые в этом Приложении, включены в раздел 4.

К.2.5 Транспортные возможности

Функция АТМ-ТС обеспечивает процедуры для транспорта одного однонаправленного потока АТМ-ТС в направлении восходящего или нисходящего потоков. Границы и положение октетов и наиболее значащих битов четко выдерживаются при транспортировке потока АТМ-ТС. Поток АТМ-ТС представлен в контрольных точках Т-Р или V-С асинхронно по отношению к тактовым битам PMD.

После того, как применена каждая из процедур передачи АТМ-ТС, происходит транспортировка потока АТМ-ТС к функции приема АТМ-ТС нижележащими уровнями PMS-ТС и PMD с помощью последовательностей кадров данных и символов PMD. Транспортные возможности АТМ-ТС конфигурируют параметрами управления, описанными в К.2.7. Параметры управления обеспечивают для приложения соответствующие скорости данных и характеристики потока АТМ-ТС. Значения всех параметров управления устанавливаются во время инициализации или реконфигурации АТУ. Функция приема АТМ-ТС восстанавливает входной сигнал, который был представлен соответствующей функции передачи АТМ-ТС, и эти сигналы транспортируют через функции АТМ-ТС, PMS-ТС и PMD и пары АТУ-С и АТУ-Р.

Функция передачи АТМ-ТС принимает входные сигналы от уровня данных и уровня управления в АТУ. В качестве элемента уровня данных функция передачи АТМ-ТС принимает один поток АТМ-ТС от контрольных точек V-С или Т-Р. Поток связан с одной и только с одной функцией АТМ-ТС. Эти входные сигналы перемещают на интерфейс приема АТМ-ТС, как показано на рисунке К.4. Границы октетов и положение наиболее значащих битов четко выдерживаются при транспортировке носителей кадров АТМ-ТС. Поток АТМ-ТС представлен в контрольных точках Т-Р или V-С асинхронно по отношению к тактовым битам PMD.

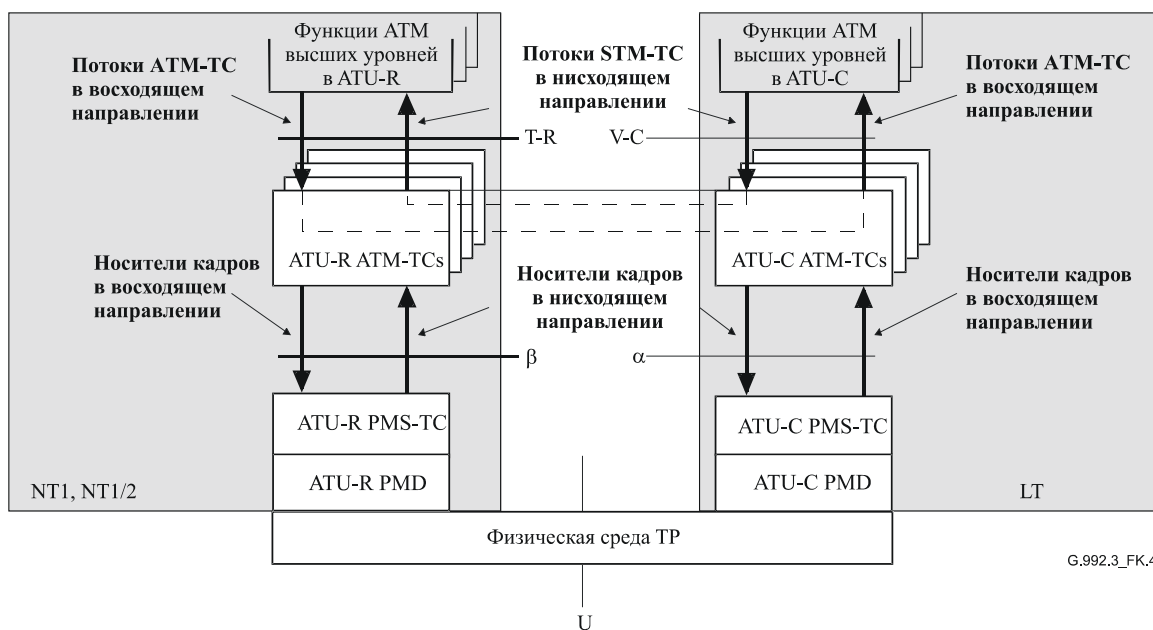


Рисунок К.4/G.992.3 – Транспортные возможности ATM-TC на уровне пользователя

Не существует специальной транспортной функции, предусмотренной функцией ATM-TC в качестве элемента уровня менеджмента. Однако, как это описано в этом Приложении, для функции ATM-TC предусмотрен ряд специальных индикаторных битов и определителей откликов заголовков.

К.2.5.1 Дополнительные функции

В дополнение к транспортной функции функция передачи ATM-TC обеспечивает процедуры распределения скорости потоков и носителей кадров ATM-TC введением пустой ячейки ATM, а также процедуры генерации управления ошибкой заголовка и скремблера ATM.

Функция приема ATM-TC производит обратную операцию над каждой из перечисленных процедур с тем, чтобы восстановить транспортируемую информацию. Кроме того, приемная функция ATU формирования кадров вырабатывает некоторые сигналы контроля и индикации, а также сигналы дефекта, связанные с некоторыми из этих процедур (например выделение статуса ячеек ATM, неисправность контроля ошибки НЕС), как описано в 8.12.1.

К.2.6 Прimitives интерфейса

Каждая функция ATM-TC устройства ATU-C имеет множество интерфейсных сигналов, как показано на рисунке К.5. Каждый поименованный сигнал состоит из одного или более примитивов, как это обозначено направляющими стрелками. Тип примитива, связанный с каждой стрелкой, соответствует надписи на рисунке.

Диаграмма разделена пунктирной линией, чтобы отделить функцию и сигналы нисходящего и восходящего потоков. Сигналы, показанные на верхнем краю, переносят примитивы к верхним уровням функции ATM. Сигналы, показанные на нижнем краю, переносят примитивы к функции PMS-TC. Сигналы на левом и правом краях переносят примитивы управления.

Каждая функция ATM-TC устройства ATU-R имеет аналогичные сигналы интерфейса, как показано на рисунке К.6. На этом рисунке метки восходящего и нисходящего потоков направлены противоположно меткам на рисунке К.5.

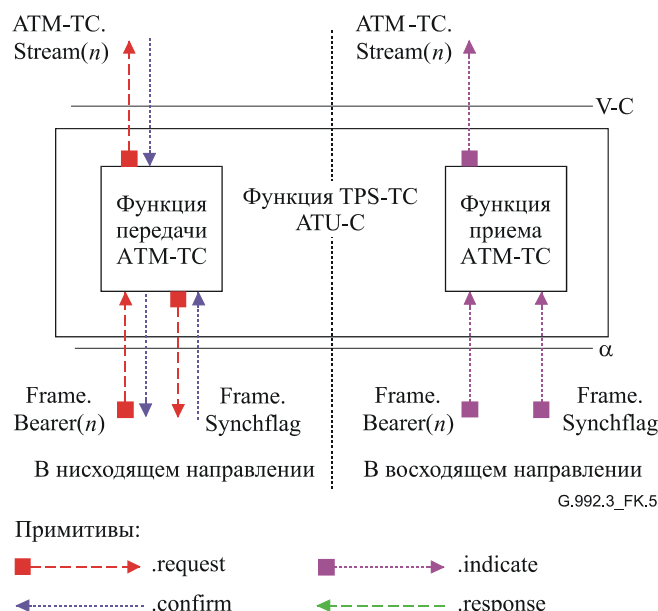


Рисунок К.5/G.992.3 – Сигналы функции ATM-TC устройства ATU-C

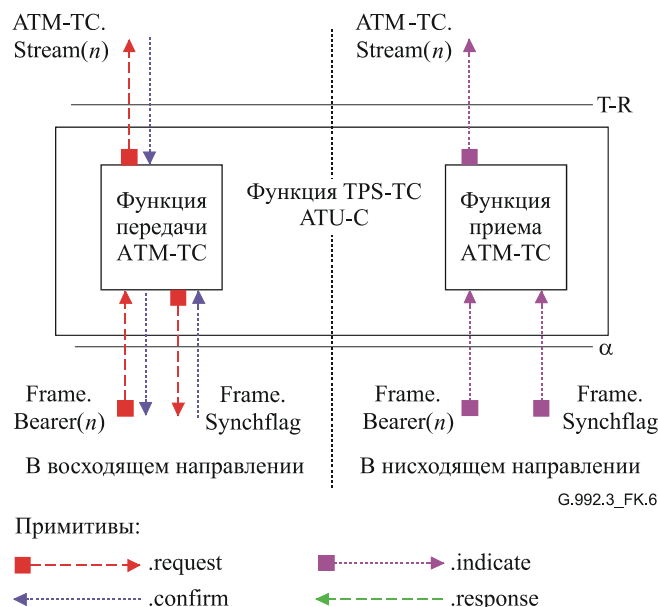


Рисунок К.6/G.992.3 – Сигналы функции ATM-TC устройства ATU-R

Сигналы, показанные на рисунках К.5 и К.6, используют для переноса примитивов между функциями этой Рекомендации. Примитивы предназначены только для ясного обозначения характеристик функций и их взаимодействия.

Примитивы, которые используют между функцией ATM высшего уровня и функцией ATM-TC, описаны в таблице К.8. Эти примитивы поддерживают изменение данных носителя кадров и регулирование потока данных для соответствия конфигурации PMS-TC. Они также поддерживают координированную реконфигурацию на линии устройств ATU-C и ATU-R.

Таблица К.8/G.992.3 – Примитивы сигнализации между функцией АТМ высшего уровня и функцией АТМ-ТС

Сигнал	Примитив	Описание
TPS-TC.Stream(<i>n</i>).АТМ	.request	Этот примитив использует функция передачи АТМ-ТС для запроса одной или более ячеек АТМ от функции передачи АТМ более высокого уровня, которую следует транспортировать. С помощью взаимодействия запроса и подтверждения поток данных согласуют с конфигурацией АТМ-ТС (и с нижележащей функцией). Примитивы отмечают как <i>n</i> , где <i>n</i> соответствует идентификатору (id) функции TPS-TC (например <i>n</i> = 0 для TPS-TC №0).
	.confirm	Функция передачи АТМ высшего уровня пропускает одну или более ячеек АТМ к функции АТМ-ТС, которую должны транспортировать с этим примитивом. После получения этого примитива функция АТМ-ТС должна выполнить процедуры по К.2.8.2.
	.indicate	Функция приема АТМ-ТС пропускает одну или более ячеек АТМ к функции приема АТМ высшего уровня, которая должна транспортироваться с этим примитивом.

К.2.7 Параметры управления

Конфигурацией функции АТМ-ТС управляют набором параметров управления, показанным в таблице К.9 в дополнение к тем, которые описаны в основной части этой Рекомендации. Значения этих параметров управления устанавливают во время инициализации или реконфигурации пары устройств АТУ. Все эти значения определяются требованиями приложений и средствами, рассмотрение которых выходит за рамки данной Рекомендации.

Таблица К.9/G.992.3 – Параметры АТМ-ТС

Параметр	Определение
Минимальная скорость данных <i>net_min_n</i>	Минимальная скорость данных, поддерживаемая потоком № <i>n</i> АТМ-ТС. Устройство АТУ должно использовать соответствующие процедуры инициализации и реконфигурации, чтобы обеспечить скорость данных <i>net_min_n</i> .
Максимальная скорость данных <i>net_max_n</i>	Максимальная скорость данных, поддерживаемая потоком № <i>n</i> АТМ-ТС. Во время процедуры инициализации и реконфигурации скорость данных не должна превышать эту величину.
Минимальная зарезервированная скорость данных <i>net_reserve_n</i>	Минимальная зарезервированная скорость данных, поддерживаемая потоком № <i>n</i> АТМ-ТС, которая всегда достижима по запросу соответствующей процедуры реконфигурации. Значение <i>net_reserve_n</i> должно быть ограничено таким образом, чтобы $net\_min_n \leq net\_reserve_n \leq net\_max_n$.
Максимум задержки PMS-TC <i>delay_max_n</i>	Поток № <i>n</i> АТМ-ТС должен транспортироваться нижележащей функцией PMS-TC, конфигурированной таким образом, чтобы производный параметр <i>delay_p</i> был не больше, чем параметр управления <i>delay_max_n</i> .
Максимум коэф. ошибок BER PMS-TC <i>error_max_n</i>	Поток № <i>n</i> АТМ-ТС должен транспортироваться с коэффициентом ошибок, не превышающим <i>error_max_n</i> , по отношению к выходу функции PMS-TC в приемнике. Модем должен использовать соответствующие процедуры инициализации и реконфигурации, чтобы обеспечить это значение.
Минимальная защита от импульсного шума PMS-TC <i>INP_min_n</i>	Поток № <i>n</i> АТМ-ТС должен транспортироваться нижележащей функцией PMS-TC конфигурированной таким образом, чтобы производный параметр <i>INP_p</i> был не меньше, чем параметр управления <i>INP_min_n</i> .
Флаг ИМА режима совместимости IMA_flag	Этот один бит флага управляет специальными функциями АТМ-ТС. При установке на единицу специальные функции выполняются. См. К.2.8.2 и К.2.8.5. Для дополнительной информации по доступным режимам работы ИМА см. [B17].

Если параметры net_min_n , net_max_n и $net\_reserve_n$ установлены на одно и то же значение, то поток ATM-ТС описывают как поток ATM-ТС с постоянной скоростью данных (т. е. $RA\_mode = MANUAL$, см. таблицу 8-6). Если $net\_min_n = net\_reserve_n$ и $net\_min_n \neq net\_max_n$, то поток ATM-ТС описывают как поток ATM-ТС с эластичной скоростью данных. Если значение $net\_min_n \neq net\_max_n \neq net\_reserve_{max}$, то поток ATM-ТС описывают как поток ATM-ТС с эластичной скоростью данных и с резервированием распределения скорости данных.

Во время процедуры инициализации и реконфигурации действительная скорость данных net_act_n для потока № n должна быть всегда установлена на значение производного параметра $net\_act_{p,n}$ нижележащей функции PMS-ТС тракта с ожиданием и должна быть ограничена так, чтобы $net\_min_n \leq net\_act_n \leq net\_max_n$. Однако, в случае если $net\_min_n = net\_max_n$, то net_act_n может превысить net_max_n на величину до 4 кбит/с, чтобы разрешить PMS-ТС разделение скорости данных (см. таблицу 7-7). Задержка (время ожидания) $delay\_act_n$ должна быть всегда установлена на значение производного параметра $delay_p$ нижележащей функции PMS-ТС тракта с ожиданием и ограничена так, чтобы $delay\_act_n \leq delay\_max_n$. Значения net_act_n и $delay\_act_n$ не являются параметрами управления. Эти значения являются результатом специальной процедуры инициализации и реконфигурации.

Защита от импульсного шума INP_act_n транспортного потока № n должна быть всегда установлена на значение производного параметра INP_p нижележащей функции PMS-ТС тракта и ограничена так, чтобы $INP\_act_n \geq INP\_min_n$. Значения net_act_n , $delay\_act_n$ и INP_act_n не являются параметрами управления. Эти значения являются результатом специальной процедуры инициализации и реконфигурации.

К.2.7.1 Действительные конфигурации

Конфигурации, перечисленные в таблице К.10, являются действительными для функции ATM-ТС.

Таблица К.10/G.992.3 – Действительные конфигурации для функции ATM-ТС

Параметр	Возможности
$type_n$	2
net_min_n	net_min_n может быть поддержан для всех действительных конфигураций формирования кадров
net_max_n	net_max_n может быть поддержан для всех действительных конфигураций формирования кадров
$net\_reserve_n$	$net\_reserve_n$ может быть поддержан для всех действительных конфигураций формирования кадров
$delay\_max_n$	$0 \leq delay\_max_n \leq$ наибольшему значению $delay_p$ (см. 7.6.1) для поддерживаемых действительных конфигураций формирования кадров. $delay\_max_n = 0$ – это специальное значение, указывающее на то, что не введено никакой границы на задержку. $delay\_max_n = 1$ – это специальное значение, указывающее на то, что введена наименьшая задержка (см. 7.3.2.2/G.997.1).
$error\_max_n$	$10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-7}$
INP_min_n	0, 1/2, 1, 2
IMA_flag	0 и 1

К.2.7.2 Обязательные конфигурации

Если используют функцию ATM-ТС, устройство ATU должно поддерживать все комбинации значений параметров управления ATM-ТС для функции №0 ATM-ТС, приведенные в таблице К.11 и К.12 для направлений нисходящего и восходящего потоков соответственно. Передатчик и приемник должны поддерживать обязательные свойства, приведенные в этих таблицах.

**Таблица К.11/G.992.3 – Обязательная конфигурация нисходящего потока
для функции №0 АТМ-ТС**

Параметр	Возможности
<i>type_n</i>	2
<i>net_min</i>	<i>net_min_n</i> должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 8 Мбит/с (см. примечание).
<i>net_max_n</i>	<i>net_max_n</i> должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 8 Мбит/с (см. примечание).
<i>net_reserve_n</i>	<i>net_reserve_n</i> должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 8 Мбит/с.
<i>delay_max_n</i>	Должны поддерживаться все действительные значения.
<i>error_max_n</i>	Должны поддерживаться все действительные значения.
<i>INP_min_n</i>	Должны поддерживаться все действительные значения.
<i>IMA_flag</i>	Должны поддерживаться все действительные значения.
ПРИМЕЧАНИЕ. – Поддержка значений скоростей данных, выше требуемых, является дополнительной и разрешенной конфигурацией.	

**Таблица К.12/G.992.3 – Обязательная конфигурация восходящего потока
для функции №0 АТМ-ТС**

Параметр	Возможности
<i>type_n</i>	2
<i>net_min_n</i>	<i>net_min_n</i> должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 800 кбит/с (см. примечание).
<i>net_max_n</i>	<i>net_max_n</i> должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 800 кбит/с (см. примечание).
<i>net_reserve_n</i>	<i>net_reserve_n</i> должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 800 кбит/с (см. примечание).
<i>delay_max_n</i>	Должны поддерживаться все действительные значения.
<i>error_max_n</i>	Должны поддерживаться все действительные значения.
<i>INP_min_n</i>	Должны поддерживаться все действительные значения.
<i>IMA_flag</i>	Должны поддерживаться все действительные значения.
ПРИМЕЧАНИЕ. – Поддержка значений скоростей данных, выше требуемых, является дополнительной и разрешенной конфигурацией.	

К.2.8 Процедуры уровня данных

К.2.8.1 Блок-диаграмма

На рисунке К.7 показаны функции внутри функции передачи АТМ-ТС, которая поддерживает один однонаправленный поток АТМ-ТС и один носитель кадров. Поток АТМ-ТС показан на крайнем левом краю рисунка К.7. Выходной сигнал функции АТМ-ТС формирует носитель кадров (т. е. вход в функцию передачи ТПС-ТС), как показано на крайнем правом краю рисунка К.7.

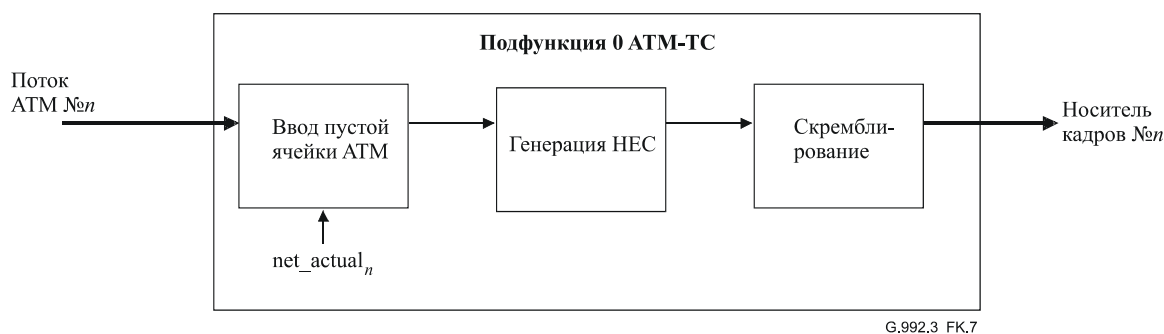


Рисунок К.7/G.992.3 – Блок-диаграмма функции передачи ATM-TC

В потоке ATM-TC и в функции ATM-TC октеты данных передают первым MSB в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т I.361 [11] и Рекомендацией МСЭ-Т I.432.1 [12]. Все последовательные процедуры в функции ATM-TC начинают с первым MSB. Ниже интерфейсов α и β устройства ATU (начиная с примитивов Frame.Bearer) октеты данных транспортируют с первым LSB. В результате MSB первого октета первого примитива ATM-TC.Stream(n).confirm должен быть всегда LSB первого октета первого примитива Frame.Bearer(n).confirm. Разметка битов в уровне ATM-TC и в носителе кадров показана на рисунке К.8.

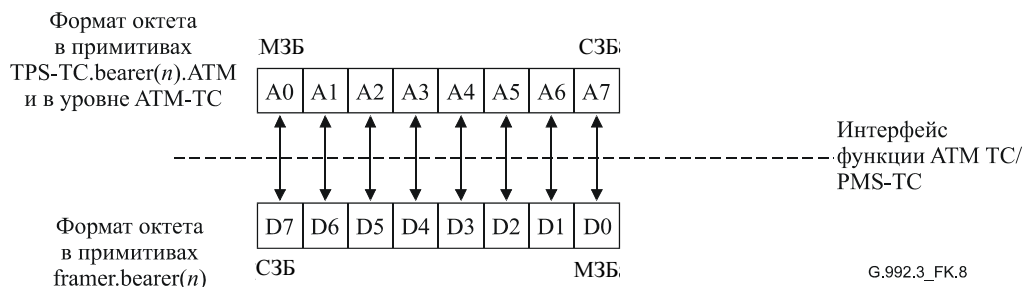


Рисунок К.8/G.992.3 – Размещение битов в транспортной функции уровня пользователя функции ATM-TC

К.2.8.2 Выравнивание скорости введением пустой ячейки

Пустые ячейки ATM должны вводиться функцией передачи, чтобы обеспечить разделение скорости ячеек ATM. Если не введен флаг IMA_flag, пустые ячейки не вводят, и эти ячейки не должны поступать к функциям высших уровней от функции приема ATM-TC. Если введен флаг переменного управления IMA_flag, все полученные и выделенные ячейки ATM должны быть переданы примитиву TPS-TC.Stream(n).ATM.indicate.

Все пустые ячейки ATM идентифицированы стандартным шаблоном для заголовка ячейки, приведенного в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1 [12].

Если введен флаг IMA_flag, то предполагается, что разделение ячеек выполняет функция IMA. Поэтому функция ATM-TC вводит минимальное число пустых ячеек, т. е. ячейки не вводят, если точное разделение скоростей выполняет функция IMA.

К.2.8.3 Октет HEС

Функция передачи ATM-TC должна генерировать октет HEС, как описано в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1 [12], включая рекомендуемое сложение по модулю 2 (XOR) битовой комбинации 01010101₂ с битами HEС.

Октет HEС покрывает собственный заголовок ячейки. При этом используют устройство генерации полиномиальных коэффициентов, а процедура генерации последовательности HEС должна соответствовать Рекомендации МСЭ-Т I.432.1 [12].

К.2.8.4 Выделение ячеек

Выделение ячеек должна выполнять функция приемника АТМ-ТС. Процедура выделения ячеек позволяет идентифицировать границы ячеек АТМ в примитивах Frame.Bearer.indicate. Эта процедура использует поля НЕС в заголовке ячейки. Выделение ячеек должно быть выполнено при использовании закона кодирования проверкой поля НЕС в заголовке ячейки в соответствии с алгоритмом, описанным в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1 [12]. Процедура выделения ячеек описана как машина состояний на рисунке К.9. Каждое состояние описано в таблице К.13.

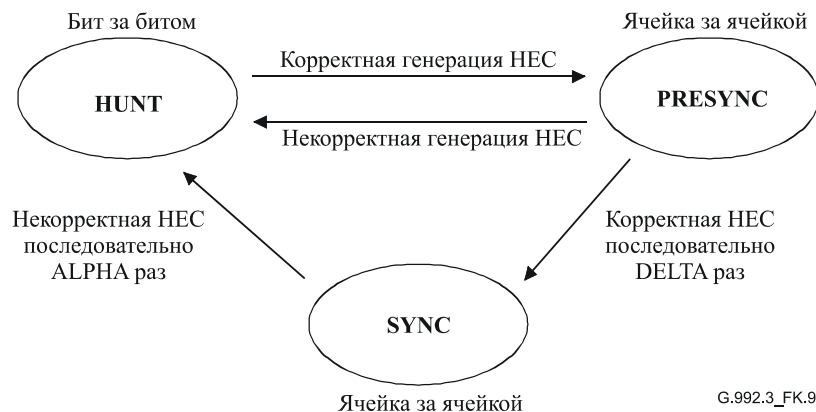


Рисунок К.9/G.992.3 – Машина состояний процедуры выделения ячеек

Таблица К.13/G.992.3 – Состояния процедуры выделения ячеек АТМ

Состояние	Определение
HUNT	В состоянии HUNT процедура выделения ячеек должна выполняться побитовой проверкой правильности НЕС. Как только обнаружено такое совпадение, считают, что один заголовок уже найден, и метод переходит к состоянию PRESYNC. Если доступны границы октетов, процедуру выделения ячеек можно выполнить октет за октетом.
PRESYNC	В состоянии PRESYNC процедура выделения ячеек должна выполняться проверкой правильности НЕС ячейка за ячейкой. Эту процедуру повторяют до тех пор, пока правильность НЕС не будет подтверждена подряд DELTA раз. Если обнаружено неправильное состояние НЕС, процедура возвращается к состоянию HUNT.
SYNC	В состоянии SYNC процедура выделения ячеек должна вернуться к состоянию HUNT, если ALPHA раз подряд обнаружено некорректное состояние НЕС.

Не существует рекомендаций по значениям ALPHA и DELTA, так как считают, что выбор этих значений не окажет влияния на взаимодействие. Однако следует заметить, что использование предложенных в Рек. МСЭ-Т I.432.1 [12] значений (ALPHA = 7, DELTA = 6) может оказаться неподходящим из-за транспортных характеристик АТУ.

К.2.8.5 Обнаружение ошибки ячейки АТМ

Функция приемника АТМ-ТС должна ввести в собственный заголовок ячейки возможность обнаружения ошибки, как это определено в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1 [12]. Код, описанный в Рек. МСЭ-Т I.432.1 [12], в состоянии произвести однократную коррекцию ошибок и многократное обнаружение ошибок. Однако, коррекция ошибок НЕС не должна производиться устройством АТУ, и любая ошибка НЕС должна рассматриваться как многократная битовая ошибка.

Если не введен флаг переменного управления IMA_flag, ячейки АТМ, обнаруженные как ошибочные, не должны поступать в примитив TPS-TC.Stream(n).ATM.indicate. Если флаг переменного управления IMA_flag введен, все принятые и выделенные ячейки должны быть направлены в примитив TPS-TC.Stream(n).ATM.indicate.

К.2.8.6 Скремблер

Функция передачи АТМ-ТС должна скремблировать поле загрузки ячейки, чтобы улучшить безопасность и устойчивость механизма выделения ячеек НЕС. Самосинхронизирующийся скремблер использует полином $X^{43} + 1$. Должны применяться процедуры скремблера, определенные в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1 [12].

К.2.9 Процедуры уровня менеджмента

К.2.9.1 Примитивы наблюдения

Примитивы функции наблюдения АТМ-ТС относятся к тракту АТМ. Аномалии и дефекты определены для каждой функции приемника АТМ-ТС.

На ближнем конце определены следующие три аномалии:

- Аномалия "отсутствие выделения ячеек" (*ncd-n*): аномалия *ncd-n* возникает сразу же после получения первого примитива *Frame.Bearer(n).indicate*. Эта аномалия заканчивается, когда процесс выделения ячеек функции приема АТМ-ТС №*n* переходит в состояние SYNC. С момента выделения ячеек непрерывные потери выделения ячеек должны рассматриваться как аномалия *oscd-n*.
- Аномалия "без выделения ячеек" (*oscd-n*): аномалия *oscd-n* возникает, когда процесс выделения ячеек подфункцией приема АТМ-ТС №*n* переходит из состояния SYNC в состояние HUNT. Аномалия *oscd-n* заканчивается, когда процесс выделения ячеек переходит из состояния PRESYNC в состояние SYNC или когда объявлен дефект *lcd-n*.
- Аномалия "контроль ошибок в заголовке" (*hes-n*): аномалия *hes-n* возникает каждый раз, когда функция приемника АТМ-ТС №*n* обнаруживает ошибку при обработке заголовка ячейки АТМ.

Те же аномалии на ближнем конце перечислены в определенном месте Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4]. Значения счетчика можно считать или перезагрузить с помощью локальных команд, которые не определены в данной Рекомендации.

На дальнем конце определены следующие три аномалии:

- Аномалия "отсутствие выделения ячеек на дальнем конце" (*fncd-n*): аномалия *fncd-n* – это аномалия *ncd-n*, обнаруженная на дальнем конце.
- Аномалия "без выделения ячеек на дальнем конце" (*foscd-n*): аномалия *foscd-n* – это аномалия *oscd-n*, обнаруженная на дальнем конце.
- Аномалия "контроль ошибок в заголовке на дальнем конце" (*fhes-n*): аномалия *fhes-n* – это аномалия *hes-n*, обнаруженная на дальнем конце.

Эти аномалии на дальнем конце индивидуально не различимы. Подсчет этих аномалий на дальнем конце можно считать и перезагрузить командами заголовков, как это описано в 9.4.1.6. Формат счетчиков должен быть таким, как указано в К.2.9.3.3.

Один дефект на ближнем конце определен следующим образом:

- Дефект "потеря выделения ячеек" (*lcd-n*): дефект *lcd-n* происходит, если по крайней мере одна аномалия *oscd-n* присутствует в каждом из четырех последовательных канальных периодов, а дефект *sef-n* отсутствует. Дефект *lcd-n* заканчивается, когда аномалии *oscd-n* отсутствуют в каждом из четырех последовательных канальных периодов.

Этот дефект на ближнем конце обрабатывают локально по Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4].

Один дефект на дальнем конце определен следующим образом:

- Дефект "потеря выделения ячеек на дальнем конце" (*flcd-n*): дефект *flcd-n* – это дефект *lcd-n*, обнаруженный на дальнем конце. Этот дефект должен быть внесен в ориентированную на биты часть заголовка со структурой, определенной в 7.8.2.1.

Этот дефект на дальнем конце непосредственно просматривается с помощью бита индикатора, как описано в К.2.9.2.

К.2.9.2 Индикаторные биты

Логическое OR дефекта на ближнем конце lcd-*n* и аномалий на ближнем конце pcd-*n* и ocd-*n* должны быть отражены в индикаторе TIB № 0 функции TPS-TC и транспортированы, как описано в 7.8.2.2. Согласно 7.8.2.2 бит должен кодироваться 1, если он не действует.

При установке на единицу бит TIB № 1 должен использоваться по 7.8.2.2.

ПРИМЕЧАНИЕ. – TIB № 0 соответствует биту индикатора NCD, определенному в Рекомендации МСЭ-Т G.992.1.

К.2.9.3 Форматы команд заголовков

К.2.9.3.1 Команда описи

Октеты, возвращенные для команды описи заголовка о возможностях TPS-TC, должны быть введены в ответ по таблице 9-15, основанной на октетах о возможностях ATM-TC, переданных во время последней процедуры инициализации. Октеты о возможностях определены в таблице К.15.

К.2.9.3.2 Команда считывания значения управления

Октеты, которые возвращены команде считывания параметра управления заголовком для управления возможностями TPS-TC, должны быть введены в ответ согласно таблице 9-17. Эта таблица основана на текущих параметрах управления, которые использует функция приемника ATM-TC. Параметр управления должен быть передан в формате, указанном в таблице К.16.

К.2.9.3.3 Команда считывания счетчика менеджмента

Счетчики менеджмента TPS-TC в ответ на команду считывания заголовка счетчика менеджмента, соответствующую функции ATM-TC, должны действовать, как это определено в Рекомендации МСЭ-Т G.997.1 [4]. Соответствующий функции ATM-TC блок значений счетчика, возвращенный в ответ на сообщение и приведенный в таблице 9-20, должен быть таким, как указано в таблице К.14.

Таблица К.14/G.992.3 – Значения счетчика менеджмента ATU

Октеты	Наименование элемента
	ATM-TC
4	Счетчик аномалий НЕС
4	Счетчик общего числа ячеек, прошедших через функцию НЕС
4	Счетчик общего числа ячеек, прошедших функцию верхнего уровня ATM
4	Счетчик общего числа битовых ошибок, обнаруженных при загрузке пустыми ячейками ATM

К.2.10 Процедура инициализации

Функция ATM-TC должна быть сконфигурирована полностью перед инициализацией функций PMS-TC и PMD или должна быть сконфигурирована после инициализации функций PMS-TC и PMD способом, рассмотрение которого выходит за рамки данной Рекомендации. Конфигурацию до инициализации выполняют с помощью сообщения MS по G.994.1. Чтобы уточнить возможности, информацию можно изменить до выбора режима, используя сообщение CL или CLR по G.994.1

К.2.10.1 Сообщение списка возможностей по Рекомендации МСЭ-Т G.994.1

Нижеприведенная информация о каждом восходящем и нисходящем потоке функции ATM-TC, поддержанной ATU, должна быть такой, как это определено в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 в виде частей сообщений CL и CLR. Эта информация может быть дополнительной, запрошенной и полученной по G.994.1 в начале сеанса. Однако эта информация должна быть изменена по крайней мере один раз перед включением функции ATM-TC между ATU-С и ATU, но не обязательно в начале сеанса. Измененная информация включает:

- Максимум скорости данных в сети, которую может поддерживать функция ATM-ТС;
- Максимум времени ожидания (задержки), который разрешен для функции ATM-ТС по таблице. Метод выбора этого значения выходит за рамки данной Рекомендации.

Эта информация для функции ATM-ТС представлена с использованием блока информации по G.994.1, как показано в таблице K.15

Таблица K.15/G.992.3 – Формат сообщений CL и CLR функции ATM-ТС

Бит Spar(2)	Определение октетов, связанных с Npar(3)
TPS-ТС № 0 нисходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 0 нисходящего потока ATM -ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 1 нисходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 1 нисходящего потока ATM -ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 2 нисходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 2 нисходящего потока ATM -ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 3 нисходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 3 нисходящего потока ATM -ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 0 восходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 0 восходящего потока ATM -ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 1 восходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 1 восходящего потока ATM -ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 2 восходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 2 восходящего потока ATM -ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 3 восходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 3 восходящего потока ATM -ТС, если таковой имеется.
	Определение октетов блока параметров Npar(3)
	Блок параметров из 8 октетов, содержащий: – значение <i>net_max</i>; – значение <i>net_min</i>; – значение <i>net_reserve</i>; – значение <i>delay_max</i>; – значение <i>error_max</i>; – минимум защиты от импульсного шума <i>INP_min</i> и – поддержку флага <i>IMA_flag</i>. Формат октетов описан в таблице K.6. Флаг <i>IMA_flag</i> – это один бит индикации, устанавливаемый на 1, если IMA поддерживается, и на 0, если функция IMA не поддерживается или отключена.

K.2.10.2 Сообщение о выборе режима по G.994.1

Каждый из параметров управления для функции ATM-ТС восходящего и нисходящего потоков должен быть таким, как это определено в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 в виде части сообщения MS. Эта информация для каждой действующей функции ATM-ТС должна быть выбрана до инициализации PMD и TPS-ТС с помощью сообщения MS.

Конфигурация функции ATM-ТС представлена при использовании блока информации по G.994.1, как показано в таблице K.16

Таблица К.16/G.992.3 – Формат сообщений MS функции ATM-ТС

Бит Spar(2)	Определение октетов, связанных с Npar(3)
TPS-ТС № 0 нисходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 0 нисходящего потока ATM-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 1 нисходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 1 нисходящего потока ATM-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 2 нисходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 2 нисходящего потока ATM-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 3 нисходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 3 нисходящего потока ATM-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 0 восходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 0 восходящего потока ATM-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 1 восходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 1 восходящего потока ATM-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 2 восходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 2 восходящего потока ATM-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 3 восходящего потока ATM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 3 восходящего потока ATM-ТС, если таковой имеется.
	Определение октетов блока параметров Npar(3)
	Блок параметров из 8 октетов, содержащий: – значение <i>net_max</i>; – значение <i>net_min</i>; – значение <i>net_reserve</i>; – значение <i>delay_max</i>; – значение <i>error_max</i> и – минимум защиты от импульсного шума <i>INP_min</i>. Формат октетов описан в таблице К.15

К.2.11 Реконфигурация на линии

Для реконфигурации ATM-ТС на линии обычно требуется установить прямую связь между равноправными узлами средствами, рассмотрение которых выходит за рамки данной Рекомендации. Не существует специального механизма для модификации значений параметров управления функции ATM-ТС. Значения *net_act* и *delay_act* автоматически обновляются от нижележащей функции PMS-ТС тракта с ожиданием.

К.2.11.1 Изменения существующего потока

Реконфигурация существующей функции ATM-ТС происходит только на границе между октетами. Функция передачи ATM-ТС использует новые значения параметров управления, *net_act* и *delay_act*, чтобы сгенерировать октеты, за которыми следует сигнал примитива *Frame.Synchflag.confirm*. Процедуры функции приема ATM-ТС обрабатывают октеты, после чего отправляют примитив *Frame.Synchflag.indicate* для использования с новыми значениями параметров управления.

К.2.12 Режим управления мощностью

Процедуры, определенные для функции ATM-ТС, предназначены для использования в то время, когда звено связи ATU находится в состояниях управления мощностью L0 и L2.

К.2.12.1 Работа звена связи в состоянии L0

Во время нахождения звена связи в состоянии L0, функция АТМ-ТС должна работать согласно процедурам уровня данных, определенных в К.2.8 и К.2.9, а также тех, которые содержатся в основной части данной Рекомендации. Должны применяться все определения и условия параметров управления, приведенные в К.2.7, а также в основной части данной Рекомендации.

К.2.12.1.1 Работа звена связи при переходе в состояние L2

Во время перехода звена связи из состояния L0 в состояние L2 значения параметров управления не модифицируют. Однако значения *net_act* и *delay_act* автоматически обновляются, чтобы соответствовать таким же значениям нижележащей функции АТМ-ТС тракта с ожиданием. Следуя успешному завершению протокола, описанного в основной части Рекомендации, координированный вход звена связи в состояние L2 должен происходить так, как это описано в К.2.11.1.

К.2.12.1.2 Работа звена связи при переходе в состояние L3

Корректное выключение АТУ должно быть таким, как это описано в основной части данной Рекомендации, касающейся этого Приложения. В функции АТМ-ТС не предусмотрено никакой специальной процедуры для случая обрыва.

К.2.12.2 Работа звена связи в состоянии L2

Во время нахождения звена связи в состоянии управления мощностью L2 функция АТМ-ТС должна работать в соответствии с процедурами уровня данных, определенными в К.2.8 и К.2.9, а также в основной части данной Рекомендации. Должны применяться все определения параметров управления, данные в К.2.7, а также в основной части данной Рекомендации. Однако ограничения на работу, введенные параметрами управления *net_min*, *net_reserve* и *delay_max*, не должны применяться, пока звено связи находится в состоянии L2.

Во время нахождения звена связи в состоянии L2, функция АТМ-ТС устройства АТУ-С должна следить на своем интерфейсе за приемом примитивов, указывающих на то, что скорости данных выше, чем пониженные скорости данных, которые должны служить транспортом к АТУ-Р. Если такая ситуация обнаружена, устройство АТУ-С должно использовать процедуру, описанную в 9.5.3.4, чтобы вернуть звено связи в состояние L0.

К.2.12.2.1 Работа звена связи при переходе в состояние L0

Вступлению звена связи в состояние L0 должен предшествовать протокол, описанный в основной части данной Рекомендации. Значения параметров управления не модифицируют до возвращения звена в состояние L2. Однако, во время перехода звена связи из состояния L2 в L0 значения *net_act* и *delay_act* автоматически обновляются, чтобы соответствовать таким же значениям нижележащей функции АТМ-ТС тракта с ожиданием. Следуя успешному завершению протокола, описанного в основной части Рекомендации, координированный вход звена связи в состояние L0 должен происходить так, как это описано в К.2.11.1.

К.2.12.2.2 Работа звена связи при переходе в состояние L3

Переходы звена связи в состояние L3 должны быть, как это описано в основной части данной Рекомендации. В функции АТМ-ТС не предусмотрено никакой специальной процедуры для случая обрыва.

К.2.12.3 Работа звена связи в состоянии L3

В состоянии звена связи L3 для функции АТМ-ТС не предусмотрено никакой специальной процедуры.

К.2.12.3.1 Работа звена связи при переходе в состояние L0

Процедуры инициализации АТУ предусматривают переход звена связи из состояния L3 в состояние L0. Этот переход должен происходить, как описано в К.2.10, а также в основной части данной Рекомендации.

К.3 Функция конвергенции передачи пакетов (PTM-ТС)

К.3.1 Назначение

Функция PTM-ТС обеспечивает процедуры для транспорта одного однонаправленного потока пакетов в направлении восходящего или нисходящего потоков. Границы пакетов и октетов и положение наиболее значащих битов четко выдерживаются при транспортировке потока PTM-ТС. Поток PTM-ТС представлен в контрольных точках T-R или V-C асинхронно по отношению к тактовым битам PMD

Функция PTM-ТС определена в терминах PTM-ТС, описанных в Приложении H.1/G.993.1 [13]. Касаясь эталонной модели этого Приложения, функция PTM-ТС системы VDSL определена в связи с указанной выше функцией PMS-ТС по отношению к быстрому или медленному каналу через интерфейс a/b. Эта же функция использована в К.3 и описана для соединения с функцией PMS-ТС одиночного тракта с ожиданием.

К.3.2 Ссылки

Ссылки, используемые в этом Приложении, включены в раздел 2.

К.3.3 Определения

Этот раздел намеренно опущен, поскольку не существует специальных определений для PTM-ТС.

К.3.4 Сокращения

Сокращения, используемые в этом Приложении, включены в раздел 4.

К.3.5 Транспортные возможности

Транспортные возможности функции PTM-ТС описаны в H.2/G.993.1 [13]. Из этой Рекомендации должны быть использованы только обязательные возможности, которые поддерживает простая функция PTM-ТС.

Транспортные возможности PTM-ТС конфигурируют параметрами управления, описанными в К.3.7. Параметры управления обеспечивают для приложения соответствующие скорости данных и характеристики потока PTM-ТС. Значения всех параметров управления устанавливают во время инициализации или реконфигурации ATU.

Функция передачи PTM-ТС принимает входные сигналы от уровня данных и уровня управления в ATU. В качестве элемента уровня данных функция передачи PTM-ТС принимает один поток PTM-ТС от контрольных точек V-C или T-R. Поток связан с одной и только с одной функцией PTM-ТС.

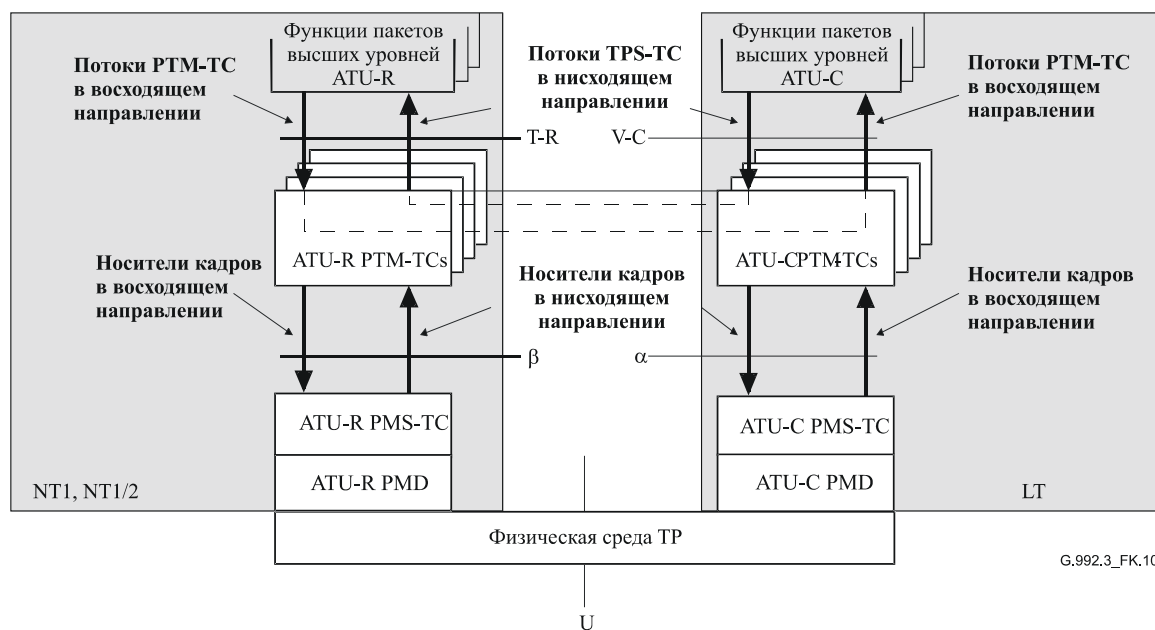


Рисунок К.10/G.992.3 – Транспортные возможности PTM-TC на уровне пользователя

К.3.6 Прimitives интерфейса

Каждая функция PTM-TC устройства ATU-C имеет множество интерфейсных сигналов, как описано в Н.3/G.993.1 [13]. Интерфейсные сигналы между PTM-TC и PMS-TC соответствуют тем, которые требуются для функции TPS-TC в основной части этой Рекомендации. Для преобразований сигналов интерфейсов, требуемых в Приложении Н/G.993.1 [13], в сигналы примитивов, требуемых функцией TPS-TC этой Рекомендации, должна быть использована процедура по таблице К.17. Дополнительные сигналы тактовых битов, описанные в Приложении Н/G.993.1 [13], не используют.

Таблица К.17/G.992.3 – Примитивы сигнализации, отображенные из функции PTM-TC по G.993.1 в функцию PTM-TC по G.992.3

Сигнал	Примитив	Описание
Frame.Bearer(<i>n</i>)	.request	Всякий раз, когда этот примитив.request подтвержден функцией PMS-TC ATU, сигнал примитива O_synct функции PTM-TC должен считаться подтвержденным. Примитивы отмечают как <i>n</i> , где <i>n</i> соответствует идентификатору (id) функции TPS-TC (например <i>n</i> = 0 для TPS-TC №0).
	.confirm	Всякий раз, когда сигнал O_synct функции PTM-TC подтвержден, данные октета, содержащиеся в сигнале передачи PTM-TC, должны быть направлены примитиву.confirm функции PMS-TC устройства ATU.
	.indicate	Всякий раз, когда примитив.indicate подтвержден функцией PMS-TC ATU, содержащиеся в нем данные октета должны быть помещены в сигнал приема PTM-TC, а сигнал O_synct PTM-TC должен быть подтвержден.

К.3.7 Параметры управления

Конфигурацией функции PTM-TC управляют набором параметров управления, показанным в таблице К.18 в дополнение к тем, которые описаны в основной части этой Рекомендации. Значения этих параметров управления устанавливают во время инициализации или реконфигурации пары устройств ATU. Все эти значения определяются требованиями приложений и средствами, рассмотрение которых выходит за рамки данной Рекомендации.

Таблица К.18/G.992.3 – Параметры PTM-ТС

Параметр	Определение
Минимальная скорость данных net_min_n	Минимальная скорость данных, поддерживаемая потоком № n PTM-ТС. Устройство АТУ должно использовать соответствующие процедуры инициализации и реконфигурации, чтобы обеспечить скорость данных net_min_n .
Максимальная скорость данных net_max_n	Максимальная скорость данных, поддерживаемая потоком № n PTM-ТС. Во время процедуры инициализации и реконфигурации скорость данных не должна превышать эту величину.
Минимальная зарезервированная скорость данных $net\_reserve_n$	Минимальная зарезервированная скорость данных, поддерживаемая потоком № n PTM-ТС, которая всегда достижима по запросу соответствующей процедуры реконфигурации. Значение $net\_reserve_n$ должно быть ограничено таким образом, чтобы $net\_min_n \leq net\_reserve_n \leq net\_max_n$.
Максимум задержки PMS-ТС $delay\_max_n$	Поток № n PTM-ТС должен транспортироваться нижележащей функцией PMS-ТС, конфигурированной таким образом, чтобы производный параметр $delay_p$ был не больше, чем параметр управления $delay\_max_n$.
Максимум коэф. ошибок BER PMS-ТС $error\_max_n$	Поток № n PTM-ТС должен транспортироваться с коэффициентом ошибок, не превышающим $error\_max_n$, по отношению к выходу функции PMS-ТС в приемнике. Модем должен использовать соответствующие процедуры инициализации и реконфигурации, чтобы обеспечить это значение.
Минимальная защита от импульсного шума PMS-ТС INP_min_n	Поток № n PTM-ТС должен транспортироваться нижележащей функцией PMS-ТС, конфигурированной таким образом, чтобы производный параметр INP_p был не меньше, чем параметр управления INP_min_n .

Если net_min_n , net_max_n и $net\_reserve_n$ установлены на одно и то же значение, то поток PTM-ТС описывают как поток PTM-ТС с постоянной скоростью данных (т. е. $RA\_mode = MANUAL$, см. таблицу 8-6). Если $net\_min_n = net\_reserve_n$ и $net\_min_n \neq net\_max_n$, то поток PTM-ТС описывают как поток PTM-ТС с эластичной скоростью данных. Если значение $net\_min_n \neq net\_max_n \neq net\_reserve_{max}$, то поток PTM-ТС описывают как поток PTM-ТС с эластичной скоростью данных и с резервированием распределения скорости данных.

Во время процедуры инициализации и реконфигурации действительная скорость данных net_act_n для потока № n должна быть всегда установлена на значение производного параметра $net\_act_{p,n}$ нижележащей функции PMS-ТС тракта с ожиданием и должна быть ограничена так, чтобы $net\_min_n \leq net\_act_n \leq net\_max_n$. Однако, в случае если $net\_min_n = net\_max_n$, то net_act_n может превысить net_max_n на величину до 4 кбит/с, чтобы допустить для PMS-ТС разделение скорости данных (см. таблицу 7-7). Задержка (время ожидания) $delay\_act_n$ должна быть всегда установлена на значение производного параметра $delay_p$ нижележащей функции PMS-ТС тракта с ожиданием и ограничена так, чтобы $delay\_act_n \leq delay\_max_n$. Значения net_act_n и $delay\_act_n$ не являются параметрами управления. Эти значения являются результатом специальной процедуры инициализации и реконфигурации.

Защита от импульсного шума INP_act_n транспортного потока № n должна быть всегда установлена на значение производного параметра INP_p нижележащей функции PMS-ТС тракта и ограничена так, чтобы $INP\_act_n \geq INP\_min_n$. Значения net_act_n , $delay\_act_n$ и INP_act_n не являются параметрами управления. Эти значения являются результатом специальной процедуры инициализации и реконфигурации.

К.3.7.1 Действительные конфигурации

Конфигурации, перечисленные в таблице К.19, действительны для функции РТМ-ТС.

Таблица К.19/G.992.3 – Действительная конфигурация для функции РТМ-ТС

Параметр	Возможности
$type_n$	3
net_min_n	net_min_n может быть поддержан для всех действительных конфигураций формирования кадров
net_max_n	net_max_n может быть поддержан для всех действительных конфигураций формирования кадров
$net\_reserve_n$	$net\_reserve_n$ может быть поддержан для всех действительных конфигураций формирования кадров
$delay\_max_n$	$0 \leq delay\_max_n \leq$ наибольшему значению $delay_p$ (см. 7.6.1) для поддерживаемых действительных конфигураций формирования кадров. $delay\_max_n = 0$ – это специальное значение, указывающее на то, что не введено никакой границы на задержку. $delay\_max_n = 1$ – это специальное значение, указывающее на то, что введена наименьшая задержка (см. 7.3.2.2/G.997.1).
$error\_max_n$	$10^{-3}, 10^{-5}, 10^{-7}$
INP_min_n	0, 1/2, 1, 2

К.3.7.2 Обязательная конфигурации

Если используют функцию РТМ-ТС, устройство АТУ должно поддерживать все комбинации значений РТМ-ТС параметров управления для функции №0 РТМ-ТС, приведенные в таблицах К.20 и К.21 для направлений нисходящего и восходящего потоков соответственно. Передатчик и приемник должны поддерживать обязательные свойства, приведенные в этих таблицах.

Таблица К.20/G.992.3 – Обязательная конфигурация нисходящего потока для функции №0 РТМ-ТС

Параметр	Возможности
$type_n$	3
net_min	net_min_n должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 8 Мбит/с (см. примечание).
net_max_n	net_max_n должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 8 Мбит/с (см. примечание).
$net\_reserve_n$	$net\_reserve_n$ должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 8 Мбит/с.
$delay\_max_n$	Должны поддерживаться все действительные значения.
$error\_max_n$	Должны поддерживаться все действительные значения.
INP_min_n	Должны поддерживаться все действительные значения.
ПРИМЕЧАНИЕ. – Поддержка значений скоростей данных, выше требуемых, является дополнительной и разрешенной конфигурацией.	

**Таблица К.21/G.992.3 – Обязательная конфигурация восходящего потока
для функции №0 РТМ-ТС**

Параметр	Возможности
$type_n$	3
net_min_n	net_min_n должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 800 кбит/с (см. примечание).
net_max_n	net_max_n должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 800 кбит/с, (см. примечание).
$net\_reserve_n$	$net\_reserve_n$ должен поддерживаться для всех действительных конфигураций формирования кадров до и равной скорости 800 кбит/с (см. примечание).
$delay\_max_n$	Должны поддерживаться все действительные значения.
$error\_max_n$	Должны поддерживаться все действительные значения.
INP_min_n	Должны поддерживаться все действительные значения.
ПРИМЕЧАНИЕ. – Поддержка значений скоростей данных, выше требуемых, является дополнительной и разрешенной конфигурацией.	

К.3.8 Функциональность

Функциональность РТМ-ТС должна быть такой, как это определено в Н.4/G.993.1 [13], и должна включать инкапсуляцию, контроль ошибок пакетов, распределение скорости данных и выделение кадров.

К.3.9 Процедуры уровня менеджмента

К.3.9.1 Примитивы наблюдения

Примитивы наблюдения функции РТМ-ТС связаны с трактом данных РТМ и определены в Н.3.1.4/G.993.1 [13]. Аномалии и дефекты изучаются.

К.3.9.2 Индикаторные биты

Индикаторные биты TIB№ 0 и TIB№ 1 должны быть установлены на 1 при использовании по 7.8.2.2.

К.3.9.3 Форматы команд заголовков

К.3.9.3.1 Команда описи

Октеты, возвращенные для команды описи заголовка о возможностях TPS-ТС, должны быть введены в ответ по таблице 9-15, основанной на октетах о возможностях АТМ-ТС, переданных во время последней процедуры инициализации. Октеты о возможностях определены в таблице К.22.

К.3.9.3.2 Команда считывания значения управления

Октеты, которые возвращены команде считывания параметра управления заголовком для управления возможностями TPS-ТС, должны быть введены в ответ согласно таблице 9-17. Эта таблица основана на текущих параметрах управления, которые использует функция приемника АТМ-ТС. Параметр управления должен быть передан в формате, показанном в таблице К.23.

К.3.9.3.3 Команда считывания счетчика менеджмента

Октеты TPS-ТС в ответ на команду считывания заголовка счетчика менеджмента, соответствующую функции РТМ-ТС, находятся в стадии изучения. Соответствующий функции РТМ-ТС блок значений счетчика, который возвращен в ответ на сообщение, приведенное в таблице 9-20, должен иметь нулевую длину.

К.3.10 Процедура инициализации

Функция PTM-TC должна быть сконфигурирована полностью перед инициализацией функций PMS-TC и PMD или должна быть сконфигурирована после инициализации функций PMS-TC и PMD способом, рассмотрение которого выходит за рамки данной Рекомендации. Конфигурацию до инициализации выполняют с помощью сообщения MS по G.994.1. Информацию можно изменить до выбора режима, чтобы уточнить возможности, используя сообщение CL или CLR по G.994.1

К.3.10.1 Сообщение списка возможностей по Рекомендации MCЭ-Т G.994.1

Нижеприведенная информация о каждом восходящем и нисходящем потоке функции PTM-TC, поддержанной ATU, должна быть такой, как это определено в Рекомендации MCЭ-Т G.994.1 в виде части сообщений CL и CLR. Эта информация может быть дополнительной, запрошенной и полученной по G.994.1 в начале сеанса. Однако эта информация должна быть изменена по крайней мере один раз перед включением функции PTM-TC между ATU-С и ATU, но не обязательно в начале сеанса. Измененная информация включает:

- Максимум скорости данных в сети, которую может поддерживать функция PTM-TC;
- Максимум времени ожидания (задержки), который разрешен для функции PTM-TC по таблице. Метод выбора этого значения выходит за рамки данной Рекомендации.

Эта информация для функции PTM-TC представлена при использовании блока информации по G.994.1, как показано в таблице К.22

Таблица К.22/G.992.3 – Формат сообщений CL и CLR функции PTM-TC

Бит Spar(2)	Определение октетов, связанных с Npar(3)
TPS-TC № 0 нисходящего потока PTM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 0 нисходящего потока PTM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC № 1 нисходящего потока PTM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 1 нисходящего потока PTM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC № 2 нисходящего потока PTM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 2 нисходящего потока PTM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC № 3 нисходящего потока PTM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 3 нисходящего потока PTM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC № 0 восходящего потока PTM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 0 восходящего потока PTM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC № 1 восходящего потока PTM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 1 восходящего потока PTM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC № 2 восходящего потока PTM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 2 восходящего потока PTM-TC, если таковой имеется.
TPS-TC № 3 восходящего потока PTM	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 3 восходящего потока PTM-TC, если таковой имеется.
	Определение октетов блока параметров Npar(3)
	Блок параметров из 8 октетов, содержащий: – значение <i>net_max</i>; – значение <i>net_min</i>; – значение <i>net_reserve</i>; – значение <i>delay_max</i>; – значение <i>error_max</i> и – минимум защиты от импульсного шума <i>INP_min</i>. Формат октетов описан в таблице К.6.

К.3.10.2 Сообщение о выборе режима по G.994.1

Каждый из параметров управления для функции РТМ-ТС восходящего и нисходящего потоков должен быть таким, как это определено в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 как часть сообщения MS. Эта информация для каждой действующей функции РТМ-ТС должна быть выбрана до инициализации РМД и ТРС-ТС с помощью сообщения MS.

Конфигурация функции РТМ-ТС представлена с использованием блока информации по G.994.1, как показано в таблице К.23.

Таблица К.23/G.992.3 – Формат сообщений MS функции РТМ-ТС

Бит Spar(2)	Определение октетов, связанных с Npar(3)
TPS-ТС № 0 нисходящего потока РТМ	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 0 нисходящего потока РТМ-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 1 нисходящего потока РТМ	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 1 нисходящего потока РТМ-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 2 нисходящего потока РТМ	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 2 нисходящего потока РТМ-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 3 нисходящего потока РТМ	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 3 нисходящего потока РТМ-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 0 восходящего потока РТМ	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 0 восходящего потока РТМ-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 1 восходящего потока РТМ	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 1 восходящего потока РТМ-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 2 восходящего потока РТМ	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 2 восходящего потока РТМ-ТС, если таковой имеется.
TPS-ТС № 3 восходящего потока РТМ	Блок октетов Npar(3), как это определено ниже при описании возможностей функции № 3 восходящего потока РТМ-ТС, если таковой имеется.
	Определение октетов блока параметров Npar(3)
	Блок параметров из 8 октетов, содержащий: – значение <i>net_max</i>; – значение <i>net_min</i>; – значение <i>net_reserve</i>; – значение <i>delay_max</i>; – значение <i>error_max</i> и – минимум защиты от импульсного шума <i>INP_min</i>. Формат октетов описан в таблице К.15

К.3.11 Реконфигурация на линии

Для реконфигурации РТМ-ТС на линии обычно требуется, чтобы функция РТМ-ТС установила прямую связь между равноправными узлами средствами, рассмотрение которых выходит за рамки данной Рекомендации. Не существует специального механизма для модификации значений параметров управления функции РТМ-ТС. Значения *net_act* и *delay_act* автоматически обновляются от нижележащей функции РМС-ТС тракта с ожиданием.

К.3.11.1 Изменения существующего потока

Реконфигурация существующей функции РТМ-ТС происходит только на границе между октетами. Функция передачи РТМ-ТС использует новые значения параметров управления, *net_act* и *delay_act*, чтобы сгенерировать октеты, после чего следует сигнал примитива *Frame.Synchflag.confirm*.

Процедуры функции приема PTM-ТС обрабатывают октеты, отправляя примитив `Frame.Synchflag.indicate` для использования новых значений параметров управления.

К.3.12 Режим управления мощностью

Процедуры, определенные для функции PTM-ТС, предназначены для использования в то время, когда звено связи АТУ находится в состояниях управления мощностью L0 и L2.

К.3.12.1 Работа звена связи в состоянии L0

Во время нахождения звена связи в состоянии L0 функция АТМ-ТС должна работать согласно процедурам уровня данных, определенным в К.3.8 и К.3.9, а также тех, которые содержатся в основной части данной Рекомендации. Должны применяться все определения и условия параметров управления, приведенные в К.3.7, а также в основной части данной Рекомендации.

К.3.12.1.1 Работа звена связи при переходе в состояние L2

Во время перехода звена связи из состояния L0 в состояние L2 значения параметров управления не модифицируют. Однако значения *net_act* и *delay_act* автоматически обновляются, чтобы соответствовать таким же значениям нижележащей функции PMS-ТС тракта с ожиданием. Следуя успешному завершению протокола, описанного в основной части Рекомендации, координированный вход звена связи в состояние L2 должен происходить так, как это описано в К.3.11.1.

К.3.12.1.2 Работа звена связи при переходе в состояние L3

Корректное выключение АТУ должно быть таким, как это описано в основной части данной Рекомендации, касающейся этого Приложения. В функции PTM-ТС не предусмотрено никакой специальной процедуры для случая обрыва.

К.3.12.2 Работа звена связи в состоянии L2

Во время нахождения звена связи в состоянии управления мощностью L2 функция PTM-ТС должна работать в соответствии с процедурами уровня данных, определенными в К.3.8 и К.3.9, а также в основной части данной Рекомендации. Должны применяться все определения параметров управления, данные в К.3.7, а также в основной части данной Рекомендации. Однако ограничения на работу, введенные параметрами управления *net_min*, *net_reserve* и *delay_max*, не должны применяться, пока звено связи находится в состоянии L2.

Во время нахождения звена связи в состоянии L2 функция PTM-ТС устройства АТУ-С должна следить на своем интерфейсе за приемом примитивов, указывающих на то, что скорости данных выше, чем пониженные скорости данных, которые должны служить транспортом к АТУ-Р. Если такая ситуация обнаружена, устройство АТУ-С должно использовать процедуру, описанную в 9.5.3.4, чтобы вернуть звено связи в состояние L0.

К.3.12.2.1 Работа звена связи при переходе в состояние L0

Вступлению звена связи в состояние L0 должен предшествовать протокол, описанный в основной части данной Рекомендации. Значения параметров управления не модифицируют до возвращения звена в состояние L2. Однако, во время перехода звена связи из состояния L2 в L0 значения *net_act* и *delay_act* автоматически обновляются, чтобы соответствовать таким же значениям нижележащей функции PTM-ТС тракта с ожиданием. Следуя успешному завершению протокола, описанного в основной части Рекомендации, координированный вход звена связи в состояние L0 должен происходить так, как это описано в К.3.11.1.

К.3.12.2.2 Работа звена связи при переходе в состояние L3

Переход звена связи в состояние L3 должен быть таким, как это описано в основной части данной Рекомендации. В функции PTM-ТС не предусмотрено никакой специальной процедуры для случая обрыва.

К.3.12.3 Работа звена связи в состоянии L3

В состоянии L3 звена связи для функции PTM-ТС не предусмотрено никакой специальной процедуры.

К.3.12.3.1 Работа звена связи при переходе в состояние L0

Процедуры инициализации АТУ предусматривают переход звена связи из состояния L3 в состояние L0. Этот переход должен происходить, как описано в К.3.10, а также в основной части данной Рекомендации, которая касается этого Приложения.

Добавление I

Уровень АТМ к логическому интерфейсу физического уровня

Это Добавление описывает логический интерфейс между уровнем АТМ и физическим уровнем. Физический уровень (т. е. АТУ) состоит из подуровня конвергенции передачи специальной ячейки (АТМ TPS-ТС), блока управления мультиплексированием/синхронизацией (формирования кадров ADSL и FEC в PMS-ТС) и других функций физического уровня (модуляции в PMD), как это описано в разделах 6, 7 и 8 соответственно и показано на рисунке 5-1.

Уровень АТМ к интерфейсу физического уровня (обозначенного V-C в АТУ-С и T-R в АТУ-Р) показан на рисунке I.1. Направление TxRef* является дополнительным в АТУ-С, а RxRef* – дополнительным в АТУ-Р.

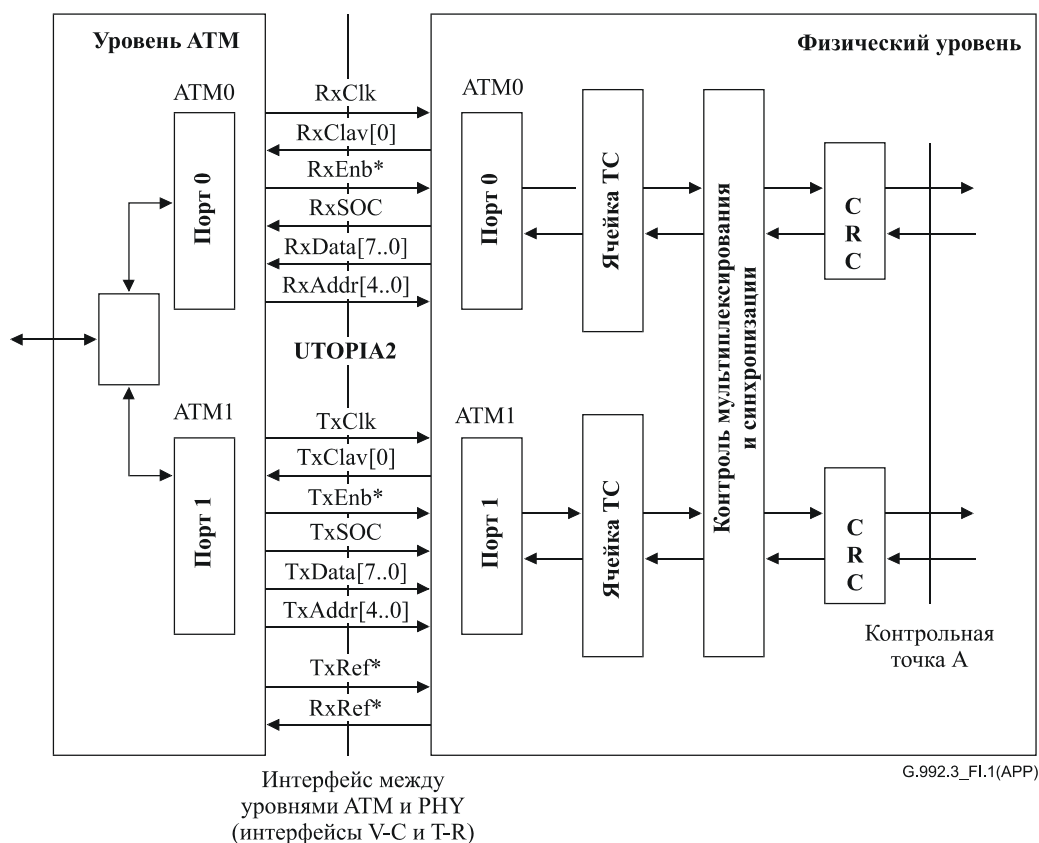


Рисунок I.1/G.992.3 – АТМ к логическому интерфейсу физического уровня в АТУ-С и АТУ-Р

Уровень АТМ производит мультиплексирование ячеек из соответствующего физического порта и демultipлексирование в этот порт (т. е. тракт с ожиданием – быстрый или чередующийся). Эта операция основана на идентификаторе виртуального тракта (VPI) и идентификаторе виртуального соединения (VCI), которые содержатся в заголовке ячейки АТМ. Конфигурация процесса демultipлексирования производится менеджментом уровня АТМ.

Подуровень конвергенции передачи специальной ячейки (АТМ TPS-ТС) обеспечивается отдельно для каждого тракта с ожиданием. Функциональные характеристики ячейки ТС определены в 7.2.3.

Логические интерфейсы входа и выхода в контрольной точке V-C для транспорта АТМ основаны на интерфейсе уровня 2 UTOPIA с квитированием связи на уровне ячеек. Логический интерфейс приведен в таблице I.1 и таблице I.2 и показан на рисунке I.1. Когда флаг управления потоком активирован устройством АТУ-С (т. е. АТУ-С готово передать и принять ячейку), уровень АТМ инициирует цикл передачи и приема ячейки (перенос 53-х октетов). Устройство АТУ-х должно поддерживать перенос полной ячейки в течение 53-х последовательных тактов. Такты передачи (Tx) и приема (Rx) UTOPIA создают из уровня АТМ. Такие же логические интерфейсы входа и выхода, основанные на интерфейсе уровня 2 UTOPIA, могут быть использованы в контрольной точке T-R устройства АТУ-R.

Таблица I.1/G.992.3 – Сигналы передачи (Tx) интерфейса уровня 2 UTOPIA

Наименование сигнала	Направление	Описание
Интерфейс передачи		
TxCk	от АТМ к РНУ	Сигнал синхронизации для переноса
TxCkav[0]	от РНУ к АТМ	Подтверждение указания, что уровень РНУ имеет достаточное буферное пространство для приема ячейки от уровня АТМ (вторичное подтверждение из 4-х циклов перед концом передачи ячейки)
TxEb*	от АТМ к РНУ	Подтверждение указания, что уровень РНУ должен произвести выборку и прием данных во время текущего тактового цикла
TxSOC	от АТМ к РНУ Y	Определяет границу ячейки при передаче данных
TxDat[7..0]	от АТМ к РНУ	Передача данных ячейки АТМ (8-битовый режим)
TxAadr[4..0]	от АТМ к РНУ	Адрес устройства РНУ для выбора устройства, которое должно быть активным или опрошенным для статуса TxClav
TxRef*	от АТМ к РНУ	Эталонный сигнал синхронизации сети (сигнал синхронизации 8 кГц, только на интерфейсе V-C)

Таблица I.2/G.992.3 – Сигналы приема (Rx) интерфейса уровня 2 UTOPIA

Наименование сигнала	Направление	Описание
Интерфейс приема		
RxCk	от АТМ к РНУ	Сигнал синхронизации для переноса
RxCkav[0]	от РНУ к АТМ	Подтверждение для указания уровню АТМ, что уровень РНУ готов передать уровню АТМ ячейку (вторичное подтверждение в конце передачи ячейки)
RxEb*	от АТМ к РНУ	Подтверждение указания, что уровень АТМ должен произвести выборку и прием данных во время следующего тактового цикла
RxSOC	от РНУ к АТМ	Определяет границу ячейки при приеме данных
RxDat[7..0]	от РНУ к АТМ	Передача данных ячейки АТМ (8-битовый режим)
RxAadr[4..0]	от АТМ к РНУ	Адрес устройства РНУ для выбора устройства, которое должно быть активным или опрошенным для статуса RxClav
RxRef*	от РНУ к АТМ	Эталонный сигнал синхронизации сети (сигнал синхронизации 8 кГц, только на интерфейсе T-R)

Более подробную информацию об интерфейсе уровня 2 UTOPIA можно найти в [B5].

Добавление II

Совместимость с другим оборудованием в помещении пользователя

Проводка для приемопередатчиков устройств ATU-R по G.992.3 может прокладываться в помещениях ОПА вместе с проводкой для другого оборудования, например сетевых устройств, работающих над спектром разделителей POTS.

Некоторые сетевые устройства могут работать по телефонным проводам в помещениях пользователей на частотах свыше 4 МГц. Чтобы предотвратить попадание сигналов от таких сетевых устройств в частотную полосу по G.992.3, рекомендуют в приемник ATU-R по G.992.3 включать соответствующий заградительный фильтр нисходящего потока, расположение которого вместе с ATU-R показано на рисунках 5-4 и 5-5. Этот фильтр может быть внешним линейным, может быть интегрирован с ATU-R по G.992.3 или может быть интегрирован с разделителем POTS, как показано в Приложении Е.

Устройства, включенные в сеть зданий, могут сосуществовать с голосовыми и неголосовыми терминалами со стороны порта TELE/POTS разделителя POTS, который используют в приложении по G.992.3 для отделения монтажа в помещении пользователя от сигналов ADSL. На рисунках 5-4 и 5-5 этот порт соединен с проводами, идущими к телефонному аппарату и голосовому модему. Желательно, чтобы удаленный разделитель POTS был совместим с другими монтажными устройствами в помещениях пользователей (например должен учитываться импеданс порта TELE/POTS свыше 4 МГц).

Добавление III

Влияние устройств первичной защиты на симметрию линии

III.1 Назначение

Предполагается, что это добавление поможет операторам выбрать подходящие устройства защиты для линий, которые используют в соответствии с G.992.3. В этом добавлении рассматриваются не характеристики защиты таких устройств, а только их влияние на импеданс и симметрию линии. Значительное изменение импеданса понижает уровень принимаемого сигнала. Нарушение симметрии может ухудшить характеристики симметричных линий, увеличив переходные влияния и воздействие радиочастот (RFI). При этом могут ухудшиться характеристики других пар кабеля из-за переходных влияний, а также может увеличиться эмиссия на радиочастотах. Ниже рассмотрена каждая из этих ситуаций.

III.2 Основные положения

Согласно многим юрисдикциям от устройств первичной защиты требуют ограничить риск возникновения пожара и поражения персонала электрическим током. Вторичная цель устройств защиты – понизить вероятность повреждения аппаратуры от перенапряжений и бросков тока наводимыми внешними потенциалами, которые могут быть вызваны ударами молний, контактами с силовыми линиями, наводимой на линию мощностью или возрастанием потенциала заземления. На рисунке III.1 показано типовое размещение устройств защиты. Следует отметить, что не все компоненты защиты требуются разными юрисдикциями, поэтому возможны различные компоновки.

Многие юрисдикции требуют, чтобы первый уровень защиты находился при вводе в здание. Обычно это устройство интерфейса сети (NID) в помещениях пользователей и главный распределительный статив (MDF) на центральной станции. Назначение этого первого уровня защиты – защитить персонал и имущество, после которого могут устанавливаться дополнительные устройства. Если устройство защиты затребовано законом и установлено в помещении пользователя, такое устройство относят к первичной защите. Если же оно установлено в NID, то это устройство относят к станционной защите.

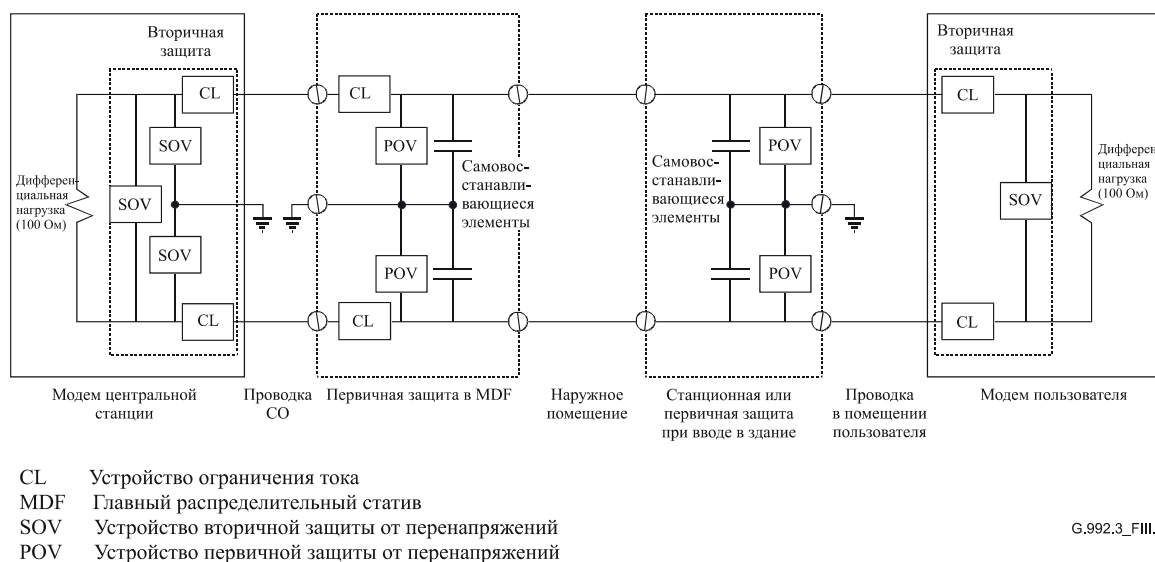


Рисунок III.1/G.992.3 – Типовое размещение устройств защиты

Влияние устройства защиты на симметрию линии важно для всех уровней устройств защиты. Однако настоящее обсуждение сконцентрировано на устройствах ввода в здание, поскольку характеристики этих устройств обычно оговариваются оператором. Дополнительные устройства защиты, расположенные в модемах, должны соответствовать требованиям на симметрию модемов.

Первичные устройства защиты могут иметь или не иметь предохранители, однако, практически, по соображениям безопасности явное предпочтение отдано устройствам без предохранителей. Устройства защиты от перенапряжений без предохранителей включают угольный блок, два или три элемента из газонаполненных трубок, кремниевый элемент лавинного пробоя или варистор на основе окиси металла (MOV), а также комбинации этих типов устройств. Эти устройства включают между проводами и между каждым проводом и землей, как показано на рисунке III.1. Обычно параллельно этим устройствам включают защитный механизм. В устройствах из газонаполненных трубок часто используют добавочный параллельный защитный механизм в виде воздушного зазора. Дополнительно, последовательно с первичными или вторичными устройствами защиты, включают ограничивающий ток компонент, например резистор, РТС или плавкий предохранитель, чтобы в первую очередь предохранить это вторичное устройство от срабатывания, тем самым предотвращая нежелательное попадание тока в здание.

Вторичные устройства защиты, если они присутствуют, помещают между первичными устройствами и оконечным оборудованием. При этом обычно используют те же самые, но более чувствительные элементы. Последовательно с первичными или вторичными устройствами защиты включают ограничивающий ток компонент (например резистор, РТС или плавкий предохранитель), чтобы в первую очередь предохранить от срабатывания это вторичное устройство и тем самым предотвратить нежелательное попадание тока в здание.

Элементы защиты от перенапряжений отличаются по стоимости и характеристикам защиты (скорости работы, способности к самовосстановлению и рабочему напряжению), а также по предпочтениям операторов, которые отличаются во времени и по регионам. Характеристики, относящиеся к xDSL, – это импеданс, который устройства защиты представляют на рабочих частотах служб xDSL, а также различие в импедансах разных проводов по отношению к земле при нормальных условиях работы. В Северной Америке службы над POTS в нормальных условиях работы подают на один из проводов напряжение до –52 В, в то время как напряжение на другом проводе – 0 В.

Твердотельные устройства защиты от перенапряжений (SSOVP) состоят из включенных "спина к спине" кремниевых диодов лавинного пробоя. Таким образом, кремниевые диоды лавинного пробоя всегда обратно смещены при любой полярности приложенного напряжения. Емкость кремниевых диодов лавинного пробоя изменяется в зависимости от полярности смещения. При большом обратном смещении, возникающем, например, при повешенной телефонной трубке на звонковом проводе по отношению к земле, возможно уменьшение емкости в 2-3 раза по сравнению с

несмещенным состоянием. Газовые и угольные блоки и варистор на основе окиси металла (MOV) не вносят больших изменений в емкость. (Технически устройства MOV – это твердотельные устройства, но они не выглядят устройствами твердого тела под промышленным названием SSOVP.) В гибридных устройствах, чтобы получить желаемые характеристики, обычно комбинируют устройства защиты из газонаполненных трубок с устройствами MOV. Однако не видно препятствий для комбинации газонаполненных трубок с кремниевыми диодами, что тоже можно было бы считать гибридными устройствами.

III.3 Рекомендуемые максимальные емкости устройств защиты от перенапряжений

Твердотельные устройства для телефонии имеют обычно емкость от 60 до 200 пФ при нулевом токе смещения, а устройства из газонаполненных трубок – емкость 2-30 пФ. Как шунты эти емкости значительны для дифференциального импеданса линии.

Необходимо, чтобы импеданс, параллельный дифференциальному импедансу линии, был минимум 1000 Ом (номинально нагрузка в 100 Ом требует, чтобы емкость была меньше указанной в таблице III.1). Заметим, что это два устройства защиты, соединенные последовательно между проводами, т. е. каждое устройство должно представлять минимум 500 Ом.

Таблица III.1/G.992.3 – Максимальная емкость по отношению к земле, представляющая на верхней частоте службы xDSL 500 Ом

Рекомендации МСЭ-Т	Верхняя частота по Рекомендации	Максимальная емкость (пФ)
G.991.2	385 кГц	826
G.992.2	552 кГц	575
G.992.1	1,024 МГц	310
G.993.1 и G.989.1	10 МГц	31

К сожалению, в Северной Америке существующие устройства будут превышать максимальную допустимую емкость 200 пФ между проводами и проводов к земле согласно региональной спецификации на первичную защиту (см. III.5). Так для устройств по G.991.2, G.992.1, G.992.2, G.992.3 и G.992.4 этот параметр не является значимым, но для устройств по G.993.1 и G.989.1 это требование к импедансу приведет к ограничению при выборе защиты: газонаполненные трубки или угольные блоки. Меньшие импедансы в 250 Ом (или 62 пФ) можно было бы также получить от гибридных

устройств, использующих элементы MOV. Принимая во внимание широкий диапазон изменения импеданса линии на этих частотах, можно считать допустимым понижение дифференциального импеданса линии примерно от 100 Ом до 83 Ом, которое может произойти из-за этой дополнительной емкости.

III.4 Емкость, удовлетворяющая требованиям на устройства защиты от перенапряжений

Симметрия линии является важной для служб xDSL, поскольку определяет уровень переходных влияний в кабеле, а также излучения из кабеля и в кабель. Величина переходного сигнала между двумя парами устройств из-за асимметрии является функцией продукта асимметрии влияющих пар и пар, подверженных влиянию. Следовательно, если симметрия каждой пары будет равна 40 дБ, переходное влияние будет на 80 дБ ниже разности уровней на этих парах.

Данные измерений переходного влияния в кабеле на ближнем конце (ПВБК) на частоте 80 кГц в кабелях с полиэтиленовой изоляцией (PIC) можно использовать, чтобы составить таблицу III.2. Из этих результатов можно видеть, что симметрия в 40 дБ не вносит заметных изменений в предсказанные характеристики, основанные на худшем варианте 1% взаимной связи в диапазоне частот от 552 кГц до 10 МГц. Однако это окажет слабое воздействие на 50% уровней переходных влияний в мало заполненном кабеле. Следовательно, даже симметрия в 40 дБ на частотах свыше 500 кГц не противоречит предсказаниям о действии переходного влияния.

Таблица III.2/G.992.3 – Данные переходного влияния ПВБК в кабелях PIS, измеренные на частоте 80 кГц и распространенные на более высокие частоты

Частота	1% источников переходного влияния (дБ)	10% источников переходного влияния (дБ)	50% источников переходного влияния (дБ)
80 кГц	69,7	78,9	92,7
552 кГц	57,2	66,4	80,2
1,0 МГц	53,1	62,3	76,1
10 МГц	38,3	47,5	61,2

Вторая неприятность, которая касается излучения из кабеля и в кабель, также прямо зависит от симметрии кабеля. В таблице III.3 показаны усредненные данные симметрии кабеля, полученные в Германии. Эти данные примерно согласуются с теми, которые получены в Северной Америке.

Таблица III.3/G.992.3 – Усредненные данные симметрии кабеля, полученные в Германии

Частота (МГц)	Усредненная симметрия LCL кабеля (дБ)
0,2–0,5	57,9
0,5–1,0	54,6
1,0–2,0	50,7
2,0–5,0	47,6
5,0–10	44,1

Там, где это возможно, симметрия линейного устройства защиты должна соответствовать или превосходить типичную симметрию кабельной линии. Следует также увеличить защиту от излучения из кабеля и в кабель. Точные значения на требования по излучению из кабеля должны изменяться в зависимости от природы службы, на которую действует излучение и от определения регулирующим органом понятия "влияние".

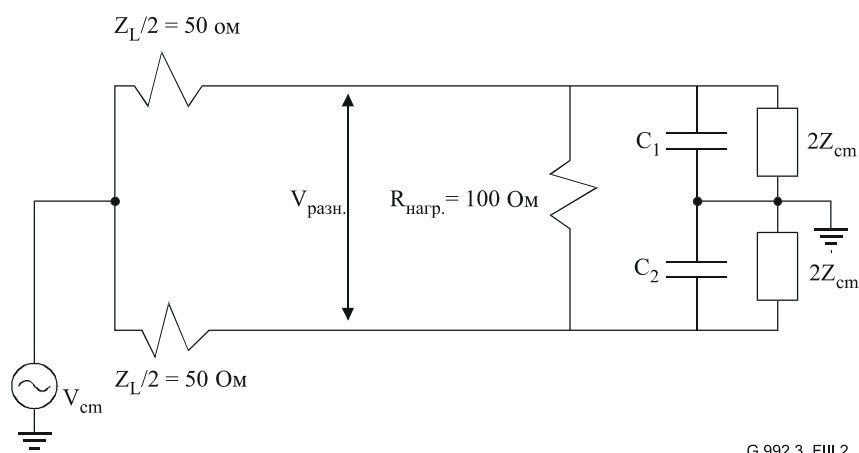


Рисунок III.2/G.992.3 – Схема, применяемая для определения симметрии линии в случае несогласованности емкостей защитных устройств

На рисунке III.2 показана схема линии в обычном режиме, оканчивающаяся модемом xDSL. Дифференциальный импеданс этой линии показан упрощенно в виде резистора 100 Ом. Конденсаторы C_1 и C_2 представляют емкость устройства защиты по отношению к земле. Общий импеданс по отношению к земле в этом режиме можно выразить либо собственно через кабель, либо через подключенный к линии модем. Импеданс кабеля в обычном режиме может значительно

колебаться, поскольку он зависит от положения пар по отношению к земле. Полное уравнение симметрии для приведенной выше цепи:

$$\text{Симметрия линии (дБ)} = 20 \times \lg \left(\frac{\frac{2}{Z_L} [j\omega C_2 - j\omega C_1]}{\left(j\omega C_1 + \frac{1}{2Z_{cm}} + \frac{2}{Z_L} \right) \left(j\omega C_2 + \frac{1}{2Z_{cm}} + \frac{2}{Z_L} \right) + \frac{1}{R_L} \left(j\omega C_1 + j\omega C_2 + \frac{1}{Z_{cm}} + \frac{4}{Z_L} \right)} \right)$$

Если $Z_L = R_L$, а Z_{cm} , $1/j\omega C_1$, $1/j\omega C_2 \gg R_L$, то формула упрощается:

$$\text{Симметрия линии (дБ)} = 20 \times \lg(50 \times \pi \times (C_2 - C_1) \times f) = 20 \times \lg(50 \times \Delta C \times \pi \times f)$$

При $Z_L = R_L = 100$ Ом снижение Z_{cm} от бесконечности до 200 Ом должно улучшить симметрию согласно таблице III.4 примерно на 1,5 дБ.

Таблица III.4/G.992.3 – Согласующаяся с $Z_{cm} = 10$ кОм максимальная емкость, при которой симметрия на верхней частоте некоторых служб xDSL составит от 40 до 60 дБ

Рекомендации МСЭ-Т	Верхняя частота по Рекомендации	Максимальная разность ΔC между проводами и каждым проводом к земле, необходимая для поддержания установленной симметрии				
		Симметрия 40 дБ (пФ)	Симметрия 45 дБ (пФ)	Симметрия 50 дБ (пФ)	Симметрия 55 дБ (пФ)	Симметрия 60 дБ (пФ)
G.991.2	385 кГц	165	92	52	29	16
G.992.2 G.992.4	552 кГц	115	64	36	20	11
G.992.1 G.992.3	1,104 МГц	57	32	18	10	5
G.989.1	10 МГц	6,3	3,5	2,0	1,1	0,6
G.993.1	12 МГц	5,3	2,9	1,6	0,9	0,5

Разность ΔC должна выдерживаться при всех условиях напряжений смещения в местах, где размещают устройства защиты. Таким образом, если служба POTS работает по той же линии, что и служба xDSL, разность ΔC должна выдерживаться, когда смещение одного устройства составляет –52 В (величина для Северной Америки), а смещение другого – нуль. Если никогда не предполагается присутствия никакой службы POTS, то следует рассматривать только собственный импеданс без смещения для двух устройств при пиковом размахе сигнала и токах утечки, необходимых для поддержания контакта в местах сращивания жил кабеля.

III.5 Ссылки

Региональная спецификация на первичные устройства защиты в Северной Америке:

GR-974-CORE Issue 2, *Generic Requirements for Telecommunications Line Protector Units (TLPUs)*, December 1999.

Серия К Рекомендаций МСЭ-Т содержит требования на устойчивость оборудования связи к электромагнитным явлениям и к характеристикам защитных компонентов.

Оборудованию связи необходимо иметь внутреннюю устойчивость с тем, чтобы оно могло быть включено без дополнительных компонентов защиты в тех случаях, когда риск от перенапряжений и бросков тока представляется оператору незначительным. Если же предполагается значительный риск от электромагнитных влияний, которые могут превысить внутреннюю защиту оборудования, в оборудование и/или в линии с дистанционным питанием включают дополнительные защитные компоненты. Эти компоненты называют "первичной защитой", и их устанавливает оператор. В Рекомендациях по устойчивости приведены испытания, которые гарантируют координацию между

первичной защитой и внутренней защитой оборудования. В Рекомендации МСЭ-Т К.46 приведено руководство для операторов по вариантам включения первичной защиты.

Рекомендации по устойчивости:

- К.44 (2/2000) определяет различные испытания на устойчивость.
- К.20 (2/2000) описывает подходящие испытания и приемлемые критерии для оборудования, установленного на центральной станции, например в узле доступа.
- К.21 (10/2000) описывает подходящие испытания и приемлемые критерии для оборудования, установленного в помещении пользователя, например модем ADSL.
- К.45 (2/2000) описывает подходящие испытания и приемлемые критерии для оборудования, установленного вне помещения, например узел доступа, установленный в шкафу.

Рекомендации по компонентам защиты:

- К.36 (5/1996) приводит руководство по выбору компонентов защиты.
- К.12 (2/2000) описывает характеристики разных типов газонаполненных разрядников, которые могут быть включены в сети связи.

Характеристики, связанные с возможностями передачи линии:

- Сопротивление изоляции выше первоначального 1000 МОм и выше 100 МОм после испытаний на срок службы;
- Емкость между терминалами менее 20 пФ. Эта характеристика не испытана на срок службы.
- К.28 (3/1993) определяет характеристики сборок из полупроводниковых разрядников.

Характеристики, связанные с возможностями передачи линии:

- Сопротивление изоляции от 165 кОм до 100 МОм в зависимости от приложенного напряжения постоянного тока;
- Емкость между любыми двумя терминалами менее 200 пФ. Измерение емкости при постоянном токе смещения не описано.
- Рекомендация МСЭ-Т К.30 (3/1993) описывает характеристики термисторов с положительным температурным коэффициентом (РТС), которые используют для защиты от бросков тока. Указаны методы измерений. Не оговорены значения различных параметров, поскольку они могут сильно отличаться в зависимости от приложения.

Добавление IV

Библиография

- [B1] ITU-T Recommendation G.995.1 (2001), *Overview of digital subscriber line (DSL) Recommendations*.
- [B2] ITU-T Recommendation O.41 (1994), *Psophometer for use on telephone-type circuits*.
- [B3] ITU-T Recommendation V.11 (1996), *Electrical characteristics for balanced double-current interchange circuits operating at data signalling rates up to 10 Mbit/s*.
- [B4] Technical Report No. 28 (1994), *A Technical Report on High-bit rate Digital Subscriber Lines*, Committee T1-Telecommunications.
- [B5] ATM Forum (June 1995), Specification af.phy-0039.000, *Utopia Level 2: Version 1.0*.
- [B6] ANSI/EIA/TIA-571 (1991), *Environmental considerations for telephone terminals*.

- [B7] ANSI T1.101 (1994), *Synchronization Interface Standards for Digital Networks*, Committee T1-Telecommunications, 1997.
- [B8] ANSI T1.413 (1995), *Network and Customer Installation Interfaces – Asymmetrical Digital Subscriber Line (ADSL) Metallic Interface*.
- [B9] ANSI T1.601 (1993), *Telecommunications – Interface between carriers and customer installations – Analogue voice-grade switched access lines using loop-start and ground-start signalling*.
- [B10] ANSI T1.421 (2002), *In-Line Filter for Use with Voiceband Terminal Equipment Operating on the Same Wire Pair with High Frequency (up to 12 MHz) Devices*.
- [B11] ANSI T1.417 (2001), *Spectrum Management For Loop Transmission Systems*.
- [B12] IEEE Standard 455 (1985), *Test procedures for measuring longitudinal balance of telephone equipment operating in the voiceband*.
- [B13] ITU-T Recommendation K.20 (2000), *Resistibility of telecommunication equipment installed in the telecommunications centre to overvoltages and overcurrents*.
- [B14] ITU-T Recommendation K.21 (2000), *Resistibility of telecommunication equipment installed in customer premises to overvoltages and overcurrents*.
- [B15] Underwriter Laboratories, Inc. UL 60950, Third Edition, *Standard for Safety of Information Technology Equipment*.
- [B16] CENELEC EN 60950-1 (2001), *Information technology equipment – Safety – Part 1: General Requirements*.
- [B17] ATM Forum (March 1999), Specification af.phy-0086.001, *Inverse Multiplexing for ATM (IMA), Version 1.1*.
- [B18] ITU-T Recommendation G.712 (2001), *Transmission performance characteristics of pulse code modulation channels*.
- [B19] ITU-T Recommendation Q.552 (2001), *Transmission characteristics at 2-wire analogue interfaces of digital exchanges*.
- [B20] ITU-T Recommendation G.121 (1993), *Loudness ratings (LRs) of national systems*.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническая эксплуатация сети: международные системы передачи, телефонные каналы, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
Серия N	Техническая эксплуатация: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура и аспекты межсетевого протокола (IP)
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи