



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.991.2

(02/2001)

СЕРИЯ G: СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ПЕРЕДАЧИ,
ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ
Цифровые участки и системы цифровых линий –
Сети доступа

**Трансиверы высокоскоростных
двухпроводных цифровых абонентских
линий (SHDSL)**

Рекомендация МСЭ-Т G.991.2

(Ранее "Рекомендация МККТТ")

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ G

СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА 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 ПРОВОДНЫМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНЫМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.500–G.599
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДСТВ 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 в кабеле с неиерархическими скоростями	G.930–G.939
Системы цифровых линий, создаваемые транспортными передачами FDM	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

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

Трансиверы высокоскоростных двухпроводных цифровых абонентских линий (SHDSL)

Резюме

В настоящей Рекомендации дается описание способа передачи данных в телекоммуникационных сетях доступа. Трансиверы SHDSL предназначены в первую очередь для работы в дуплексном режиме по двухпроводным витым металлическим парам смешанного типа. Для приложений в расширенных областях поддерживается факультативная четырехпроводная связь. Также приводится описание факультативных регенераторов сигналов для работы по двухпроводным и четырехпроводным линиям. Трансиверы SHDSL могут поддерживать выбранные симметричные скорости передачи данных пользователей в диапазоне от 192 кбит/с до 2312 кбит/с при использовании линейного кода амплитудно-импульсной модуляции с решетчатым кодированием (TCРAM). Они спроектированы так, чтобы быть спектрально совместимыми с другими технологиями передачи, используемыми в сети доступа, в том числе и с другими технологиями DSL. Трансиверы SHDSL не поддерживают использование технологии аналогового разделения в целях сосуществования с обычными аналоговыми телефонными линиями (POTS) или с сетью ЦСИС. В Приложениях А, В и С описаны региональные требования, включая функциональные отличия и требования к показателям качества. В Приложении D определены требования к регенераторам сигналов. В Приложении Е дано описание прикладных режимов формирования кадров, которые могут поддерживаться трансиверами SHDSL.

Технические требования к трансиверам при использовании последних в сетях с существующей услугой ТСМ-ЦСИС (как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.961, Добавление IV [В1]) приведены в Рекомендации МСЭ-Т G.992.1, Приложение Н [1].

Источник

Рекомендация МСЭ-Т G.991.2 была подготовлена 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) и утверждена в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ, 9 февраля 2001 года.

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

ПРИМЕЧАНИЕ

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

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации данной 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.

© МСЭ 2004

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена или использована в какой бы то ни было форме или с помощью каких-либо средств, электронных или механических, включая изготовление фотокопий и микрофильмов, без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	1
2 Ссылки.....	1
3 Определения и сокращения	2
3.1 Определения.....	2
3.2 Сокращения.....	2
4 Эталонные модели.....	5
4.1 Функциональная модель STU-x	5
4.2 Эталонная модель протокола в плоскости пользователя	7
4.3 Прикладные модели	7
5 Пропускная способность при транспортировке	8
6 Функциональные характеристики уровня PMD	8
6.1 Работа в режиме передачи данных	8
6.1.1 Эталонная модель уровня PMD в режиме передачи данных блоком STU.....	8
6.1.2 Кодер ТСМ	8
6.1.3 Устройство предварительного кодирования канала.....	10
6.1.4 Спектральный формирователь.....	11
6.1.5 Потеря мощности.....	11
6.2 Последовательность активации уровня PMD	12
6.2.1 Эталонная модель активации уровня PMD	12
6.2.2 Описание последовательности активации уровня PMD	13
6.2.3 Кадровый регулятор и скремблер.....	16
6.2.4 Сопоставитель	16
6.2.5 Спектральный формирователь.....	16
6.2.6 Выдержки времени	16
6.3 Последовательность предварительной активации уровня PMD.....	17
6.3.1 Эталонная модель предварительной активации уровня PMD	17
6.3.2 Описание последовательности предварительной активации уровня PMD	18
6.3.3 Скремблер.....	19
6.3.4 Сопоставитель	20
6.3.5 Спектральный формирователь.....	20
6.3.6 Целевая граница PMMS.....	20
6.4 Последовательность предварительной активации согласно Рекомендации МСЭ-Т G.994.1	20
6.4.1 Определение точек кодирования согласно Рекомендации G.994.1.....	21
6.4.2 Тональная поддержка согласно Рекомендации G.994.1.....	22
6.4.3 Транзакции согласно Рекомендации G.994.1	22
6.4.4 Работа с использованием регенераторов сигналов.....	22

	Стр.
7	Функциональные характеристики уровня PMS-TC 22
7.1	Работа в режиме передачи данных 22
7.1.1	Кадровая структура..... 22
7.1.2	Определение битов кадра 24
7.1.3	Биты CRC (<i>crc1</i> ... <i>crc6</i>)..... 26
7.1.4	Кадровая синхронизация 27
7.1.5	Скремблер 27
7.1.6	Буфер дифференциальной задержки..... 28
7.2	Активация уровня PMS-TC 28
7.2.1	Кадр активации 28
7.2.2	Скремблер активации 30
8	Функциональные характеристики уровня TPS-TC 30
8.1	Структура данных блока полезной нагрузки..... 30
8.2	Перемежение данных в режиме четырехпроводной связи..... 31
9	Управление..... 32
9.1	Эталонная модель управления 32
9.2	Функциональные примитивы SHDSL 32
9.2.1	Аномалия контроля циклическим избыточным кодом (аномалия CRC)..... 32
9.2.2	Аномалия сегмента (SEGA) 32
9.2.3	Дефект типа потери синхронизации (дефект типа LOSW)..... 33
9.2.4	Дефект сегмента (SEGD)..... 33
9.2.5	Дефект типа затухания в шлейфе 33
9.2.6	Дефект типа границы SNR 33
9.2.7	Отказ типа потери синхрослова (отказ типа LOSW) 33
9.3	Функциональные параметры, связанные с линией SHDSL..... 33
9.3.1	Кодовое нарушение (CV) 33
9.3.2	Секунда с ошибками (ES)..... 33
9.3.3	Пораженная ошибками секунда (SES)..... 34
9.3.4	Секунда LOSW (LOSWS)..... 34
9.3.5	Секунда недоступности (UAS) 34
9.3.6	Правила запрета 34
9.4	Хранение данных о рабочих параметрах 34
9.5	Встроенный информационный канал..... 34
9.5.1	Эталонная модель управления..... 34
9.5.2	Обзор канала ЕОС и эталонная модель 35
9.5.3	Инициализация канала ЕОС..... 36
9.5.4	Дистанционный доступ к управлению..... 38
9.5.5	Транспортные средства канала ЕОС 38

	Стр.
9.5.6 Примеры функций управления виртуальным терминалом.....	54
10 Структура синхронизации	54
10.1 Эталонная структура синхронизации	54
10.2 Точность тактовых импульсов	55
10.3 Определения для источников тактовой частоты	55
10.4 Синхронизация с источниками тактовых импульсов	56
11 Электрические характеристики.....	56
11.1 Продольный баланс.....	56
11.2 Продольное выходное напряжение	57
11.3 Обратные потери	58
11.4 Тестирование мощности передачи	60
11.4.1 Тестовая схема.....	61
11.4.2 Калибровка текстовой схемы.....	61
11.4.3 Требования к общей мощности передачи.....	61
11.5 Задержка переноса сигнала	61
12 Тестирование на соответствие	62
12.1 Микропрерывания	62
Приложение А – Региональные требования – Регион 1.....	63
A.1 Область применения	63
A.2 Тестовые шлейфы.....	63
A.3 Эксплуатационные испытания.....	64
A.3.1 Тесты на определение запаса устойчивости к перекрестным помехам.....	65
A.3.2 Испытание на импульсные помехи	70
A.3.3 Спектральная плотность мощности источников перекрестных помех.....	72
A.4 Маски PSD	78
A.4.1 Маски симметричных PSD.....	78
A.4.2 Маска асимметричной PSD при скоростях передачи 1,536 и 1,544 Мбит/с....	80
A.4.3 Маски асимметричных PSD для скоростей передачи данных 768 или 776 кбит/с	83
A.5 Характерные для региона функциональные характеристики	85
A.5.1 Скорость передачи данных	85
A.5.2 Обратные потери.....	85
A.5.3 Электропитание участка.....	86
A.5.4 Продольный баланс	92
A.5.5 Продольное выходное напряжение	93
A.5.6 Целевые границы рабочего режима для сеанса PMMS.....	93
Приложение В – Региональные требования – Регион 2.....	93

	Стр.
B.1 Область применения	93
B.2 Тестовые шлейфы.....	93
B.2.1 Функциональное описание.....	93
B.2.2 Топология тестовых шлейфов	94
B.2.3 Длина тестового шлейфа	95
B.3 Тестирование для определения рабочих характеристик	96
B.3.1 Тестовая процедура.....	96
B.3.2 Определение тестовой установки.....	96
B.3.3 Определения уровней сигнала и помех	99
B.3.4 Процедура тестирования для определения рабочих характеристик	100
B.3.5 Генератор искажений.....	101
B.4 Маски PSD	111
B.4.1 Маски симметричных PSD.....	111
B.4.2 Маски асимметричных PSD при скоростях передачи 2,048 Мбит/с и 2,304 Мбит/с	114
B.5 Характерные для региона функциональные характеристики	116
B.5.1 Скорость передачи данных	116
B.5.2 Обратные потери.....	117
B.5.3 Электропитание участка.....	117
B.5.4 Продольный баланс	118
B.5.5 Продольное выходное напряжение	118
B.5.6 Целевые границы для сеанса PMMS	118
Приложение С – Региональные требования – Регион 3	118
Приложение D – Функционирование регенератора сигналов.....	119
D.1 Эталонная схема	119
D.2 Процедуры запуска.....	119
D.2.1 Блок SRU-C.....	119
D.2.2 Блок SRU-R.....	122
D.2.3 Блок STU-C.....	124
D.2.4 Блок STU-R.....	124
D.2.5 Отказы сегмента и последовательности перезапусков.....	124
D.3 Скорость передачи символов	124
D.4 Маски PSD	124
Приложение E – Формирование кадров в режиме TPS-TC, характерном для применения	124
E.1 Режим TPS-TC для данных канала, присвоенного для передачи	124
E.2 Режим TPS-TC для байтовых данных канала, присвоенного для передачи	125
E.3 Режим TPS-TC для транспортировки невыровненного сигнала DS1.....	126

	Стр.
E.4 Режим TPS-TC для транспортировки выровненного сигнала DS1/дробного сигнала DS1.....	127
E.5 Режим TPS-TC для Европейской цифровой неструктурированной арендуемой линии на 2,048 Мбит/с (D2048U)	128
E.6 Режим TPS-TC для невыровненного сигнала Европейской цифровой структурированной арендуемой линии на 2048 кбит/с (D2048S).....	128
E.7 Режим TPS-TC для выровненного сигнала и дробного сигнала Европейской цифровой структурированной арендуемой линии (D2048S)	129
E.8 Режим TPS-TC для синхронного канала BRA сети ЦСИС	130
E.8.1 Каналы BRA сети ЦСИС в кадрах SHDSL	130
E.8.2 Отображение В-каналов и D-каналов ЦСИС на каналы полезной нагрузки SHDSL	131
E.8.3 Несколько каналов BRA сети ЦСИС	132
E.8.4 Канал BRA сети ЦСИС для услуги "живой" линии.....	133
E.8.5 Позиции временных интервалов В-каналов и D ₁₆ -каналов ЦСИС (сигнализация по каналу EOC)	133
E.8.6 Позиции временных В-каналов и D ₁₆ -канала ЦСИС и факультативный быстрый сигнальный канал.....	135
E.8.7 Передача сигналов по каналу EOC линии SHDSL или по быстрому сигнальному каналу	138
E.8.8 Управление системной шиной.....	141
E.8.9 Завершающий сброс канала BRA.....	142
E.8.10 Транспортировка сообщений канала EOC ЦСИС по каналу EOC линии SHDSL	142
E.9 Режим TPS-TC для транспортировки ячеек ATM.....	143
E.9.1 Сокращения	143
E.9.2 Эталонная модель для транспортировки на уровне ATM.....	143
E.9.3 Пропускная способность транспортировки и управление потоком.....	146
E.9.4 Эксплуатация и техническое обслуживание	147
E.10 Режим TPS-TC с двойным переносом	149
E.10.1 Тактовая синхронизация при двойном переносе данных	151
E.10.2 Типы режимов с двойным переносом данных	151
Добавление I – Примеры тестовых систем.....	153
I.1 Пример тестовой схемы ввода перекрестных помех.....	153
I.2 Примеры связующих контуров для продольного баланса и продольного выходного напряжения	153
I.3 Тестовая схема для обратных потерь	154
I.4 Тестовая схема для измерения PSD передачи/суммарной мощности передачи	154
Добавление II – Типовые характеристики кабелей	155
II.1 Типовые характеристики кабелей для Приложения В.....	155
Добавление III – Описание запуска регенератора сигналов	156
III.1 Запуск, инициируемый блоком STU-R.....	157
III.2 Запуск, инициируемый блоком STU-C.....	158
III.3 Запуск, инициируемый блоком SRU	159
III.4 Конфликты и повторные запуски	160

	Стр.
III.5 Активация режима диагностики	160
Добавление IV – Библиография	160

Введение

В настоящей Рекомендации дается описание способа передачи данных в телекоммуникационных сетях доступа. Трансиверы SHDSL предназначены в первую очередь для работы в дуплексном режиме по двухпроводным витым металлическим парам смешанного типа. Для приложений в расширенных областях поддерживается факультативная четырехпроводная связь. Также приводится описание факультативных регенераторов сигналов для работы по двухпроводным и четырехпроводным линиям. Трансиверы SHDSL могут поддерживать выбранные симметричные скорости передачи данных пользователей в диапазоне от 192 кбит/с до 2312 кбит/с при использовании линейного кода амплитудно-импульсной модуляции с решетчатым кодированием (TCРAM). Они спроектированы так, чтобы быть спектрально совместимыми с другими технологиями передачи, используемыми в сети доступа, в том числе и с другими технологиями DSL. Трансиверы SHDSL не поддерживают использование технологии аналогового разделения в целях сосуществования с обычными аналоговыми телефонными линиями (POTS) или с сетью ЦСИС. В Приложениях А, В и С описаны требования регионального уровня, включая функциональные отличия и требования к показателям качества. В Приложении D определены требования к регенераторам сигналов. В Приложении Е дано описание прикладных режимов формирования кадров, которые могут поддерживаться трансиверами линий SHDSL.

Трансиверы высокоскоростных двухпроводных цифровых абонентских линий (SHDSL)

1 Область применения

В настоящей Рекомендации приводится описание способа передачи, предусматривающего использование высокоскоростных двухпроводных цифровых абонентских линий (SHDSL) как средства передачи данных в телекоммуникационных сетях доступа. В настоящей Рекомендации не дается описание всех требований по реализации трансиверов SHDSL. Она служит только для описания функциональных возможностей, необходимых для обеспечения взаимодействия оборудования от разных производителей. Определения физических интерфейсов пользователя и других характеристик, связанных с реализацией, выходят за рамки данной Рекомендации.

Что касается связи данной Рекомендации с другими Рекомендациями МСЭ-Т серии G.99x, см. Рекомендацию МСЭ-Т G.995.1 [B2], Добавление IV.

Основные характеристики настоящей Рекомендации:

- условия работы в дуплексном режиме по двухпроводным или факультативным четырехпроводным витым металлическим парам смешанного типа;
- требования к функциональным возможностям физического уровня, например к линейному кодированию и упреждающей коррекции ошибок;
- требования к функциональным возможностям уровня звена данных, например к кадровой синхронизации и формированию кадров приложения, а также к данным системы эксплуатации, управления и технического обслуживания (ОАМ);
- положения по факультативному использованию ретрансляторов для расширенной области передачи;
- положения по спектральной совместимости с другими технологиями передачи, используемыми в сети доступа;
- положения, касающиеся требований на региональном уровне, включая функциональные отличия и требования к показателям качества.

2 Ссылки

Нижеследующие 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 подлежат пересмотру, поэтому всем пользователям настоящей Рекомендации предлагается рассмотреть возможность использования самого последнего издания перечисленных ниже Рекомендаций и других источников. Перечень действующих Рекомендаций МСЭ-Т публикуется регулярно.

- [1] Рекомендация МСЭ-Т G.992.1 (1999), *Трансиверы асимметричных цифровых абонентских линий (ADSL)*.
- [2] Рекомендация МСЭ-Т G.994.1 (2001), *Процедуры квитирования установления связи для приемопередатчиков цифровых абонентских линий (DSL)*.
- [3] Рекомендация МСЭ-Т G.997.1 (1999), *Управление физическим уровнем для трансиверов цифровых абонентских линий (DSL)*.
- [4] IETF RFC 1662 (1994), *Протокол PPP при HDLC-подобном формировании кадров*.
- [5] Стандарт ИСО 8601:2000, *Элементы данных и форматы обмена – Обмен информацией – Представление даты и времени*.
- [6] Рекомендация МСЭ-Т G.996.1 (2001), *Тестовые процедуры для трансиверов цифровых абонентских линий (DSL)*.
- [7] Стандарт МЭК 60950 (1999), *Защита информационного технологического оборудования*.

- [8] Рекомендация МСЭ-Т I.432.1 (1999), *Интерфейс пользователь–сеть Ш-ЦСИС – Спецификация физического уровня: общие характеристики.*

3 Определения и сокращения

3.1 Определения

В настоящей Рекомендации определяются следующие термины:

- 3.1.1 коэффициент ошибок по битам:** Отношение числа ошибочных битов к числу битов, передаваемых за некоторый период времени.
- 3.1.2 обратное (нисходящее) направление передачи:** Направление передачи от STU-C к STU-R (от центральной станции к удаленному терминалу).
- 3.1.3 шлейф:** Изменение направления полезной нагрузки (т. е. пользовательских данных) на обратное в заданном сетевом элементе SHDSL.
- 3.1.4 сопоставитель:** Устройство для связывания образованной группы битов с символом передачи.
- 3.1.5 микропрерывание:** Временное линейное прерывание.
- 3.1.6 модуль:** Устройство с ограниченными выводами значений (не то же самое, что математическая операция взятия модуля).
- 3.1.7 блок полезной нагрузки:** Одна из частей кадра, содержащая пользовательские данные.
- 3.1.8 плезиохронный:** Схема тактирования, при которой кадр SHDSL опирается на входные тактовые импульсы передачи, а тактовые импульсы символа опираются на другой независимый источник тактовых импульсов.
- 3.1.9 устройство предварительного кодирования:** Устройство в передатчике для коррекции ряда ухудшенных характеристик канала.
- 3.1.10 коэффициенты устройства предварительного кодирования:** Коэффициенты фильтра устройства предварительного кодирования, которые образуются в приемнике и передаются передатчику.
- 3.1.11 удаленный терминал:** Терминал, расположенный в обратном направлении от коммутационной системы центральной станции.
- 3.1.12 скремблер:** Устройство рандомизации потока данных.
- 3.1.13 сегмент:** Часть участка между двумя окончаниями (либо STU, либо SRU).
- 3.1.14 сетевой элемент SHDSL:** Блок STU-R, STU-C или SRU.
- 3.1.15 участок:** Звено между блоками STU-C и STU-R, включая регенераторы.
- 3.1.16 спектральный формирователь:** Устройство, восстанавливающее частотные характеристики сигнала.
- 3.1.17 биты заполнения:** Биты, добавляемые для синхронизации независимых потоков данных.
- 3.1.18 синхронный:** Схема тактирования, при которой кадр SHDSL и тактовые импульсы символа опираются на входные тактовые импульсы передачи блока STU-C или на соответствующий источник сетевой синхронизации.
- 3.1.19 прямое (восходящее) направление передачи:** Направление передачи от STU-R к STU-C (от удаленного терминала к центральной станции).

3.2 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

- | | |
|------------|--|
| α | Интерфейс между уровнями PMS-TC и TPS-TC в STU-C |
| β | Интерфейс между уровнями PMS-TC и TPS-TC в STU-R |
| γ_c | Интерфейс между уровнем TPS-TC и характерной для приложения частью в STU-C |

γ_R	Интерфейс между уровнем TPS-ТС и характерной для приложения частью STU-R
a_k	Коэффициенты сверточного кодера
AFE	Аналоговые входные каскады
AGC	Автоматическая регулировка усиления (APY)
b_k	Коэффициенты сверточного кодера
BER	Коэффициент ошибок по битам
C_k	к-й коэффициент устройства предварительного кодирования
CMRR	Коэффициент ослабления синфазного сигнала
CO	Центральная станция
CPE	Оборудование, устанавливаемое в помещении пользователя
CRC	Контроль циклическим избыточным кодом
CRC-6	Контроль CRC 6-го порядка (используется в кадре линии SHDS2)
$crc(X)$	Полином для контроля CRC
DAC	Цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП)
DC	Постоянный ток
DLL	Цифровая местная линия
DS	Обратное (нисходящее) направление передачи
DSL	Цифровая абонентская линия
DUT	Тестируемое устройство
EOC	Встроенные информационный канал
ES	Секунда с ошибками
f_s	Частота дискретизации
f_{sym}	Скорость передачи символов
FCS	Последовательность проверки кадра
FEC	Упреждающая коррекция ошибок
FEXT	Перекрестные помехи на удаленном конце
FSW	Слово синхронизации кадров
$g(X)$	Порождающий полином для контроля CRC
HDLC	Протокол высокого уровня управления каналом передачи данных
HW	Аппаратные средства
I/F	Интерфейс
LB	Продольный баланс

LCL	Потери продольного преобразования
<i>losd</i>	Бит индикации потери сигнала в прикладном интерфейсе
LOSW	Отказ типа потери синхрослова
LSB	Младший бит
LT	Линейное окончание
$m(X)$	Полином сообщений для контроля CRC
MSB	Старший бит
MTU	Оконечный блок технического обслуживания
NEXT	Перекрестные помехи на ближнем конце
NT	Сетевое окончание
OAM	Эксплуатация, управление и техническое обслуживание
OH	Дополнение; вспомогательные ресурсы
PAM	Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ)
2-PAM	Модуляция PAM с двумя уровнями (используется при запуске)
PBO	Потеря мощности
PL-OAM	Физический уровень – OAM
PMD	Зависящий от физической среды (уровень)
PMMS	Сеанс модуляции при измерении мощности (тестирование линии)
PMS-TC	Характерный для физической среды уровень TC
ppm	частей на миллион
PPP	Протокол двухточечной связи
<i>ps</i>	Бит состояния электропитания
PSD	Спектральная плотность мощности
PTD	Оконечное устройство тракта (оконечное оборудование на стороне центральной станции(CO))
REG	Регенератор сигнала
rms	Среднеквадратический
RSP	Бит периода молчания регенератора
Rx	Приемник
S/T	Логический интерфейс между STU-R и подключенным оконечным пользовательским оборудованием
<i>sb</i>	бит заполнения
<i>sbid</i>	бит-индикатор определения битов заполнения
<i>sega</i>	бит-индикатор аномалии сегмента
<i>segd</i>	бит-индикатор неисправности сегмента
SES	Пораженная ошибками секунда
SHDSL	Высокоскоростная двухпроводная цифровая абонентская линия
SNR	Отношение сигнал/шум

SRU	Блок регенератора SHDSL
STU	Блок трансивера линии SHDSL
STU-C	Блок STU на центральной станции
STU-R	Блок STU на удаленном конце
TBD	Подлежит определению
TC	Уровень сходимости передачи
TCM	Модуляция с решетчатым кодированием
TCM-ЦСИС	Сеть ЦСИС с временным уплотнением (описание дано в Рекомендации МСЭ-Т G.961, Добавление IV [B1])
TCPAM	Амплитудно-импульсная модуляция (PAM) с решетчатым кодированием (используется в режиме передачи данных)
TPS-TC	Характерный для протокола передачи уровень TC
Tx	Передатчик
UAS	Секунда недоступности
U-C	Интерфейс шлейфа – окончание центральной станции
U-R	Интерфейс шлейфа – окончание удаленного терминала
US	Прямое (восходящее) направление передачи
UTC	Признак невозможности соответствия
V	Логический интерфейс между блоком STU-C и цифровым сетевым элементом, таким как одна или несколько коммутационных систем
xDSL	Собирательный термин, относящийся к любому из различных типов технологий DSL
бит/с	биты в секунду
дБм	Уровень мощности в дБ относительно 1 мВт, то есть 0 дБм = 1 мВт.
кбит/с	килобит в секунду
Мбит/с	Мегабит в секунду

4 Эталонная модель

4.1 Функциональная модель STU-x

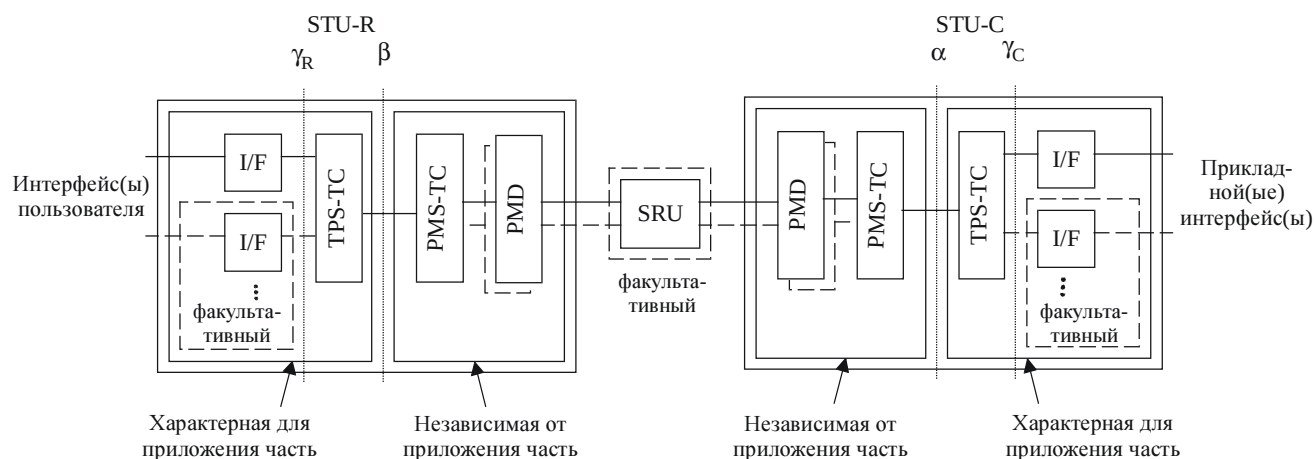


Рисунок 4-1/G.991.2 – Функциональная модель STU-x

T1541130-00

Рисунок 4.1 – это блок-схема передатчика блока трансивера SHDSL (STU), на которой изображены функциональные блоки и интерфейсы, которые упоминаются в настоящей Рекомендации. Здесь показаны основные функциональные возможности блоков STU-R и STU-C. Каждый STU содержит характерную для приложения часть и независимую от приложения часть. Независимая от приложения часть состоит из уровней PMD и PMS-TS, а характерные для прикладного уровня аспекты ограничиваются уровнем TPS-TC и интерфейсами устройств. Как показано на рисунке, участок SHDSL может включать также один или несколько факультативных регенераторов сигналов. Функции управления, которые обычно контролируются управляющей системой сети оператора, на этом рисунке не показаны. Подробная информация по управлению содержится в разделе 9. На этом рисунке отсутствует схема электропитания, которая дополнительно предоставляется STU-C на всем участке.

Функции на стороне центральной станции выполняет STU-C (или линейное окончание (LT)). Этот блок действует в качестве ведущего как для функций на стороне пользователя, выполняемых STU-R (или сетевым окончанием (TN)), так и для всех регенераторов.

Блоки STU-C и STU-R вместе с DLL (цифровой местной линией) и любыми регенераторами образуют участок SHDSL. Линия DLL может состоять из одной медной витой пары или, в случае факультативных конфигураций, из двух медных витых пар. В случаях с двумя парами каждый STU содержит два отдельных уровня PMD, связанных по интерфейсу с общим уровнем PMS-TC. Если требуется расширенный диапазон для передачи, то в промежуточных точках шлейфа могут быть введены один или несколько регенераторов сигналов. Эти точки должны выбираться в соответствии с применяемыми критериями для вносимых потерь и характеристиками передачи по шлейфу.

Основными функциями уровня PMD являются:

- получение и восстановление синхронизации символов;
- кодирование и декодирование;
- модуляция и демодуляция;
- компенсация эхосигналов;
- линейная коррекция;
- инициализация звена.

Подробная информация о функциональных возможностях уровня PMD содержится в разделе 6.

Уровень PMS-TC содержит функции формирования кадров и кадровой синхронизации, а также функции скремблера и дескремблера. Функции уровня PMS-TC описаны в разделе 7.

Уровень PMS-TC соединен с уровнем TPS-TC через интерфейсы α и β в STU-C и STU-R, соответственно. Уровень TPS-TC зависит от приложения, а его функции состоят главным образом в образовании пакетов пользовательских данных в кадре SHDSL. Подробная информация содержится в разделе 8. В эти функции могут входить мультиплексирование, демultipлексирование и синхронизация во времени нескольких каналов для передачи пользовательских данных. В Приложении Е описаны форматы формирования кадров поддерживаемых уровнем TPS-TC пользовательских данных.

Уровень TPS-TC взаимодействует с блоками сопряжения через интерфейсы γ_R и γ_C . В зависимости от конкретного приложения может потребоваться, чтобы уровень TPS-TC поддерживал один или несколько каналов для передачи пользовательских данных и соответствующие интерфейсы. Определение этих интерфейсов выходит за рамки данной Рекомендации.

Следует отметить, что интерфейсы α , β , γ_R и γ_C представляют собой только логические образования при отсутствии какого-либо физического доступа.

4.2 Эталонная модель протокола в плоскости пользователя

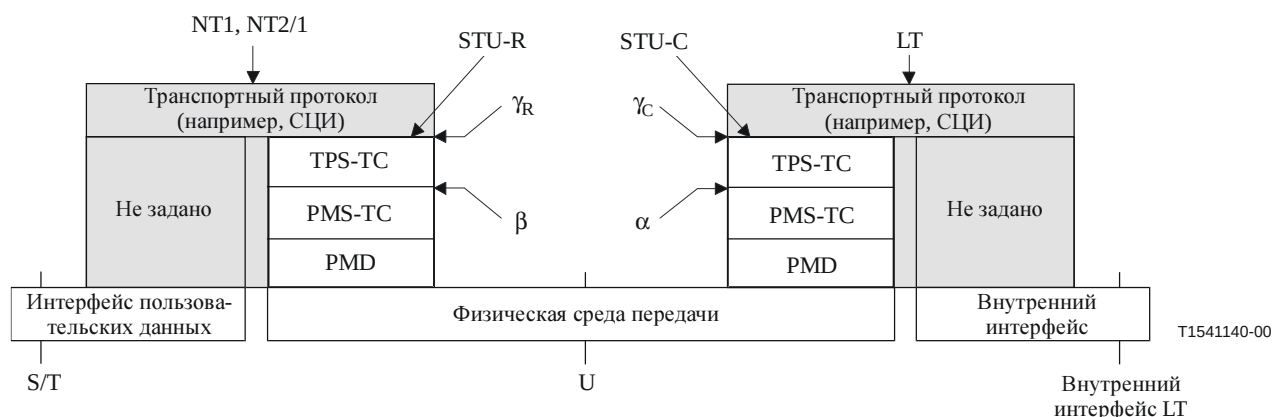


Рисунок 4.2/G.991.2 – Эталонная модель протокола в плоскости пользователя

Эталонная модель протокола в плоскости пользователя, показанная на рис. 4-2, является альтернативным представлением информации, приведенной на рис.4-1. Этот рисунок включен, чтобы подчеркнуть уровневый характер данной Рекомендации и обеспечить логическое соответствие данной модели обобщенным моделям xDSL, которые приводятся в Рекомендации МСЭ-Т G.995.1 [B2], Добавление IV.

4.3 Прикладные модели

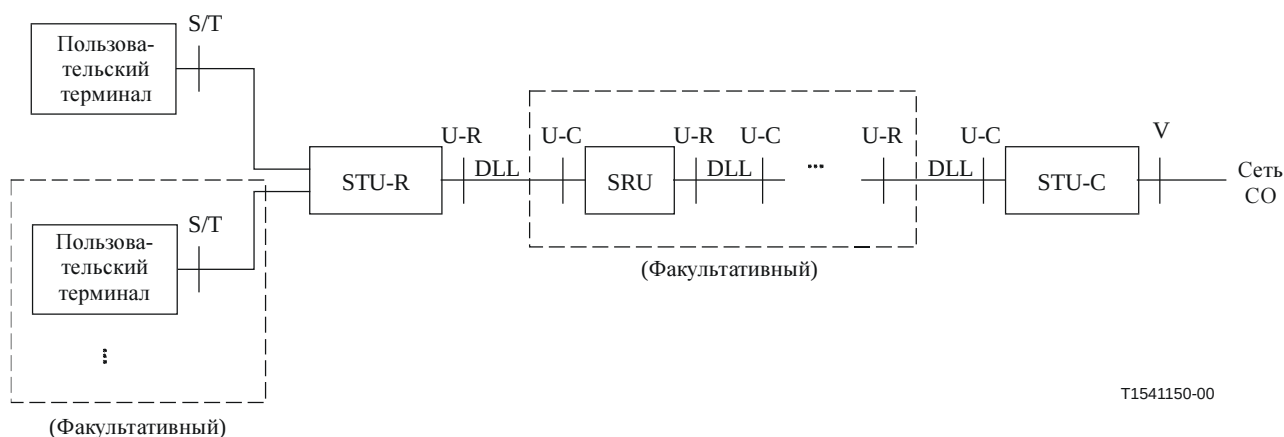


Рисунок 4-3/G.991.2 – Прикладная модель

Рисунок 4-3 представляет собой прикладную модель для типичной системы SHDSL, где показаны эталонные точки и подключенное оборудование. При таком применении STU-R обычно подключен к одному или нескольким пользовательским терминалам, которыми могут быть терминалы ввода данных, оборудование электросвязи или другие устройства. Соединения с этими элементами конечного оборудования обозначаются как эталонные точки S/T. Соединение между STU-R и STU-C может дополнительно содержать один или несколько регенераторов сигналов SHDSL (SRU). Места подключения к линиям DLL, которые связывают между собой блоки STU и SRU, обозначаются как эталонные точки U. Что касается каждого STU-x и SRU, то соединение на сетевой стороне обозначается как интерфейс U-R, а соединение на стороне пользователя – как интерфейс U-C. Блок STU-C обычно соединяется с сетью центральной станции в эталонной точке V.

5 Пропускная способность при транспортировке

В данной Рекомендации содержится описание двухпроводного режима работы для трансиверов SHDSL, при котором можно поддерживать скорости передачи пользовательских данных (полезной нагрузки) от 192 кбит/с до 2,312 Мбит/с с величиной приращения в 8 кбит/с. Допустимые скорости задаются формулой $n \times 64 + i \times 8$ кбит/с, где $3 \leq n \leq 36$ и $0 \leq i \leq 7$. При $n = 36$ параметр i ограничен значениями 0 или 1. В Приложениях А и В дана подробная информация по конкретным требованиям на региональном уровне.

В данной Рекомендации также приводится описание факультативного четырехпроводного режима работы, при котором можно поддерживать скорости передачи пользовательских данных (полезной нагрузки) от 384 кбит/с до 4,624 Мбит/с с величиной приращения в 16 кбит/с. И для этого случая в Приложениях А и В дана подробная информация по конкретным требованиям на региональном уровне.

6 Функциональные характеристики уровня PMD

6.1 Работа в режиме передачи данных

6.1.1 Эталонная модель уровня PMD в режиме передачи данных блоком STU

Эталонная модель уровня PMD в режиме передачи данных передатчиком STU-C или STU-R представлена на рис. 6-1.

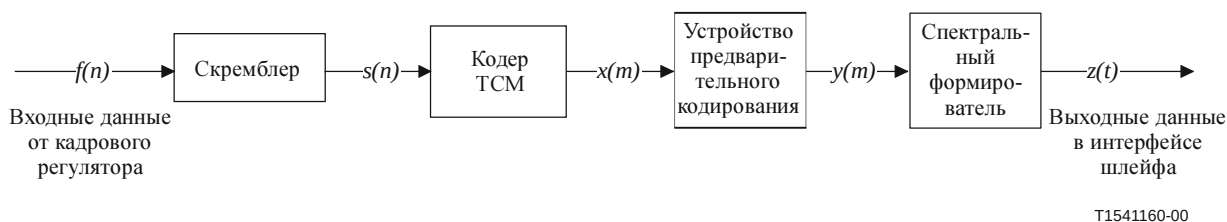


Рисунок 6-1/G.991.2 – Эталонная модель уровня PMD в режиме передачи данных

Временной индекс n представляет время передачи бита, временной индекс m – время передачи символа, а t – время модели. Входными данными от кадрового регулятора являются $f(n)$, а $s(n)$ – выходные данные скремблера. Кадровый регулятор и скремблер находятся на уровне PMS-TC и показаны здесь только для ясности. Данные $x(m)$ – это выходные данные кодера TCM (модуляция с решетчатым кодированием), $y(m)$ – выходные данные устройства предварительного кодирования канала, а $z(t)$ – аналоговый выходной сигнал спектрального формирователя в интерфейсе шлейфа. При передаче K информационных битов для одномерного символа РАМ продолжительность символа составляет K , умноженное на скорость передачи бита, так что K значениями из n для данного значения m будут $\{mK + 0, mK + 1, \dots, mK + K - 1\}$.

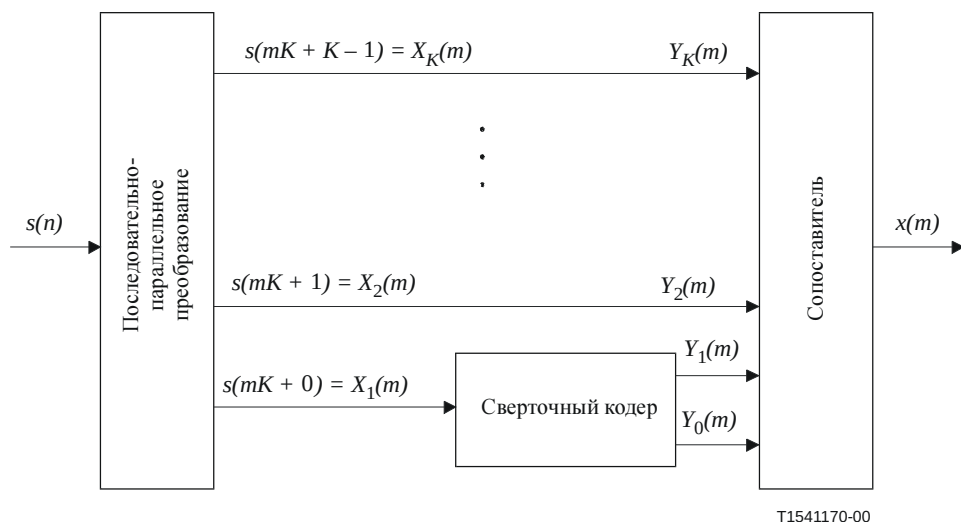
В факультативном четырехпроводном режиме активными являются два отдельных подуровня PMD – по одному для каждой проводной пары. В это случае n представляет время передачи бита для каждой проводной пары, а не суммарную скорость передачи по линии системы.

6.1.1.1 Скорости передачи на уровне PMD

Работа на уровне PMD при определенной скорости передачи информации должна соответствовать описаниям в подразделах А.5.1 или В.5.1.

6.1.2 Кодер TCM

Блок-схема кодера TCM показана на рис. 6-2. Поток последовательных битов от скремблера, $s(n)$, преобразуется в K -битовое параллельное слово со временем передачи m -го символа, которое затем обрабатывается сверточным кодером. Результирующее $(K+1)$ -битовое слово отображается на один из 2^{K+1} заранее определенных уровней, образующих данные $x(m)$.



T1541170-00

Рисунок 6-2/G.991.2 – Блок-схема кодера TCM

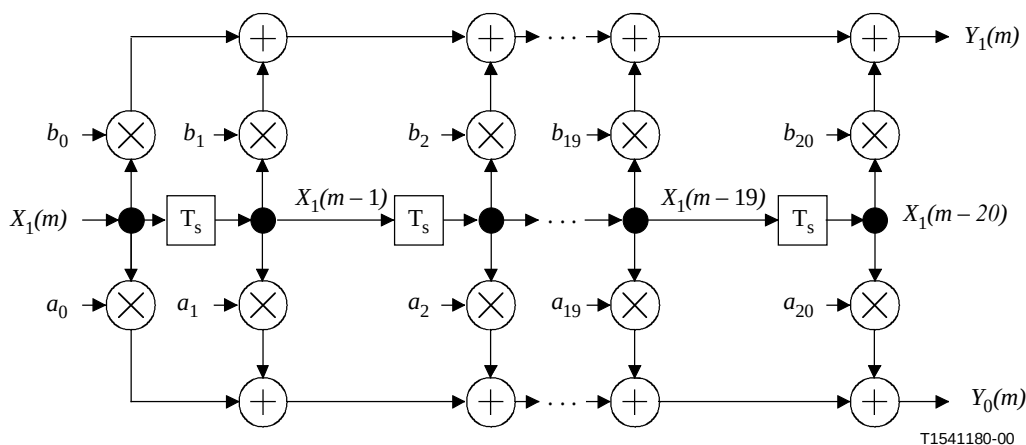
6.1.2.1 Последовательно-параллельный преобразователь

Поток последовательных битов от скремблера, $s(n)$, преобразуется в K -битовое параллельное слово $\{X_1(m) = s(mK + 0), X_2(m) = s(mK + 1), \dots, X_K(m) = s(mK + K - 1)\}$ со скоростью передачи m -го символа, где $X_1(m)$ – первый входной бит во времени.

6.1.2.2 Сверточный кодер

На рис. 6-3 представлен сверточный несистематический кодер с прямой связью, где T_s – задержка передачи одного символа, " $\oplus$ " – двоичное исключающее ИЛИ, а

" $\otimes$ " – двоичное И. Бит $X_1(m)$ поступает в сверточный кодер, биты $Y_1(m)$ и $Y_0(m)$ вычисляются, и тогда бит $X_1(m)$ направляется в регистр сдвига.



T1541180-00

Рисунок 6-3/G.991.2 – Блок-схема сверточного кодера

Двоичные коэффициенты a_i и b_i пересылаются кодеру из приемника в фазе активации, как описано в подразделе 7.2.1.3. Численным представлением этих коэффициентов служат A и B , где:

$$A = a_{20} \cdot 2^{20} + a_{19} \cdot 2^{19} + a_{18} \cdot 2^{18} + \dots + a_0 \cdot 2^0 \text{ и } B = b_{20} \cdot 2^{20} + b_{19} \cdot 2^{19} + b_{18} \cdot 2^{18} + \dots + b_0 \cdot 2^0$$

Выбор коэффициентов кодера зависит от поставщика. Они должны выбираться так, чтобы были удовлетворены требования к системным показателям качества (см. Приложение А и/или Приложение В, касающиеся требований к показателям качества работы).

6.1.2.3 Сопоставитель

Биты $Y_K(m)$, ..., $Y_1(m)$ и $Y_0(m)$, число которых равно $K+1$, должны отображаться на уровень $x(m)$. В таблице 6-1 дано сопоставление бита с уровнем для 16-уровневого отображения.

Таблица 6-1/G.991.2 – Отображение битов на уровни модуляции РАМ

$Y_3(m)$	$Y_2(m)$	$Y_1(m)$	$Y_0(m)$	$x(m)$ для 16-РАМ
0	0	0	0	-15/16
0	0	0	1	-13/16
0	0	1	0	-11/16
0	0	1	1	-9/16
0	1	0	0	-7/16
0	1	0	1	-5/16
0	1	1	0	-3/16
0	1	1	1	-1/16
1	1	0	0	1/16
1	1	0	1	3/16
1	1	1	0	5/16
1	1	1	1	7/16
1	0	0	0	9/16
1	0	0	1	11/16
1	0	1	0	13/16
1	0	1	1	15/16

6.1.3 Устройство предварительного кодирования канала

На рис. 6-4 приведена блок-схема устройства предварительного кодирования канала, где T_s – задержка передачи одного символа.

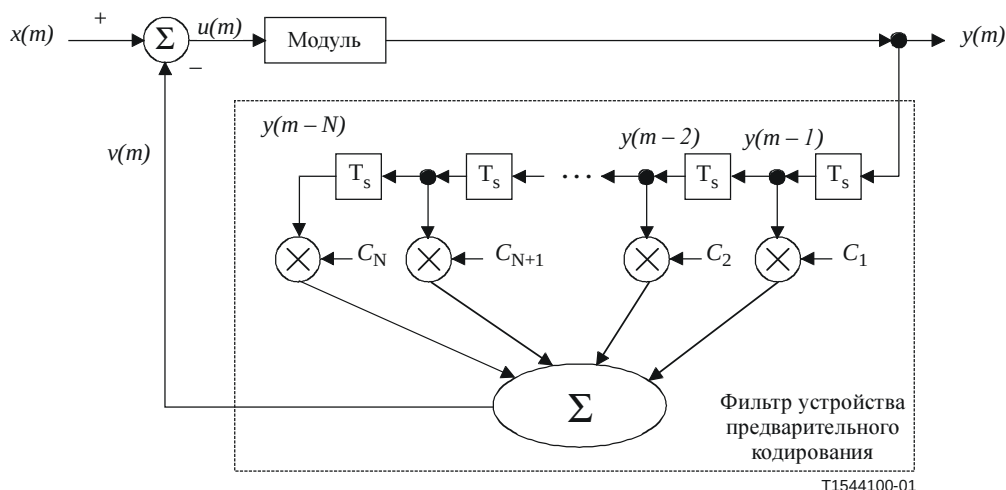


Рисунок 6-4/G.991.2 – Блок-схема устройства предварительного кодирования канала

Коэффициенты фильтра устройства предварительного кодирования, C_k , должны передаваться устройству предварительного кодирования канала так, как описано в подразделе 7.2.1.2. Выходные данные этого фильтра, $v(m)$, должны вычисляться по формуле:

$$v(m) = \sum_{k=1}^N C_k y(m-k),$$

где $128 \leq N \leq 180$. Функция блока модуля состоит в том, чтобы определить $y(m)$ следующим образом: для каждого значения $u(m)$ найдем целое $d(m)$, так что:

$$-1 \leq u(m) + 2d(m) < 1$$

и затем:

$$y(m) = u(m) + 2d(m)$$

6.1.4 Спектральный формирователь

Выбор спектрального формирователя зависит от региона. В подразделах А.3.3.8 и В.4 приводится подробная информация по спектральным плотностям мощности (PSD) для регионов А и В.

6.1.5 Потеря мощности

Как описано в данном подразделе, устройства SHDSL должны реализовывать потерю мощности. О выбранном значении потери мощности должно быть сообщено в процессе предварительной активации путем использования процедуры выбора параметров в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.994.1.

Значение потери мощности должно выбираться в соответствии с требованиями, приведенными в таблице 6-2. Вычисления потери мощности базируются на оцениваемом затухании по мощности (EPL), которое определяется следующим образом:

Оцениваемое затухание по мощности (дБ) = мощность передатчика (дБм) – оцениваемая мощность приемника (дБм) для плотности PSD в режиме передачи данных.

В данной Рекомендации не дается явного описания метода вычисления оцениваемой мощности приемника. В зависимости от применения это значение может быть определено на основе результатов пробной проверки априорной информации или на основе уровней тональных сигналов по Рекомендации МСЭ-Т G.994.1.

Используемая потеря мощности не должна быть ниже установленной по умолчанию и не должна превышать максимального значения.

Таблица 6-2/G.991.2 – Требуемые значения потери мощности

Оцениваемое затухание по мощности (EPL) (дБ)	Максимальная потеря мощности (дБ)	Потеря мощности по умолчанию (дБ)
$EPL > 6$	31	0
$6 \geq EPL > 5$	31	1
$5 \geq EPL > 4$	31	2
$4 \geq EPL > 3$	31	3
$3 \geq EPL > 2$	31	4
$2 \geq EPL > 1$	31	5
$1 \geq EPL > 0$	31	6

6.2 Последовательность активации уровня PMD

В данном подразделе дается описание сигналов в интерфейсе шлейфа и соответствующих процедур во время активации. Когда возможно, непосредственное описание показателей качества работы отдельных элементов приемника отсутствует. Вместо этого дано описание отдельных характеристик передатчика, а характеристики качества работы приемника указаны в виде общих характеристик работы всех элементов приемника. Исключение составляют случаи, когда показатели качества работы отдельного элемента приемника являются решающими для взаимодействия. Понятие "сходимость", используемое в подразделе 6.2.2, относится к состоянию, когда все адаптивные элементы достигли устойчивого состояния. Поэтому объявление трансивером сходимости зависит от поставщика. Тем не менее для улучшения взаимодействия дается описание действий на основе состояния сходимости.

6.2.1 Эталонная модель активации уровня PMD

На рис.6-5 представлена эталонная модель режима активации передатчика STU-C или STU-R.

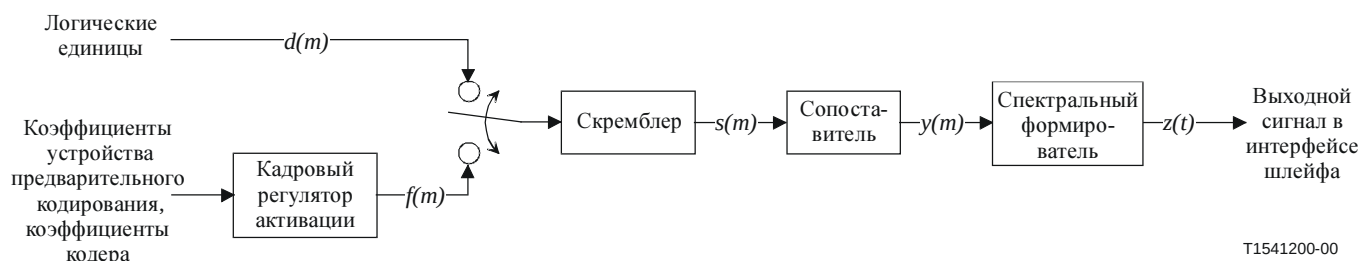


Рисунок 6-5/G.991.2 – Эталонная модель активации

Временной индекс m представляет время передачи символа, а t – время модели. При запуске используется модуляция 2-РАМ, так что время передачи бита эквивалентно времени передачи символа. Выходным сигналом кадрового регулятора активации является $f(m)$, представляющий информационные биты формируемых кадров. Выходным сигналом скремблера является $s(m)$. Кадровый регулятор и скремблер находятся на уровне PMS-ТС и показаны здесь только для ясности. Выходным сигналом сопоставителя является $y(m)$, а выходным сигналом спектрального формирователя в интерфейсе шлейфа – $z(t)$. Сигналом инициализации является $d(m)$, представляющий собой логические единицы для всех m . Форматом модуляции должна быть модуляция 2-РАМ без кодирования со скоростью передачи символов, выбранной для работы в режиме передачи данных.

Процедура активации в устройствах, поддерживающих факультативный четырехпроводной режим, должна рассматриваться как процедура, независимая для каждой пары. Такие устройства должны быть способны определять завершение активации для обеих пар, а по завершении активации должны инициировать передачу пользовательских данных по обеим парам.

6.2.2 Описание последовательности активации уровня PMD

На рис. 6-6 приведена диаграмма временных соотношений для последовательности активации. На рис. 6-7 дана диаграмма перехода состояний для последовательности запуска. Каждый сигнал в последовательности активации должен удовлетворять допустимым значениям, приведенным в таблице 6-3.

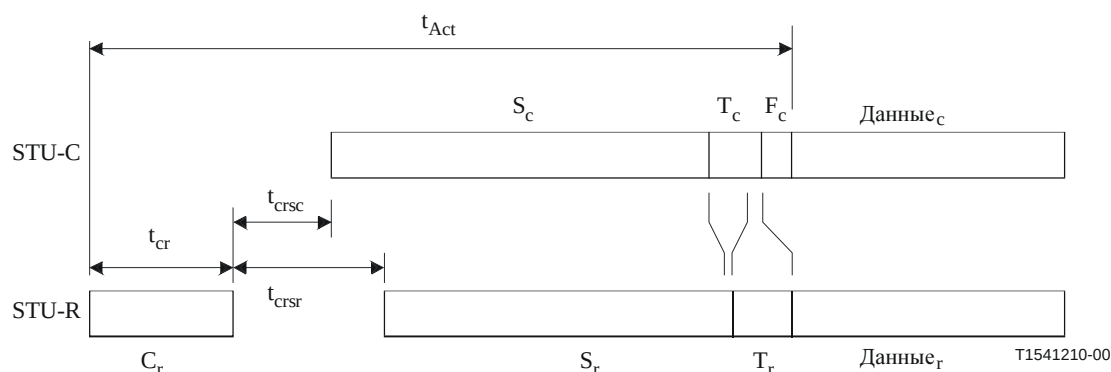


Рисунок 6-6/G.991.2 – Диаграмма временных соотношений для последовательности активации

На рис. 6-6а показана вся последовательность активации на верхнем уровне для данной Рекомендации, которая включает предварительную активацию и базовую активацию. В качестве примера в фазу предварительной активации включены два сеанса квитирования установления связи согласно Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 и тестирование линии.

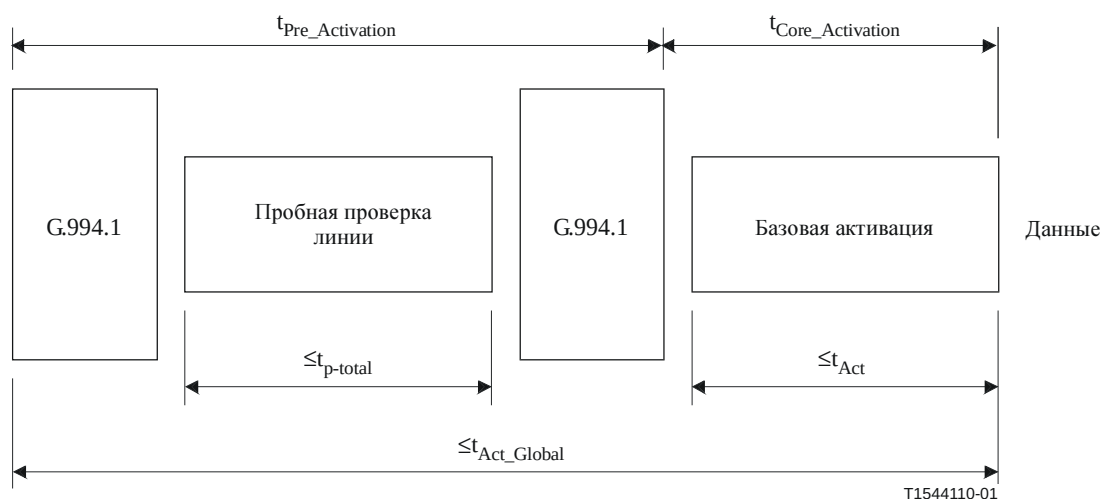


Рисунок 6-6а/G.991.2 – Вся последовательность активации согласно Рекомендации МСЭ-Т G.991.2

Время глобальной активации представляет собой сумму времен и предварительной и базовой активации. Поэтому, согласно рис. 6-6а, имеет место неравенство:

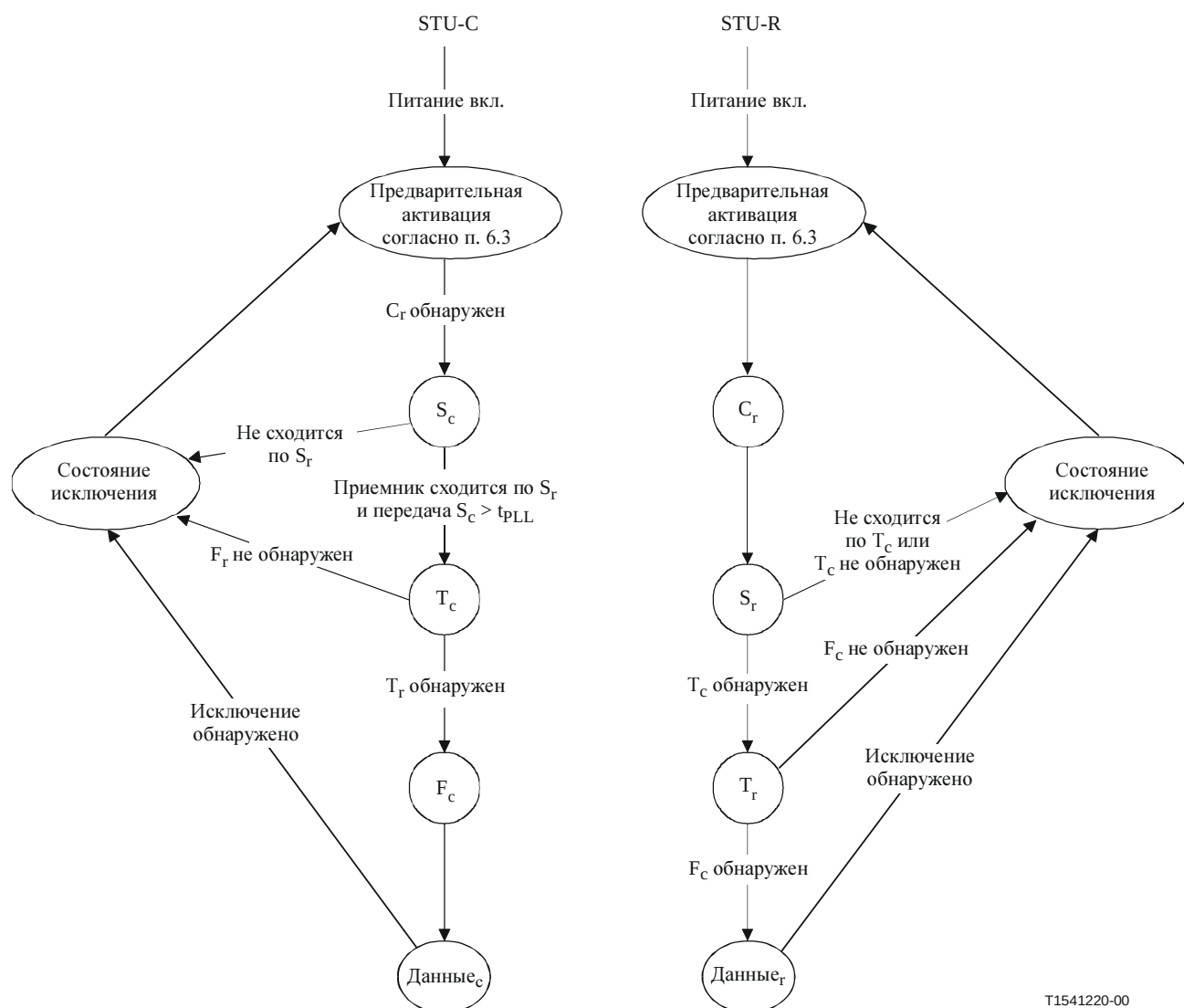
$$t_{\text{Pre-Activation}} + t_{\text{Core-Activation}} \leq t_{\text{Act_Global}}$$

где $t_{\text{Pre-Activation}}$ (время предварительной активации) – суммарная продолжительность сеансов по Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 (см. подраздел 6.4) и пробной проверки линии (см. подраздел 6.3), а $t_{\text{Core-Activation}}$ (время базовой активации) – продолжительность базовой активации (см. подраздел 6.2). Значения t_{Act} (время активации) и $t_{\text{Act_Global}}$ (время глобальной активации) определены в таблице 6-3. Значение $t_{\text{p-total}}$ (суммарное время пробной проверки) дано в таблице 6-5.

Таблица 6-3/G.991.2 – Временные соотношения для сигналов активации

Время	Параметр	Ссылка	Номинальное значение	Допуск
t_{cr}	Продолжительность C_r	См. п. 6.2.2.1	$1 \times \beta \text{ с}^*$	$\pm 20 \text{ мс}$
t_{crsc}	Время от конца C_r до начала S_c	См. п. 6.2.2.2	500 мс	$\pm 20 \text{ мс}$
t_{crsr}	Время от конца C_r до начала S_r	См. п. 6.2.2.3	$1,5 \times \beta \text{ с}^*$	$\pm 20 \text{ мс}$
t_{act}	Максимальное время от начала C_r до Данных _r		$1,5 \times \beta \text{ с}^*$	
$t_{payloadValid}$	Максимальное время от начала Данных _c или Данных _r до действительных данных полезной нагрузки SHDSL		1 с	
$t_{silence}$	Максимальное время молчания от состояния исключения до начала последовательности		2 с	
t_{PLL}	Максимальное время от начала S_c до автоподстройки PLL блока STU-R		5 с	
t_{act_global}	Максимальное время от начала сеанса первой предварительной активации (см. п. 6.3) до Данных _r		30 с	

* β зависит от скорости передачи бита. $\beta = 1$ для $n > 12$, $\beta = 2$ для $n \leq 12$, где n определено в разделе 5.



T1541220-00

Рисунок 6-7/G.991.2 – Диаграмма перехода состояний активации передатчика STU-C и STU-R

6.2.2.1 Сигнал C_r

После завершения последовательности действий предварительной активации (согласно Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2], см. подробную информацию в подразделе 6.3) STU-R посылает сигнал C_r , который генерируется путем подачи сигнала $d(m)$ на вход скремблера STU-R, как показано на рис. 6-5. Маской PSD для сигнала C_r является маска PSD в прямом направлении передачи, как было согласовано во время предварительной активации. Сигнал C_r имеет продолжительность t_{cr} и передается через 0,3 с после окончания предварительной активации.

6.2.2.2 Сигнал S_c

После обнаружения сигнала C_r блок STU-C посылается сигнал S_c , который генерируется путем подачи сигнала $d(m)$ на вход скремблера STU-C, как показано на рис. 6.5. Маской PSD для сигнала S_c является маска PSD в обратном направлении передачи, как было согласовано во время предварительной активации. Сигнал S_c посылается через время t_{crsc} после окончания сигнала C_r . Если во время передачи сигнала S_c отсутствует сходимость для блока STU-C, блок должен войти в состояние исключения (подраздел 6.2.2.8).

6.2.2.3 Сигнал S_r

Через время t_{crsc} после окончания сигнала C_r блок STU-R посылает сигнал S_r , который генерируется путем подачи сигнала $d(m)$ на вход скремблера STU-R, как показано на рис. 6-5. Маска PSD для сигнала S_r должна быть такой же, как для сигнала C_r . Если блок STU-R не входит в состояние сходимости и обнаруживает сигнал T_c во время передачи сигнала S_r , он должен войти в состояние исключения (см. подраздел 6.2.2.8). Метод, используемый для обнаружения сигнала T_c , зависит от поставщика. В режимах синхронизации, поддерживающих синхронизацию в шлейфе, сигнал S_r и все последующие сигналы, передаваемые от STU-R, должны быть синхронизированы в шлейфе, т.е. тактовые импульсы символов STU-R должны быть синхронизированы с тактовыми импульсами символов STU-C.

6.2.2.4 Сигнал T_c

После вхождения в состояние сходимости и передачи сигнала S_c в течение по меньшей мере t_{PLL} (см. таблицу 6.3) блок STU-C должен послать сигнал T_c , содержащий коэффициенты устройства предварительного кодирования и прочую системную информацию. Сигнал T_c генерируется путем подачи сигнала $f(m)$ на вход скремблера STU-C, как показано на рис. 6-5. Маска PSD для сигнала T_c должна быть такой же, как для сигнала S_c . Как описано в подразделе 7.2.1, сигнал $f(m)$ является кадровой информацией активации. Если при передаче сигнала T_c блок STU-C не обнаружит сигнал T_r , он должен войти в состояние исключения (см. подраздел 6.2.2.8). Метод, используемый для обнаружения сигнала T_r , зависит от поставщика.

6.2.2.5 Сигнал T_r

После вхождения в состояние сходимости и обнаружения сигнала T_c блок STU-R посылает сигнал T_r , содержащий коэффициенты устройства предварительного кодирования и прочую системную информацию. Сигнал T_r генерируется путем подачи сигнала $f(m)$ на вход скремблера STU-R, как показано на рис. 6-5. Маска PSD для сигнала T_r должна быть такой же, как для сигнала C_r . Как описано в подразделе 7.2.1, сигнал $f(m)$ является кадровой информацией активации. Если при передаче сигнала T_r блок STU-R не обнаружит сигнал F_c , он должен войти в состояние исключения (см. подраздел 6.2.2.8). Метод, используемый для обнаружения сигнала F_c , зависит от поставщика.

6.2.2.6 Сигнал F_c

После того как STU-C обнаружит сигнал T_c и закончит передачу текущего кадра сигнала T_c , он должен послать сигнал F_c . Первый бит первого кадра F_c должен следовать сразу же за последним битом последнего кадра T_c . Сигнал F_c генерируется путем подачи сигнала $f(m)$ на вход скремблера STU-C, как показано на рис. 6-5. Маска PSD для сигнала F_c должна быть такой же, как для сигнала S_c . Сигнал $f(m)$ является кадровой информацией активации, как описано в подразделе 7.2.1, за исключением следующего: синхрослово кадра должно быть реверсировано во времени, а информационным битам полезной нагрузки должны быть присвоены произвольные значения. Значение для контроля CRC

рассчитывается на основе этих произвольных значений полезной нагрузки. Сигнал F_c должен передаваться в течение двух кадров активации. После передачи первого бита сигнала F_c данные полезной нагрузки в сигнале T_c должны игнорироваться.

6.2.2.7 Данные_c и Данные_r

В пределах 200 символов после конца второго кадра сигнала F_c , блок STU-C вводит режим передачи данных и посылает Данные_c, а блок STU-R вводит режим передачи данных и посылает Данные_r. Эти сигналы TSPAM описаны в подразделе 6.1. Маска PSD для Данные_c и Данные_r должна соответствовать разделу A.4 или B.4 согласно последовательности действий предварительной активации. Между концом кадра активации и любым битом кадра SHDSL в режиме передачи данных не требуется никакой связи. Данные полезной нагрузки SHDSL действительны в интерфейсе α или β в течение времени $t_{\text{PayloadValid}}$ (время, в течение которого действительна полезная нагрузка) (см. таблицу 6-3) после окончания сигнала F_c .

6.2.2.8 Состояние исключения

Если активация не достигнута за время t_{act} (см. таблицу 6-3), или если предварительная активация и активация не завершены за время $t_{\text{act_global}}$ (см. таблицу 6-3), или если имеет место любое условие для исключительной ситуации, должно быть инициировано состояние исключения. При нахождении в состоянии исключения блок STU должен "молчать" в течение по меньшей мере времени t_{silence} (время молчания) (см. таблицу 6-3), затем ждать прекращения передачи с дальнего конца и потом возвратиться в соответствующее начальное состояние запуска; блоки STU-R и STU-C должны начать процесс предварительной активации согласно подразделу 6.3.

6.2.2.9 Условие для исключительной ситуации

Условие для исключительной ситуации объявляется во время активации, если истекает любая выдержка времени из таблицы 6-3 или имеет место любое из определяемых поставщиком нештатных событий. Условие для исключительной ситуации должно объявляться в режиме передачи данных, если имеет место определяемое поставщиком нештатное событие. Определяемое поставщиком нештатное событие – это любое событие, требующее перезапуска шлейфа в целях восстановления.

6.2.3 Кадровый регулятор и скремблер

Кадровый регулятор и скремблер, функционирующие в режиме активации, описаны в подразделе 7.2.

6.2.4 Сопоставитель

Выходные биты от скремблера $s(m)$ отображаются на выходной уровень, $y(m)$, следующим образом:

Таблица 6-4/G.991.2 – Отображение битов на уровни

Выход скремблера, $s(m)$	Выходной уровень сопоставителя, $y(m)$	Индекс режима передачи данных
0	-9/16	0011
1	+9/16	1000

Эти уровни, соответствующие выходным битам скремблера 0 и 1, должны быть идентичны уровню в созвездии сигналов 16-TSPAM (таблица 6-1), соответствующих индексам 0011 и 1000 каждый.

6.2.5 Спектральный формирователь

Согласно описаниям в подразделе A.4 или B.4, в режиме передачи данных и в режиме активации должен использоваться один и тот же спектральный формирователь.

6.2.6 Выдержки времени

В таблице 6-3 приведены системные выдержки времени и их значения. Время t_{act} – это максимальное время от начала сигнала C_r до начала Данные_r. Время $t_{\text{PayloadValid}}$ – это время между началом режима передачи данных и моментом, когда данные полезной нагрузки SHDSL действительны (здесь учитывается подготовительное время, сброс данных из буферной памяти, кадровая синхронизация

и т. д.). Время t_{silence} – это минимальное время в состоянии исключения, когда блок STU-C или STU-R "молчит" до возврата в состояние предварительной активации (согласно Рекомендации МСЭ-Т G.994 [2], см. подробную информацию в подразделе 6.3). Время t_{PLL} (время фазовой автоподстройки частоты) – это время, отведенное STU-R для вхождения в синхронизм с STU-C. Блок STU-C должен передавать сигнал S_c по крайней мере в течение времени t_{PLL} .

6.3 Последовательность предварительной активации уровня PMD

В этом подразделе описываются сигналы в интерфейсе шлейфа и соответствующие процедуры во время предварительной активации. Когда это возможно, непосредственное описание показателей качества работы отдельных элементов приемника отсутствует. Вместо этого дано описание отдельных характеристик передатчика, а характеристики качества работы приемника указаны в виде общих характеристик работы всех элементов приемника. Исключение составляют случаи, когда показатели качества работы отдельного элемента приемника являются решающими для взаимодействия.

В случае факультативного четырехпроводного режима передачи во время предварительной активации должны быть определены пара 1 и пара 2. Пара 1 определяется как пара, по которой передается итоговая транзакция согласно Рекомендации МСЭ-Т G.994.1.

6.3.1 Эталонная модель предварительной активации уровня PMD

На рис. 6-8 представлена эталонная модель режима предварительной активации передатчика STU-C или STU-R.

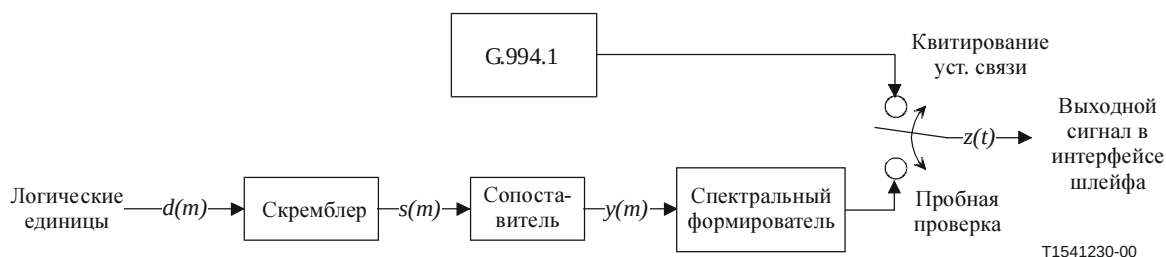


Рисунок 6-8/G.991.2 – Эталонная модель предварительной активации

Временной индекс m представляет время передачи символа, а t – время модели. Поскольку сигналом пробной проверки используется модуляция 2-РАМ, то время передачи бита эквивалентно времени передачи символа. Выходным сигналом скремблера является $s(m)$. Скремблер, используемый в режиме предварительной активации уровня PMD, может отличаться от скремблера уровня RMS-ТС, используемого в режимах активации и передачи данных. Подробная информация о скремблере в режиме предварительной активации содержится в подразделе 6.3.3. Выходным сигналом сопоставителя является $y(m)$, а выходным сигналом спектрального формирователя в интерфейсе шлейфа – $z(t)$. Сигнал $d(m)$ – это сигнал инициализации, представляющий собой логические единицы для всех m . Форматом модуляции пробы должна быть модуляция 2-РАМ без кодирования со скоростью передачи символов, формой спектра, продолжительностью и потерей мощности, выбранными согласно Рекомендации МСЭ-Т G.994.1. Результаты пробной проверки могут быть взяты из Рекомендации МСЭ-Т G.994.1.

В факультативном четырехпроводном режиме передачи обмен информацией согласно Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 осуществляется по процедурам, определяемым для работы по нескольким парам. В этом случае описываемые далее сигналы P_{ri} и P_{ci} должны посылаются параллельно по двум проводным парам.

6.3.2 Описание последовательности предварительной активации уровня PMD

На рис. 6-9 представлена диаграмма типичных временных соотношений для последовательности предварительной активации.

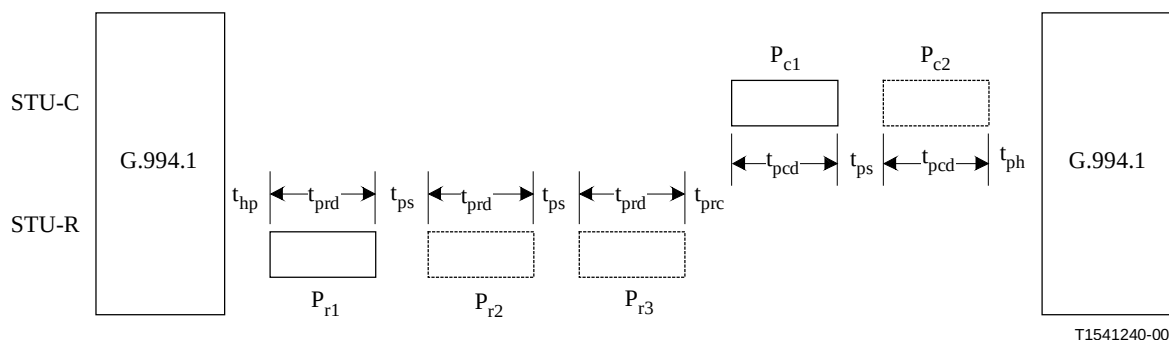


Рисунок 6-9/G.991-2 – Диаграмма типичных временных соотношений для последовательности предварительной активации

Таблица 6-5/G.991.2 – Временное соотношение для сигналов предварительной активации (примечание)

Время	Параметр	Номинальное значение	Допуск
t_{ph}	Время от конца квитирования установления связи до начала удаленной пробной проверки	0,2 с	± 10 мс
t_{prd}	Продолжительность удаленной пробной проверки	Выбирается из интервала 50 мс–3,1 с	± 10 мс
t_{ps}	Время, разделяющее две последовательности пробных проверок	0,2 с	± 10 мс
t_{prc}	Время, разделяющее последовательности последней удаленной и первой центральной пробных проверок	0,2 с	± 10 мс
t_{pcd}	Продолжительность центральной пробной проверки	Выбирается из интервала 50 мс–3,1 с	± 10 мс
t_{ph}	Время от конца центральной пробной проверки до начала квитирования установления связи	10 с максимум	± 10 мс
$t_{p-total}$	Общая продолжительность пробной проверки от конца первого сеанса по Рек. G.994.1 до начала второго сеанса по Рек. G.994.1	10 с максимум	
ПРИМЕЧАНИЕ. – Допуски берутся относительно номинального или идеального значения. Они не носят кумулятивного характера при всей последовательности предварительной активации.			

6.3.2.1 Сигнал P_{ri}

Если во время сеанса по Рекомендации G.994.1 выбрана факультативная пробная проверка линии (подробная информация содержится в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 [2]), STU-R посылает сигнал удаленной пробной проверки. Скорость передачи символов для сигнала удаленной пробной проверки должна согласовываться во время сеанса по Рекомендации G.994.1 и должна соответствовать скорости передачи символов, используемой при активации для определенной скорости передачи данных. Если во время такого сеанса согласованы несколько скоростей передачи символов для сигнала удаленной пробной проверки, тогда будут генерироваться несколько сигналов пробной проверки, начиная с наименьшей согласованной скорости передачи символов и заканчивая самой большой. P_{ri} – это i -й сигнал пробной проверки (соответствующий согласованной скорости передачи i -го символа). Сам сигнал P_{ri} генерируется путем подачи сигнала $d(m)$ на вход скремблера STU-R, как показано на рис. 6-8. Маской PSD для сигнала P_{ri} является маска PSD в прямом направлении передачи, используемая для сигнала S_r при той же скорости передачи символов; она выбирается между PSD для активации при скоростях передачи данных от 192 кбит/с до 2304 кбит/с с шагом в 64 кбит/с. Как вариант, сигнал P_{ri} может быть выбран для передачи в режиме молчания. Длительность (t_{prd}) и потеря

мощности должны быть одинаковыми для всех сигналов P_{pi} и должны согласовываться во время сеанса по Рекомендации G.994.1. Продолжительность должна выбираться в пределах от 50 мс до 3,1 с с шагом 50 мс, а потеря мощности – в диапазоне от 0 дБ до 15 дБ с шагом в 1 дБ. Потеря мощности сигнала пробной проверки может выбираться либо путем использования мощности принимаемого сигнала согласно Рекомендации G.994.1, либо на основе априорной информации. Если такой информации нет, то исполнителям предлагается выбрать потерю мощности сигнала пробной проверки по меньшей мере в 6 дБ. Первый сигнал удаленной пробной проверки должен начинаться через время t_{hp} после конца сеанса по Рекомендации G.994.1. Между последовательными сигналами удаленной пробной проверки должен быть интервал молчания в t_{ps} секунд.

В факультативном режиме четырехпроводной передачи сигнал P_{pi} должен посылаться параллельно по обоим проводным парам.

6.3.2.2 Сигнал P_{ci}

Блок STU-C должен посылать сигнал центральной пробной проверки через период времени t_{psc} после конца последнего сигнала удаленной пробной проверки. Скорость передачи символов для сигнала центральной пробной проверки должна согласовываться во время сеанса по Рекомендации G.994.1 и должно соответствовать скорости передачи символов, используемой при активации для определенной скорости передачи данных. Если во время такого сеанса согласованы несколько скоростей передачи символов для сигнала центральной пробной проверки, тогда будут генерироваться несколько сигналов пробной проверки, начиная с наименьшей согласованной скорости передачи символов и заканчивая самой большой. Сигнал P_{ci} – это i -й сигнал пробной проверки (соответствующий согласованной скорости передачи i -го символа). Сам сигнал P_{ci} генерируется путем подачи сигнала $d(m)$ на вход скремблера STU-C, как показано на рис. 6-8. Маской плотности PSD для сигнала P_{ci} является маска PSD в обратном направлении передачи, используемая для сигнала S_c при той же скорости передачи символов; она выбирается между PSD для активации при скоростях передачи данных от 192 кбит/с до 2304 кбит/с с шагом в 64 кбит/с. Как вариант, сигнал P_{pi} может быть выбран для передачи в режиме молчания. Длительность (t_{pcd}) и потеря мощности должны быть одинаковыми для всех сигналов P_{ci} и должны согласовываться во время сеанса по Рекомендации G.994.1. Продолжительность должна выбираться в пределах от 50 мс до 3,1 с с шагом в 50 мс, а потеря мощности – в диапазоне от 0 дБ до 15 дБ с шагом в 1 дБ. Потеря мощности сигнала пробной проверки может выбираться либо путем использования мощности принимаемого сигнала согласно Рекомендации G.994.1, либо на основе априорной информации. Если такой информации нет, то исполнителям предлагается выбрать потерю мощности сигнала пробной проверки по меньшей мере в 6 дБ. Между последовательными сигналами центральной пробной проверки должен быть интервал молчания t_{ps} , а между последним сигналом центральной пробной проверки и началом следующего сеанса по Рекомендации G.994.1 должен быть интервал молчания в t_{ph} секунд.

В факультативном режиме четырехпроводной передачи сигнал P_{ci} должен посылаться параллельно по обоим проводным парам.

6.3.3 Скремблер

У скремблера в режиме предварительной активации должна быть та же основная структура, что и у скремблера в режиме передачи данных, но порождающие полиномы у этих скремблеров могут быть разными. Во время сеанса по Рекомендации G.994.1 полином скремблера для последовательности пробной проверки линии должен выбираться приемником из множества допустимых полиномов скремблера, перечисленных в таблице 6-6. Передатчик должен поддерживать все полиномы из таблицы 6-6. В ходе пробной проверки линии скремблер должен использовать полином, выбранный приемником во время сеанса по Рекомендации G.994.1. Инициализация этого скремблера осуществляется загрузкой всех нулевых значений.

Таблица 6-6/G.991.2 – Полиномы скремблера предварительной активации

Индекс полинома (i_2, i_1, i_0)	Полином STU-C	Полином STU-R
0 0 0	$s(m) = s(m - 5) \oplus s(m - 23) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m - 18) \oplus s(m - 23) \oplus d(m)$
0 0 1	$s(m) = s(m - 1) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m - 1) \oplus d(m)$
0 1 0	$s(m) = s(m - 2) \oplus s(m - 5) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m - 3) \oplus s(m - 5) \oplus d(m)$
0 1 1	$s(m) = s(m - 1) \oplus s(m - 6) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m - 5) \oplus s(m - 6) \oplus d(m)$
1 0 0	$s(m) = s(m - 3) \oplus s(m - 7) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m - 4) \oplus s(m - 7) \oplus d(m)$
1 0 1	$s(m) = s(m - 2) \oplus s(m - 3) \oplus s(m - 4) \oplus s(m - 8) \oplus d(m)$	$s(m) = s(m - 4) \oplus s(m - 5) \oplus s(m - 6) \oplus s(m - 8) \oplus d(m)$
1 1 0	Зарезервировано	Зарезервировано
1 1 1	Не допускается	Не допускается

6.3.4 Сопоставитель

Выходные биты от скремблера, $s(m)$, отображаются на выходной уровень, $y(m)$, как описано в подразделе 6.4.

6.3.5 Спектральный формирователь

Как описано в подразделе 6.1.4, в режиме передачи данных и в режиме активации должны использоваться один и тот же спектральный формирователь.

6.3.6 Целевая граница PMMS

Целевая граница при сеансе модуляции PMMS используется приемником для определения возможности поддержки скорости передачи данных по этой границе при избыточном токовом шуме и/или при контрольном уровне шумов для наихудшего случая, которые описаны в Приложениях А и В. Скорость передачи данных может быть включена в список возможностей в результате пробной проверки линии, если только оцениваемое отношение сигнал/шум (SNR) при этой скорости передачи данных за вычетом значения SNR, требуемого для значения $BER = 10^{-7}$, больше или равно значению целевой границы, выраженной в дБ. Если заданы целевые границы для контрольного уровня шумов в наихудшем случае и для избыточного токового шума, тогда возможности, которыми будут обмениваться, должны быть пересечением скоростей передачи данных, полученных с помощью отдельных вычислений для контрольного уровня шумов в наихудшем случае и для избыточного токового шума.

Использование отрицательных целевых границ в отношении контрольного уровня шумов в наихудшем случае соответствует контрольному уровню шумов с меньшим числом помех. Это может применяться, когда известно, что число помех значительно ниже того числа помех, которые создаются контрольным уровнем шумов в наихудшем случае. Не рекомендуется использовать отрицательные целевые границы в отношении избыточного токового шума. Использование целевой границы для избыточного токового шума может привести к повторным настройкам, если режим работы в присутствии шумов изменяется значительным образом.

6.4 Последовательность предварительной активации согласно Рекомендации МСЭ-Т G.994.1

Как отмечено в подразделе 6.3, Рекомендация МСЭ-Т G.994.1 [2] должна использоваться, чтобы начать последовательность предварительной активации. Вторая последовательность согласно Рекомендации G.994.1 должна следовать за пробной проверкой линии при предварительной активации. Протокол G.994.1 должен служить механизмом для обмена характеристиками и согласования рабочих параметров для каждого соединения линии SHDSL. Как определено в подразделе 6.3, использование последовательности пробной проверки линии является факультативным. Последовательность пробной проверки линии может быть опущена, если каждый блок STU обладает достаточной априорной информацией о линейных характеристиках и возможностях другого блока STU либо на основе предыдущего соединения, либо на основе пользовательского программирования. В этом случае, как описано в подразделе 6.2, за последовательностью согласно Рекомендации G.994.1 будет следовать активация SHDSL.

6.4.1 Определения точек кодирования согласно Рекомендации G.994.1

К параметрам SHDSL, описанным в Рекомендации G.994.1, должны применяться следующие:

6.4.1.1 режим обучения: Индикация того, что STU (или SRU) готов начать активацию SHDSL, используя соответствующие параметры.

6.4.1.2 режим PMMS: Индикация того, что STU (или SRU) готов начать PMMS ("сеанс модуляции при измерении мощности", или пробную проверку линии), используя соответствующие параметры.

6.4.1.3 четырехпроводный: Устанавливается для указания на четырехпроводный режим работы.

6.4.1.4 SRU: Устанавливается для указания на то, что данный блок является блоком сигнального регенератора, а не STU.

6.4.1.5 диагностический режим: Устанавливается для индикации последовательности действий в диагностическом режиме (для использования блоками SRU).

6.1.4.6 скорость передачи базовых данных/PSD: Эти октеты используются следующим образом:

- для PMMS указывают на скорость передачи для сегментов пробной проверки линии;
- для обучения указывают на скорости передачи данных полезной нагрузки.

Отдельные биты предусмотрены для симметричных и асимметричных PSD.

6.4.1.7 скорость передачи компонентов данных: Для симметричных PSD октеты скорости передачи данных указывают на скорость передачи базовых данных с приращениями в 64 кбит/с ($n \times 64$ кбит/с). Биты скорости передачи компонентов данных указывают на дополнительные приращения в 8 кбит/с ($i \times 8$ кбит/с) скорости передачи данных. Суммарная скорость передачи данных полезной нагрузки устанавливается следующим образом: скорость передачи базовых данных + скорость передачи компонентов данных. Биты скорости передачи компонентов данных не применяются к асимметричным PSD на скоростях 2,048 Мбит/с и 2,304 Мбит/с (из Приложения В). Для асимметричных PSD на скоростях 768 или 776 кбит/с и асимметричных PSD на скоростях 1,536 или 1,544 Мбит/с (из Приложения А) биты скорости передачи базовых данных указывают на скорости 768 кбит/с или 1,536 Мбит/с, а биты скорости передачи компонентов данных для 0 и 8 кбит/с действительны для выбора скорости передачи всех данных полезной нагрузки.

6.4.1.8 РВО: Потеря мощности (с приращениями в 1,0 дБ).

6.4.1.9 продолжительность PMMS: Длина каждого сегмента пробной проверки линии (PMMS) (с приращениями в 50 мс).

6.1.4.10 скремблер PMMS: Полином скремблера, используемый в ходе пробной проверки линии (PMMS). См. подраздел 6.3.3.

6.4.1.11 целевая граница PMMS: Если выбрана целевая граница для наихудшего случая, то это – целевая граница по отношению к контрольному уровню перекрестных помех для наихудшего случая, описанному в таблицах А.13 и В.14. Если выбрана целевая граница по токовому состоянию, то заданная целевая граница берется относительно уровня шума, измеряемого в ходе пробной проверки линии. 5-битовая целевая граница определяется так: (биты 5 – $1 \times 1,0$ дБ) – 10 дБ. Например, 101111₂ в октете целевой границы PMMS для наихудшего случая соответствует целевой границе в 15 дБ – 10 дБ = 5 дБ относительно контрольного уровня шумов для наихудшего случая.

Если на возможность для режима PMMS указано в обмене возможностями CLR/CL по Рекомендации G.994.1, то должны посылаться оба октета целевой границы. Во время обмена возможностями должны игнорироваться конкретные значения для целевой границы, поскольку все блоки STU (и SRU) должны быть способны оценить результаты PMMS, используя оба типа целевой границы.

6.4.1.12 тактовые режимы: Устанавливаются для индикации тактового режима, как определено в таблице 10-1.

6.4.1.13 малая задержка: Устанавливается для указания на то, что требуется работа с малой задержкой, как определено в подразделе 11.5. Если такая установка отсутствует, то блок STU может предпочесть схему кодирования с более высокой задержкой.

6.4.1.14 TPS-ТС: Режим TPS-ТС выбирается из множества режимов, описанных в Приложении Е.

6.4.1.15 синхрослово: Указывает на значение, которое должны принять биты sw1 – sw14 в прямом и обратном направлениях передачи. Подробная информация содержится в подразделе 7.1.2.1.

6.4.1.16 биты заполнения: Указывает на значение, которое должны принять биты stb1 – stb4 в прямом и обратном направлениях передачи. Подробная информация содержится в подразделе 7.1.2.7.

6.4.1.17 период молчания регенератора (RSP): Бит, используемый для ввода STU или SRU в 1-минутный интервал молчания для облегчения инициализации участков, содержащих регенераторы.

6.4.2 Тональная поддержка согласно Рекомендации G.994.1

Устройства SHDSL должны поддерживать работу в полудуплексном режиме согласно Рекомендации G.994.1, используя набор несущих A4 из семейства сигналов на 4 кГц. Производителям предлагается поддерживать дополнительные наборы несущих, семейство сигналов на 4,3125 кГц и работу в дуплексном режиме согласно Рекомендации G.994.1 в целях обеспечения последовательностей квитирования установления связи при взаимодействии с другими типами оборудования DSL.

6.4.3 Транзакции согласно Рекомендации G.994.1

Если блоку STU-R недоступна априорная информация о возможностях, он должен начать сеанс по Рекомендации G.994.1 путем инициации транзакции C (CLR/CL). В противном случае он может непосредственно начать с одной из транзакций выбора режима (например, A или B). При таком обмене возможностями (последовательность CLR/CL) каждый блок должен указывать на функции, которые он может выполнить в текущее время. Это означает, что на пользовательские опции, которые нейтрализованы, не следует указывать как на возможности блока. Если возможности блока меняются из-за установок пользовательских опций или по другим причинам, то этот блок должен вызывать обмен возможностями в ходе следующего сеанса по Рекомендации G.994.1.

Если оба блока STU-R и STU-C указывают на возможность пробной проверки линии или на отсутствие априорной информации, касающейся характеристик шлейфа, тогда STU-R должен инициировать транзакцию D (MP/MS/Ack(1)) путем передачи сообщения MP с выбранным режимом пробной проверки линии согласно Рекомендации G.991.2. Это сообщение должно содержать параметры для последовательности пробной проверки линии в обратном направлении передачи. Затем блок STU-C должен генерировать соответствующее сообщение MS, содержащее параметры пробной проверки линии в прямом направлении передачи и копию параметров пробной проверки линии в обратном направлении передачи. После Ack(1) (Подтверждение (1)) от STU-R блоки должны выйти из режима пробной проверки линии согласно Рекомендации G.994.1 и войти, как описано в подразделе 6.3, в режим пробной проверки линии согласно Рекомендации G.991.2. После завершения пробной проверки линии STU-C должен инициировать новый сеанс по Рекомендации G.994.1. Затем STU-R должен инициировать обмен возможностями транзакции C (CLR/CL) для индикации результатов пробной проверки линии. При таком обмене каждый блок указывает на пересечение своих возможностей с возможностями шлейфа, как определено в ходе пробной проверки линии. Октет PBO используется для указания на необходимую потерю мощности принимаемого сигнала. После этого второго обмена возможностями блоки могут использовать любую действительную транзакцию для выбора рабочих параметров SHDSL.

После выбора набора параметров согласно Рекомендации G.991.2 транзакции согласно Рекомендации G.994.1 завершаются, и начинается последовательность активации SHDSL (подраздел 6.2).

6.4.4 Работа с использованием регенераторов сигналов

Как описано в подразделе 6.4.3, в общем случае блоки SRU действуют как блоки STU согласно Рекомендации G.994.1. Однако в ряде случаев требуется, чтобы они генерировали выбор режима "период молчания регенератора" (посредством бита RSP из Рекомендации G.994.1), а не выбор рабочего режима согласно Рекомендации G.991.2, как описано в Приложении D и Добавлении II. Параметры, о которых сообщают блоки SRU при обмене возможностями, также немного отличаются. Объявленные возможности SRU-R являются пересечением его собственных возможностей с возможностями, о которых сообщено по внутреннему интерфейсу регенератора в качестве указателей на возможности блоков и линейных сегментов в обратном направлении передачи. Единственным исключением из этого правила является октет PBO, который рассматривается в качестве местного параметра для каждого сегмента.

7 Функциональные характеристики уровня PMS-TC

7.1 Работа в режиме передачи данных

7.1.1 Кадровая структура

В таблице 7-1 приводятся сводные данные по кадровой структуре SHDSL. В подразделе 7.1.2 можно найти информацию по определениям битов.

Размер каждого блока полезной нагрузки определяется в k битов, где $k = 12 (i + n \times 8)$ [битов]. Скорость передачи данных полезной нагрузки устанавливается равной $n \times 64 + i \times 8$ кбит/с, где $3 \leq n \leq 36$ и $0 \leq i \leq 7$. При $n = 36$ i ограничено значениями 0 или 1. Значение i должно согласовываться при инициализации и должно применяться ко всем значениям параметра n .

Выбранное значение i применяется ко всем значениям параметра n , будет согласовываться в процессе предварительной активации и не включает дополнение формирования кадров со скоростью 8 кбит/с.

В факультативном режиме четырехпроводной связи два отдельных подуровня PMS-ТС являются активными – по одному для каждой проводной пары. В этом случае приведенная выше формула представляет скорость передачи данных полезной нагрузки для каждой пары, а не суммарную скорость передачи полезной нагрузки. Каждая пара работает на одной и той же скорости передачи полезной нагрузки, а передатчики поддерживают фазирование кадров для обеих пар в определенных пределах. В блоке STU-C такты символов для каждой пары берутся из общего источника. Максимальная дифференциальная задержка между началом кадров STU-C должна составлять не более четырех (4) символов на линейной стороне каждого передатчика SHDSL. В блоке STU-R такты символов могут быть получены из синхронизации шлейфа по каждой паре, так что эти такты должны быть синхронизированы по частоте, но должны иметь произвольные фазовые соотношения. Максимальная дифференциальная задержка между началом кадров STU-R должны составлять не более шести (6) символов на линейной стороне каждого передатчика SHDSL.

Таблица 7-1/G.992.1 – Кадровая структура SHDSL

Время	# бита кадра	# бита дополнения	Имя	Описание	Примечания
0 мс	1–14	1–14	sw1–sw14	Синхрослово кадра	
	15	15	<i>fbit1/losd</i>	Фиксированный бит-индикатор # 1 (потеря сигнала)	
	16	16	<i>fbit2/sega</i>	Фиксированный бит-индикатор # 2 (аномалия сегмента)	
	17 → $k + 16$	-----	<i>b1</i>	Блок полезной нагрузки # 1	
	$k + 17$	17	<i>eoc01</i>	Бит ЕОС # 1	
	$k + 18$	18	<i>eoc02</i>	Бит ЕОС # 2	
	$k + 19$	19	<i>eoc03</i>	Бит ЕОС # 3	
	$k + 20$	20	<i>eoc04</i>	Бит ЕОС # 4	
	$k + 21$	21	<i>crc1</i>	Контроль циклическим избыточным кодом # 1	CRC-6
	$k + 22$	22	<i>crc2</i>	Контроль циклическим избыточным кодом # 2	CRC-6
	$k + 23$	23	<i>fbit3/ps</i>	Фиксированный бит-индикатор # 3 (Состояние питания)	
	$k + 24$	24	<i>sbid1</i>	Идентификатор бита заполнения # 1	Свободный в синхронном режиме
	$k + 25$	25	<i>eoc05</i>	Бит ЕОС # 5	
	$k + 26$	26	<i>eoc06</i>	Бит ЕОС # 6	
	$k + 27 \rightarrow 2k + 26$	-----	<i>b2</i>	Блок полезной нагрузки # 2	
	$2k + 27$	27	<i>eoc07</i>	Бит ЕОС # 7	
	$2k + 28$	28	<i>eoc08</i>	Бит ЕОС # 8	
	$2k + 29$	29	<i>eoc09</i>	Бит ЕОС # 9	
	$2k + 30$	30	<i>eoc10</i>	Бит ЕОС # 10	

Таблица 7-1/G.991.2 – Кадровая структура линии SHDSL

Время	# бита кадра	# бита дополнения	Имя	Описание	Примечания
0 мс	$2k + 31$	31	<i>crc3</i>	Контроль циклическим избыточным кодом # 3	CRC-6
	$2k + 32$	32	<i>crc4</i>	Контроль циклическим избыточным кодом # 4	CRC-6
	$2k + 33$	33	<i>fbit4/segd</i>	Фиксированный бит-индикатор # 4 (Дефект сегмента)	
	$2k + 34$	34	<i>eoc11</i>	Бит ЕОС # 11	
	$2k + 35$	35	<i>eoc12</i>	Бит ЕОС # 12	
	$2k + 36$	36	<i>sbit2</i>	Идентификатор бита заполнения # 2	Свободен в синхронном режиме
	$2k + 37 \rightarrow 3k + 36$	-----	<i>b3</i>	Блок полезной нагрузки # 3	
	$3k + 37$	37	<i>eoc13</i>	Бит ЕОС # 13	
	$3k + 38$	38	<i>eoc14</i>	Бит ЕОС # 14	
	$3k + 39$	38	<i>eoc15</i>	Бит ЕОС # 15	
	$3k + 40$	40	<i>eoc16</i>	Бит ЕОС # 16	
	$3k + 41$	41	<i>crc5</i>	Контроль циклическим избыточным кодом # 5	CRC-6
	$3k + 42$	42	<i>crc6</i>	Контроль циклическим избыточным кодом # 6	CRC-6
	$3k + 43$	43	<i>eoc17</i>	Бит ЕОС # 17	
	$3k + 44$	44	<i>eoc18</i>	Бит ЕОС # 18	
	$3k + 45$	45	<i>eoc19</i>	Бит ЕОС # 19	
	$3k + 46$	46	<i>eoc20</i>	Бит ЕОС # 20	
$6 - 3/(k + 12)$ мс	$3k + 47 \rightarrow 4k + 46$	-----	<i>b4</i>	Блок полезной нагрузки # 4	
	$4k + 47$	47	<i>stb1</i>	Бит заполнения # 1	В синхронном режиме зависит от поставщика
6 мс, номинальное	$4k + 48$	48	<i>stb2</i>	Бит заполнения # 2	В синхронном режиме зависит от поставщика
	$4k + 49$	49	<i>stb3</i>	Бит заполнения # 3	В синхронном режиме не присутствует
$6 + 3/(k + 12)$ мс	$4k + 50$	50	<i>stb4</i>	Бит заполнения # 4	В синхронном режиме не присутствует

7.1.2 Определения битов кадра

В таблице 7-1 представлена последовательность битов кадра SHDSL (до скремблирования на стороне передачи и после дескремблирования на стороне приема). Структуры кадров идентичны в прямом и обратном направлениях передачи. Свободные биты в любом направлении принимают значение 1.

Используются следующие определения битов кадра:

7.1.2.1 sw1-sw14 (синхрослово кадра)

Слово синхронизации кадра (FSW) позволяет приемникам SHDSL производить фазирование кадров. FSW (биты sw1-sw14) присутствует в каждом кадре, а его описание не зависит от прямого и обратного направлений передачи.

7.1.2.2 b1-b4 (блоки полезной нагрузки)

Эти биты используются для переноса пользовательских данных. Внутренняя структура блоков полезной нагрузки описана в подразделе 8.1.

7.1.2.3 eoc01-eoc20 (встроенный информационный канал)

20 битов (eoc01...eoc20) предоставлено в качестве отдельного канала технического обслуживания. Подробная информация содержится в подразделе 9.5. В четырехпроводном режиме передачи биты eoc01-eoc20 должны переносить по паре 1 первичные данные канала ЕОС. Соответствующие биты eoc пары 2 должны копировать биты eoc пары 1.

7.1.2.4 crc1-crc6 (циклический избыточный код контроля)

Шесть битов присвоены циклическому избыточному коду контроля (CRC) (см. подраздел 7.1.3).

7.1.2.5 fbit1-fbit4 (фиксированные биты-индикаторы)

Эти биты используются для индикации информации формирования кадров, критической по времени. Конкретные определения битов приводятся ниже.

7.1.2.5.1 fbit1 = losd (потеря сигнала)

Этот бит используется для указания на потерю сигнала от прикладного интерфейса. Потеря сигнала = 0, Норма = 1. Определение условий, приводящих к индикации *losd*, зависит от поставщика и выходит за рамки данной Рекомендации. В режиме четырехпроводной передачи значение *losd* для пары 1 означает перенос первичной индикации *losd*. Бит *losd* для второй пары должен быть копией бита для пары 1.

7.1.2.5.2 fbit2 = sega (аномалия сегмента)

Этот бит используется для указания на ошибку CRC во входящем кадре SHSDL. Аномалия сегмента указывает на то, что регенератор, работающий с сегментом, получил искаженные данные и поэтому регенерируемые данные являются ненадежными. Назначение бита аномалии сегмента состоит в обеспечении целостности внутреннего контроля рабочих характеристик; он не предназначен для информирования внешнего управляющего объекта. Ошибка CRC = 0, Норма = 1.

7.1.2.5.2.1 Работа блока STU

Блок STU присваивает биту *sega* значение 1.

7.1.2.5.2.2 Работа блока SRU

Если для входящего кадра объявлена ошибка CRC, то SRU должен присвоить биту *sega* значение 0 в следующем доступном исходящем кадре в прямом направлении передачи, т. е. в направлении передачи данных, где наблюдалась ошибка CRC. Если ошибка CRC не объявлена, SRU пересылает бит *sega* без изменения.

7.1.2.5.3 fbit3 = ps (состояние питания)

Бит *ps* состояния питания используется для индикации состояния местного источника питания в STU-R. Если питание нормальное, то биту состояния питания присваивается значение 1, а если имеет место повреждение, тогда этому биту присваивается значение 0. При потере питания в STU-R еще остается достаточно мощности, чтобы послать STU-C три сообщения "потеря питания". Регенераторы должны пропускать этот бит прозрачным образом. В четырехпроводном режиме передачи бит *ps* в паре 1 должен переносить первичную индикацию состояния питания. Бит *ps* в паре 2 должен быть копией бита *ps* в паре 1.

7.1.2.5.4 fbit4 = segd (дефект сегмента)

Этот бит используется для индикации потери синхронизации во входящем кадре SHDSL. Дефект сегмента указывает на то, что регенератор потерял синхронизацию и поэтому регенерируемые данные

не являются надежными. Обычно этот бит передается внешнему управляющему объекту и используется для временного обеспечения защитной коммутации, аварийной фильтрации и др. Потеря синхронизации = 0, Норма = 1.

7.1.2.5.4.1 Работа блока STU

Блок STU присваивает биту *segd* значение 1.

7.1.2.5.4.2 Работа блока SRU

При объявлении дефекта типа LOSW блок SRU должен присвоить биту *segd* значение 0 в следующем доступном исходящем кадре в прямом направлении, т. е. в направлении передачи данных, где наблюдался дефект типа LOSW. Если дефект типа LOSW не объявлен, SRU пересылает бит *segd* без изменения.

7.1.2.6 *sbid1, sbid2* (биты-индикаторы заполнения)

В плезиохронном режиме биты-индикаторы заполнения указывают на наличие или отсутствие в кадре события заполнения. Обоим битам присваивается значение 1, если в конце текущего кадра имеются четыре бита заполнения. Если в конце текущего кадра битов заполнения нет, то этим обоим битам присваивается значение 0. В синхронном режиме биты *sbid1* и *sbid2* являются свободными.

7.1.2.7 *stb1–stb4* (биты заполнения)

В плезиохронном режиме эти биты используются вместе. В зависимости от временных соотношений между каналами передачи в прямом и обратном направлениях биты заполнения не вводятся или вводятся четыре таких бита. В синхронном режиме формирования кадров биты *stb1* и *stb2* присутствуют в каждом кадре, а биты *stb3* и *stb4* отсутствуют. Значения битов *stb1–stb4* определяются независимо для прямого и обратного направлений.

7.1.3 Биты CRC (*crc1 ... crc6*)

Биты контроля циклическим избыточным кодом (CRC) генерируются для каждого кадра и передаются в следующем кадре. Шесть битов CRC (*crc1 – crc6*) должны быть коэффициентами полинома остатка после умножения полинома сообщения на D^6 и деления результата на порождающий полином. Полином сообщения должен состоять из всех битов в кадре, за исключением синхрослова, битов CRC и битов заполнения. (Таким образом, в кадре имеется $4k + 26$ битов сообщения, которые охвачены контролем CRC.) Биты сообщения должны быть упорядочены, как в самом кадре, т. е. m_0 – это первый бит, m_1 – второй бит и т. д. Биты CRC вычисляются согласно следующему уравнению:

$$crc(D) = m(D)D^6 \bmod g(D)$$

где:

$$m(D) = m_0D^{4k+25} \oplus m_1D^{4k+24} \oplus \dots \oplus m_{4k+24}D \oplus m_{4k+25}$$

является полиномом сообщения, а

$$g(D) = D^6 \oplus D \oplus 1$$

является порождающим полиномом,

$$crc(D) = crc1D^5 \oplus crc2D^4 \oplus \dots \oplus crc5D \oplus crc6$$

является полиномом контроля CRC, где $\oplus$ указывает на сложение по модулю 2 (исключающее ИЛИ), а D – операция задержки.

7.1.4 Кадровая синхронизация

В плезиохронном режиме синхронизации в SHDSL используется кадр уровня PMS-ТС переменной длины и заполнение битами для синхронизации скорости передачи кадров уровня PMS-ТС со скоростью передачи входящей полезной нагрузки. Быстрое получение кадровой синхронизации и возможность поддерживать ее при наличии ошибок являются важными свойствами кадровой структуры.

Для использования в кадровой синхронизации предоставляются битовые поля трех типов: синхрослово кадра, биты заполнения и идентификаторы битов заполнения. Синхрослово кадра – это слово длиной 14 битов, присутствующее в каждом кадре. Биты заполнения – это четыре смежных бита, которые имеются только в конце длинных кадров. Идентификаторы битов заполнения – это два бита, расположенные в пределах кадра, которые указывают на наличие у текущего кадра четырех битов заполнения. Эти распределенные биты обеспечивают повышенную устойчивость к ошибкам фазирования кадров, вызванных пакетами ошибок.

Точный способ использования этой информации для получения или поддержки кадровой синхронизации зависит от выбора проектировщика приемника. Поскольку для разных алгоритмов кадровой синхронизации могут требоваться разные значения для битов FSW и битов заполнения, то должны быть созданы условия, позволяющие приемнику информировать передатчик на дальнем конце об определенных значениях битов, которые должны использоваться для этих полей в передаваемом кадре уровня PMS-ТС.

7.1.5 Скремблер

Скремблер в передатчиках STU-C и STU-R работает так, как показано соответственно на рис. 7-1 и 7-2. На этих рисунках T_b указывает на задержку продолжительностью в один бит, а знак $\oplus$ обозначает двоичную операцию исключающего ИЛИ. Биты синхрослова и биты заполнения в кадре режима передачи данных SHDSL (таблица 7-1) не должны скремблироваться. До тех пор пока биты синхрослова и биты заполнения присутствуют в сигнале $f(n)$, для скремблера не должны подаваться тактовые сигналы, и сигнал $f(n)$ должен быть непосредственно связан с сигналом $s(n)$.

7.1.5.1 Скремблер STU-C

На рис. 7-1 представлена блок-схема скремблера STU-C.

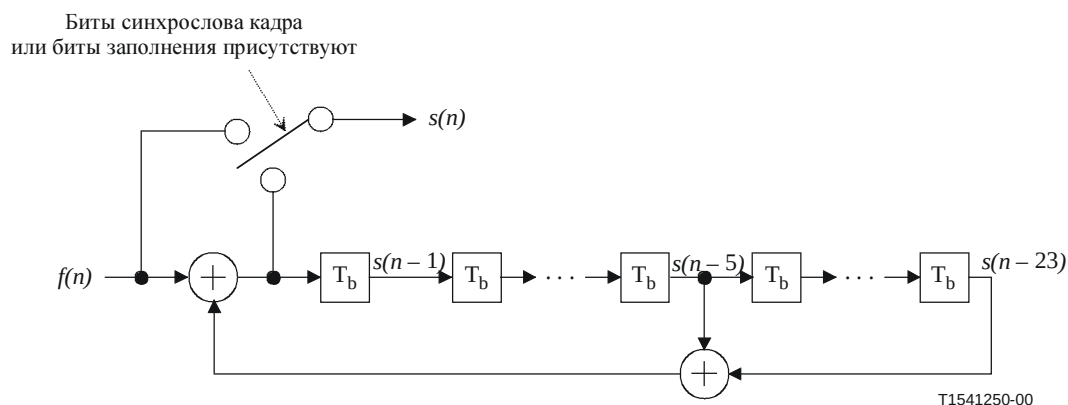


Рисунок 7-1/G.991.2 – Блок-схема скремблера STU-C

7.1.5.2 Скремблер блока STU-R

На рис. 7-2 представлена блок-схема скремблера STU-R.

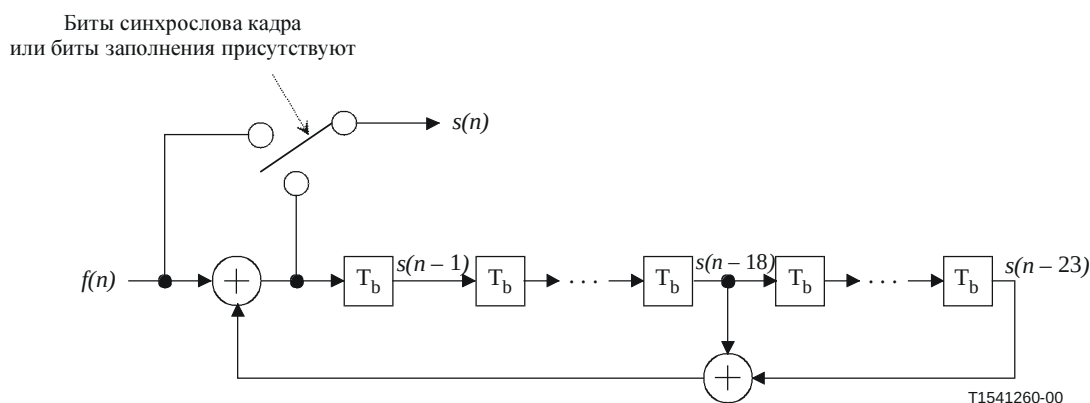


Рисунок 7-2/G.991.2 – Блок-схема скремблера STU-R

7.1.6 Буфер дифференциальной задержки

Понятно, что в факультативном режиме четырехпроводной передачи характеристики двухпроводных пар могут отличаться. Различия в диаметре проводов, типе изоляции, их длине, числе и длине мостовых ответвлений и степень незащищенности от повреждений могут привести к разнице во времени передачи между парами. Рекомендуются, чтобы такая разница в задержках передачи сигналов между двумя проводными парами ограничивалась как максимум величиной в 50 мкс при частоте 150 кГц, что соответствует примерно разнице в 10 км в длине линии между блоками STU-R и STU-C.

В целях компенсации любой разницы в суммарном времени передачи кадров SHDSL по разным парам в передатчиках, поддерживающих четырехпроводный режим передачи, должен быть реализован буфер для разницы в задержках. Такие различия в задержках могут быть вызваны приведенными выше различиями проводных пар, а также задержками, вызванными обработкой сигналов в трансиверах SHDSL в блоках STU-C, STU-R и в возможных регенераторах сигналов. Функция такого буфера для разницы в задержках состоит в выравнивании кадров SHDSL так, чтобы можно было правильно выполнить сборку кадров. Такой буфер должен быть способен "поглощать" разницу в задержке по меньшей мере в 6 символов + 50 мкс на линейной стороне каждого приемника SHDSL.

7.2 Активация уровня PMS-TC

7.2.1 Кадр активации

Формат кадра активации представлен в таблице 7-2. Сигнал T_c или T_r должен генерироваться путем повторной передачи информации кадра активации, приведенной в таблице 7-2, к скремблеру блока STU, как показано на рис. 6-5. Содержимое кадра активации во время передачи сигнала T_c и T_r должно быть постоянным. Синхробиты кадра активации не скремблируются, так что они должны применяться непосредственно к созвездию сигналов модуляции 2-РАМ без кодирования. Суммарное число битов в кадре активации равно 4227. Кадр активации должен посылаться, начиная с бита 1 и заканчивая битом 4227.

В факультативном режиме четырехпроводной передачи активация выполняется параллельно по каждой из двух проводных пар.

Таблица 7-1/G.991.2 – Формат кадра активации

Бит кадра активации Мл. бит: Ст. бит	Определение
1:14	Синхронизация кадра для T_c и T_r : 11111001101011 ₂ , где левый старший бит передается первым во времени
	Синхронизация кадра для F_c : 11010110011111 ₂ , где левый старший бит передается первым во времени
15:36	Коэффициент 1 устройства предварительного кодирования: 22-битовый формат, дополняемый двумя знаками с 17-ю битами после двоичной точки, где младший бит передается первым во времени
37:58	Коэффициент 2 устройства предварительного кодирования
59:3952	Коэффициенты 3–179 устройства предварительного кодирования
3953:3974	Коэффициент 180 устройства предварительного кодирования
3975:3995	Коэффициент А кодера: 21 бит, где младший бит посылается первым во времени
3996:4016	Коэффициент В кодера: 21 бит, где младший бит посылается первым во времени
4017:4144	Данные поставщика: 128 битов специфической информации
4145:4211	Зарезервированы: 67 битам присвоены значения логических нулей
4212:4227	CRC: c_1 посылается первым во времени, c_{16} посылается последним во времени

7.2.1.1 Синхробиты кадра

Синхробитами кадра для сигналов T_c и T_r служит 14-битовый код. В двоичном представлении этот код выглядит как 11111001101011 и передается слева направо. Для сигнала F_c синхробитами кадра являются 11010110011111 или синхробиты кадра для сигналов T_c и T_r , взятые в обратном порядке.

7.2.1.2 Коэффициенты устройства предварительного кодирования

Коэффициенты устройства предварительного кодирования представлены в виде 22-битовых чисел, дополненных двумя знаками, с пятью старшими битами, представляющими целые числа от –16 (10000) до +15 (01111), и остальными 17 битами, представляющими биты дробной части. Коэффициенты передаются последовательно, начиная с коэффициента C_1 и заканчивая коэффициентом C_N (из рис. 6-4), а младший бит каждого коэффициента посылается первым во времени. Минимальное число коэффициентов устройства предварительного кодирования равно 128, а максимальное число – 180. Если используется меньше 180 коэффициентов, остальные биты в поле должны быть нулевыми.

7.2.1.3 Коэффициенты кодера

Согласно рисунку 6-3, коэффициенты программируемого кодера посылаются в следующем порядке: a_0 посылается первым во времени, за ним следуют $a_1, a_2, \dots$, а b_{20} посылается последним.

7.2.1.4 Данные поставщика

Эти 128 битов резервируются для специфических данных поставщика.

7.2.1.5 Зарезервированные биты

Эти 67 битов зарезервированы для использования в будущем и им должны быть присвоены логические нули.

7.2.1.6 CRC

Шестнадцать битов CRC (от c_1 до c_{16}) являются коэффициентами полинома остатка после умножения полинома сообщения на D^{16} и последующего деления на порождающий полином. Полином сообщения должен состоять из битов кадра активации, где m_0 – это бит 15, а m_{4196} – это бит 4211 кадра активации, так что:

$$crc(D) = m(D)D^{16} \bmod g(D)$$

где:

$$m(D) = m_0D^{4196} \oplus m_1D^{4195} \oplus \dots \oplus m_{4195}D \oplus m_{4196}$$

является полиномом сообщения, а

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

является порождающим полиномом,

$$crc(D) = c_1D^{15} \oplus c_2D^{14} \oplus \dots \oplus c_{15}D \oplus c_{16}$$

является полиномом контроля CRC. Знак $\oplus$ указывает на сложение по модулю 2 (исключающее ИЛИ), а D – операция задержки.

7.2.2 Скремблер активации

Скремблер в передатчиках STU-C и STU-R (см. рис. 6-5) работает так, как показано на рис. 7-1 и 7-2, где T_b – задержка продолжительностью в один бит, а знак $\oplus$ означает двоичное исключающее ИЛИ. Синхробиты кадра в кадре активации не должны скремблироваться. Пока синхробиты кадра присутствуют в сигнале $f(n)$, для скремблера не должны подаваться тактовые сигналы, и сигнал $f(n)$ должен быть непосредственно связан с сигналом $s(n)$.

8 Функциональные характеристики уровня TPS-ТС

8.1 Структура данных блока полезной нагрузки

Каждый блок полезной нагрузки должен состоять из 12 подблоков, как показано на рис. 8-1. Размер каждого подблока полезной нагрузки определяется значением k_s , где $k_s = i + n \times 8$ [битов]. Как утверждается в подразделе 7.1, скорость передачи данных полезной нагрузки устанавливается равной $n \times 64 + i \times 8$ кбит/с, где $3 \leq n \leq 36$ и $0 \leq i \leq 7$. При $n = 36$ i ограничено значениями 0 или 1. Вся структура данных в подблоках полезной нагрузки (т. е. поддержка освобождения широкополосных каналов, подканалов и характерных для региона услуг) описана в Приложении Е.

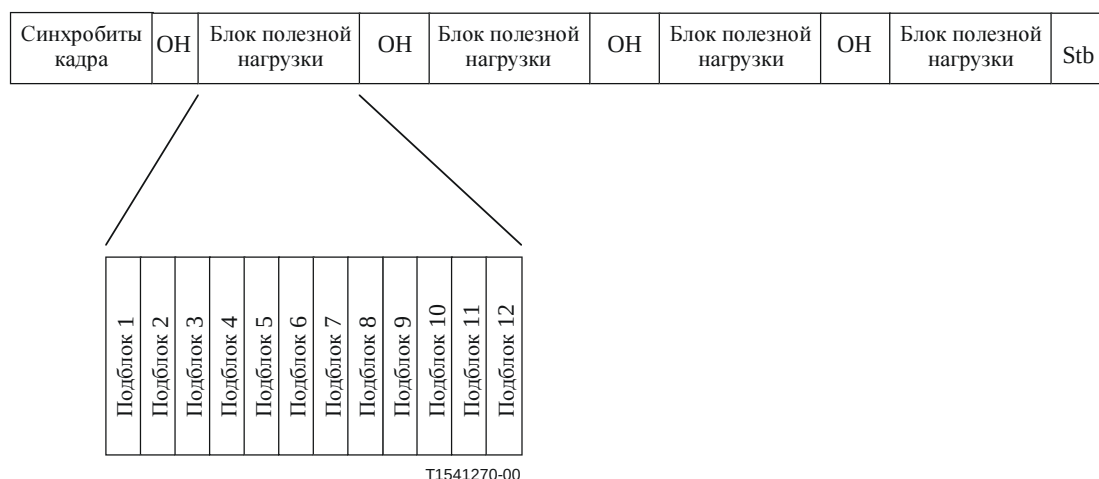


Рисунок 8-1/G.991.2 – Структура блоков полезной нагрузки

8.2 Перемежение данных в режиме четырехпроводной связи

В факультативном режиме четырехпроводной связи необходимо перемежение данных полезной нагрузки между проводными парами. Это перемежение должно выполняться в пределах подблоков полезной нагрузки между парой 1 и парой 2. Как показано на рис. 8-2, k_s битов в каждом подблоке должно переноситься по паре 1, а дополнительные k_s битов – по паре 2. Размер каждого подблока полезной нагрузки определяется числом $2k_s$, где $k_s = i + n \times 8$ [битов]. Как утверждается в подразделе 7.1, скорость передачи данных полезной нагрузки по каждой паре устанавливается равной $n \times 64 + i \times 8$ кбит/с, где $3 \leq n \leq 36$ и $0 \leq i \leq 7$. При $n = 36$ значение i ограничено значениями 0 или 1. В Приложении Е описана вся структура данных в подблоках полезной нагрузки (т.е. поддержка освобождения широкополосных каналов, подканалов и характерных для региона услуг).

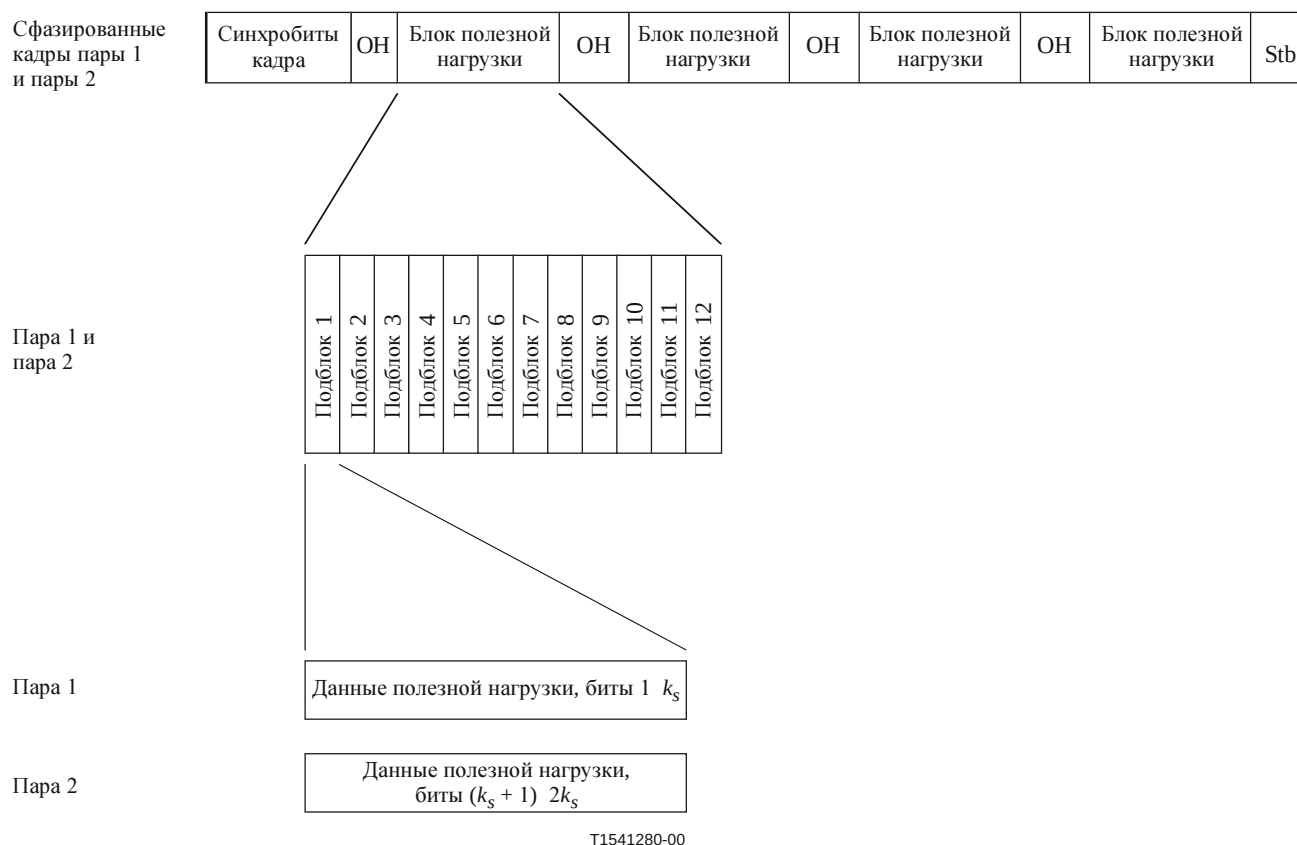


Рисунок 8-2/G.991.2 – Перемежение данных в блоках полезной нагрузки

9.1 Эталонная модель управления

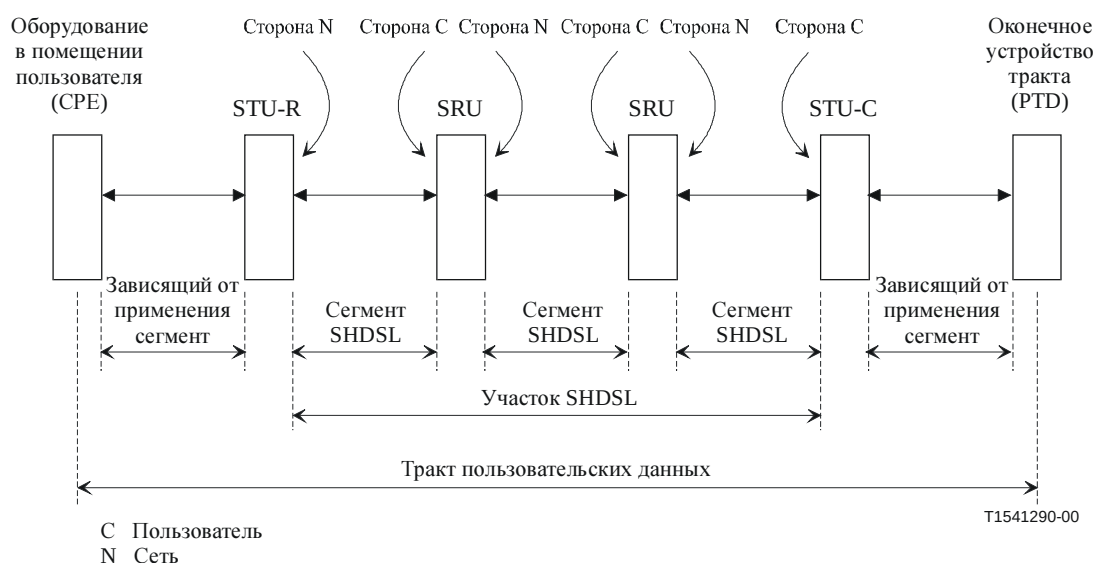


Рисунок 9-1/G.991.2 – Эталонная модель управления

На рис. 9-1 представлена эталонная модель управления для транспортировки пользовательских данных по SHDSL. В информационных целях в этот пример включены два блока регенераторов. Наличие двух регенераторов не носит характера требования или ограничения. Сегмент SHDSL характеризуется передачей по металлическим проводам, где используется алгоритм аналогового кодирования, обеспечивающий контроль аналоговых и цифровых рабочих характеристик модуля сегмента. Сегмент SHDSL отделяется двумя конечными точками, известными как сегментные окончания. Сегментное окончание SHDSL – это точка, в которой заканчиваются алгоритмы аналогового кодирования и где контролируется на предмет целостности последующий цифровой сигнал.

Все данные контроля за рабочими характеристиками SHDSL транспортируются по каналу EOC. Фиксированные биты-индикаторы в кадре SHDSL используются для быстрой связи по интерфейсу или для быстрой передачи информации о дефектах сегмента SHDSL, которые могут привести к защитной коммутации. Кроме того, фиксированные биты-индикаторы могут быть использованы для быстрой аварийной фильтрации неисправностей сегмента SHDSL.

9.2 Функциональные примитивы SHDSL

9.2.1 Аномалия контроля циклическим избыточным кодом (аномалия CRC)

Аномалия CRC объявляется, когда биты CRC, генерируемые местным образом согласно данным в принимаемом кадре SHDSL, не совпадают с битами CRC (*crc1–crc6*), принимаемыми от передатчика. Аномалия CRC относится только к кадру, для которого она была объявлена.

9.2.2 Аномалия сегмента (SEGA)

Аномалия сегмента в прямом направлении передачи объявляется, когда любой блок SRU объявляет аномалию CRC для кадра SHDSL, перемещающегося в направлении от блока STU-R к блоку STU-C. Аномалия сегмента в обратном направлении передачи объявляется, когда любой блок SRU объявляет аномалию CRC для кадра SHDSL, перемещающегося в направлении от блока STU-C к блоку STU-R. Аномалия сегмента указывает на то, что регенератор, работающий в сегменте, получил искаженные данные и поэтому регенерируемые данные не являются надежными. Объявление аномалии сегмента должно обеспечивать внутреннюю целостность уровня PMD линии SHDSL; об аномалии сегмента не

предполагается информировать внешний управляющий объект. На аномалию сегмента указывает бит *sega* в кадре SHDSL (см. подраздел 7.1.2.5.2).

9.2.3 Дефект типа потери синхронизации (дефект типа LOSW)

В плезиохронном режиме о дефекте типа LOSW объявляется, когда по меньшей мере три последовательно принятых кадра содержат одну или несколько ошибок в битах кадровой синхронизации. Термин "биты кадровой синхронизации" относится к той части синхрослова кадра, битам заполнения и идентификаторам битов заполнения, которые используются для кадровой синхронизации. Дефект типа LOSW считается устраненным, когда по меньшей мере два последовательно принятых кадра не содержат ошибок в битах кадровой синхронизации.

В синхронном режиме о дефекте типа LOSW объявляются, когда по меньшей мере три последовательно принятых кадра содержат одну или несколько битовых ошибок в синхрослове кадра. Дефект типа LOSW считается устраненным, когда по меньшей мере два последовательно принятых кадра не содержат ошибок в синхрослове кадра.

9.2.4 Дефект сегмента (SEGD)

О дефекте сегмента в прямом направлении передачи объявляется, когда любой блок STU объявляет о дефекте типа LOSW для данных, передаваемых в направлении от блока STU-R к блоку STU-C. О дефекте сегмента в обратном направлении передачи объявляется, когда любой блок STU объявляет о дефекте типа LOSW для данных, передаваемых в направлении от блока STU-C к блоку STU-R. Дефект сегмента указывает на то, что регенератор потерял синхронизацию SHDSL и поэтому регенерируемые данные недоступны. Дефект сегмента должны считаться устраненным, когда у всех блоков SRU не будет дефектов типа LOSW. Этот примитив обычно передается внешнему управляющему объекту и используется для своевременного обеспечения защитной коммутации, аварийной фильтрации и т. д. На дефект сегмента указывает бит *sega* в кадре SHDSL (подраздел 7.1.2.5.4).

9.2.5 Дефект типа затухания в шлейфе

О дефекте типа затухания в шлейфе объявляется, когда наблюдаемое затухание в шлейфе находится на уровне, превышающем пороговое значение конфигурации (подраздел 9.5.5.7.5).

9.2.6 Дефект типа границы SNR

О дефекте типа границы SNR объявляется, когда наблюдаемая граница отношения SNR находится на уровне ниже порогового значения конфигурации (подраздел 9.5.5.7.5). Граница SNR определяется как максимальное возрастание в дБ скорректированного шума или максимальное ослабление в дБ скорректированного сигнала, которые допускает система при сохранении $BER = 10^{-7}$.

9.2.7 Отказ типа потери синхрослова (отказ типа LOSW)

Об отказе типа LOSW объявляется после того, как в течение $2,5 \pm 0,5$ с наблюдается дефект типа LOSW. Отказ типа LOSW считается устраненным, когда дефект типа LOSW отсутствует в течение 20 с или более короткого времени (т. е. он устраняется в пределах 20 с). Минимальное время удержания для индикации отказа типа LOSW составляет 2 с.

9.3 Функциональные параметры, связанные с линией SHDSL

9.3.1 Кодовое нарушение (CV)

Параметр линии SHDSL "кодовое нарушение" определяется как подсчитанное число аномалий CRC линии SHDSL за период подсчета. На этот параметр налагается запрет – см. подраздел 9.3.6.

9.3.2 Секунда с ошибками (ES)

Параметр линии SHDSL "секунда с ошибками" определяется как подсчитанное число 1-секундных интервалов, в течение которых были объявлены одна или несколько аномалий CRC и/или один или несколько дефектов типа LOSW. На этот параметр налагается запрет – см. подраздел 9.3.6.

9.3.3 Пораженная ошибками секунда (SES)

Параметр линии SHDSL "пораженная ошибками секунда" определяется как подсчитанное число 1-секундных интервалов, в течение которых было объявлено как минимум 50 аномалий CRC или один или несколько дефектов типа LOSW. (50 аномалий CRC в течение 1-секундного интервала эквивалентны 30%-ному коэффициенту ошибок по кадрам для номинальной длины кадра.) На этот параметр налагается запрет – см. подраздел 9.3.6.

9.3.4 Секунда LOSW (LOSWS)

Параметр линии SHDSL "секунда LOSW" определяется как число подсчитанных 1-секундных интервалов, в течение которых были объявлены один или несколько дефектов типа LOSW линии SHDSL.

9.3.5 Секунда недоступности (UAS)

Параметр линии SHDSL "секунда недоступности" определяется как число 1-секундных интервалов, в течение которых SHDSL была недоступна. Линия SHDSL становится недоступной с началом 10 смежных пораженных ошибками секунд (SES). Эти 10 SES учитывают во времени недоступности. После недоступности линия SHDSL становится доступной с началом 10 смежных секунд, среди которых нет секунд SES. Эти 10 секунд, среди которых нет SES, исключаются из времени недоступности.

9.3.6 Правила запрета

- Подсчет параметра UAS не запрещается;
- В течение времени UAS подсчет ES и SES запрещается. Запрет носит обратный характер по отношению к началу времени недоступности и такой характер прекращается к концу времени недоступности;
- Параметр CV запрещен в течение SES.

Дальнейшую информацию по правилам запрета и по способам уменьшения значений параметров ES и SES можно найти в документе IETF RFC 2495: Определения управляемых объектов для типов интерфейсов DS1, E1, DS2 и E2 [B9] в Добавлении IV.

9.4 Хранение данных о рабочих параметрах

Для обеспечения хранения ретроспективных рабочих параметров линии SHDSL в блоке STU-C каждый сетевой элемент SHDSL должен контролировать рабочие параметры и поддерживать счетчик по модулю для каждого рабочего параметра, который описан в подразделах 9.5.5.7.14 и 9.5.5.7.15 соответствующим образом. Инициализация этих счетчиков по модулю не является необходимой и не задается. Программа управления базой данных в блоке STU-C может определять число подсчетов, прибавляемое к соответствующей статистике по ретроспективным рабочим параметрам, путем сравнения текущих считываемых значений счетчика по модулю с предыдущими значениями, хранимыми в памяти. (Следует заметить, что число подсчетов может уменьшаться из-за ряда аварийных состояний – см. дополнительную информацию в подразделе 9.3.) Данные счетчиков по модулю передаются в сообщениях о состоянии рабочих параметров линии SHDSL (подразделы 9.5.5.7.14 и 9.5.5.7.15).

Блок STU-C собирает ретроспективную статистику по рабочим параметрам путем опроса каждого сетевого элемента линии SHDSL в интервал времени, исключая возможность переполнения счетчика по модулю. Например, счетчик по модулю для секунд с ошибками имеет 8 битов, что позволяет иметь между опросами максимальное время в 255 с прежде, чем может произойти переполнение. Следует заметить, что опрос, о котором здесь упомянуто, осуществляется внутренней программой управления базой данных в блоке STU-C, а не внешней управляющей программой сети.

Блок STU-C должен сохранять ретроспективную статистику по рабочим параметрам для каждой конечной точки сегмента SHDSL. В эту статистику входят суммарные собранные подсчеты за текущий 15-минутный период, за 32 предыдущих 15-минутных периода, за текущий 24-часовой период и за 7 предыдущих 24-часовых периодов.

9.5 Встроенный информационный канал

9.5.1 Эталонная модель управления

Блок STU-C должен осуществлять сопровождение базы данных управляющей информации для внешнего доступа посредством сетевого управления или через рабочий интерфейс.

Дополнительно блок STU-R может сопровождать базу данных управляющей информации, доступ к которой может осуществляться местным образом (через рабочий интерфейс). В частности, это можно использовать, когда из-за неисправностей с блоком STU-C нельзя осуществить связь через канал ЕОС.

Доступ к базе данных управляющей информации со стороны рабочих интерфейсов подключенных блоков должны обеспечиваться через интерфейс виртуального терминала.

9.5.2 Обзор канала ЕОС и эталонная модель

Канал ЕОС позволяет оконечным блокам сохранять информацию об участке линии. Имеются два основных потока данных, различающихся в зависимости от того, какой оконечный блок инициирует поток данных (и затем хранит в памяти информацию для внешнего доступа). Поток данных, исходящий от блока STU-C, является обязательным. Поток данных, исходящий от блока STU-R, является факультативным, но все блоки должны отвечать на запросы в любом направлении потока данных. Во всех случаях "основная база данных" должна храниться в блоке STU-C и все конфликты должны разрешаться в пользу этого блока (т. е. информация блока STU-C имеет приоритет). В таблице 9-1 представлены потоки данных для звена с двумя регенераторами (Q обозначает сообщения запроса или команды, а R – сообщение ответа). По определению протокола, поддерживается до восьми регенераторов. Звездочки обозначают передачи факультативных сообщений. На рис. 9-1 приведен пример блок-схемы звена с двумя регенераторами.

Таблица 9-1/G.991.2 – Иллюстрация потока канала ЕОС с двумя регенераторами

Сообщения (источник, адресат) от			
STU-C	SRU1	SRU2	STU-R
Q(1,3) →	→ Обработать		
Обработать ←	← R(3,1)		
Q(1,4) →	→ Передать →	→ Обработать	
Обработать ←	← Передать ←	← R(4,1)	
Q(1,2) →	→ Передать →	→ Передать →	→ Обработать
Обработать ←	← Передать ←	← Передать ←	← R(2,1)
		Обработать ←	← Q(2,3)*
		R(3,2) →	→ Обработать
	Обработать ←	← Передать ←	← Q(2,4)*
	R(4,2) →	→ Передать →	→ Обработать
Обработать ←	← Передать ←	← Передать ←	← Q(2,1)*
R(1,2) →	→ Передать →	→ Передать →	→ Обработать
* Указывает на факультативные сообщения.			

Уровень звена данных ЕОС SHDSL проверяет последовательность FCS, и, если все правильно, посылает пакет сетевому уровню. Если контроль CRC ошибочен, то весь пакет игнорируется. Сетевой уровень обладает тремя возможными действиями: "обработать", "передать" и "проигнорировать/завершить". "Обработать" означает, что адрес источника и информационное поле протокола HDLC передаются далее на прикладной уровень. "Передать" означает, что пакет посылается далее к следующему элементу SHDSL. (Следует заметить, что только блоки SRU будут направлять пакеты.) "Проигнорировать/завершить" означает, что пакет протокола HDLC игнорируется и не передается. Блок SRU может как обрабатывать, так и передавать пакет в случае широковещательного сообщения. Если сегмент неактивен в направлении передачи, то блок SRU стирает пакет. Когда сегмент активен в направлении передачи, то максимальная задержка на передачу в блоке SRU составляет 300 мс. Вся повторная передача и управление потоком происходят под управлением конечных точек и блоков STU.

Как показано в таблице 9-1, для приема двойных потоков данных регенераторы SHDSL имеют двойные адреса. Один адрес предназначен для связи с блоком STU-C, а другой – для связи с блоком STU-R. В фазе открытия блок STU-C и, дополнительно, блок STU-R посылают пробные сообщения открытия, которые проходят через весь участок и позволяют нумеровать блоки SRU посредством поля подсчета переприемов в сообщении. Этот процесс подробно объясняется ниже.

Оконечные блоки линии SHDSL взаимодействуют по однонаправленной связи и имеют, таким образом, только один адрес. Блоку STU-C присваивается фиксированный адрес 1, а блоку STU-R – фиксированный адрес 2. При включении питания каждому блоку SRU присваивается адрес 0 по каждому направлению. При отказе типа LOSW блок SRU устанавливает свой адрес источника на 0 для направления, где имеет место отказ типа LOSW. Нулевой адрес источника блока SRU должен быть изменен тогда и только тогда, когда пробное сообщение открытия получено и обработано. Таким образом регенератор будет иметь связь только в направлении базы данных. Например, если регенератор получит пробное сообщение от блока STU-C, а не STU-R, тогда его адрес будет оставаться нулевым в направлении удаленного блока.

9.5.3 Инициализация канала ЕОС

После активации шлейфа канал ЕОС SHDSL проходит через три фазы инициализаций: открытие, инвентаризация и конфигурация. В фазе открытия блок STU-C и, факультативно, STU-R будут выяснять, имеются ли промежуточные регенераторы на участке, и будут определять их адреса. В фазе инвентаризации блок STU-C будет запрашивать каждый блок SRU и STU-R установить информацию инвентаризации по каждому элементу для базы данных окончного блока. (Аналогичным образом, блок STU-R может запрашивать каждый блок SRU и STU-C установить свою собственную базу данных, хотя это и является факультативным действием.) В фазе конфигурации блок STU-C конфигурирует блок STU-R и любые блоки SRU по аварийным пороговым значениям, сигнальным характеристикам и т. д. Что касается порядка выполнения или времени для фаз открытия и конфигурации, то они не носят принудительный характер; действия иницирующего блока STU находятся под контролем.

В таблице 9-2 приводится пример открытия, начинающегося с блока STU-C, сопровождаемого факультативным открытием, иницируемым блоком STU-R. Хотя в этом примере эти действия носят последовательный характер, фактически они не зависят друг от друга; блоку STU-R нет необходимости ждать получения пробы от блока STU-C до иницирования собственной фазы открытия. Блок STU-R может послать свою пробу, как только его канал ЕОС будет активным. Ответ на открытие содержит текущее значение подсчета числа переприемов, идентификатор поставщика, версию канала ЕОС и индикацию LOSW в прямом направлении (т. е. в направлении потока канала ЕОС, которое противоположно направлению, по которому был послан ответ на открытие).

Таблица 9-2/G.991.2 – Иллюстрация фазы открытия канала ЕОС

Сообщения (источник, адресат, h) от			
STU-C	SRU1	SRU2	STU-R
DP(1,0,0) →			
	← DR(3,1,1)		
	DP(0,0,1) →		
	← Передать ←	← DR(4,1,2)	
		DP(0,0,2) →	
	← Передать ←	← Передать ←	← DP(2,1,3)
			← DP (2,0,0)
		DR(3,2,1) →	
		← DP(4,0,1)	
	DR(4,2,2) →	→ Передать →	
	← DP (3,0,2)		
DR(1,2,3) →	→ Передать →	→ Передать →	
DP Проба открытия DR Ответ на открытие h Подсчитанное число переприемов			

После того как инициатор (блок STU-C и, факультативно, блок STU-R) получил сообщение ответа на открытие от какого-либо элемента, он должен начать фазу инвентаризации для этого конкретного элемента. Это выполняется путем запроса у этого отдельного элемента его инвентаризационной информации. После получения инвентаризационной информации для блока инициатор начинает выполнять фазу конфигурации, послав соответствующему элементу необходимую информацию о конфигурации. Фазы инвентаризации и конфигурации выполняются независимо для каждого отвечающего блока терминала/регенератора.

Для обеспечения взаимодействия поведение подчиненного блока и отвечающих блоков тщательно описано в настоящей Рекомендации. В ведении иницирующего блока STU остаются отдельный метод обработки потерянных пакетов и факт отсутствия ответа на открытие.

В таблице 9-3 приводится таблица состояний канала EOC для сетевой стороны блока SRU. Следует заметить, что для поддержки сообщений, исходящих от блока STU-R, существует идентичный, но независимый конечный автомат для пользовательской стороны блока SRU.

Конечный автомат имеет три состояния: автономное состояние, открытие и оперативное состояние канала EOC. Автономное состояние характеризуется отказом типа LOSW (потеря синхробитов SHDSL). Состояние открытия характеризуется неизвестным адресом. Как только адрес определяется посредством сообщения открытия, блок SRU входит в оперативное состояние канала EOC или в активное состояние. В этом месте блок SRU будет отвечать на сообщения инвентаризации, конфигурации, сопровождения или другие сообщения от блока STU-C.

Таблица 9-3/G.991.2 – Таблица состояний сетевого канала EOC блока SRU

Автономное состояние	
Событие	Действие
LOSW сети = 0	Состояние EOC = открытие готово
Состояние готовности открытия	
Событие	Действие
LOSW сети = 1	Сетевой адрес EOC = 0 Сетевое состояние EOC = Автономное
Пробное сообщение открытия получено от сетевой стороны	Увеличить число переприемов по счетчику Установить сетевой адрес EOC на число переприемов + 2 Составить сообщение открытия и представить его на прикладной уровень пользовательской стороны Послать ответ на открытие блоку STU-C Сетевое состояние EOC = оперативное состояние EOC
Сообщение с адресом, не равным адресу блока, получено от сетевой стороны	Запросить передачу сообщения от сетевого уровня пользовательской стороны
Передача сообщения запрошена от пользовательской стороны	Послать запрошенное сообщение в сторону сети, если EOC находится не в автономном состоянии
Оперативное состояние канала EOC	
Событие	Действие
LOSW сети = 1	Сетевой адрес EOC = 0 Сетевое состояние EOC = автономное
Сообщение открытия получено от сетевой стороны	Увеличить число переприемов по счетчику Установить сетевой адрес EOC на число переприемов + 2 Составить сообщение открытия и представить его на прикладной уровень пользовательской стороны Послать ответ на открытие блоку STU-C
Сообщение с широковещательным адресом места назначения получено от сетевой стороны	Обработать сообщение Запросить сетевой уровень EOC стороны пользователя передать сообщение
Сообщение с адресом места назначения блока или адресом 0 получено от сетевой стороны	Обработать сообщение
Сообщение с адресом, не равным адресу блока, получено от сетевой стороны	Запросить передачу сообщения от сетевого уровня пользовательской стороны
Передача сообщения запрошена от сетевого уровня пользовательской стороны	Послать запрошенное сообщение в сторону сети, если EOC не находится в автономном состоянии

9.5.4 Дистанционный доступ к управлению

Блок STU-C должен сопровождать основную базу данных управления для всего участка SHDSL. (Вторая факультативная база данных сопровождается в блоке STU-R.) Требуется, чтобы остальные блоки только хранили информацию достаточного объема для точной передачи по каналу EOC. К информации, содержащейся в основной базе данных, должен иметься доступ со стороны любого блока линии SHDSL, имеющего рабочий порт, или со стороны сетевого управления, если оно имеется. Рабочий доступ осуществляется в форме интерфейса виртуального терминала (или интерфейса виртуального рабочего порта). Этот интерфейс определяется так, чтобы его можно было использовать любым подключенным блоком для доступа к экрану терминала другого блока на том же участке SHDSL. Поддержка такой услуги является факультативной, за исключением блока STU-C, который поддерживает "главную" сторону по крайней мере одного соединения удаленного терминала. (Вопрос в том, может ли этот интерфейс быть активным одновременно с местным рабочим доступом к блоку STU-C, зависит от решения поставщика и выходит за рамки данной Рекомендации.) Интерфейс виртуального терминала обслуживает сообщения соединения, разъединения, клавиатуры и экрана. После того как будет установлено соединение, входные символы пересылаются из рабочего порта к "главному" блоку в сообщениях данных от клавиатуры. В свою очередь главный блок посылает информацию в виде текста в коде ASCII, управляющих кодов ASCII и функций управления экраном в сообщениях для вывода на экран, содержимое которых передается обратно в рабочий порт. Главный блок должен воспроизводить символы.

Метод определения того, что дистанционный доступ через местный рабочий порт необходим или же должен быть закончен, зависит от поставщика и выходит за рамки данной Рекомендации. Какой бы метод ни использовался, должна быть предоставлена возможность передачи всех действительных ключевых последовательностей (символов в коде ASCII и управляющих кодов).

9.5.5 Транспортные средства канала EOC

Биты *eoc1–eoc20* линии SHDSL служат транспортным средством канала EOC. Пять октетов содержатся в каждом из двух кадров SHDSL с заданной синхронизацией. Младшие биты (LSB) октетов – это биты 1, 9 и 17 канала EOC в первом кадре и биты 5 и 13 второго кадра; в каждом передаваемом октете бит LSB передается первым. Синхронизация октетов в кадрах достигается путем обнаружения синхронизации синхрогруппы протокола HDLC ($7E_{16}$).

Что касается факультативной двойной работы по шлейфам, то каждое сообщение канала EOC должно посылаться параллельно, чтобы избыточные и идентичные сообщения передавались по обоим шлейфам.

9.5.5.1 Формат данных канала EOC

Численные данные и строки передаются по каналу EOC с синхронизацией октетов. Элементы данных, не представляющие целое число октетов, объединяются в пакеты для минимизации размеров сообщений.

При передаче численных полей старший октет передается первым, а в октете первым передается младший бит. (Это согласуется с "порядком следования октетов в сети", представленным в документе IETF RFC 1162: Протокол PPP в формировании кадров по протоколу HDLC [4].)

Строки будут фигурировать в потоке данных, когда их первый символ (октет) передается первым. Строки должны дополняться пробелами или заканчиваться НУЛЕМ (00_{16}) с целью заполнения поля выделенного размера. Поля строк имеют фиксированную длину, так что знаки после НУЛЯ в поле данных строки являются "безразличными".

9.5.5.2 Формат кадра канала EOC

Как определено в подпункте 6.2/G.997.1 [3], канал EOC должен переносить сообщения в формате, подобном формату по протоколу HDLC. Канал интерпретируется как поток октетов; все сообщения представляют собой целое число октетов.

Как показано в таблице 9-4, в формате кадра используется сжатая форма заголовка по протоколу HDLC. Поле адреса места назначения являются 4 младших бита октета 1; поле адреса источника занимают 4 старших бита того же октета (поля адреса). Поле управления отсутствует. Между каждым кадром должны находиться один или несколько синхрооктетов ($7E_{16}$). Межкадровое заполнение выполняется путем ввода по необходимости синхрооктетов. Пробным сообщениям открытия будут предшествовать по крайней мере 5 синхрооктетов для обеспечения надежного обнаружения

синхронизации по октету. Информационное поле содержит точно одно сообщение, как определено ниже. Максимальная длина кадра составляет 75 октетов, не включая синхрогруппу или любые октеты, вводимые для прозрачности данных.

Таблица 9-4/G.991.2 – Формат кадра для канала EOC линии SHDSL

		MSB	LSB
Октет #	Содержимое		
	Синхрогруппа $7E_{16}$		
	Биты 7..4 адреса источника	Биты 3..0 адреса места назначения	
1	Идентификатор сообщения по таблице 9-6	Информационное поле	
2	Содержимое сообщения – октет 2		
	...		
L	Содержимое сообщения – октет L		
	Октет 1 FCS		
	Октет 2 FCS		
	Sync pattern $7E_{16}$		

9.5.5.3 Прозрачность данных

Прозрачность информационной полезной нагрузки до синхрогруппы ($7E_{16}$) и кодовой комбинации управления $7D_{16}$ достигается путем вставки октетов.

До передачи:

- комбинация октетов $7E_{16}$ кодируется как два октета $7D_{16}$, $5E_{16}$;
- комбинация октетов $7D_{16}$ кодируется как два октета $7D_{16}$, $5D_{16}$.

При приеме:

- последовательность октетов $7D_{16}$, $5E_{16}$ заменяется на октет $7E_{16}$;
- последовательность октетов $7D_{16}$, $5D_{16}$ заменяется на октет $7D_{16}$;
- всякая другая двухоктетная последовательность, начинающаяся с $7D_{16}$, прерывает кадр.

9.5.5.4 Последовательность проверки кадра

Последовательность проверки кадра (FCS) должен вычисляться согласно описанию в документе IETF RFC 1662 [4]. (Следует заметить, что FCS вычисляется до достижения прозрачности данных.) FCS будет передаваться так, как описано в документе IETF RFC 1662: бит 1 первого октета является старшим битом, а бит 8 второго октета – младшим битом, т. е. биты FCS передаются в порядке, обратном нормальному порядку следования.

9.5.5.5 Адреса блоков

При связи с блоками в прямом направлении передачи каждый блок использует один адрес источника и места назначения, а при связи с блоками в обратном направлении передачи – отдельный, независимый адрес источника и места назначения. Каждый адрес должен иметь значение между 0_{16} и F_{16} . Адресация блоков производится согласно таблице 9-5. Адрес F_{16} может использоваться только как адрес места назначения и должен означать, что сообщение адресовано всем блокам. Адрес 0_{16} используется для адресации следующего присоединенного или смежного блока.

Таблица 9-5/G.991.2 – Адреса устройств

Адрес (основание 16)	Устройство
0	Смежное устройство
1	STU-C
2	STU-R
От 3 до А	Регенераторы 1–8
От В до Е	Зарезервированы (D и E недопустимы)
F	Широковещательное сообщение (ко всем станциям)

ПРИМЕЧАНИЕ. – В данной Рекомендации не ставится цель определения того, сколько генераторов может или должно быть поддержано в изделии; единственная цель – как их определить в случае их наличия.

9.5.5.6 Идентификаторы сообщений

В таблице 9-6 приведены сводные данные по идентификаторам сообщений, которым присвоены десятичные номера. Сообщения 0–64 представляют сообщения запроса. Сообщения 128–192 – это сообщения, которые посылаются в ответ на сообщения запроса. Каждое сообщение запроса подтверждается соответствующим ответом. Идентификаторы сообщений запроса/ответа обычно отличаются друг от друга сдвигом номера на 128.

Таблица 9-6/G.991.2 – Сводные данные по идентификаторам сообщений

Идентификатор сообщения (десятичный)	Тип сообщения	Иницирующий блок	Ссылка
0	Зарезервирован		
1	Проба открытия	STU-C, STU-R*, SRU	п. 9.5.5.7.1
2	Запрос инвентаризации	STU-C, STU-R*	п. 9.5.5.7.3
3	Запрос конфигурации – SHDSL	STU-C	п. 9.5.5.7.5
4	Зарезервирован для конфигурации прикладного интерфейса		
5	Запрос конфигурации – выдержка времени кольцевой проверки	STU-C, STU-R*	п. 9.5.5.7.6
6	Запрос соединения виртуального терминала	STU-R*, SRU*	п. 9.5.5.7.16
7	Запрос разъединения виртуального терминала	STU-R*, SRU*	п. 9.5.5.7.16
8	Сообщение данных от клавиатуры	STU-R*, SRU*	п. 9.5.5.7.17
9	Запрос техобслуживания – кольцевая проверка системы	STU-C, STU-R*	п. 9.5.5.7.18
10	Запрос техобслуживания – кольцевая проверка элемента	STU-C, STU-R*	п. 9.5.5.7.19
11	Запрос состояния	STU-C, STU-R*	п. 9.5.5.7.11
12	Запрос полного состояния	STU-C, STU-R*	п. 9.5.5.7.12
13–14	Зарезервирован		
15	Программный перезапуск/запрос блокировки потери мощности	STU-C	п. 9.5.5.7.21
16	Зарезервирован (для использования в будущем)		
17	Запрос состояния ячеек АТМ	STU-C, STU-R*	п. Е.9.4.7
18	Запрос конфигурации STU-R – управление	STU-C	п. 9.5.5.7.9
19	Зарезервирован для запроса трансп. речевых данных (для использования в будущем)	Неопределенный	
20	Запрос ЦСИС	STU-C, STU-R	п. Е.8.7.1
21–63	Зарезервирован (для использования в будущем)		
64–88	Зарезервирован для запроса линейного управления	Неопределенный	п. 9.5.5.7.22

Таблица 9-6/G.991.2 – Сводные данные по идентификаторам сообщений

Идентификатор сообщения (десятичный)	Тип сообщения	Иницирующий блок	Ссылка
89–111	Зарезервирован		
112–119	Специфическое сообщение	Неопределенный	п. 9.5.5.7.23
120	Внешнее сообщение	Неопределенный	п. 9.5.5.7.24
121	Сообщение по Рек. G.997.1	STU-C*, STU-R*	п. 9.5.5.7.25
122–124	Зарезервирован		
125–127	Исключены (7D ₁₆ , 7E ₁₆ , 6F ₁₆)		
128	Зарезервирован		
129	Ответ на открытие	Все	п. 9.5.5.7.2
130	Ответ на запрос инвентаризации	Все	п. 9.5.5.7.4
131	Ответ на запрос конфигурации – SHDSL	STU-R, SRU	п. 9.5.5.7.7
132	Зарезервирован для конфигурации прикладного интерфейса		
133	Ответ на запрос конфигурации – выдержка времени кольцевой проверки	Все	п. 9.5.5.7.8
134	Ответ на запрос соединения виртуального терминала	STU-C, SRU*, STU-R*	п. 9.5.5.7.16
135	Зарезервирован		
136	Сообщение данных для экрана	STU-C, SRU*, STU-R*	п. 9.5.5.7.17
137	Состояние техобслуживания	Все	п. 9.5.5.7.20
138	Зарезервирован		
139	Состояние/SNR	Все	п. 9.5.5.7.13
140	Сетевая сторона, SHDSL, состояние рабочих параметров	SRU, STU-R	п. 9.5.5.7.14
141	Пользовательская сторона, SHDSL, состояние рабочих параметров	STU-C, SRU	п. 9.5.5.7.15
142	Зарезервирован для рабочих параметров прикладного интерфейса		
143	Зарезервирован (для использования в будущем)		
144	Общая невозможность соответствия (UTC)		п. 9.5.5.7.26
145	Информация о состоянии ячеек ATM	Все	п. E.9.4.8
146	Ответ на запрос конфигурации – управление	STU-R, SRU	п. 9.5.5.7.10
147	Зарезервирован для ответа на запрос трансп. речевых данных (для использования в будущем)	Неопределенный	
148	Ответ на запрос ЦСИС	STU-C, SRU	п. E.8.7.1
149–191	Зарезервирован (для использования в будущем)		
192–216	Ответ на запрос управления сегментом (зарезервирован)	Неопределенный	п. 9.5.5.7.22
217–239	Зарезервирован (для использования в будущем)		
240–247	Ответ на специфическое сообщение	Неопределенный	п. 9.5.5.7.23
248–252	Зарезервирован		
253–255	Исключены (7D ₁₆ , 7E ₁₆ , 6F ₁₆)		
* Обозначает факультативную поддержку. Блок может инициировать это сообщение			

9.5.5.7 Содержимое сообщений

Содержимое каждого сообщения должно иметь формат, описанный в таблицах 9-7–9-31. Если длина любого сообщения больше ожидаемой и оно принято в кадре с действительной последовательностью FCS, тогда должна быть использована известная часть сообщения, а дополнительные октеты – стерты. Это позволит добавлять новые поля к существующим сообщениям и поддерживать совместимость

сверху вниз. Новые поля данных должны размещаться только на месте резервируемых битов после последнего ранее определенного октета данных. В целях совместимости снизу вверх резервируемые биты и октеты должны дополняться значением 00₁₆.

Ответные сообщения могут указывать на UTC (невозможность соответствия). Следует заметить, что это не является индикацией несоответствия. Признак UTC указывает на то, что отвечающий блок не мог реализовать запрос.

9.5.5.7.1 Проба открытия – идентификатор сообщения 1

Пробному сообщению открытия присваивается идентификатор сообщения 1, и это сообщение используется для того, чтобы позволить блоку STU определить, сколько устройств имеется, и присвоить этим блокам адреса. См. таблицу 9-7.

Таблица 9-7/G.991.2 – Информационное поле пробы открытия

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	1	Идентификатор сообщения	
2	Подсчет переприемов	Число без знака	9.5.3

9.5.5.7.2 Ответ на открытие – идентификатор сообщения 129

Сообщению ответа на открытие присваивается идентификатор сообщения 129. Оно передается в ответ на пробное сообщение открытия. Поле подсчета переприемов устанавливается на значение, превышающее на "1" значение, принятое в пробном сообщении открытия, на которое требуется ответ. (Конечный автомат полного приема описан в таблице 9-3.) Прямая индикация события LOSW означает, что сегмент поврежден в прямом направлении от блока SRU. В случае работы по двум шлейфам прямая индикация события LOSW означает, что оба шлейфа вышли из строя в прямом направлении от блока SRU. В любом случае блок SRU не может передать пробное сообщение открытия соседнему блоку и сообщает об этом факте иницилирующему блоку STU. Поле октета для LOSW в прямом направлении устанавливается по значению 00₁₆ для ответов от блока STU. См. таблицу 9-8.

Таблица 9-8/G.991.2 – Информационное поле ответа на открытие

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	129	Идентификатор сообщения	
2	Подсчет переприемов	Число без знака	п.9.5.3
3	Зарезервирован		
4–11	Идентификатор поставщика (биты упорядочены идентично битам идентификатора поставщика в Рек. G.994.1)		
12	Версия программного обеспечения канала ЕОС поставщика	Число без знака	
13	Версия # 9 SHDSL	Число без знака	
14 [7..1]	Зарезервирован		
14 [0]	Индикация LOSW в прямом направлении, ЕОС недоступен	Бит	1 = Недоступен 0 = Доступен

9.5.5.7.3 Запрос инвентаризации – идентификатор сообщения 2

Сообщению запроса инвентаризации присваивается идентификатор сообщения 2. Это сообщение используется для запроса ответа по инвентаризации от отдельного блока. Оно должно передаваться только устройствами STU. Октеты содержимого данного сообщения отсутствуют. См. таблицу 9-9.

Таблица 9-9/G.991.2 – Информационное поле запроса инвентаризации

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	2	Идентификатор сообщения	

9.5.5.7.4 Ответ на запрос инвентаризации – идентификатор сообщения 130

Сообщению ответа на запрос инвентаризации присваивается идентификатор сообщения 130. Это сообщение посылается в ответ на сообщение запроса инвентаризации. См. таблицу 9-10.

Таблица 9-10/G.991.2 – Информационное поле ответа на запрос инвентаризации

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	130	Идентификатор сообщения	
2	# версии SHDSL	Число без знака	
3–5	# списка поставщика	3-октетная строка	
6–7	# выпуска от поставщика	2-октетная строка	
8–13	Версия программного обеспечения от поставщика	6-октетная строка	
14–23	Код идентификации блока (CLEI™)	10-октетная строка	
24	Зарезервирован		
25–32	Идентификатор поставщика (биты упорядочены идентично битам идентификатора поставщика в Рек. G.994.1)		
33–44	# модели от поставщика	12-октетная строка	
45–56	Серийный # от поставщика	12-октетная строка	
57–68	Прочая информация от поставщика	12-октетная строка	

9.5.5.7.5 Запрос конфигурации – SHDSL: идентификатор сообщения 3

Сообщение запроса конфигурации SHDSL передается блоком STU-C для конфигурирования интерфейса(ов) присоединенных блоков. Это сообщение может быть широкополосным или может быть адресовано конкретным блокам. Оно подтверждается сообщением ответа на запрос конфигурации SHDSL. Что касается SHDSL, то отношение SNR измеряется внутренним образом по отношению к устройству принятия решения в трансивере в противоположность к внешнему сегментному окончанию. Установка "Выкл." указывает на то, что о пересечениях пороговых значений не сообщалось. Затухание в шлейфе и граница отношения SNR являются местными предупреждениями, о которых уведомляется в сообщениях 140 и 141. Кроме того, для этих предупреждений в оборудовании может быть предусмотрена физическая индикация. Затухание в шлейфе линии SHDSL определяется следующим образом:

$$LoopAtten_{SHDSL}(H) = \frac{2}{f_{sym}} \left\{ \int_0^{\frac{f_{sym}}{2}} 10 \times \log_{10} \left[\sum_{n=0}^1 S(f - nf_{sym}) \right] df - \int_0^{\frac{f_{sym}}{2}} 10 \times \log_{10} \left[\sum_{n=0}^1 S(f - nf_{sym}) |H(f - nf_{sym})|^2 \right] df \right\}$$

где f_{sym} – это скорость передачи символов, $\frac{1}{H(f)}$ – вносимые потери шлейфа, а $S(f)$ – это номинальная спектральная мощность (PSD) передачи. См. таблицу 9-11.

Таблица 9-11/G.991.2 – Информационное поле запроса конфигурации – SHDSL

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	3	Идентификатор сообщения	
2 [7]	Тип конфигурации	Бит	0 – норма 1 – только чтение
2 [6..0]	Порог затухания в шлейфе SHDSL (дБ)	Перечисленный	0 = выкл, от 1 до 127
3 [7..4]	Порог границы SNR линии SHDSL (дБ)	Перечисленный	0 = выкл, от 1 до 15
3 [3..0]	Зарезервирован		Установлен на 0

9.5.5.7.6 Запрос конфигурации – выдержка времени кольцевой проверки: идентификатор сообщения 5

Сообщение запроса конфигурации – выдержки времени кольцевой проверки передается блоком STU-C (и, факультативно, STU-R) для установки выдержек времени кольцевой проверки для индивидуальных элементов. Если до истечения выдержки времени кольцевая проверка не выполнена, тогда элемент должен быть возвращен в состояние нормальной работы. Это сообщение может быть широкоэмитальным или может быть адресовано конкретным блокам. Оно подтверждается сообщением ответа на запрос конфигурации – выдержки времени кольцевой проверки. Если в октетах 4–21 посылается информация о дате и времени, тогда эти строки должны соответствовать стандарту ИСО 8601 [5]. Если такая информация не посылается, тогда эти поля должны заполняться нулями. См. таблицу 9-12.

Таблица 9-12/G.991.2 – Информационное поле запроса конфигурации – выдержки времени кольцевой проверки

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	5	Идентификатор сообщения	
2 [7]	Тип конфигурации	Бит	0 = норма 1 = только чтение.
2 [6..4]	Зарезервирован		
2 [3..0]-3	Выдержки времени кольцевой проверки	12-битовое целое число без знака	В минутах, 0 = нет выдержки времени
4–13	YYYY-MM-DD	10-октетная строка даты	ИСО 8601 [5]
14–21	HH:MM:SS	8-октетная строка времени	ИСО 8601

9.5.5.7.7 Ответ на запрос конфигурации – SHDSL: идентификатор сообщения 131

Сообщение ответа на запрос конфигурации –SHDSL передается блоку STU-C в ответ на сообщение запроса конфигурации – SHDSL. Этот ответ посылается после того, как внесены изменения в применяемую конфигурацию. Значения ответа должны быть установлены по новым значениям после их применения. Если блок трансивера не может соответствовать запросу, то бит в октете соответствия устанавливается и сообщается о текущих установках. Если сообщение запроса конфигурации было принято с типом конфигурации "только чтение", тогда в текущую конфигурацию не вносятся никакие изменения и сообщается о текущих значениях. См. таблицу 9-13.

Таблица 9-13/G.991.2 – Информационное поле ответа на запрос конфигурации – SHDSL

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	131	Идентификатор сообщения	
2 [7..1]	Зарезервирован		
2 [0]	UTC (невозможность соответствия)	Бит	0 = норма; 1 = UTC
3	Порог затухания в шлейфе SHDSL (дБ)	Символ	0 = выкл, от 1 до 127
4 [7..4]	Порог границы SNR линии SHDSL (дБ)	Перечисленный	0 = выкл, от 1 до 15
4 [3..0]	Зарезервирован		Установлен на 0

9.5.5.7.8 Ответ на запрос конфигурации – выдержка времени кольцевой проверки: идентификатор сообщения 133

Сообщение ответа на запрос конфигурации – выдержки времени кольцевой проверки передается для подтверждения сообщения запроса конфигурации – выдержки времени кольцевой проверки. Этот ответ посылается после того, как внесены изменения в применяемую конфигурацию. Значения ответа должны быть установлены по новым значениям после их применения. Если блок трансивера не может соответствовать запросу, то в октете соответствия устанавливается бит и сообщается о текущих установках. Если сообщение запроса конфигурации было принято с типом конфигурации "только чтение", тогда в текущую конфигурацию не вносятся никакие изменения и сообщается о текущих значениях. См. таблицу 9-14.

Таблица 9-14/G.991.2 – Информационное поле ответа с выдержкой времени кольцевой проверки системы

Октет # [бит]	Информационное поле	Тип данных	Ссылка
1	133	Идентификатор сообщения	
2 [7..1]	Зарезервирован		
2 [0]	UTC (невозможность соответствия)	Бит	0 = норма, 1 = UTC
3 [7..4]	Зарезервирован		
3 [3..0]-4	Выдержка времени кольцевой проверки	12-битовое целое число без знака	В минутах, 0 = нет выдержки времени
5–14	YYY-MM-DD	10-октетная строка даты	ИСО 8601 [5]
15–22	HH:MM:SS	8-октетная строка времени	ИСО 8601

9.5.5.7.9 Конфигурация блока STU-R – управление: идентификатор сообщения 18

Сообщение конфигурации блока STU-R – управления передается блоком STU-C для включения или выключения блока STU-R, инициировавшего управляющий поток. Адресом места назначения будет F₁₆, указывающий на то, что это широковещательное сообщение. Блок STU-R, инициировавший управляющий поток, включается по умолчанию. При выключении блок SRU не должен отвечать на любые сообщения запроса, инициированные блоком STU-R, а блок STU-R не должны генерировать такие сообщения (сообщения 2–12). Тип конфигурации "только чтение" указывает на то, что адресуемый блок будет игнорировать последующие значения в сообщении и передавать в обратном направлении информацию о своей текущей конфигурации. См. таблицу 9-14а.

Таблица 9-14а/G.991.2 – Информационное поле запроса конфигурации – управления

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 18	Идентификатор сообщения	
2 [7]	Тип конфигурации	Бит	0 = норма, 1 = только чтение
2 [6..1]	Зарезервирован		
2 [0]	Управляющий поток, инициированный STU-R	Бит	0 = вкл, 1 = выкл

9.5.5.7.10 Сообщение ответа на запрос конфигурации – управление: идентификатор сообщения 146

Сообщение ответа на запрос конфигурации – управления посылается всеми блоками для подтверждения сообщения запроса конфигурации – управления. См. таблицу 9-14b.

Таблица 9-14b/G.991.2 – Информационное поле ответа на запрос конфигурации – управления

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 146	Идентификатор сообщения	
2 [7..1]	Зарезервирован		
2 [0]	UTC (невозможность соответствия)	Бит	0 = норма, 1 = UTC
3 [7..1]	Зарезервирован		
3 [0]	Состояние управляющего потока, инициированного STU-R	Бит	0 = вкл, 1 = выкл

9.5.5.7.11 Запрос состояния – идентификатор сообщения 11

Сообщение запроса состояния используется для запроса у элемента информации об аварийном состоянии или об общем состоянии рабочих параметров.

Опрашиваемый блок будет посылать в ответ одно или несколько сообщений ответа на запрос состояния следующего типа:

- Ответ на запрос состояния/SNR – 139 (подраздел 9.5.5.7.13).
- Состояние рабочих параметров сетевой стороны SHDSL – 140 (подраздел 9.5.5.7.14).
- Состояние рабочих параметров пользовательской стороны SHDSL – 141 (подраздел 9.5.5.7.15).
- Состояние техобслуживания – 137 (подраздел 9.5.5.7.20).

В факультативном режиме четырехпроводной связи сообщения 139, 140 и 141 содержат информацию о состоянии, которая носит конкретный характер для каждой проводной пары. В этом случае в ответ на сообщение запроса состояния опрашиваемый блок может послать два сообщения, при этом каждое типа 139, 140 и 141 (по одному для каждой проводной пары).

Если существует активное состояние для аварийных условий, условий неисправности или сопровождения, тогда опрашиваемый блок должен посылать в ответ на запросы сообщения, соответствующему этому активному состоянию.

Если в состоянии рабочих параметров произошло какое-либо изменение, не касающееся границы SNR, с момента последнего опроса блока, тогда этот блок должен передать в ответ сообщения, которые содержат изменения в состоянии рабочих параметров.

В противном случае опрашиваемый блок должен передать ответ на сообщение запроса состояния/SNR 139 (подраздел 9.5.5.7.13). См. таблицу 9-15.

Таблица 9-15/G.991.2 – Информационное поле запроса состояния

Октет #	Информационное поле	Тип данных
1	Идентификатор сообщения 11	Идентификатор сообщения

9.5.5.7.12 Запрос полного состояния – идентификатор сообщения 12

Сообщение запроса полного состояния используется для запроса у элемента его полного текущего состояния. В ответ на этот запрос должны быть переданы следующие сообщения:

- Состояние рабочих параметров сетевой стороны SHDSL (подраздел 9.5.5.7.14).
- Состояние рабочих параметров пользовательской стороны SHDSL (подраздел 9.5.5.7.14).
- Состояние техобслуживания (подраздел 9.5.5.7.20).

В факультативном режиме четырехпроводной связи в ответ на запрос полного состояния должны быть переданы следующие сообщения:

- Состояние рабочих параметров сетевой стороны SHDSL (подраздел 9.5.5.7.14) – связанное со шлейфом 1.
- Состояние рабочих параметров сетевой стороны SHDSL – связанное со шлейфом 2.
- Состояние рабочих параметров пользовательской стороны SHDSL (подраздел 9.5.5.7.15) – связанное со шлейфом 1.

- Состояние рабочих параметров пользовательской стороны SHDSL – связанное со шлейфом 2.
- Состояние техобслуживания (подраздел 9.5.5.7.20).

См. таблицу 9-16.

Таблица 9-16/G.991.2 – Информационное поле запроса полного состояния

Октет #	Информационное поле	Тип данных
1	Идентификатор сообщения 12	Идентификатор сообщения

9.5.5.7.13 Ответ на запрос состояния/SNR – идентификатор сообщения 139

Сообщение состояния рабочих параметров/SNR должно передаваться в ответ на сообщение запроса состояния при условиях, описанных в подразделе 9.5.5.7.9. Сообщаемое целое число представляет округленные в большую сторону значения шума, выраженные в дБ, для отношения SNR. Поскольку каждый блок STU связан только с одним сегментом SHDSL, то граничное значение отношения SNR на стороне прикладного интерфейса должно быть 0 (т. е. в блоке STU-C значение SNR на сетевой стороне должно быть равно 0, а в блоке STU-R значение SNR на пользовательской стороне должно быть равно 0). См. таблицу 9-17.

Таблица 9-17/G.991.2 – Информационное поле запроса полного состояния

Октет #	Информационное поле	Тип данных
1	Идентификатор сообщения 139	Идентификатор сообщения
2	Граница SNR (дБ) сетевой стороны	Символ со знаком (127 = не допускается)
3	Граница SNR (дБ) пользовательской стороны	Символ со знаком (127 = не допускается)
4	Идентификатор шлейфа	Символ без знака (1 = шлейф, 2 = шлейф 2)

9.5.5.7.14 Состояние рабочих параметров сетевой стороны SHDSL – идентификатор сообщения 140

Это сообщение предоставляет информацию о состоянии рабочих параметров сетевой стороны SHDSL. Для индикации проблем с аппаратными и программными средствами у адресуемого объекта используется определение неисправности устройства. Определение неисправности устройства зависит от поставщика, но оно предназначено для индикации результатов диагностики или самотестирования. Нарушение непрерывности постоянного тока должно использоваться для индикации условий, при которых нарушается подача энергии на участке, таких, например, как короткие замыкания и разомкнутые цепи. Определение нарушения непрерывности постоянного тока зависит от поставщика.

Биты 7..4 октета 11 используются для указания на то, что в одном или нескольких счетчиках по модулю произошли переполнение или сброс. Биты 7 и 5 служат индикацией переполнения, случившегося с момента последнего ответа на запрос состояния сетевой стороны SHDSL. Например, если между двумя такими ответами встретилось более 256 секунд с ошибками, то счетчик по модулю 256 секунд с ошибками (ES) будет переполнен. Биты 6 и 4 используются для индикации того, что один или несколько счетчиков по модулю сброшены по какой-либо причине (например, из-за включения питания или сброса, не влияющего на обслуживание). После того как блоку STU-C посылается ответ на запрос состояния сетевой стороны SHDSL, битам 7 и 6 присваивается значение 0. После того как блоку STU-R посылается ответ на запрос состояния сетевой стороны SHDSL, битам 5 и 4 присваивается значение 0. См. таблицу 9-18.

Таблица 9-18/G.991.2 – Информационное поле состояния рабочих характеристик сетевой стороны (C) SHDSL

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 140	Идентификатор сообщения	
2 [7]	Зарезервирован		
[6]	Состояние потери мощности	Бит	0 = по умолчанию 1 = выбрано
[5]	Неисправность устройства	Бит	0 = норма, 1 = неисправность

Таблица 9-18/G.991.2 – Информационное поле состояния рабочих характеристик сетевой стороны (C) SHDSL

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
[4]	C – Нарушение непрерывности постоянного тока	Бит	0 = норма, 1 = неисправность
[3]	C – Предупреждение о границе SNR	Бит	0 = норма, 1 = предупреждение
[2]	C – Предупреждение о затухании в шлейфе	Бит	0 = норма, 1 = предупреждение
[1]	Предупреждение о повреждении типа LOSW линии SHDSL	Бит	0 = норма, 1 = предупреждение
[0]	Зарезервирован		Установить на 0
3	C – Граница SNR (дБ) линии SHDSL	Символ со знаком (127 = не допускается)	
4	C – Затухание в шлейфе (дБ) линии SHDSL	Символ со знаком (–128 = не допускается)	
5	C – Счетчик по модулю 256 секунд ES линии SHDSL	Символ без знака	
6	C – Счетчик по модулю 256 секунд SES линии SHDSL	Символ без знака	
7-8	C – Счетчик по модулю 65536 аномалий CRC линии SHDSL	Целое число без знака	
9	C – Счетчик по модулю 256 дефектных секунд LOSW линии SHDSL	Символ без знака	
10	C – Счетчик по модулю случаев UAS линии SHDSL	Символ без знака	
11 [7]	C – Индикация переполнения счетчика для STU-C		0 = норма 1 = переполнение
11 [6]	C – Индикация сброса счетчика для STU-C		0 = норма 1 = сброс
11 [5]	C – Индикация переполнения счетчика для STU-R		0 = норма 1 = переполнение
11 [4]	C – Индикация сброса счетчика для STU-R		0 = норма 1 = сброс
11 [3..0]	C – базовое значение потери мощности (дБ)	Символ без знака	0 .. 15
12 [7]	C – Распространение потери мощности (дБ)	Бит	0→PBO = базовое значение +0 дБ 1→PBO = базовое значение +16 дБ
12 [6..2]	Зарезервирован		
12 [1..0]	Идентификатор шлейфа	Символ без знака	1 = шлейф 1 2 = шлейф 2

9.5.5.7.15 Состояние рабочих параметров пользовательской стороны SHDSL

Это сообщение предоставляет информацию о состоянии рабочих параметров пользовательской стороны SHDSL. Для индикации проблем с аппаратными и программными средствами у адресуемого объекта используется определение неисправности устройства. Определение неисправности устройства зависит от поставщика, но оно предназначено для индикации результатов диагностики или самотестирования. Нарушение непрерывности постоянного тока должно использоваться для индикации условий, при которых нарушается подача энергии на участке, таких, например, как короткие замыкания и разомкнутые цепи. Определение нарушения непрерывности постоянного тока зависит от поставщика.

Биты 7..4 октета 11 используются для указания на то, что в одном или нескольких счетчиках по модулю произошли переполнение и сброс. Биты 7 и 5 служат индикацией переполнения, случившегося с момента последнего ответа на запрос состояния пользовательской стороны SHDSL. Например, если между двумя такими ответами встретилось более 256 секунд с ошибками, тогда счетчик по модулю 256 секунд с ES будет переполнен. Биты 6 и 4 используются для индикации того, что один или несколько счетчиков по модулю сброшены по какой-либо причине (например, из-за включения питания или сброса, не влияющего на обслуживание). После того как блоку STU-C посылается ответ на запрос состояния пользовательской стороны SHDSL, битам 7 и 6 присваивается

значение 0. После того, как блоку STU-R посылается ответ на запрос состояния пользовательской стороны SHDSL, битам 5 и 4 присваивается значение 0. См. таблицу 9-19.

Таблица 9-19/G.991.2 – Информационное поле состояния рабочих параметров пользовательской стороны (П) линии SHDSL

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 141	Идентификатор сообщения	
2 [7]	Зарезервирован		
[6]	П – Состояние потери мощности	Бит	0 = по умолчанию 1 = выбрано
[5]	Неисправность устройства	Бит	0 = норма, 1 = неисправность
[4]	П – Нарушение непрерывности постоянного тока	Бит	0 = норма, 1 = неисправность
[3]	П – Предупреждение о границе SNR	Бит	0 = норма, 1 = предупреждение
[2]	П – Предупреждение о затухании в шлейфе	Бит	0 = норма, 1 = предупреждение
[1]	П – Предупреждение о повреждении типа LOSW линии SHDSL	Бит	0 = норма, 1 = предупреждение
[0]	Зарезервирован		Установить на 0
3	П – Граница SNR (дБ) линии SHDSL	Символ со знаком (127 = не допускается)	
4	П – Затухание в шлейфе (дБ) линии SHDSL	Символ со знаком (128 = не допускается)	
5	П – Счетчик по модулю 256 секунд ES линии SHDSL	Символ без знака	
6	П – Счетчик по модулю 256 секунд SES линии SHDSL	Символ без знака	
7–8	П – Счетчик по модулю 65536 аномалий CRC линии SHDSL	Целое число без знака	
9	П – Счетчик по модулю 256 дефектных секунд LOSW линии SHDSL	Символ без знака	
10	П – Счетчик по модулю 256 случаев UAS линии SHDSL	Символ без знака	
11 [7]	П – Индикация переполнения счетчика для STU-C		0 = норма 1 = переполнение
11 [6]	П – Индикация сброса счетчика для STU-C		0 = норма 1 = сброс
11 [5]	П – Индикация переполнения счетчика для STU-R		0 = норма 1 = переполнение
11 [4]	П – Индикация сброса счетчика для STU-R		0 = норма 1 = сброс
11 [3..0]	П – Базовое значение потери мощности (дБ)	Символ без знака	0 .. 15
12 [7]	П – Распространение потери мощности (дБ)		0→PBO = базовое значение + 0 дБ 1→PBO = базовое значение + 16 дБ
12 [6..2]	Зарезервирован	Бит	
12 [1..0]	Идентификатор шлейфа	Символ без знака	1 = шлейф 1 2 = шлейф 2

9.5.5.7.16 Запрос/ответ на запрос/соединить/разъединить виртуальный терминал (идентификаторы сообщений 6, 7, 134)

Для поддержания сеансов связи (установить связь, закрыть связь) виртуального терминала между блоками используются три сообщения. Блок может запросить соединение, но прежде чем использовать это соединение, он должен ожидать ответ с состоянием "соединить". Соединение будет оставаться установленным до тех пор, пока не будет обработан запрос на разъединение или, в случае

установления, пока не истечет выдержка времени. Блок STU-C должен поддерживать по меньшей мере один сеанс. Блоки STU-R и SRU могут, не реагируя, игнорировать запрос соединения или послать ответ с состоянием "не соединять", если отсутствует поддержка экранов терминалов.

Процесс соединения/разъединения необходим в случае, когда сообщения от клавиатуры приняты несколькими устройствами. Если блок не может принять другой запрос соединения, он посылает ответ с состоянием "не соединять".

Сообщение запроса соединения может быть послано в целях восстановления текущей информации на экране. Когда принимается сообщение запроса соединения, в ответ должно быть передано сообщение с состоянием "соединить", за которым следуют сообщения для вывода информации на экран с текущей информацией на экране. Если это новое соединение, то должна быть послана первоначальная информация для вывода на экран. См. таблицы 9-20 – 9-22.

Таблица 9-20/G.991.2 – Соединение виртуального терминала

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 6 – соединить виртуальный терминал	Идентификатор сообщения	

Таблица 9-21/G.991.2 – Разъединение виртуального терминала

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 7 – разъединить виртуальный терминал	Идентификатор сообщения	

Таблица 9-22/G.991.2 – Ответ на запрос соединения виртуального терминала

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 134 – ответ на запрос соединения виртуального терминала	Идентификатор сообщения	
2	Состояние соединения		1 = соединено 0 = соединения нет

9.5.5.7.17 Сообщение от клавиатуры/сообщение для вывода на экран (идентификаторы сообщений 8, 136)

Сообщения от клавиатуры и сообщения для вывода на экран могут посылаться только по действующему соединению между блоками. Сообщения от клавиатуры должны содержать от одного до восьми октетов данных в одном сообщении. Ввод информации от пользователя путем нажатия клавиш может оказывать влияние на время реакции пользователя и поэтому к процессу такого ввода следует относиться внимательно. Сообщения для ввода на экран должны занимать от одного до 24 октетов на сообщение, а их содержимое зависит от поставщика. В подразделе 9.5.6 представлена более подробная информация по сообщениям для вывода на экран и сообщениям от клавиатуры. См. таблицы 9-23 и 9-24.

Таблица 9-23/G.991.2 – Информационное поле сообщения от клавиатуры

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 8 – клавиатура	Идентификатор сообщения	
Октет 2.. L + 1	Символ(ы) в коде ASCII и управляющие последовательности	Массив символов	

Таблица 9-24/G.991.2 – Информационное поле сообщения для вывода на экран

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 136 – экран	Идентификатор сообщения	
Октет 2.. L + 1	Символы в коде ASCII и управляющие последовательности	Массив символов	

9.5.5.7.18 Сообщение запроса техобслуживания "кольцевая проверка системы" (9)

Сообщение запроса техобслуживания "кольцевая проверка системы" содержит команды кольцевой проверки для всех элементов на участке. Содержимое сообщения запроса техобслуживания "кольцевая проверка системы" представлено в таблице 9-25. Сообщение кольцевой проверки системы должно иметь широковещательный адрес места назначения, когда это сообщение передается от блока STU-C. При факультативной передаче этого сообщения от блока STU-R оно должно иметь в качестве адресата блок STU-C. При приеме этого сообщения каждый блок SRU и STU должен проверять согласованность с соответствующим полем команд сообщения и в ответ посылать передающей стороне сообщение состояния техобслуживания (поддержки). Следует заметить, что блоки SRU нумеруются последовательно, начиная с ближайшего к STU-C блока SRU. Каждый блок SRU должны определять свой номер путем вычитания числа 2 из своего адреса канала EOC сетевой стороны. Поскольку адреса каналов EOC сетевой стороны должны быть известны, то блок STU-R не должен использовать сообщение кольцевой проверки системы, если блок STU-C находится в автономном режиме. При инициировании блоком SRU кольцевых проверок, когда блок STU-C находится в автономном режиме работы, блок STU-R должен использовать сообщение запроса техобслуживания "кольцевая проверка элемента". (Сообщения запросов подсистем техобслуживания могут также использоваться устройствами STU для запроса текущего состояния кольцевой проверки, применяя неизменяемые битовые флаги.)

Таблица 9-25/G.991.2 – Информационное поле запроса техобслуживания "кольцевая проверка системы"

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 9 – запрос техобслуживания "кольцевая проверка системы"		
2	Команды кольцевой проверки блока STU-C	Битовые флаги	Таблица 9-26
3	Команды кольцевой проверки блока STU-R	Битовые флаги	Таблица 9-26
4	Команды кольцевой проверки блока SRU # 1	Битовые флаги	Таблица 9-26
5	Команды кольцевой проверки блока SRU # 2	Битовые флаги	Таблица 9-26
6	Команды кольцевой проверки блока SRU # 3	Битовые флаги	Таблица 9-26
7	Команды кольцевой проверки блока SRU # 4	Битовые флаги	Таблица 9-26
8	Команды кольцевой проверки блока SRU # 5	Битовые флаги	Таблица 9-26
9	Команды кольцевой проверки блока SRU # 6	Битовые флаги	Таблица 9-26
10	Команды кольцевой проверки блока SRU # 7	Битовые флаги	Таблица 9-26
11	Команды кольцевой проверки блока SRU # 8	Битовые флаги	Таблица 9-26

Таблица 9-26/G.991.2 – Определение битовых флагов команд кольцевой проверки

Позиции битов	Определение
Бит 7	Зарезервирован
Бит 6	Освободить все состояния техобслуживания (включая все специфические состояния)
Бит 5	Начать специальную кольцевую проверку
Бит 4	Завершить специальную кольцевую проверку
Бит 3	Начать кольцевую проверку по отношению к сети
Бит 2	Начать кольцевую проверку по отношению к пользователю
Бит 1	Завершить кольцевую проверку по отношению к сети
Бит 0	Завершить кольцевую проверку по отношению к пользователю
ПРИМЕЧАНИЕ. – Бит установлен на 1 – выполнить действие; бит установлен на 0 – отсутствие действия, сообщить о текущем состоянии.	

9.5.5.7.19 Сообщение запроса техобслуживания "кольцевая проверка элемента" (Идентификатор сообщения 10)

Сообщение запроса техобслуживания "кольцевая проверка элемента" содержит команды кольцевой проверки для индивидуального элемента. Содержимое этого сообщения представлено в таблице 9-27.

Сообщение кольцевой проверки элемента должно быть направлено по адресу места назначения индивидуального блока согласно адресам потоков данных, описанных в подразделе 9.5.2. При приеме сообщения кольцевой проверки элемента блок-адресат должен проверить согласованность с командами кольцевой проверки и направить сообщение ответа о состоянии техобслуживания.

**Таблица 9-27/G.991.2 – Информационное поле запроса техобслуживания
"кольцевая проверка элемента"**

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 10 – запрос со стороны технического обслуживания	Идентификатор сообщения	
2	Команды кольцевой проверки	Битовые флаги	Таблица 9-26

9.5.5.7.20 Сообщение ответа о состоянии технического обслуживания (Идентификатор сообщения 137)

Сообщение ответа о состоянии техобслуживания посылается в ответ на сообщения с запросом от техобслуживания кольцевой проверки системы, кольцевой проверки элемента, запроса состояния и запроса полного состояния. "Специальная кольцевая проверка" определена для блока STU-R как кольцевая проверка оконечного блока технического обслуживания (MTU); для других блоков эта проверка не определена. См. таблицу 9-28.

Таблица 9-28/G.991.2 – Информационное поле состояния технического обслуживания

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 137 – состояние техобслуживания – кольцевая проверка	Идентификатор сообщения	
2 [7]	Состояние выдержки времени при кольцевой проверке	Бит	0 = не изменен, 1 = изменен
2 [6]	Активность специфического состояния техобслуживания	Бит	0 = выкл, 1 = вкл
2 [5]	Активность специальной кольцевой проверки	Бит	0 = выкл, 1 = вкл
2 [4]	Активность кольцевой проверки в отношении блока STU-R	Бит	0 = выкл, 1 = вкл
2 [3]	Активность кольцевой проверки в отношении блока STU-C	Бит	0 = выкл, 1 = вкл
2 [2]	Местное или системное питание блока	Бит	0 = системное питание 1 = местное питание
2 [1]	Изменение полярности в сторону абонента	Бит	0 = нормальная 1 = обратная
2 [0]	Изменение полярности в сторону сети	Бит	0 = нормальная 1 = обратная

9.5.5.7.21 Сообщение блокировки потери мощности/программного перезапуска (идентификатор сообщения 15)

Назначение данного сообщения – переключение передатчика из режима потери мощности по умолчанию в выбранный режим потери мощности и наоборот. В случае установления режима по умолчанию потеря мощности (РВО) устанавливается по значению по умолчанию. В противном случае, в выбранном режиме параметру РВО может быть присвоено другое значение в результате согласования согласно Рекомендации G.994.1. Чтобы изменение режима потери мощности вступило в силу, приемник должен осуществить повторную активацию. Запрос программного перезапуска приводит к завершению соответствующего соединения SHDSL приемным блоком и вхождению в состояние исключения (рис. 6-7). Соединение не завершается до тех пор, пока в этом сообщении не будет установлен соответствующий бит программного перезапуска. До завершения соединения SHDSL принимающий блок находится в состоянии ожидания в течение 5 ± 1 с.

Это сообщение передает команду установления режима потери мощности. Полученная в этом сообщении информация о режиме потери мощности должна сохраняться до тех пор, пока в блок подается питание. Сохранение информации о режиме потери мощности в долговременной памяти является факультативным. Следует заметить, что конфигурация режима потери мощности касается приемника, т. е. приемник запрашивает маску PSD согласно мощности на приеме и конфигурации его режима потери мощности. См. таблицу 9-29.

Таблица 9-29/G.991.2 – Информационное поле программного перезапуска

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 15 – программный перезапуск/потеря мощности	Идентификатор сообщения	
2 [7..2]	Зарезервирован		
2 [1]	Установка режима потери мощности на сетевой стороне	Бит	0 = по умолчанию 1 = выбранный
2 [0]	Программный перезапуск на сетевой стороне (через 5 с)	Бит	0 = нет перезапуска 1 = перезапуск
3 [7..2]	Зарезервирован	Бит	
3 [1]	Установка режима потери мощности на пользовательской стороне	Бит	0 = по умолчанию 1 = выбранный
3 [0]	Программный перезапуск на пользовательской стороне (через 5 с)	Бит	0 = нет перезапуска 1 = перезапуск

9.5.5.7.22 Сообщение управления сегментом (идентификаторы 64–88, 192–216)

Диапазон идентификаторов сообщений зарезервирован для управления сегментами (например, для непрерывного изменения устройства предварительного кодирования).

9.5.5.7.23 Специфические сообщения (идентификаторы 112–119, 240–247)

Диапазон идентификаторов сообщений зарезервирован для специфических сообщений. Блок STU ведаает адресацией специфических сообщений по соответствующим местам назначений. Блок SRU будет либо обрабатывать, либо передавать специфические сообщения. Специфическое сообщение не должно быть широковещательным.

9.5.5.7.24 Специфическое внешнее сообщение (идентификатор сообщения 120)

Поддержка внешних портов данных является факультативной. В настоящей Рекомендации отсутствует описание интерфейса для внешнего порта данных. Если у блока STU нет внешнего порта данных, тогда он должен игнорировать все принятые специфические внешние сообщения. См. таблицу 9-30.

Таблица 9-30/G.991.2 – Информационное поле внешнего сообщения

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 120 – внешнее сообщение	Идентификатор сообщения	
2	Логический номер порта	Символ без знака	
Октет 3.. $N + 2$	Данные внешнего сообщения (N октетов)		

9.5.5.7.25 Внешнее сообщение согласно Рекомендации G.997.1 (идентификатор 121)

Поддержка обмена внешними сообщениями согласно Рекомендации МСЭ-Т G.997-1 является факультативной. Описание интерфейса для сообщений согласно Рекомендации G.997.1 выходит за рамки настоящей Рекомендации. Если блок STU не обладает интерфейсом для обмена сообщениями по Рекомендации G.997.1, он должен игнорировать любые принятые внешние сообщения, отвечающие требованиям Рекомендации G.997.1.

Логический номер порта FF₁₆ резервируется для индикации транспортировки пакетов простого протокола управления сетью (SNMP), как описано в подразделе 6.3/G.997.1. Пакеты протокола SNMP могут быть переданы при использовании одного или нескольких таких сообщений. См. таблицу 9-31.

**Таблица 9-31/G.991.3 – Информационное поле внешнего сообщения
согласно Рекомендации G.997.1**

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 121	Идентификатор сообщения	
2	Логический номер порта	Символ без знака	
Октет 3.. N + 2	Данные внешнего сообщения по Рек. G.997.1 (N октетов)		

9.5.5.7.26 Сообщение об общей невозможности соответствия (UTC) (идентификатор сообщения 144)

Сообщение об общей невозможности соответствия (UTC) должно посылаться в обратном направлении к блоку источника в случае, когда блок-адресат не может соответствовать запросу. В этом случае определение признака UTC зависит от поставщика. Следует заметить, что это сообщение не должно означать замены бита UTC в тех сообщениях ответа, которые содержат такой бит. См. таблицу 9-32.

**Таблица 9-32/G.991.2 – Информационное поле сообщения об общей
невозможности соответствия (UTC)**

Октет #	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 144 – общая UTC	Идентификатор сообщения	
2	Идентификатор сообщения запроса	Символ без знака	

9.5.6 Примеры функций управления виртуальным терминалом

В таблице 9-33, носящей информационный характер, приводятся примеры, связанные с управляющими последовательностями, общими для документа ANSI X3.4-1986 (R1997) [B3] (Добавление IV).

**Таблица 9-33/G.991.2 – Примеры функций управления, приведенных
в документе ANSI X3.4-1986 (R1997)**

Описание	Формат	Комментарии
Стереть весь экран (ED)	ESC [2J	
Позиционирование курсора (CUP)	ESC [RR ; CC H	(Примечание)
Позиционирование курсора (в столбце 1)	ESC [RR H	Подмножество позиционирований курсора
Исходная позиция курсора	ESC [H	Подмножество позиционирований курсора
ПРИМЕЧАНИЕ. – Символ ESC имеет значение 1B ₁₆ . Символ RR – это номер строки; символ CC – номер столбца, выраженный в виде цифр в коде ASCII. Например, строка 4, столбец 12 кодируются как ESC [4;12H. Шестнадцатеричным эквивалентом этой последовательности является 1B ₁₆ 5B ₁₆ 34 ₁₆ 3B ₁₆ 31 ₁₆ 32 ₁₆ 48 ₁₆ . Экран начинается со строки 1, столбца 1.		

10 Структура синхронизации

10.1 Эталонная структура синхронизации

Ввиду того, что для SHDSL имеет множество применений и для нее требуются разные скорости передачи битов, необходимо иметь гибкую структуру синхронизации. Тактовые импульсы символов для STU-C и STU-R описаны в виде допустимых для них эталонов синхронизации.

Эталонная конфигурация линии SHDSL позволяет иметь гибкость при обеспечении опорной тактовой частоты для символов на основе источников, приведенных на рис. 10-1. Этот рисунок иллюстрирует варианты опорных тактовых сигналов в контексте упрощенной эталонной модели SHDSL. В таблице 10-1 перечисляются нормативные структуры синхронизации, а также даются примеры применения.

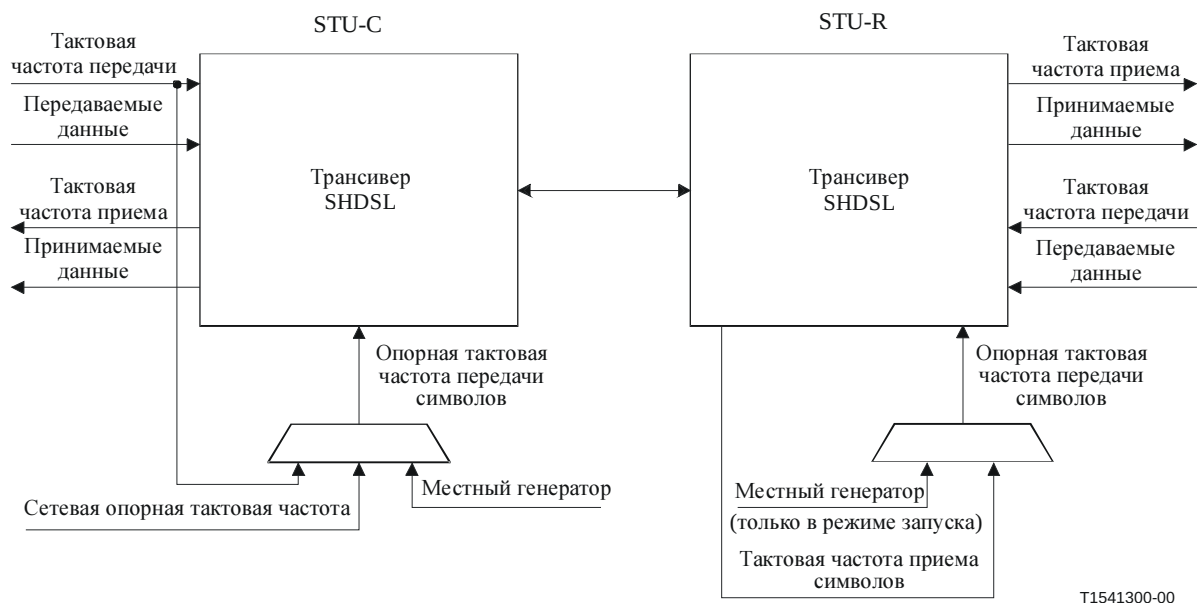


Рисунок 10-1/G.991.2 – Эталонная структура синхронизации

Таблица 10-1/G.991.2 – Конфигурации тактовой синхронизации

Номер режима	Опорная тактовая частота передачи символов STU-C	Опорная тактовая частота приема символов STU-R	Примеры применения	Режим
1	Местный генератор	Тактовая частота приема символов	"Классическая" линия HDSL	Плезиохронный
2	Сетевая опорная тактовая частота	Тактовая частота приема символов	"Классическая" линия HDSL со встроенным опорным синхронизирующим сигналом	Плезиохронный с опорным синхронизирующим сигналом
3a	Тактовая частота передачи данных или сетевая опорная тактовая частота	Тактовая частота приема символов	Основным применением является синхронная транспортировка в обоих направлениях	Синхронный
3b	Тактовая частота передачи данных	Тактовая частота приема символов	Возможная синхронная транспортировка в обратном направлении и с заполнением битами в прямом направлении	Смешанный: синхронный в обратном направлении и плезиохронный в прямом направлении

10.2 Точность тактовых импульсов

При всех скоростях передачи тактовая частота передачи символов от любого устройства SHDSL в режиме передачи данных должна иметь точность в пределах ± 32 части на миллион от номинальной частоты. При активации блок STU-C должен поддерживать точность в ± 32 части на миллион для своей тактовой частоты передачи символов, но точность для тактовой частоты передачи символов блоком STU-R может варьироваться до ± 100 частей на миллион.

10.3 Определения для источников тактовой частоты

Следующие ниже определения относятся к источникам тактовых импульсов, представленным на рис.10-1.

10.3.1 опорная тактовая частота передачи символов: Опорная тактовая частота, на основе которой образуется фактическая тактовая частота передачи символов (т. е. тактовая частота передачи импульсов блоком STU синхронизирована с этой опорной тактовой частотой).

10.3.2 местный генератор: Автономный местный кварцевый генератор, генерирующий тактовые импульсы.

10.3.3 сетевая опорная тактовая частота: Основная опорная тактовая частота, получаемая от сети.

10.3.4 тактовая частота передачи данных: Тактовые импульсы, синхронные по отношению к передаваемым данным в прикладном интерфейсе.

10.3.5 тактовая частота приема символов: Тактовые импульсы, синхронные по отношению к принимаемым символам в обратном направлении передачи в линейном интерфейсе SHDSL. Эта тактовая частота используется в блоке STU-R как опорная тактовая частота передачи символов.

10.3.6 тактовая частота приема: Тактовые импульсы, синхронные по отношению к принимаемым данным в прикладном интерфейсе.

10.4 Синхронизация с источниками тактовых импульсов

В режиме синхронизации блок STU-C может быть синхронизирован с тактовой частотой передачи данных или с сетевой опорной тактовой частотой. Если используется сетевая опорная тактовая частота, то тактовая частота передачи данных должна быть синхронизирована с сетевой опорной тактовой частотой. (Разные скорости передачи данных не зависят от опорной тактовой частоты.)

Обычно используется сетевая опорная тактовая частота, представляющая собой либо основную тактовую частоту в 8 кГц, либо связанную с ней опорную тактовую частоту, кратную 8 кГц с некоторым коэффициентом кратности. Такими опорными тактовыми частотами, как правило, являются частоты в 1544 МГц или 2048 МГц, хотя в ряде приложений могут использоваться другие частоты, такие как 64 кГц. Эти производные тактовые частоты неявным образом включают в себя синхронизирующие сигналы на 8 кГц¹. Выбор конкретной сетевой опорной тактовой частоты зависит от применения.

11 Электрические характеристики

В данном разделе приводится описание тестов на соответствие для оборудования SHDSL. С помощью этих тестов, проводимых в режиме технической остановки связи, проверяются электрические характеристики физических интерфейсов SHDSL.

11.1 Продольный баланс

Продольный баланс или потери продольного преобразования (LCL) – это коэффициент добротности, описывающий связь между продольными V_L (синфазный режим) и физическими V_M (нормальный режим) составляющими сигнала. Этот коэффициент эквивалентен обычному коэффициенту режекции в синфазном режиме (CMRR) и выражается следующим образом:

$$\text{Продольный баланс (дБ)} = 20 \log \left| \frac{V_L}{V_M} \right|$$

Продольный баланс в интерфейсе шлейфа SHDSL должен измеряться с использованием цепи связи, имеющей физическое оконечное нагрузочное сопротивление в 135 Ом и продольное оконечное нагрузочное сопротивление в 33,8 Ом (рис. 11-1). В Добавлении I даны примеры цепей связи. Этот тест должен выполняться при выключении передатчика тестируемого устройства (DUT) (режим без сообщений) и при активации схем питания участка (либо в блоках станции CO, либо в блоках RT) соответствующим внешним источником/стоком постоянного тока. Требование по электропитанию активации может быть возложено на системы с местным электропитанием.

¹ Кадр SHDSL в 6 мс для синхронной транспортировки данных и сетевая тактовая частота в 8 кГц имеют фиксированную связь. Каждый кадр линии SHDSL содержит $48(1 + i + n \times 8)$ битов ($i = 0..7$) и $n = 3..36$). Эта связь может иметь численное представление следующего рода: $T = 6 \text{ мс}/48 = 125 \text{ мкс}$ и $f = 1/T = 8 \text{ кГц}$. В блоке STU-R тактовый сигнал в 8 кГц может быть получен из синхронного кадра в 6 мс.

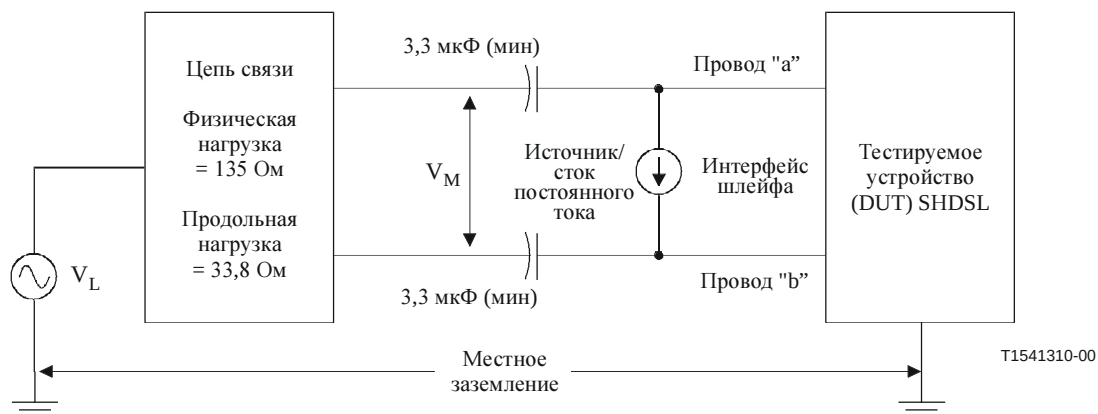


Рисунок 11-1/G.991.2 – Измерение продольного баланса

Значение измеренного продольного баланса в интерфейсе шлейфа SHDSL должно находиться выше определенной граничной маски, представленной на рис.11-2. Значения параметров, взятые из рисунка, зависят от региона и определены в подразделах А.5.4 и В.5.4. Тестовая схема продольного баланса должна быть калибрована так, чтобы в случае замены сопротивления на 135 Ом (между проводом "а" и проводом "б") тестируемым устройством и отключения источника/стока постоянного тока измеряемый продольный баланс был по крайней мере на 20 дБ выше граничной маски. Продольный баланс должен измеряться в частотном диапазоне от 20 кГц до 2 МГц.

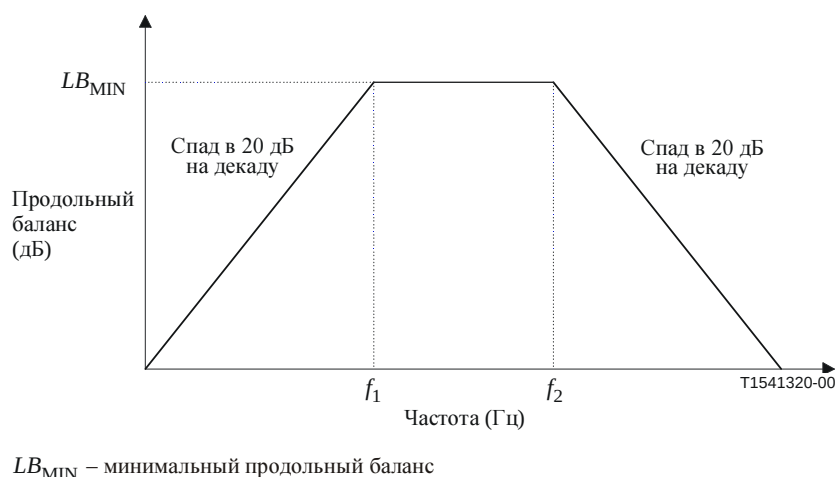


Рисунок 11-2/G.991.2 – Граничная маска продольного баланса

11.2 Продольное выходное напряжение

Продольное выходное напряжение в интерфейсе шлейфа SHDSL должно измеряться с использованием цепи связи, имеющей физическое оконечное нагрузочное сопротивление в 135 Ом и продольное оконечное нагрузочное сопротивление в 33,8 Ом, как показано на рис.11-3. В Добавлении I даны примеры цепей связи. Этот тест должен выполняться при активном передатчике (передающем случайные данные) и при активированных от соответствующего источника/стока постоянного тока схем питания участка (либо в блоках СО, либо в блоках RT). Требование по электропитанию активации может быть возложено на системы с местным электропитанием.

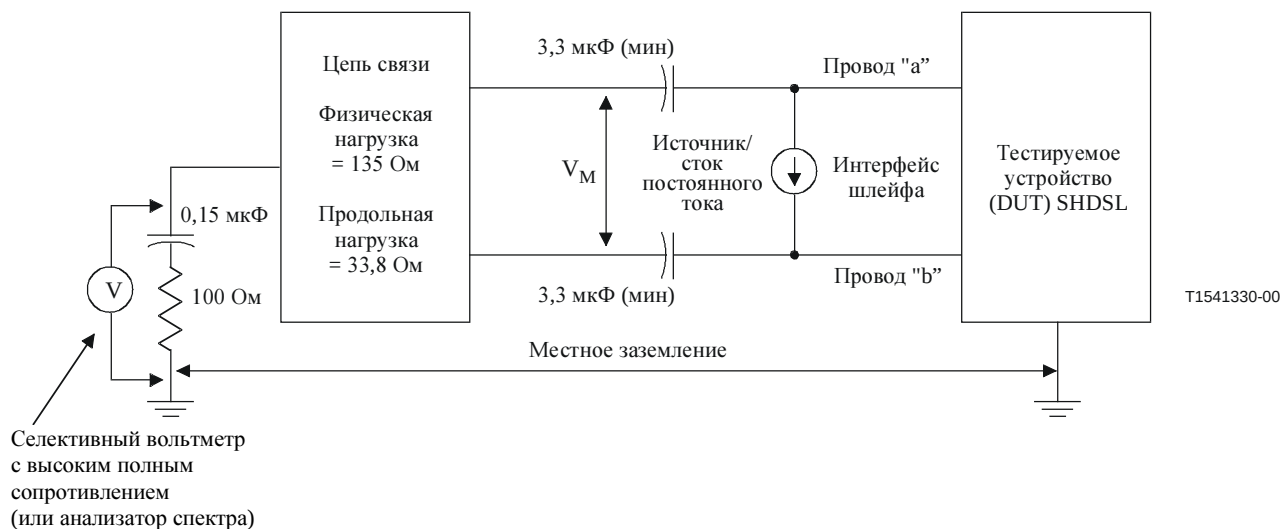


Рисунок 11-3/G.991.2 – Измерение продольного выходного напряжения

Измеренное среднеквадратичное продольное выходное напряжение в интерфейсе шлейфа SHDSL должно быть менее -50 дБВ по любой полосе частот в 4 кГц, будучи усредненным по односекундным интервалам. Диапазон частот для измерений зависит от региона и определен в подразделах A.5.5 и B.5.5.

11.3 Обратные потери

При выполнении данного теста измеряются обратные потери в интерфейсе шлейфа SHDSL относительно эталонного (линейного) полного сопротивления в 135 Ом. В применениях линии SHDSL обратные потери обычно используются в качестве меры искажения полного сопротивления ненагруженной схемы (отклонение по величине и фазе от значения эталонного полного сопротивления). Необходимо иметь предельные значения для обратных потерь, чтобы предотвратить большие расхождения в нагрузочном сопротивлении между оборудованием от соответствующих поставщиков. Обратные потери могут быть измерены непосредственно с помощью анализатора полного сопротивления или косвенно путем измерения выходного напряжения в мостовой схеме. При любом методе измерений необходимо следить за тем, чтобы избежать ошибок измерений, вызванных возможными непредусмотренными траекториями цепей между общим заземлением измерительной аппаратуры и схемами электропитания тестируемого устройства (DUT). Кроме того, при измерениях в условиях электропитания участка измерительные инструменты должны быть гальванически отделены от интерфейса шлейфа, чтобы предотвратить повреждения тестового оборудования электропитанием постоянного тока с высоким напряжением. При измерениях, выполняемых с помощью анализатора полного сопротивления, обратные потери (return loss) определяются следующим образом:

$$\text{Обратные потери} = 20 \log \left| \frac{Z_{TEST}(f) + Z_{REF}}{Z_{TEST}(f) - Z_{REF}} \right|,$$

где:

$Z_{TEST}(f)$ – измеряемое полное сопротивление при частоте f в интерфейсе шлейфа тестируемого устройства, а

Z_{REF} – эталонное полное сопротивление (135 Ом).

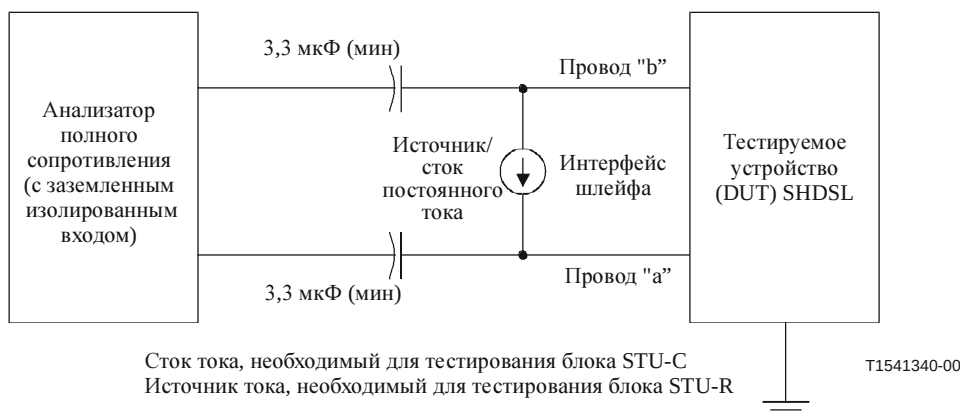


Рисунок 11-4/G.992.1 – Способ измерения обратных потерь с помощью анализатора полного сопротивления

При измерениях, выполняемых с помощью тестовой мостовой схемы, обратные потери определяются следующим образом:

$$\text{Обратные потери } (f) = 20 \log \left| \frac{V_{IN}(f)}{V_{OUT}(f)} \right| R,$$

где V_{IN} – входное напряжение, а V_{OUT} – выходное напряжение

В Добавлении I приведен пример тестовой мостовой схемы для измерения обратных потерь.

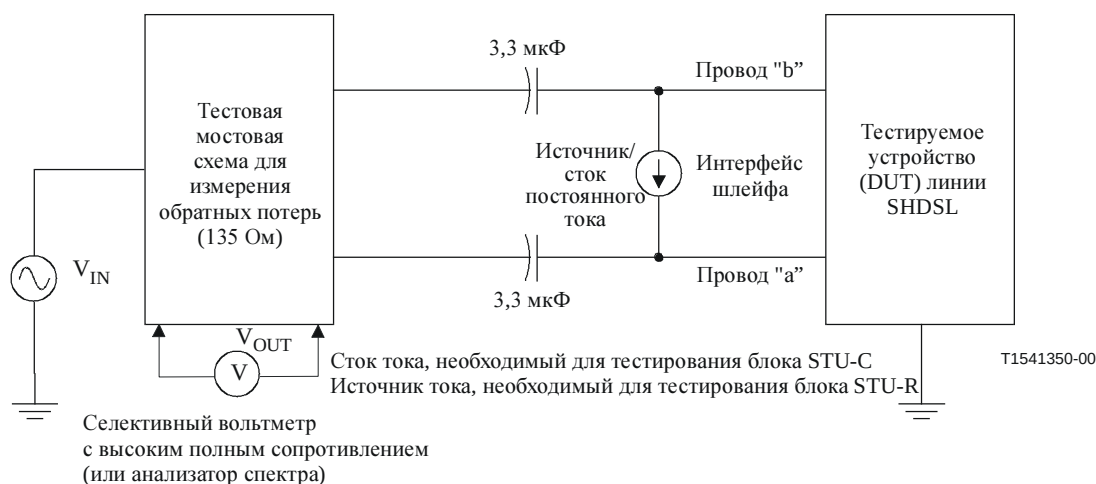


Рисунок 11-5/G.991.2 – Способ измерения обратных потерь с помощью тестовой мостовой схемы

Тест с измерением обратных потерь должен выполняться при выключенном передатчике устройства DUT (режим без сообщений). Устройство DUT может тестироваться при электропитании всего участка или при местном электропитании, как того требует ожидаемое применение устройства DUT. Что касается электропитания всего участка, то если устройством DUT является блок STU-C, тогда тест должен выполняться при активированном электропитании пролета и при соответствующем стоке постоянного тока (с высоким полным сопротивлением переменному току), подключенном к тестовой схеме. Если же устройством DUT является блок STU-R, тогда этот тест должен выполняться при подаче электропитания (напряжения постоянного тока) в интерфейс шлейфа (провода "а" и "б") от внешнего источника напряжения, осуществляющего питание через полное сопротивление зажимающегося электромеханического преобразователя переменного тока. Следует заметить, что источник/сток постоянного тока должен иметь высокое полное сопротивление (при сигнальных частотах) на общем заземлении.

Номинальное входное полное сопротивление на рабочих зажимах интерфейса шлейфа SHDSL должно составлять 135 Ом. Обратные потери должны измеряться одним из двух способов – либо с использованием анализатора полного сопротивления согласно рис. 11-4, либо с использованием тестовой мостовой схемы, представленной на рис. 11-5. Значения обратных потерь, измеренные

относительно уровня в 135 Ом, должны находиться выше граничной маски, представленной на рис.11-6. Значения параметров зависят от региона и описаны в подразделах А.5.2 и В.5.2. Обратные потери в интерфейсе шлейфа должны измеряться в диапазоне частот от 1 кГц до 2 МГц.

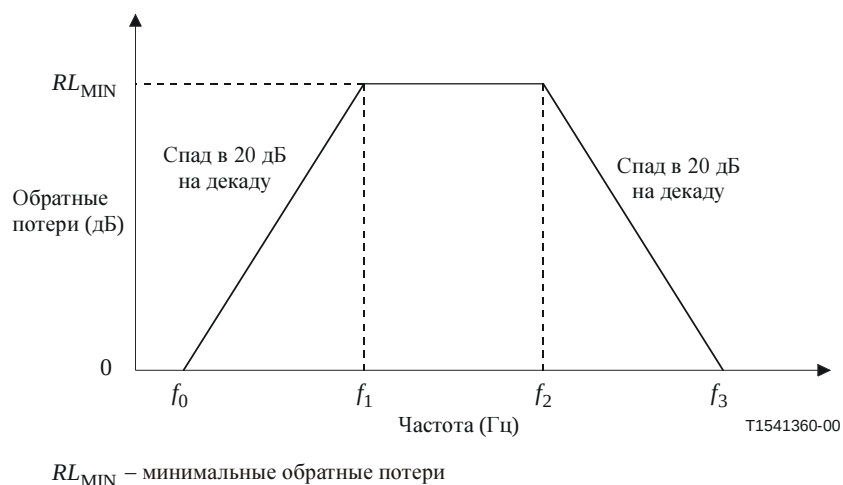


Рисунок 11-6/G.991.2 – Граничная маска для обратных потерь

11.4 Тестирование мощности передачи

Суммарная средняя мощность передачи может быть протестирована при включенном питании всего участка или при местном включенном питании в зависимости от того, что требуется для ожидаемого применения устройства DUT. Что касается применений при электропитании всего участка, то если устройством DUT является блок STU-C, тогда тест должен выполняться при активированном электропитании участка и при соответствующем стоке постоянного тока (с высоким полным сопротивлением переменному току), подключенном к тестовой цепи. Если же устройством DUT является блок STU-R, тогда тест должен выполняться при подаче электропитания (напряжения постоянного тока) в интерфейс шлейфа (провода "а" и "b") от внешнего источника напряжения, осуществляющего питание через полное сопротивление зажимающегося электромеханического преобразователя переменного тока. Тестовая схема должна содержать средства для подачи электропитания постоянного тока и возможной изоляции преобразователя для измерительной аппаратуры. Следует заметить, что источник/сток постоянного тока должен иметь высокое полное сопротивление (при сигнальных частотах) на общем заземлении. См. рис.11-7.

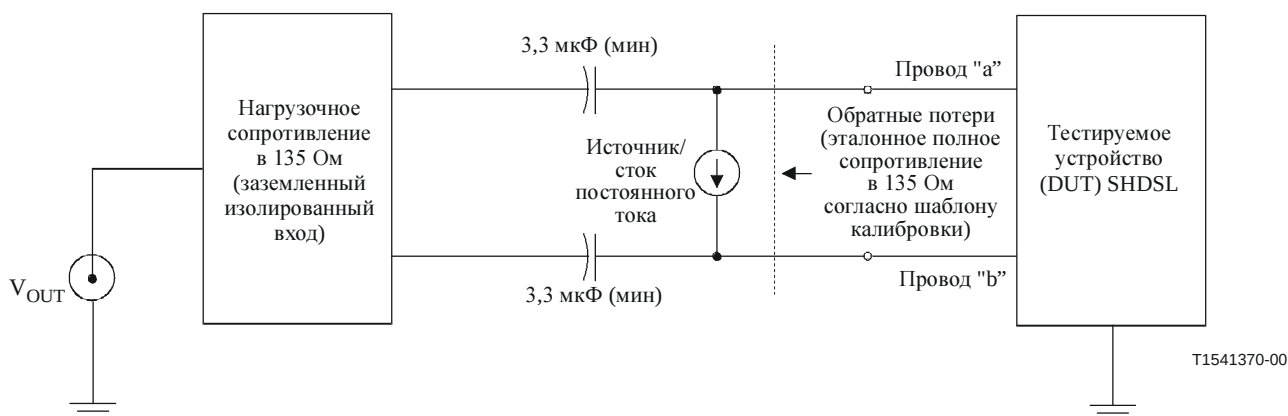


Рисунок 11-7/G.992.2 – Устройство измерения PSD/суммарной мощности

11.4.1 Тестовая схема

Тестовая схема должна содержать средства для подачи электропитания постоянного тока и возможной изоляции преобразователя для измерительной аппаратуры. Ввод изоляции преобразователя измерительной аппаратуры препятствует появлению ошибок при измерениях, вызванных непредусмотренными траекториями цепей между общим заземлением измерительной аппаратуры и схемами электропитания тестируемого устройства (DUT). Когда входное полное сопротивление на рабочих зажимах тестовой схемы отвечает требованиям к калибровке, описанным в подразделе 11.4.2, тестовая схема не будет вносить ошибки, превышающие $\pm 0,25$ дБ относительно идеальной испытательной нагрузки в 135 Ом. Пример тестовой схемы приведен в Добавлении I. Следует заметить, что одна и та же тестовая схема может быть использована для измерения суммарной мощности передачи и плотности PSD передачи.

11.4.2 Калибровка тестовой схемы

Номинальное входное полное сопротивление на рабочих зажимах тестовой схемы должно составлять 135 Ом. Минимальные обратные потери, измеренные относительно уровня в 135 Ом в диапазоне частот от 1 кГц до 3 МГц, должны составлять 35 дБ от 10 кГц до 500 кГц с крутизной в 20 дБ на декаду ниже и выше этих частот сопряжения.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При обратных потерях в 35 дБ будут допустимы ошибки при измерениях в $\pm 0,20$ дБ по отношению к номинальному значению в 135 Ом.

11.4.3 Требование к общей мощности передачи

Средняя мощность передачи блока STU-C измеряется при непрерывной передаче сигнала S_c (подраздел 6.2.2.2) с соответствующей PSD передачи, как определено в подразделах А.3.3.8 или В.4. Средняя мощность передачи блока STU-R измеряется при непрерывной передаче сигнала S_r (подраздел 6.2.2.3) с соответствующей PSD передачи, как определено в подразделах А.3.3.8 или В.4. Измеряемая суммарная мощность должна отвечать применяемым требованиям, описанным в подразделах А.3.3.8 или В.4. Измеряемая мощность в режиме активации будет на 0,2 дБ ниже соответственной мощности передачи в режиме передачи данных из-за созвездия сигналов модуляции 2-РАМ.

11.4.3.1 Процедура тестирования спектральной плотности мощности передачи

Спектральная плотность мощности (PSD) передачи может быть измерена при подаче электропитания всему участку или при местной подаче электропитания, как того требует ожидаемое применение тестируемого устройства (DUT). Что касается применений в условиях электропитания всего участка, то если устройством DUT является блок STU-C, тогда тест должен выполняться при активированном питании участка и при соответствующем стоке постоянного тока (с высоким полным сопротивлением переменному току), подключенном к тестовой схеме. Если же устройством DUT является блок STU-R, этот тест должен выполняться при подаче электропитания (напряжения постоянного тока) в интерфейс шлейфа (провода "a" и "b") от внешнего источника напряжения, осуществляющего питание через полное сопротивление зажимающегося электромеханического преобразователя переменного тока.

Спектральная плотность мощности передачи для блоков STU-C и STU-R должна измеряться с использованием сигналов, как определено в подразделе 11.4.3. Спектральная плотность мощности передачи должна измеряться в диапазоне частот от 1 кГц до 3 МГц. Сигнал передачи STU-C должен отвечать соответствующим требованиям к PSD, описанным в подразделах А.3.3.8 или В.4. Сигнал передачи STU-R должен отвечать соответствующим требованиям к PSD, описанным в подразделах А.3.3.8 и В.4.

11.4.3.2 Тестовая схема для PSD и калибровка

Тестовая схема должна содержать средства для подачи электропитания постоянного тока и возможной изоляции преобразователя для измерительной аппаратуры. Ввод изоляции преобразователя измерительной аппаратуры препятствует появлению ошибок при измерениях, вызванных непредусмотренными траекториями цепей между общим заземлением измерительной аппаратуры и схемами электропитания тестируемого устройства (DUT). Тестовая схема должна отвечать требованиям, изложенным в подразделе 11.4.2.

11.5 Задержка переноса сигнала

Блок STU будет обеспечивать задержку в 500 мкс или ниже при однонаправленной однопролетной связи на уровне PMD для скоростей передачи пользовательских данных в 1,5 Мбит/с и выше и задержку в 1,25 мс или ниже – для скоростей передачи пользовательских данных ниже 1,5 Мбит/с, измеренных между интерфейсами α и β .

12.1 Микропрерывания

Микропрерывание – это временное прерывание, вызванное внешним механическим воздействием на медные проводники, образующие сегмент передачи, например, в месте срачивания кабеля. Срачивания кабеля могут быть выполнены вручную при соединении провода с проводом, и в течение срока эксплуатации Они могут подвергаться окислению или механической вибрации, что может приводить к микропрерываниям в этих критических местах. Например, повреждения такого рода могут вызывать большие грузовики, проезжающие над зарытым в землю кабелем, или движение воздушного кабеля под воздействием силы ветра.

Микропрерывания в системе передачи могут привести к отказу цифрового звена передачи вместе с отказом в подаче электропитания участка (если такое имеется) на время микропрерывания. Цель состоит в том, чтобы при наличии микропрерывания определенной максимальной продолжительности система не осуществляла сброс, а автоматически выполняла повторную активацию с завершением процедуры запуска, если прерывание привело к сбросу.

На рис.12-1 представлена конфигурация для тестирования на восприимчивость к микропрерываниям. На этой схеме периодический запускающий сигнал S запускает нормально замкнутое микрорелейное устройство, вносящее периодические микропрерывания в звено передачи. Следует заметить, что микропрерывания вносятся только в одно окончание звена в данный момент времени. Тестовые шлейфы должны состоять из медного проводника длиной в 1,5 км и толщиной в 0,4 мм (или 5000' сортамента кабелей 26 AWG), и тесты должны выполняться при максимальной поддерживаемой скорости передачи данных. При использовании тестовой схемы на рис.12-1 с местным включением электропитания сброс трансиверов SHDSL не должен вызываться микропрерыванием продолжительностью по меньшей мере $t = 10$ мс, инициированным сигналом с периодом $T = 5$ с для тестового интервала 60 с на одном окончании звена. Микропрерывания должны вводиться в окончания блоков STU-C и STU-R. Этот тест должен быть повторен при включении питания участка и с микропрерыванием продолжительностью по меньшей мере $t = 1$ мс.

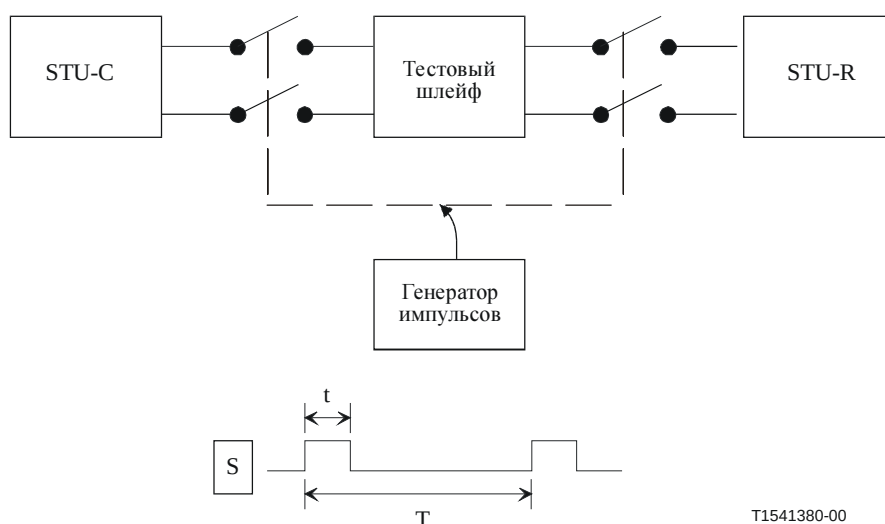


Рисунок 12-1/G.991.2 – Тестовая схема для микропрерываний

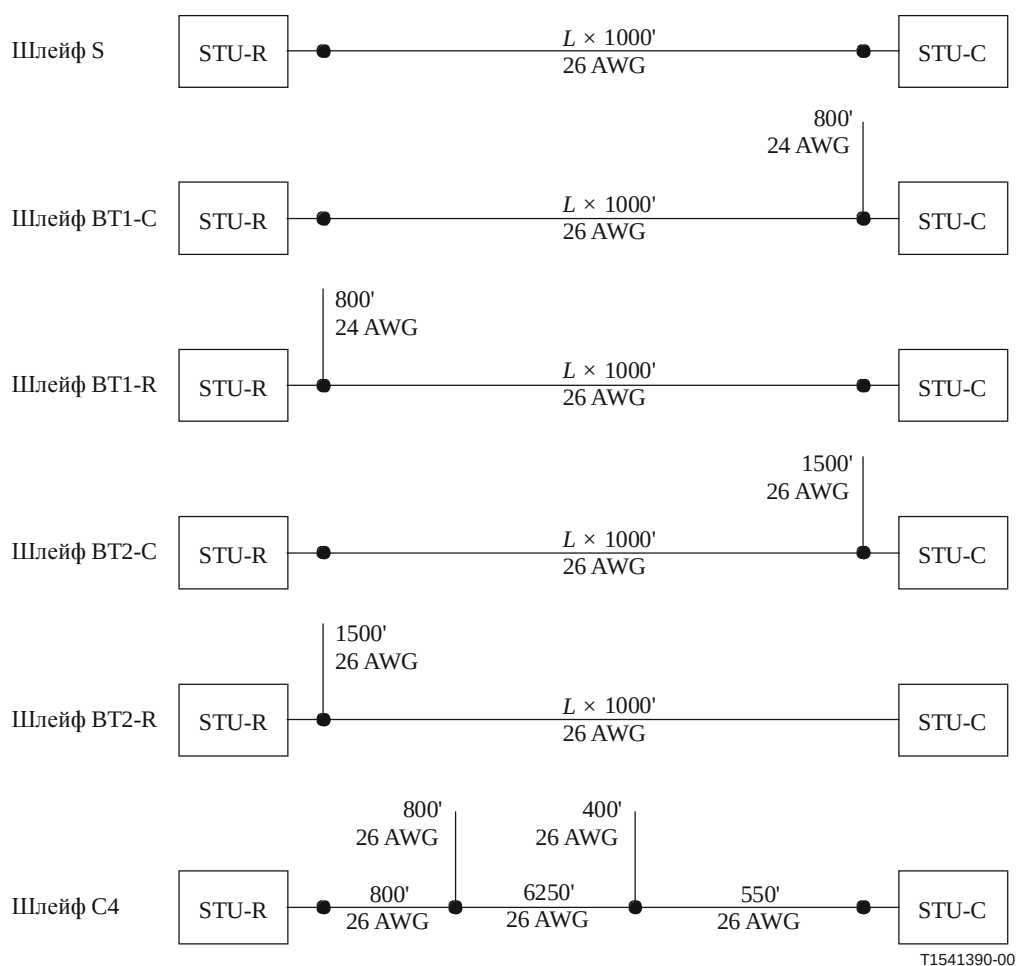
ПРИЛОЖЕНИЕ А Региональные требования – Регион 1

А.1 Область применения

В данном Приложении описаны те спецификации, которые уникальны для систем SHDSL, работающих в условиях, которые, как правило, встречаются в Североамериканской сети. Разделы данного Приложения содержат добавления и изменения к соответствующим разделам основного текста.

А.2 Тестовые шлейфы

В Приложении А/G.996.1 [6] содержатся исходные константы для приведенных ниже тестовых шлейфов. Следует заметить, что тестовые шлейфы, показанные на рис. А.1, представлены в кодах PIC и определены при температуре 70° F (21,1°C). Шлейф 0 – это нулевой шлейф: $\leq 10'$ и $\leq 26'$ AWG.



ПРИМЕЧАНИЕ. AWG = Американская классификация проводов; 26 AWG = 0,4 мм, 24 AWG = 0,5 мм. Расстояния в футах ('): 1000' = 0,3048 км.

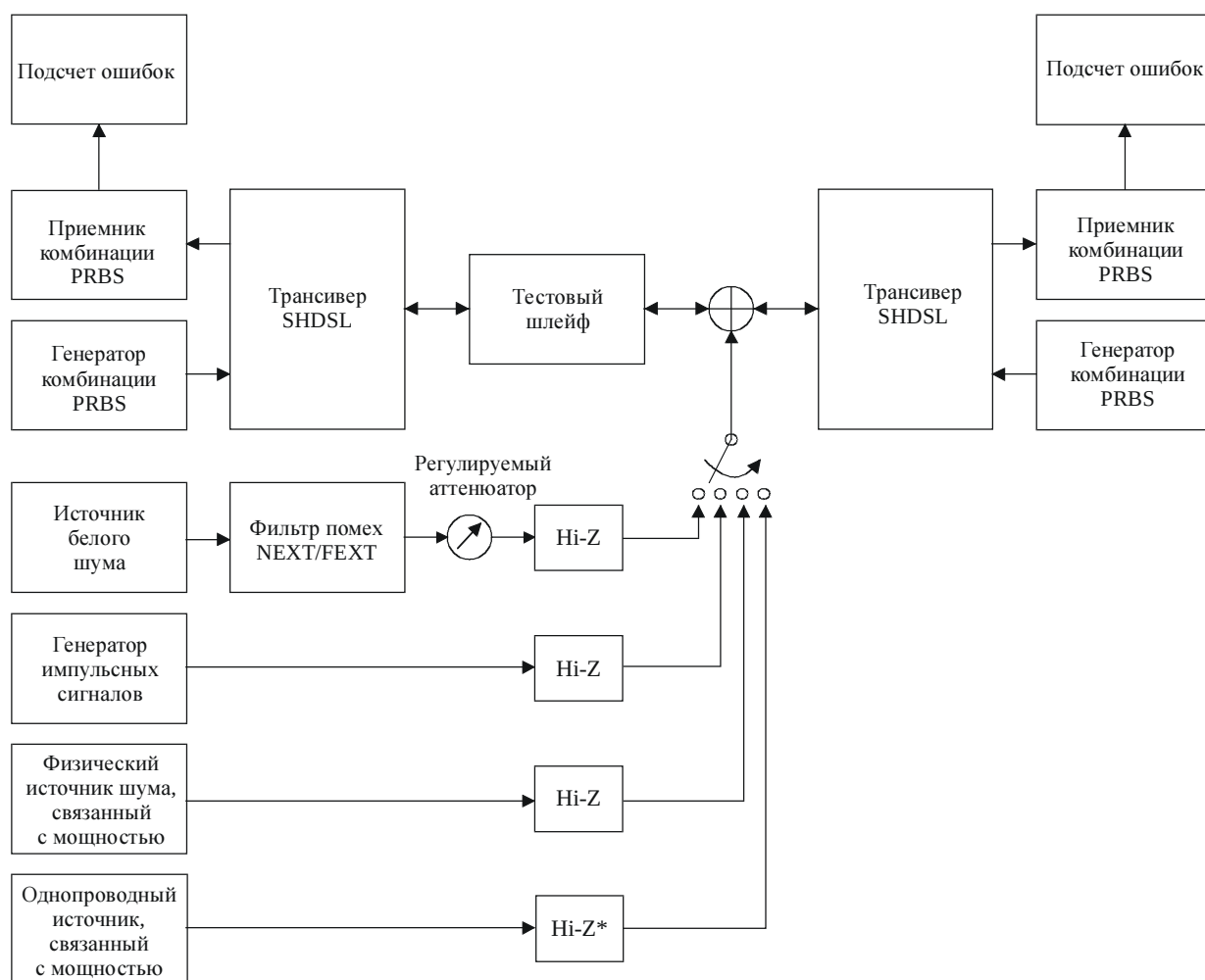
Рисунок А.1/G.991.2 – Тестовые шлейфы

А.3 Эксплуатационные испытания

В данном разделе описываются эксплуатационные испытания для оборудования SHDSL. Эти тесты в условиях технической остановки связи позволяют проверить рабочие параметры SHDSL в ухудшенной среде.

На рис. А.2 показана тестовая установка для измерения рабочих параметров систем SHDSL при наличии ухудшений вследствие шумов. Тестовая система состоит из трансивера SHDSL на центральной станции и трансивера на удаленном конце. Трансиверы SHDSL соединены с тестовым шлейфом. Моделируемый шум местным образом вводится в тестовый шлейф через определенную цепь связи у принимающего трансивера.

Измерение коэффициента ошибок по битам (BER) выполняется путем подачи на вход одного трансивера тестового сигнала псевдослучайной двоичной последовательности (PRBS) и обнаружения ошибок в принимаемом потоке данных PRBS другого трансивера. Сигнал PRBS должен иметь минимальный период $2^{23}-1$. Измерение коэффициента BER должно выполняться в обоих направлениях передачи, а тесты в каждом направлении передачи должны проводиться в дуплексном режиме при одновременной передаче данных обоими трансиверами SHDSL. Во всех случаях эти тесты на предмет ухудшений вследствие шумов должны проводиться только для одного блока в один момент времени (т. е. ухудшения функционирования блоков STU-R и STU-C происходят не одновременно) при наличии шума только от одного активного мешающего источника.



* Однопроводная цепь связи

T1541400-00

Рисунок А.2/G.991.2 – Тестовая установка для измерений запаса по устойчивости к перекрестным помехам и импульсным помех

А.3.1 Тесты на определение устойчивости к перекрестным помехам

А.3.1.1 Инжекция перекрестного шума

Моделируемые перекрестные помехи (NEXT и FEXT) вводятся путем инъекции источника калиброванного, отфильтрованного гауссова шума в тестовую схему. Перекрестные помехи должны вводиться местным образом в тестовый шлейф в принимающем трансивере через сеть сбалансированного, параллельно подключенного питания с высоким полным сопротивлением. Такая сеть позволяет произвести инъекцию перекрестных помех с необходимым уровнем мощности, не нарушая характеристик передачи или внесенного полного сопротивления электромеханического преобразователя тестового шлейфа. Схема связи с гетеродином должна иметь выходное полное сопротивление по Тевенину по меньшей мере в 4 Ом. На рис. I.1 приведен пример схемы связи с гетеродином для сигнала перекрестных помех.

А.3.1.2 Точность калибровки генератора перекрестных помех

Моделируемые перекрестные помехи должны иметь суммарную мощность и спектральную плотность мощности (PSD), которые определены в подразделе А.3.3. Однако если способ генерирования моделируемых перекрестных помех совпадает с определенным на рис. А.2, тогда точность уровня мощности и PSD будет зависеть от точности фильтров, предназначенных для формирования белого шума для каждого источника вносимых перекрестных помех. Наивысший уровень точности требуется в полосе (или полосах) частот, соответствующей наибольшим значениям PSD для каждого источника перекрестных помех.

Для каждого определенного источника перекрестных помех точность полученной моделируемой PSD должна составлять $\pm 1,0$ дБ в пределах шаблона идеальной PSD (определяемого уравнениями в разделе А.3) в полосе (полосах) частот, где шаблон идеальной PSD находится в пределах 30 дБ от своего максимального значения. Измеренная средняя мощность (интеграл от функции плотности PSD перекрестных помех) для каждого определенного источника перекрестных помех должна находиться в пределах $\pm 0,25$ дБ от интегрированной мощности шаблона идеальной определенной PSD перекрестных помех (подраздел А.3.3).

Источник белого шума на рис. А.2 охватывает полосу частот от частоты передачи данных до 1,5 МГц и обладает гауссовым распределением амплитуд с пик-фактором не менее 5,0.

А.3.1.3 Измерения калибровки генератора перекрестных помех

Плотность PSD и средняя мощность для каждого сценария теста на устойчивость к перекрестным помехам должны быть калиброваны путем измерения выходного сигнала схемы связи с гетеродином для перекрестных помех при тестовом шлейфе, замененном нагрузкой двух параллельных резисторов на 135 Ом (каждый на 67,5 Ом), и при неподключенном терминальном оборудовании. Два параллельных на 135 Ом резистора моделируют оконечную нагрузку шлейфа нулевой длины. Сигнал перекрестных помех должен измеряться как напряжение с помощью селективного вольтметра с высоким полным сопротивлением (т. е. с помощью анализатора спектра) и преобразовываться в мощность такого уровня, где предполагается эталонное полное сопротивление в 135 Ом. Эта процедура позволяет эффективно измерить мощность перекрестных помех, подаваемую в один резистор (только одна сторона шлейфа). Измеренные PSD перекрестных помех и средние мощности перекрестных помех, объединенные в нагрузку калибровки, должны оставаться в пределах, определяемых в подразделе А.3.1.2 для каждого определенного сценария перекрестных помех, описанного в подразделе А.3.1.6.

А.3.1.4 Калибровка устройства моделирования шлейфа

Наблюдаются значительные вариации во вносимых потерях шлейфа для одной и той же модели шлейфа в устройствах моделирования шлейфа как от разных, так и от одних и тех же производителей. Типовые устройства моделирования шлейфов могут иметь колебания во вносимых потерях, превышающие $\pm 1,0$ дБ относительно идеальной модели шлейфа в полосе сигналов SHDSL. Вариации во вносимых потерях в устройствах моделирования шлейфов могут вызвать значительные колебания измеряемого запаса помехоустойчивости системы. Для минимизации вариации результатов измерений, вызванной устройствами моделирования шлейфа, выходная мощность генератора перекрестных помех может быть скорректирована так, чтобы поддерживать постоянным значение SNR на входе приемника. Процедура калибровки состоит в следующем:

- 1) Задав дискретную форму для SNR на основе DFF, SNR_{dB} , а именно:

$$SNR_{dB} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M 10 \log_{10} \left(1 + \frac{S(f_{sym} - f_k) |H(f_{sym} - f_k)|^2}{N(f_{sym} - f_k)} + \frac{S(f_k) |H(f_k)|^2}{N(f_k)} + \frac{S(2f_{sym} - f_k) |H(2f_{sym} - f_k)|^2}{N(2f_{sym} - f_k)} + \frac{S(f_{sym} + f_k) |H(f_{sym} + f_k)|^2}{N(f_{sym} + f_k)} \right)$$

вычислить $SNR1$, идеальное отношение сигнал–шум на приеме, установив $SNR1$ равным SNR_{dB} , где $S(f)$ – номинальная спектральная плотность мощности сигнала передачи на дальнем конце (*Nominal PSD(f)* из раздела А.4), $|H(f)|^2$ – квадрат величины функции вносимого усиления идеального шлейфа, $N(f)$ – спектральная плотность мощности шума вносимых перекрестных помех ($PSD_{Case-n}(f)$ из подраздела А.3.3.9), а f_{sym} – скорость передачи символов. В этом приложении используется $f_k = k \times 1000$, $k = 1 \dots M$, где M – такое максимальное значение k , что $M \times 1000 < f_{sym} \leq (M + 1) \times 1000$. Функция вносимого усиления идеального шлейфа будет вычисляться на основе исходных констант витой медной пары согласно определению в Приложении А/G.996.1 [6].

- 2) Измерить вносимые потери устройства моделирования шлейфа при оконечных нагрузках в 135 Ом в точках f_k , которые определены на шаге 1. Следует заметить, что оконечные обратные потери относительно 135 Ом должны быть больше 35 дБ от 20 кГц до f_{sym} для обеспечения точности измерения вносимых потерь в пределах 0,25 дБ в основной части полосы сигнала SHDSL. На рис. А.3 представлен пример установки для измерений вносимых потерь. Измеряемые в дБ потери шлейфа на каждой частоте должны находиться в пределах 5% (в дБ) от теоретической функции вносимых потерь, вычисленной на шаге 1. Поскольку в измерениях в рамках процедуры калибровки легко внести ошибку, то установка для измерений обратных потерь, используемая для проверки обратных потерь в 35 дБ на окончаниях измерительной оправки, должна быть градуирована при известной тестовой нагрузке обратных потерь не менее 55 дБ в диапазоне от 20 кГц до 500 кГц. Кроме того, устройство моделирования линии должно иметь продольный баланс в 35 дБ или лучше для частот в диапазоне от 0 до f_{sym} .

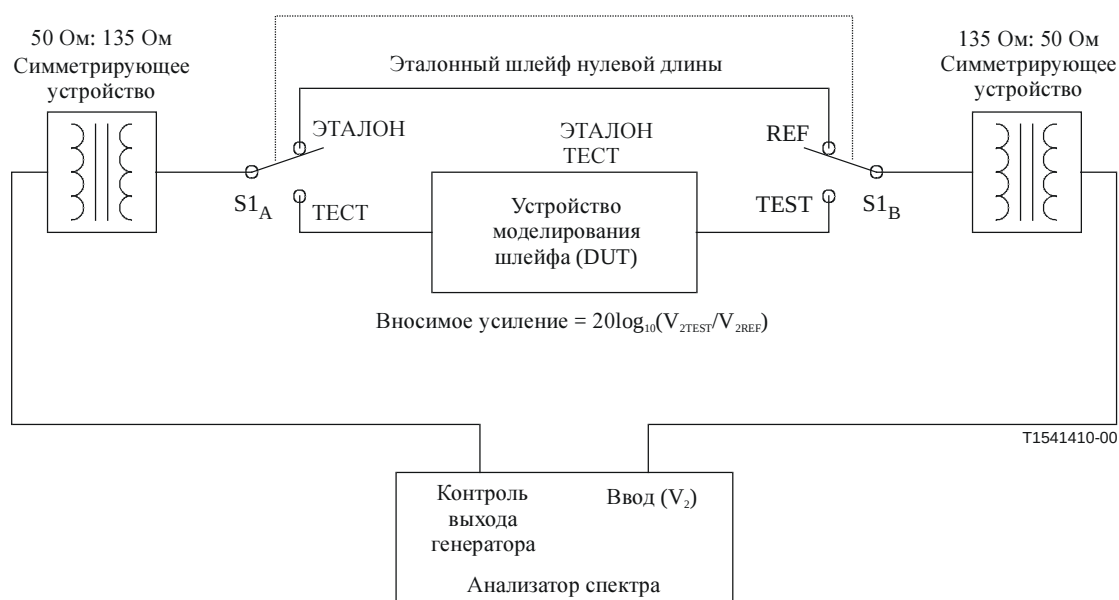


Рисунок А.3/G.991.2 – Пример установки для измерений вносимых потерь шлейфа

- 3) Вычислить SNR2, измеренное отношение сигнал–шум на приеме, установив $SNR2$ равным $SNR_{дБ}$, полученному на шаге 1, где $|H(f)|^2$ – будет квадрат измеренной величины функции вносимого усиления шлейфа, взятой из шага 2, выше, а величины $S(f)$, $N(f)$, f_{sym} и f_k – те же, что и на шаге 1 выше.
- 4) Подстроить целевой запас по помехоустойчивости в таблице А.1 на $\Delta = (SNR2 - SNR1)$ дБ. Следует отметить, что отрицательный результат вычитания соответствует уменьшению мощности генератора перекрестных помех. Следует также отметить, что в данной процедуре предполагается, что генератор перекрестных помех был ранее калиброван согласно подразделам А.3.1.2 и А.3.1.3. Все подстройки мощности перекрестных помех должны быть ограничены значением 3,0 дБ максимум. Тестовые установки, требующие подстройки мощности перекрестных помех выше значения в 3,0 дБ, не должны считаться допустимыми.

А.3.1.5 Процедура проверки на соответствие запасу устойчивости к перекрестным помехам

Трансиверы SHDSL должны иметь запас по помехоустойчивости, который соответствует значениям, перечисленным в таблице А.1, или превышает их для определенных сочетаний тестовых шлейфов и перекрестных помех. Определения тестовых шлейфов следуют из рис. А.1, а описания PSD перекрестных помех даны в подразделе А.3.3. Тест на соответствие запасу по помехоустойчивости определяется следующим образом:

- 1) Программировать схему связи с гетеродином для перекрестных помех (используя нагрузку калибровки в 67,5 Ом) по соответствующим значениям плотности PSD и суммарной мощности, описанным в подразделе А.3.3.
- 2) Увеличить мощность вводимых перекрестных помех на соответствующее значение запаса по помехоустойчивости, описанное в таблице А.1.
- 3) Используя тестовую установку на рис. А.2, активировать трансиверы SHDSL и обеспечить минимальный 5-минутный интервал точной настройки.
- 4) Измерить значение BER, используя как минимум число битов, равное 10^9 .
- 5) Измеренное значение BER на каждом конце должно быть меньше чем 10^{-7} .

А.3.1.6 Требования к перекрестным помехам

В таблице А.1 приведен минимальный набор тестовых шлейфов и сочетаний перекрестных помех, необходимых для тестирования границ помехоустойчивости линий SHDSL. Соответствующий блок должен быть протестирован, как описано в подразделе А.3.1.5, на соответствие показателю BER для всех сценариев перекрестных помех и тестовых шлейфов из таблицы А.1. Для блоков STU-C и STU-R будет использоваться потеря мощности в 0 дБ.

Таблица А.1/G.991.2 – Сценарии перекрестных помех и требуемые запасы по помехоустойчивости для линий SHDSL (примечание)

Тест	Тестовый шлейф (рис. А.1)	L ($\times 1000'$)	Тестовый блок	Скорость передачи данных полезной нагрузки (кбит/с)	PSD	Сочетание источников помех	Требуемый запас (дБ)
1	C4	–	STU-C	1544	асимметричная	24T1 + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
2	C4	–	STU-C	1544	асимметричная	39 SHDSL	$5 + \Delta^*$
3	C4	–	STU-C	1544	асимметричная	24 FDD ADSL + 24 HDSL	$5 + \Delta^*$
4	S	9,0	STU-C	1544	асимметричная	24T1 + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
5	S	9,0	STU-C	1544	асимметричная	39 SHDSL	$5 + \Delta^*$
6	S	9,0	STU-C	1544	асимметричная	24 FDD ADSL + 24 HDSL	$5 + \Delta^*$

**Таблица А.1/G.991.2 – Сценарии перекрестных помех и требуемые запасы
по помехоустойчивости для линий SHDSL (примечание)**

Тест	Тестовый шлейф (рис. А.1)	L ($\times 1000'$)	Тестовый блок	Скорость передачи данных полезной нагрузки (кбит/с)	PSD	Сочетание источников помех	Требуемый запас (дБ)
7	C4	–	STU-R	1544	асимметричная	24T1 + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
8	S	9,0	STU-R	1544	асимметричная	24T1 + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
9	S	6,3	STU-C	2304	симметричная	24-T1 + 24 SHDSL асим. 1544	$5 + \Delta^*$
10	BT1-C	5,2	STU-C	2304	симметричная	24-T1 + 24 SHDSL асим. 1544	$5 + \Delta^*$
11	BT1-C	5,2	STU-C	2304	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
12	S	6,3	STU-R	2304	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
13	BT1-R	5,2	STU-R	2304	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
14	BT1-R	5,2	STU-R	2304	симметричная	24-T1+ 24 SHDSL асим. 1544	$5 + \Delta^*$
15	S	6,8	STU-C	2048	симметричная	24-SHDSL + 24-FDD ADSL	$5 + \Delta^*$
16	BT1-C	5,6	STU-C	2048	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
17	BT1-C	5,6	STU-C	2048	симметричная	24-T1 + 24 SHDSL асим. 1544	$5 + \Delta^*$
18	S	6,8	STU-R	2048	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
19	BT1-R	5,6	STU-R	2048	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
20	BT1-R	5,6	STU-R	2048	симметричная	24-T1+ 24 SHDSL асим. 1544	$5 + \Delta^*$
21	S	7,9	STU-C	1544	симметричная	39-SHDSL асим. 1544	$5 + \Delta^*$
22	BT1-C	6,4	STU-C	1544	симметричная	24-FDD ADSL + 24 SHDSL асим. 1544	$5 + \Delta^*$
23	BT1-C	6,4	STU-C	1544	симметричная	24-SHDSL + 24-FDD ADSL	$5 + \Delta^*$
24	S	7,9	STU-R	1544	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
25	BT1-R	6,4	STU-R	1544	симметричная	24-T1 + 24 SHDSL асим. 1544	$5 + \Delta^*$
26	BT1-R	6,4	STU-R	1544	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
27	S	11,0	STU-C	768	симметричная	49-HDSL	$5 + \Delta^*$

**Таблица А.1/G.991.2 – Сценарии перекрестных помех и требуемые запасы
по помехоустойчивости для линий SHDSL (примечание)**

Тест	Тестовый шлейф (рис. А.1)	L ($\times 1000'$)	Тестовый блок	Скорость передачи данных полезной нагрузки (кбит/с)	PSD	Сочетание источников помех	Требуемый запас (дБ)
28	BT1-C	10,2	STU-C	768	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
29	BT1-C	10,2	STU-C	768	симметричная	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
30	S	11,0	STU-R	768	симметричная	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
31	BT1-R	10,2	STU-R	768	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
32	BT1-R	10,2	STU-R	768	симметричная	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
33	S	11,2	STU-C	768	асимметричная	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
34	BT1-C	10,4	STU-C	768	асимметричная	49-HDSL	$5 + \Delta^*$
35	BT1-C	10,4	STU-C	768	асимметричная	24-FDD ADSL + 24-HDSL	$5 + \Delta^*$
36	S	11,2	STU-R	768	асимметричная	24-T1 + 24 HDSL	$5 + \Delta^*$
37	BT1-R	10,4	STU-R	768	асимметричная	24-T1 + 24-SHDSL	$5 + \Delta^*$
38	BT1-R	10,4	STU-R	768	асимметричная	39-FDD ADSL	$5 + \Delta^*$
39	S	14,8	STU-C	384	симметричная	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
40	BT2-C	13,8	STU-C	384	симметричная	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
41	BT2-C	13,8	STU-C	384	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
42	S	14,8	STU-R	384	симметричная	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
43	BT2-R	13,8	STU-R	384	симметричная	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
44	BT2-R	13,8	STU-R	384	симметричная	49-SHDSL	$5 + \Delta^*$
45	S	17,2	STU-C	256	симметричная	49-DSL	$5 + \Delta^*$
46	BT2-C	16,4	STU-C	256	симметричная	49-DSL	$5 + \Delta^*$
47	BT2-C	16,4	STU-C	256	симметричная	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
48	S	17,2	STU-R	256	симметричная	49-DSL	$5 + \Delta^*$
49	BT2-R	16,4	STU-R	256	симметричная	49-DSL	$5 + \Delta^*$
50	BT2-R	16,4	STU-R	256	симметричная	24-SHDSL + 24-DSL	$5 + \Delta^*$
51	S	19,8	STU-C	192	симметричная	49-DSL	$5 + \Delta^*$
52	BT2-C	19,1	STU-C	192	симметричная	49-DSL	$5 + \Delta^*$
53	BT2-C	19,1	STU-C	192	симметричная	24-DSL + 24 SHDSL	$5 + \Delta^*$
54	S	19,8	STU-R	192	симметричная	49-DSL	$5 + \Delta^*$

**Таблица А.1/G.991.2 – Сценарии перекрестных помех и требуемые запасы
по помехоустойчивости для линий SHDSL (примечание)**

Тест	Тестовый шлейф (рис. А.1)	L (× 1000')	Тестовый блок	Скорость передачи данных полезной нагрузки (кбит/с)	PSD	Сочетание источников помех	Требуемый запас (дБ)
55	BT2-R	19,1	STU-R	192	симметричная	49-DSL	5 + Δ*
56	BT2-R	19,1	STU-R	192	симметричная	24-DSL + 24 SHDSL	5 + Δ*
* Обозначенные запасы по помехоустойчивости в таблице А.1 имеют допуск в 1,25 дБ из-за комплексного воздействия допусков генератора перекрестных помех и калиброванного устройства моделирования шлейфа. Смещение Δ определено в подразделе А.3.1.4. ПРИМЕЧАНИЕ. – Сценарии для перекрестных помех, перечисленные в данной таблице, были разработаны в предположении наличия 50-парного кабельного арматурного хомута. Вопрос использования кабельных арматурных хомутов других размеров подлежит дальнейшему изучению.							

Предполагается, что все источники помех размещены в одном месте. Обозначение 24 SHDSL или 49 SHDSL касается линии SHDSL с той же скоростью передачи и плотностью PSD, что и у тестируемой системы. Все PSD источников помех описаны в подразделе А.3.3.9.

Процесс выбора подлежащего выполнению теста для конкретного тестируемого устройства (DUT) согласно Рекомендации G.991.2 определяется на каждом из 6 шагов, приведенных ниже в заданном порядке:

- 1) Определить набор скоростей передачи, являющихся общими для набора поддерживаемых скоростей передачи данных полезной нагрузки и следующего набора скоростей передачи данных полезной нагрузки (симметричная PSD: 192, 256, 384, 768, 1544, 2048, 2304 кбит/с; асимметричная PSD: 768, 1544 кбит/с). Получить список пересечений, состоящий из общих скоростей для этих наборов скоростей.
- 2) Если скорость 1544 кбит/с с асимметричной PSD попадает в список пересечений, тогда протестировать устройство DUT по тестам 1–8 из таблицы А.1.
- 3) Если скорость 768 кбит/с с асимметричной PSD попадает в список пересечений, тогда протестировать устройство DUT по тестам 33–38 из таблицы А.1.
- 4) Если скорость 1544 кбит/с с симметричной PSD попадает в список пересечений, тогда протестировать устройство DUT по тестам 21–26.
- 5) Для наибольшей и наименьшей скорости передачи с симметричной PSD из списка пересечений протестировать устройство DUT по всем шести тестам, связанным с этой скоростью. Например, если скорость 192 кбит/с с симметричной PSD является наименьшей скоростью, а скорость 2304 кбит/с с симметричной PSD является наибольшей скоростью, тогда протестировать устройство DUT по тестам 51–56 и 9–14 из таблицы А.1.
- 6) Для всех остальных скоростей передачи из списка пересечений, которые не протестированы, протестировать устройство DUT, используя тесты, содержащие только шлейф S. Например, если такими скоростями являются скорости 256, 384, 764 и 2048 кбит/с с симметричной DSP, тогда протестировать устройство DUT по дополнительным тестам 48, 45, 42, 39, 30, 27, 18 и 15.

Если в устройстве DUT реализованы все скорости передачи, тогда суммарное число тестов составит 40.

А.3.2 Испытание на импульсные помехи

А.3.2.1 Процедура испытаний на импульсные помехи

Сигнал импульсных помех $V(t)$ (далее называемый "тестовый сигнал") определяется следующим образом:

$$V(t) = \begin{cases} K|t|^{-3/4} & t > 0 \\ 0 & t = 0 \\ -K|t|^{-3/4} & t < 0 \end{cases}$$

где t – время, заданное в секундах, а K – числовая константа из таблицы А.2. Если реализация импульса осуществляется путем дискретизации $V(t)$, тогда сигнал должен подвергаться дискретизации при $t = (2n-1)\frac{T}{2}$, где T – период дискретизации, а $1/T$ должно быть по меньшей мере удвоенной скоростью передачи символов тестируемой системы. Подвергаемая дискретизации удвоенная амплитуда будет меняться в зависимости от частоты дискретизации. Ее можно вычислить по следующей формуле: $V_{p-p} = 2K \left| \frac{T}{2} \right|^{-\frac{3}{4}}$.

Таблица А.2/G.991.2 – Требование к напряжению импульсных помех с удвоенной амплитудой

К	Напряжение V_{p-p} тестового импульса при частоте дискретизации 2 Мдискретов/с
$1,775 \times 10^{-6}$	320 мВ

Для точности амплитуды по меньшей мере в 12 битов требуется иметь не менее 8000 дискретов при частоте дискретизации в 2 Мдискрета/с. На рис. А.4 представлен тестовый импульс, дискретизированный с частотой 2 Мдискрета/с. Схема связи с гетеродином должна быть идентична схеме, описанной в подразделе А.3.1.

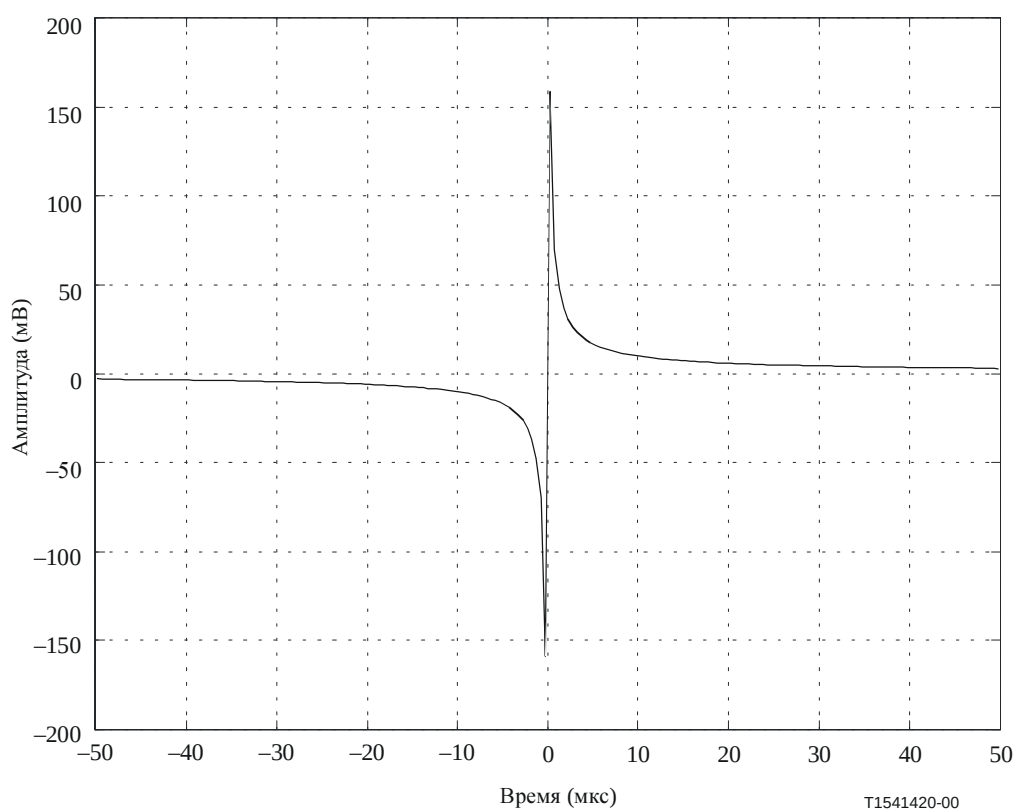


Рисунок А.4/G.991.2 – Представление временной области тестового импульса, дискретизированного с частотой 2 Мдискрета/с

А.3.2.2 Выполнение испытаний на импульсные помехи

Соответствующий блок должен быть подвергнут испытаниям на импульсные помехи, описанным в таблице А.3. Минимальный период испытаний составляет 10 с. Каждое окончание линии SHDSL должно тестироваться независимо, т. е. сигнал импульсных помех не будет одновременно поступать на оба окончания.

Таблица А.3/G.991.2 – Критерии испытаний на импульсные помехи

Тестовый шлейф	Напряжение V _p -р тестового импульса при дискретизации с частотой 2 Мдискрета/с	Частота повторений тестового импульса	Верхний предел коэффициента ошибок по битам
Шлейф С4	320 мВ	10 Гц	$5,0 \times 10^{-4}$
Шлейф S, L = 9000'	320 мВ	10 Гц	$5,0 \times 10^{-4}$
ПРИМЕЧАНИЕ. – Данные этой таблицы корректны только в отношении скорости 1544 кбит/с при асимметричной PSD. Соответствующие значения для других скоростей и плотностей PSD подлежат дальнейшему изучению.			

А.3.3 Спектральная плотность мощности источников перекрестных помех

А.3.3.1 Моделируемая PSD линии HDSL

Плотность PSD источников перекрестных помех линии HDSL выражается формулой:

$$PSD_{HDSL} = K_{HDSL} \times \frac{2}{f_0} \times \left[\frac{\sin\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2 \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^8}, \quad f_{3dB} = 196 \text{ кГц}, 0 \leq f < \infty$$

где:

$$f_0 = 392 \text{ кГц}, K_{HDSL} = \frac{5}{9} \times \frac{V_p^2}{R}, \quad V_p = 2.70 \text{ В}, \text{ и } R = 135 \text{ Ом}.$$

Из этого уравнения получается односторонняя плотность PSD, т. е. интеграл от PSD по f от 0 до бесконечности дает мощность в ваттах (Вт). PSD_{HDSL} – это PSD сигнала 2B1Q в 392 ксимв/с со случайными равновероятными уровнями, квадратными приподнятыми импульсами во всей полосе частот и с фильтрацией Баттерворта 4-го порядка ($f_{3dB} = 196 \text{ кГц}$).

А.3.3.2 Моделируемая плотность PSD линии T1

Предполагается, что PSD источника перекрестных помех в линии T1 является кодом случайной чередующейся инверсии единиц (AMI) 50%-ного рабочего цикла на скорости 1,544 Мбит/с. Односторонняя плотность выражается как:

$$PSD_{T1} = \frac{V_p^2}{R_L} \times \frac{2}{f_0} \times \left[\frac{\sin\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2 \times \sin^2\left(\frac{\pi f}{2 f_0}\right) \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^6} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}, \quad 0 \leq f < \infty$$

где:

$$V_p = 3,6 \text{ В}, R_L = 100 \text{ Ом и } f_0 = 1,544 \text{ МГц}$$

В формуле предполагается, что передаваемые импульсы проходят через формирующий фильтр нижних частот. Формирующий фильтр выбран в качестве фильтра нижних частот Баттерворта 3-го порядка с точкой в 3 дБ при частоте 3,0 МГц. Квадратичная передаточная функция для амплитуды фильтра выглядит следующим образом:

$$\left| H_{shaping}(f) \right|^2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^6}$$

Эта формула также является моделью трансформатора связи как фильтра верхних частот с точкой в 3 дБ при частоте 40 кГц, когда используется уравнение:

$$|H_{Transformer}(f)|^2 = \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}$$

A.3.3.3 Моделируемая PSD дуплексной связи с разделением частот (FDD) линии ADSL в обратном направлении передачи

Плотность PSD FDD линии ADSL в обратном направлении передачи основана на маске PSD передатчика ATU-C для ослабленных помех NEXT, определенной на рис. A.2/G.992.1 [1]. Моделируемая PSD, используемая для тестирования рабочих параметров SHDSL, определяется как упомянутая маски согласно Рекомендации МСЭ-Т G.992.1, уменьшенная на 3,5 дБм/Гц по всем частотам.

A.3.3.4 Моделируемая PSD линии ADSL в прямом направлении передачи

Плотность PSD линии ADSL в прямом направлении передачи основана на маске PSD передатчика ATU-R, определенной на рис. A.3/G.992.1 [1]. Моделируемая PSD, используемая для тестирования рабочих параметров SHDSL, определяется как упомянутая маска согласно Рекомендации МСЭ-Т G.992.1, уменьшенная на 3,5 дБм/Гц по всем частотам.

A.3.3.5 Моделируемая PSD линии SHDSL в прямом направлении передачи

Маски PSD линии SHDSL в прямом направлении передачи определены в разделе A.4. Моделируемая PSD, используемая для тестирования рабочих параметров линии SHDSL, должна представлять собой суммирование по совокупности в наихудшем случае номинальных PSD в прямом направлении передачи, взятых из раздела A.4, с PBO, установленной на 0 дБ. Номинальная PSD задается выражением $NominalPSD(f)$ в подразделах A.4.1, A.4.2 и A.4.3.

A.3.3.6 Моделируемая PSD линии SHDSL в обратном направлении передачи

Маски PSD линии SHDSL в обратном направлении передачи определены в разделе A.4. Моделируемая PSD, используемая для тестирования рабочих параметров линии SHDSL, должна представлять собой суммирование на совокупности в наихудшем случае номинальных PSD в обратном направлении передачи, взятых из раздела A.4, с PBO, установленной на 0 дБ. Номинальная PSD задается выражением $NominalPSD(f)$ в подразделах A.4.1, A.4.2 и A.4.3.

A.3.3.7 Моделируемая плотность PSD линии DSL

Спектральная плотность мощности (PSD) источников перекрестных помех в линии DSL базового доступа выражается в виде:

$$PSD_{DSL-Disturber} = K_{DSL} \times \frac{2}{f_0} \times \left[\frac{\sin\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)}{\left(\frac{\pi f}{f_0}\right)} \right]^2 \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^4}, \quad f_{3dB} = 80 \text{ кГц}, 0 \leq f < \infty$$

где:

$$f_0 = 80 \text{ кГц}, K_{DSL} = \frac{5}{9} \times \frac{V_p^2}{R}, V_p = 2,50 \text{ В и } R = 135 \text{ Ом}$$

Это уравнение дает одностороннюю плотность PSD, т. е. интеграл от PSD по f от 0 до бесконечности дает мощность в ваттах. $P_{SDSL-Disturber}$ – это плотность PSD сигнала 2B1Q в 80 ксимв/с со случайными равновероятностными уровнями, квадратными приподнятыми импульсами во всей полосе частот и с фильтрацией Баттерворта 2-го порядка ($f_{3dB} = 80 \text{ кГц}$).

A.3.3.8 Перекрестные помехи на ближнем конце (NEXT)

В передаточной функции мощности помех NEXT используется двухфрагментарная модель Унгера, при которой для частот выше 20 кГц имеет место крутизна спада в 14 дБ на декаду, а для частот, меньших или равных 20 кГц – крутизна спада в 4 дБ на декаду. Это определяется следующим образом, где N – суммарное число источников помех NEXT:

$$|H_{NEXT-2-Piece}(f, N)|^2 = \begin{cases} 4.6288 \times 10^{-10} \times f^{0.4} \times N^{0.6}, & f \leq 20 \text{ кГц} \\ 2.3144 \times 10^{-14} \times f^{1.4} \times N^{0.6}, & f > 20 \text{ кГц} \end{cases}$$

Двухфрагментарная модель Унгера используется для моделирования перекрестных помех при оценке характеристик для скоростей 1,536 или 1,544 Мбит/с с асимметричной PSD.

Ниже определяется однофрагментарная модель для передаточной функции мощности помех NEXT, где N – суммарное число источников помех NEXT:

$$|H_{NEXT-1-Piece}(f, N)|^2 = 0.8538 \times 10^{-14} \times f^{1.5} \times N^{0.6}$$

Однофрагментарная модель используется для моделирования перекрестных помех при оценке характеристик для всех скоростей передачи и плотностей PSD, за исключением скоростей 1,536 и 1,544 Мбит/с с асимметричной PSD.

Ниже определяется передаточная функция мощности помех FEXT, где N – суммарное число источников помех FEXT:

$$|H_{FEXT}(f, N, L, D)|^2 = |L(f)|^2 \times D \times 7.744 \times 10^{-21} \times f^2 \times N^{0.6}$$

где $L(f)$ – вносимые потери шлейфа, по которому источник помех посылает помехи, пока он и тестируемый сигнал являются смежными в одном и том же арматурном хомуте, а D – длина шлейфа в футах. Модель помех FEXT используется для моделирования перекрестных помех от асимметричных источников помех (конкретно для скорости передачи 1,544 Мбит/с при асимметричной PSD и линии ADSL).

А.3.3.9 Определения PSD перекрестных помех

Следующие определения PSD должны использоваться для образования сочетаний источников перекрестных помех, используемых при тестировании для определения рабочих характеристик, в таблице А.1.

$$PSD_{Case-1} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$PSD_{Case-2} = PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 39)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$PSD_{Case-3} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2$$

$$PSD_{Case-4} = \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S9.0}, 9000)|^2$$

$$PSD_{Case-5} = PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 39)|^2 +$$

$$PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{S9.0}, 9000)|^2$$

$$PSD_{Case-6} = \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 +$$

$$PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S9.0}, 9000)|^2$$

$$\begin{aligned}
PSD_{Case-7} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{C4}, 7600)|^2 \\
PSD_{Case-8} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-2-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S9.0}, 9000)|^2 \\
PSD_{Case-9} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S6.3}, 6300)|^2 \\
PSD_{Case-10} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C5.2}, 5200)|^2 \\
PSD_{Case-11} &= PSD_{SHDSL-2304-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-12} &= PSD_{SHDSL-2304-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-13} &= PSD_{SHDSL-2304-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-14} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R5.2}, 5200)|^2 \\
PSD_{Case-15} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{S6.8}, 6800)|^2 \\
PSD_{Case-16} &= PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-17} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C5.6}, 5600)|^2 \\
PSD_{Case-18} &= PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-19} &= PSD_{SHDSL-2048-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-20} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R5.6}, 5600)|^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
PSD_{Case-21} &= PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 39)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{S7.9}, 7900)|^2 \\
PSD_{Case-22} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
&\quad + \frac{24 \times PSD_{ADSL-Up}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{FEXT}(f, 48, L_{BT1-C6.4}, 6400)|^2 \\
PSD_{Case-23} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C6.4}, 6400)|^2 \\
PSD_{Case-24} &= PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-25} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-1544-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-1544-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R6.4}, 6400)|^2 \\
PSD_{Case-26} &= PSD_{SHDSL-1544-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-27} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-28} &= PSD_{SHDSL-768-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-29} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-30} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-31} &= PSD_{SHDSL-768-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-32} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-33} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-34} &= PSD_{HDSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-35} &= \frac{24 \times PSD_{ADSL-Down}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-C10.4}, 10400)|^2 \\
PSD_{Case-36} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{HDSL}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-37} &= \frac{24 \times PSD_{T1}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-768-Asym-Up}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 + \\
&\quad PSD_{SHDSL-768-Asym-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 24, L_{BT1-R10.4}, 10400)|^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
PSD_{Case-38} &= PSD_{ADSL-Up}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 39)|^2 + \\
&\quad PSD_{ADSL-Down}(f) \times |H_{FEXT}(f, 39, L_{BT1-R10.4}, 10400)|^2 \\
PSD_{Case-39} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-40} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-41} &= PSD_{SHDSL-384-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-42} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-43} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-384-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-44} &= PSD_{SHDSL-384-Sym}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-45} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-46} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-47} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-256-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-48} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-49} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-50} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-256-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-51} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-52} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-53} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-192-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2 \\
PSD_{Case-54} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-55} &= PSD_{DSL}(f) \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 49)|^2 \\
PSD_{Case-56} &= \frac{24 \times PSD_{DSL}(f) + 24 \times PSD_{SHDSL-192-Sym}(f)}{48} \times |H_{NEXT-1-Piece}(f, 48)|^2
\end{aligned}$$

А.4 Маски PSD

Для всех скоростей передачи данных измеряемая PSD передачи каждого блока STU не должна превышать маски PSD, описанные в данном подразделе ($PSDMASK_{SHDSL}(f)$), а измеряемая суммарная мощность при 135 Ом должна находиться в диапазоне, описанном в данном подразделе ($P_{SHDSL} \pm 0,5$ дБ).

Поддержка для симметричных PSD, описанных в подразделе А.4.1, является обязательной для всех поддерживаемых скоростей передачи данных. Поддержка для асимметричных PSD, описанных в подразделах А.4.2 и А.4.3, является факультативной.

А.4.1 Маски симметричных PSD

Для всех значений скоростей передачи данных с кадрами, доступных в блоке STU, можно выбрать следующий набор масок PSD ($PSDMASK_{SHDSL}(f)$):

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{N f_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{N f_{sym}}\right)^2} \times \frac{10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}}}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times \text{Порядок}}}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1,5}, & f_{int} \leq f \leq 1,1 \text{ МГц} \end{cases}$$

где $MaskOffsetdB(f)$ определяется следующим образом:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}}, & f < f_{3dB} \\ 1, & f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

f_{int} – это частота, где две функции, управляющие пересечением $PSDMASK_{SHDSL}(f)$ в диапазоне от 0 до f_{sym} . PBO – это значение потери мощности в дБ. K_{SHDSL} , Порядок , N , f_{sym} , f_{3dB} и P_{SHDSL} определены в таблице А.4. P_{SHDSL} – это диапазон мощности в PSD передачи с потерей мощности в 0 дБ. R – скорость передачи данных полезной нагрузки.

Таблица А.4/G.991.2 – Параметры симметричной плотности PSD

Скорость передачи данных полезной нагрузки, R (кбит/с)	K_{SHDSL}	Порядок	N	f_{sym} (ксимбол/с)	f_{3dB}	P_{SHDSL} (дБм)
$R < 1536$	7,86	6	1	$(R + 8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	$P1(R) \leq P_{SHDSL} \leq 13,5$
1536 или 1544	8,32	6	1	$(R + 8)/3$	$0,9 \times f_{sym}/2$	13,5
$R > 1544$	7,86	6	1	$(R + 8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	13,5

$P1(R)$ определяется следующим образом:

$$P1(R) = 0,3486 \log_2 (R \times 1000 + 8000) + 6,06 \text{ дБм}$$

Для потери мощности в 0 дБ измеряемая мощность передачи при 135 Ом должна попадать в диапазон $P_{SHDSL} \pm 0,5$ дБ. Для значений потери мощности, отличных от 0 дБ, измеряемая мощность передачи при 135 Ом должна попадать в диапазон $P_{SHDSL} \pm 0,5$ дБ минус значение потери мощности в дБ. Измеряемая PSD передачи при 135 Ом должна оставаться ниже $PSDMASK_{SHDSL}(f)$.

На рис. А.5 показаны маски PSD с потерей мощности в 0 дБ для скоростей передачи данных полезной нагрузки 256, 512, 768, 1536, 2048 и 2304 кбит/с.

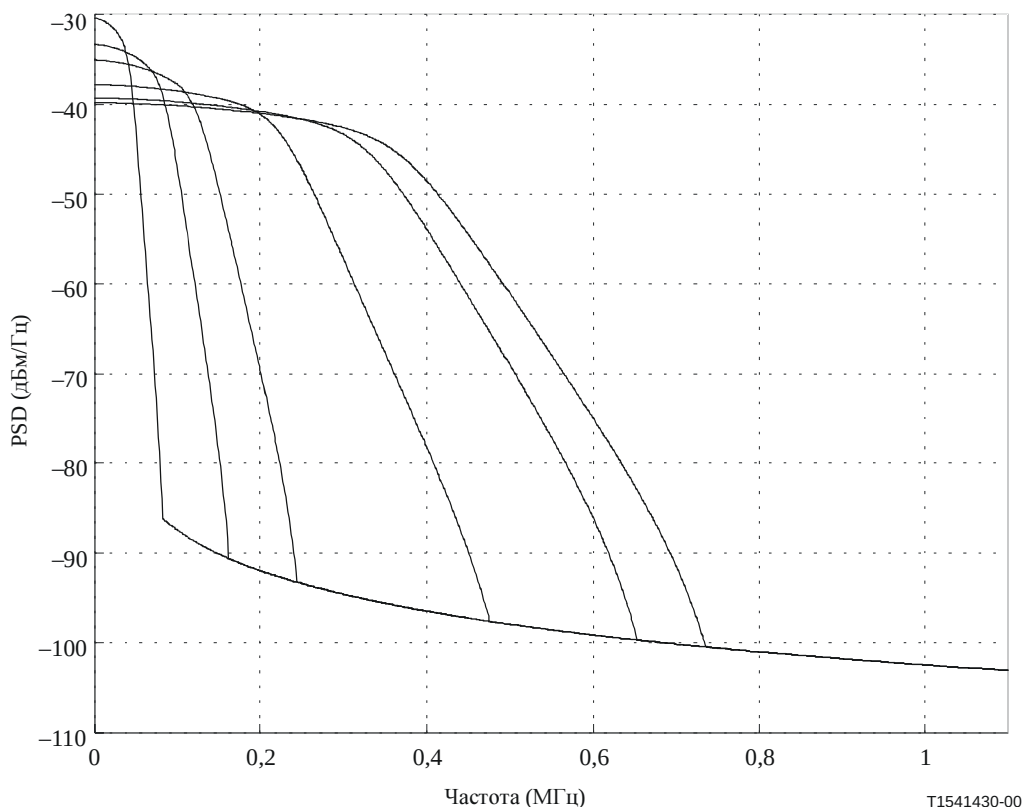


Рисунок А.5/G.991.2 – Маски PSD для потери мощности в 0 дБ

Уравнением для номинальной PSD, измеряемой в терминалах, является уравнение:

$$Nominal\ PSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times \text{Порядок}}}, & f < f_{int} \\ 0.5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5}, & f_{int} \leq f \leq 1.1 \text{ МГц} \end{cases}$$

где f_c – частота среза преобразователя, предположительно 5 кГц. На рис. А.6 показаны номинальные PSD передачи с мощностью в 13,5 дБм для скоростей передачи данных полезной нагрузки 256, 512, 768, 1536, 2048 и 2304 кбит/с.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Считается, что номинальная PSD по существу носит информативный характер, однако она используется в целях вычислений перекрестных помех (см. подразделы А.3.3.5 и А.3.3.6) как представитель типовых реализаций.

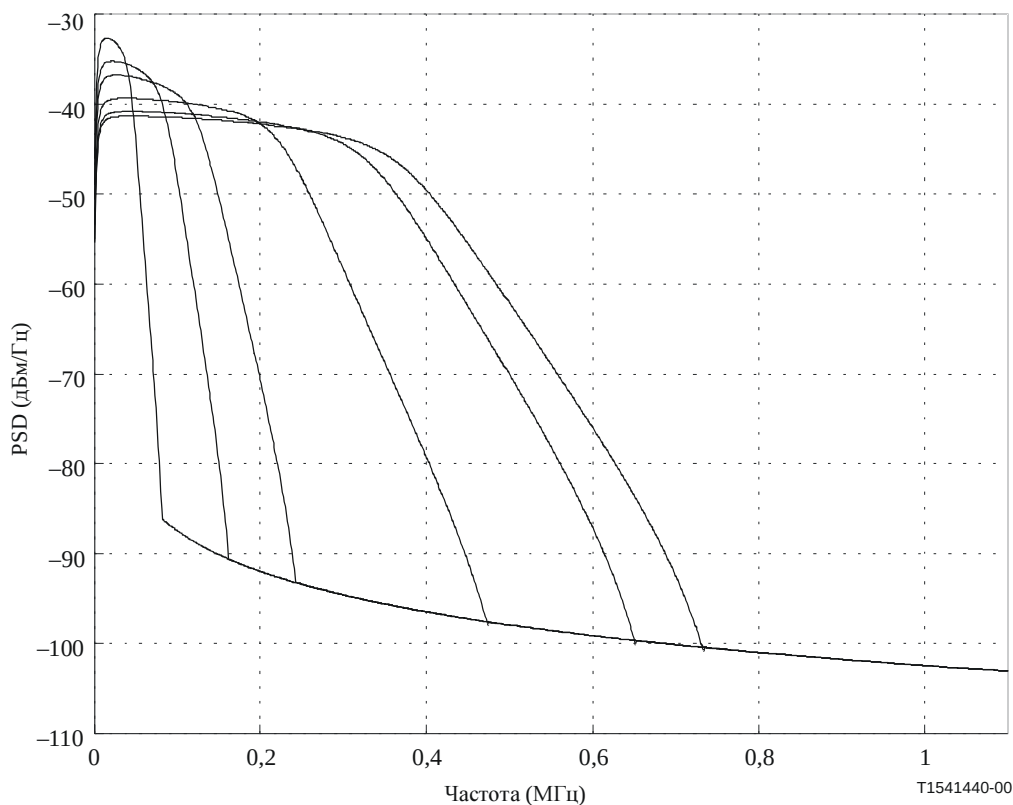


Рисунок А.6/G.991.2 – Номинальные плотности PSD для потери мощности в 0 дБ

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В этом разделе $PSDMASK(f)$ и $Nominal\ PSD(f)$ выражены в единицах Вт/Гц, а f выражается в Гц.

А.4.2 Маска асимметричной PSD при скоростях передачи 1,536 и 1,544 Мбит/с

Набор масок асимметричных плоскостей PSD, описанный в подразделах А.4.2.1 и А.4.2.2 будет факультативно поддерживаться для скоростей передачи данных полезной нагрузки в 1,536 и 1,544 Мбит/с (скоростей передачи данных с кадрами в 1,544 и 1,552 Мбит/с) в Северной Америке. Маски плотностей PSD описаны для случая потери мощности в 0 дБ. Для других значений потери мощности маски плотности PSD в полосе пропускания будут сдвигаться, но внеполосная маска будет оставаться постоянной. Мощность и спектральная плотность мощности измеряются при полном сопротивлении нагрузки в 135 Ом.

А.4.2.1 Маска PSD для блока STU-C

Для потери мощности в 0 дБ выходная мощность блока STU-C в режиме передачи данных будет составлять $(16,8 \pm 0,5)$ дБм в полосе частот от 0 до 440 кГц и будет ограничена маской на рис. А.7. В таблице А.5 приводятся численные значения для маски на рис. А.7. Маска PSD образуется в результате линейной интерполяции значений частоты и мощности (дБм/Гц) из таблицы А.5.

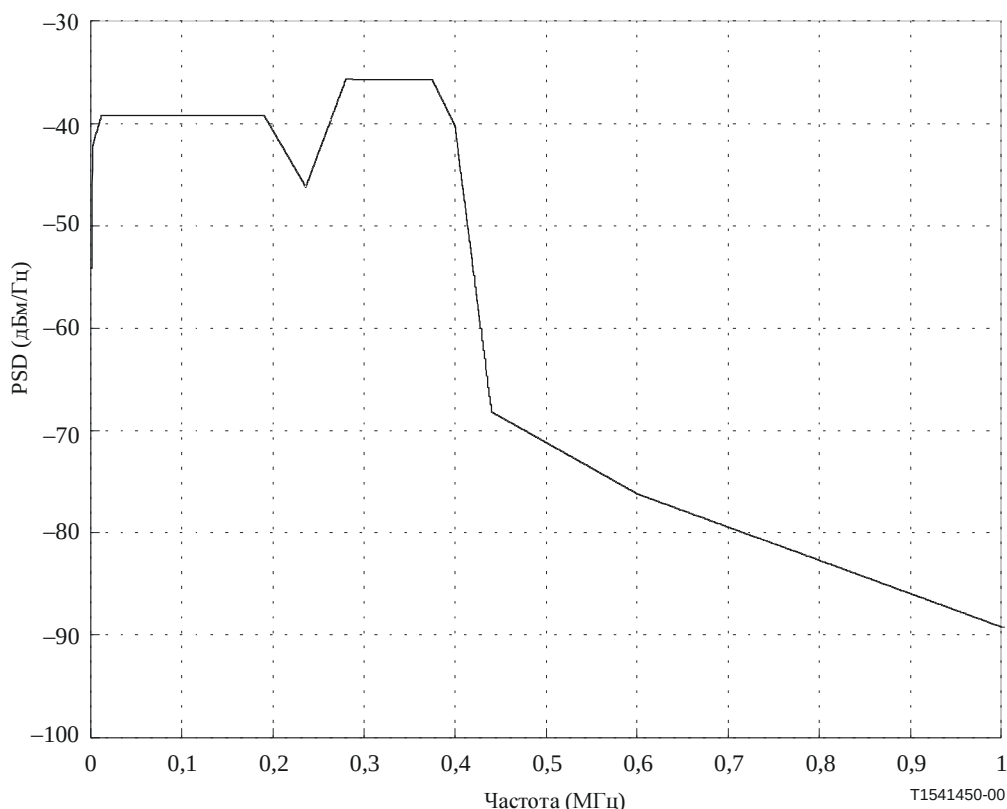


Рисунок А.7/G.991.2 – Маска PSD для блока STU-C при скоростях передачи 1,536 или 1,544 Мбит/с с потерей мощности в 0 дБ

Таблица А.5/G.991.2 – Значения маски PSD для блока STU-C при скоростях передачи 1,536 или 1,544 Мбит/с с потерей мощности в 0 дБ

Частота (кГц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)	Частота (кГц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)	Частота (кГц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)
≤1	-54,2 – PBO	280	-35,7 – PBO	1000	-89,2
2	-42,2 – PBO	375	-35,7 – PBO	2000	-99,7
12	-39,2 – PBO	400	-40,2 – PBO	≥3000	-108
190	-39,2 – PBO	440	-68,2		
236	-46,2 – PBO	600	-76,2		

Маска PSD для блока STU-C будет вычисляться путем вычитания PBO для (значения потери мощности, в дБ) из каждого значения плотности PSD по таблице А.5 для частот, меньших или равных 400 кГц, с последующей линейной интерполяцией частоты и мощности (дБм/Гц) по всем частотам. Выходная мощность блока STU-C в режиме передачи данных будет составлять $(16,8 - PBO \pm 0,5)$ дБм в полосе частот от 0 до 440 кГц. Уровень мощности при запуске будет составлять $(16,6 - PBO \pm 0,5)$ дБм. Номинальная плотность PSD ($NominalPSD(f)$) определяется как Маска PSD с PBO, установленной на 1 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Считается, что номинальная плотность PSD по существу носит информативный характер, однако она используется в целях вычислений перекрестных помех (см. подразделы А.3.3.5 и А.3.3.6) как "представитель" типовых реализаций.

А.4.2.2 Маска PSD для блока STU-R

Выходная мощность блока STU-R в режиме передачи данных при потере мощности в 0 дБ будет составлять $(16,5 \pm 0,5)$ дБм в полосе частот от 0 до 300 кГц и будет ограничена маской на рис. А.8. В таблице А.6 приводятся численные значения для маски на рис. А.8. Маска PSD формируется в результате линейной интерполяции значений частоты и мощности (дБм/Гц) из таблицы А.6.

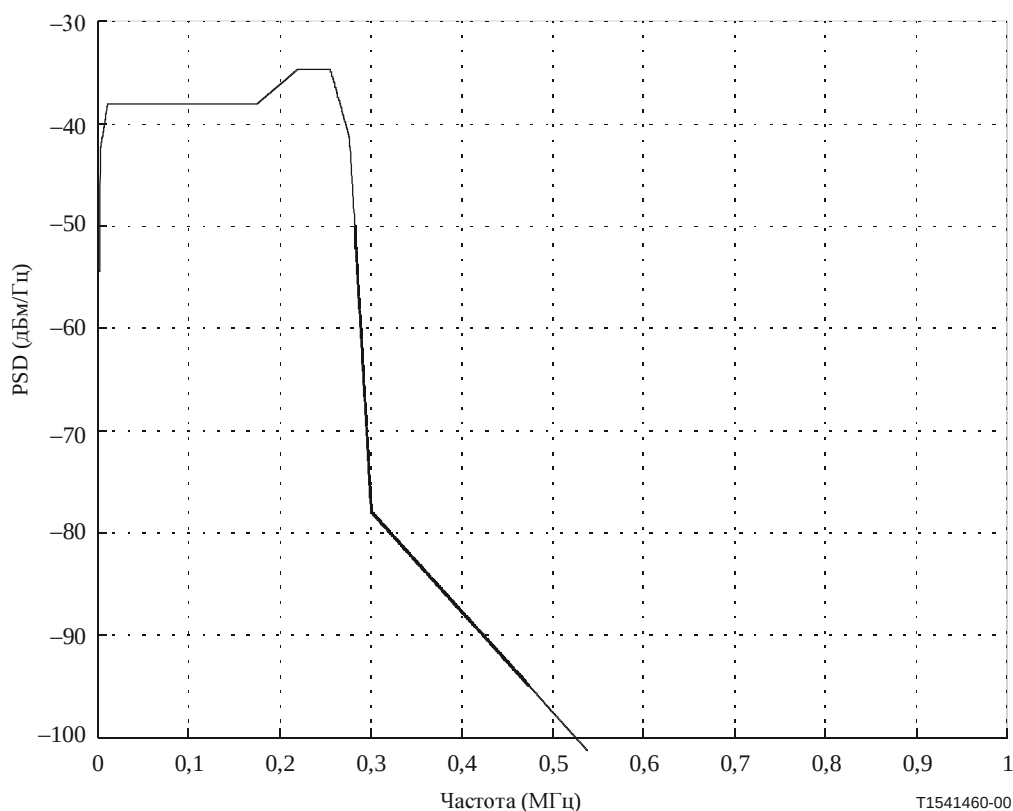


Рисунок А.8/G.991.2 – Маска PSD для блока STU-R при скоростях передачи 1,536 или 1,544 Мбит/с с потерей мощности в 0 дБ

Таблица А.6/G.991.2 – Значения маски PSD для блока STU-R при скоростях передачи 1,536 или 1,544 Мбит/с с потерей мощности в 0 дБ

Частота (кГц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)	Частота (кГц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)	Частота (кГц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)
≤1	-54,2 – PBO	220	-34,4 – PBO	555	-102,6
2	-42,1 – PBO	255	-34,4 – PBO	800	-105,6
10	-37,8 – PBO	276	-41,1 – PBO	1400	-108
175	-37,8 – PBO	300	-77,6	≥2000	-108

Маска PSD для блока STU-R будет вычисляться путем вычитания PBO (значения потери мощности, в дБ) из каждого значения плотности PSD в таблице А.6 для частот, меньших или равных 276 кГц, с последующей линейной интерполяцией частоты и мощности (дБм/Гц) по всем частотам. Выходная мощность блока STU-R в режиме передачи данных будет составлять $(16,5 - PBO \pm 0,5)$ дБм в полосе частот от 0 до 300 кГц. Уровень мощности при запуске будет составлять $(16,3 - PBO \pm 0,5)$ дБм. Номинальная плотность PSD ($NominalPSD(f)$) определяется как Маска PSD с PBO, установленной на 1 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Считается, что номинальная плотность PSD по существу носит информативный характер, однако она используется в целях вычислений перекрестных помех (см. подразделы А.3.3.5 и А.3.36) как "представитель" типовых реализаций.

А.4.3 Маски асимметричных PSD для скоростей передачи данных 768 или 776 кбит/с

Набор масок асимметричных PSD, определенный в подразделах А.4.3.1 и А.4.3.2, будет факультативно поддерживаться для скоростей передачи данных полезной нагрузки в 768 Кбит/с и 76 Кбит/с (скоростей передачи данных с кадрами в 776 и 784 Кбит/с) в Северной Америке. Маски плотностей PSD описаны для случая потери мощности в 0 дБ. Что касается других значений потери мощности, то маски плотностей PSD в полосе пропускания будут сдвигаться, но внеполосная маска будет оставаться постоянной. Мощность и спектральная плотность мощности измеряются при нагрузке полного сопротивления в 135 Ом.

А.4.3.1 Маска PSD для блока STU-C

Выходная мощность блока STU-C в режиме передачи данных при потере мощности в 0 дБ составит $(14,1 \pm 0,5)$ дБм в полосе частот от 0 до 600 Гц и будет ограничена маской на рис. А.9. В таблице А.7 содержатся численные значения для маски на рис. А.9. Маска PSD формируется в результате линейной интерполяции значений частоты и мощности (дБм/Гц) из таблицы А.7.

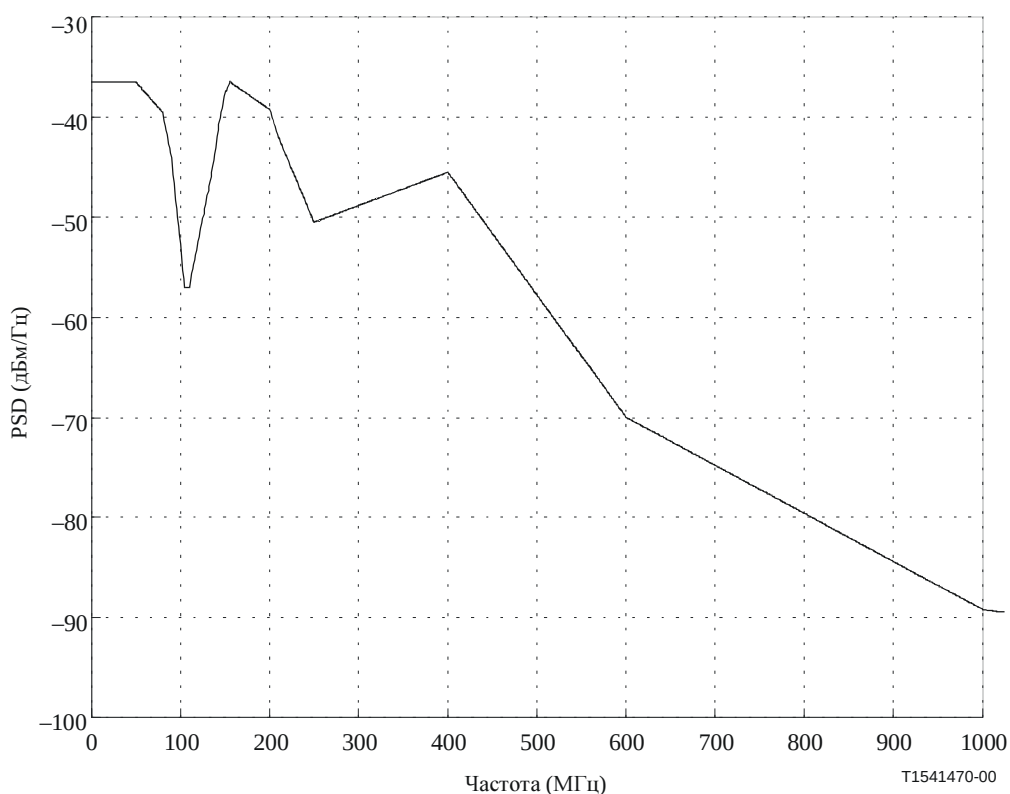


Рисунок А.9/G.991.2 – Маска PSD для блока STU-C при скоростях передачи 768 или 776 кбит/с с потерей мощности в 0 дБ

Таблица А.7/G.991.2 – Значения маски PSD для блока STU-C при скоростях передачи 768 или 776 кбит/с с потерей мощности в 0 дБ

Частота (кГц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)	Частота (кГц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)	Частота (кГц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)
≤50	-36,5 – PBO	135	-45,5 – PBO	250	-50,5 – PBO
80	-39,5 – PBO	145	-39,5 – PBO	400	-45,5 – PBO
90	-44 – PBO	150	-37,5 – PBO	600	-70
105	-57 – PBO	155	-36,5 – PBO	1000	-89,2
110	-57 – PBO	200	-39,25 – PBO	2000	-99,7
		210	-42 – PBO	≥3000	-108

Маска PSD для блока STU-C будет вычисляться путем вычитания PBO для (значения потери мощности, в дБ) из каждого значения плотности PSD по таблице А.7 для частот, меньших или равных 400 кГц, с последующей линейной интерполяцией частоты и мощности (дБм/Гц) по всем частотам. Выходная мощность блока STU-C в режиме передачи данных будет составлять (14,1-PBO± 0,5) дБм в полосе частот от 0 до 600 кГц. Уровень мощности при запуске составит (13,9-PBO± 0,5) дБм. Номинальная плотность PSD (*NominalPSD(f)*) определяется как маска PSD с PBO, установленной на 1 дБ и умноженной на $f^2/(f^2+f_c^2)$, где f – частота в Гц, а $f_c=5000$ Гц, представляющая номинальную частоту среза трансформатора.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Считается, что номинальная плотность PSD по существу носит информативный характер, однако она используется в целях вычислений перекрестных помех (см. подразделы А.3.3.5 и А.3.3.6) как "представитель" типовых реализаций.

А.4.3.2 Маска PSD для блока STU-R

Выходная мощность блока STU-R в режиме передачи данных при потере мощности в 0 дБ будет составлять (14±0,5) дБм в полосе частот от 0 до 300 кГц и будет ограничена маской на рис. А.10. В таблице А.8 приводятся равенства для маски на рисунке А.10.

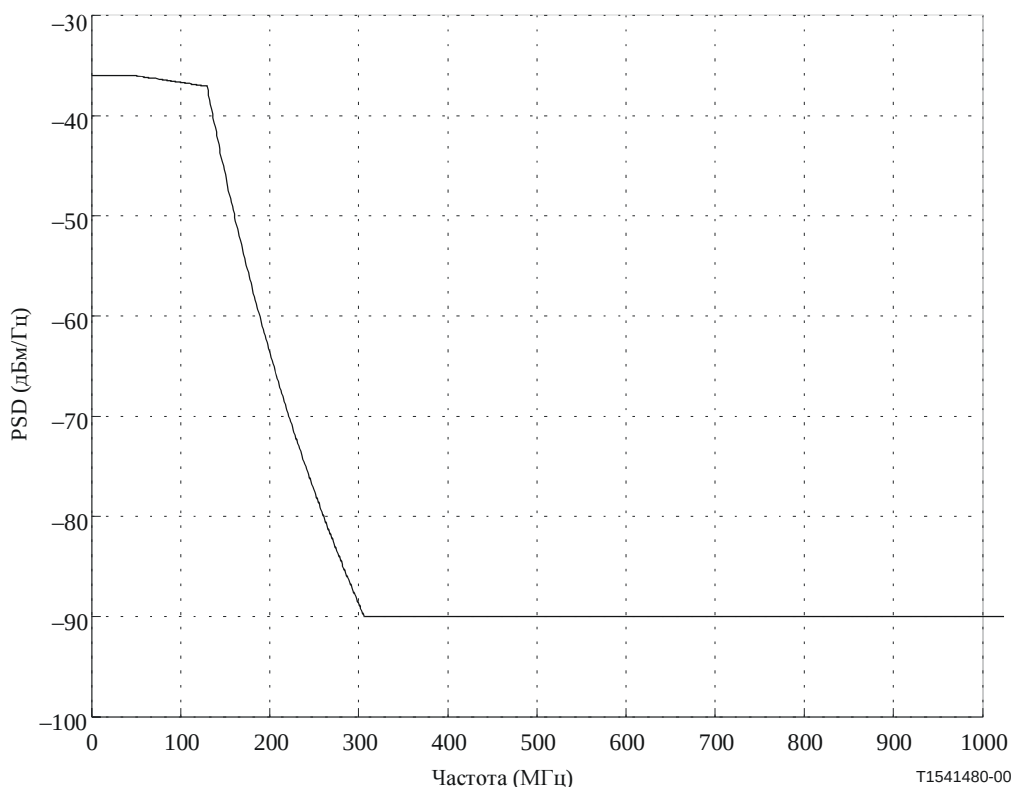


Рисунок А.10/G.992.1 – Маска PSD для блока STU-R при скоростях передачи 768 или 776 кбит/с с потерей мощности в 0 дБ

Таблица А.8/G.991.2 – Значения маски PSD для блока STU-R при скоростях передачи 768 или 776 кбит/с с потерей мощности в 0 дБ

Частота f (Гц)	Максимальная мощность (дБм/Гц)
$0 < f \leq 50\,000$	$-36 - \text{PBO}$
$50\,000 < f \leq 125\,000$	$-36 - \text{PBO} - ((f - 50\,000)/75\,000)$
$125\,000 < f \leq 130\,000$	$-37 - \text{PBO}$
$130\,000 < f \leq 307\,000$	$-37 - \text{PBO} - 142 \log_{10}(f/130\,000)$
$307\,000 < f \leq 1\,221\,000$	-90
$1\,221\,000 < f \leq 1\,630\,000$	-90 пик, с максимальной мощностью в $(-90 - 48 \log_2(f/1\,221\,000) + 60)$ дБм в окне $[f, f+1 \text{ МГц}]$
$f > 1\,630\,000$	-90 пик, с максимальной мощностью в -50 дБм в окне $[f, f+1 \text{ МГц}]$

Маска PSD для блока STU-R будет вычисляться путем вычитания PBO (значения потери мощности, в дБ) из каждого значения плотности PSD в таблице А.8 для частот, меньших или равных 307 кГц, с последующей оценкой равенств для мощности (дБм/Гц) по всем частотам. Выходная мощность блока STU-R в режиме передачи данных будет составлять $(14,1 - \text{PBO} \pm 0,5)$ дБм в полосе частот от 0 до 307 кГц. Уровень мощности при запуске будет составлять $(13,9 - \text{PBO} \pm 0,5)$ дБм. Номинальная плотность PSD ($NominalPSD(f)$) определяется как Маска PSD с PBO, установленной на 1 дБ, умноженная на $f^2/(f_c^2 + f^2)$, где f – частота в Гц, а f_c – номинальная частота среза преобразователя, равная 5000 Гц.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Номинальная плотность PSD предназначена, в сущности, для использования в информационных целях, однако она используется в целях вычислений перекрестных помех (см. подразделы А.3.3.5 и А.3.3.6) как "представитель" типичных реализаций.

А.5 Характерные для региона функциональные характеристики

А.5.1 Скорость передачи данных

Работа блока STU в режиме передачи данных при определенной скорости передачи информации будет соответствовать работе блока STU, описанной в таблице А.9.

Таблица А.9/G.991.2 – Скорости передачи данных с кадрами

Скорость передачи данных полезной нагрузки, R (кбит/с)	Модуляция	Скорость передачи символов (ксимв/с)	K (битов на символ)
$R = n \times 64 + (i) \times 8$	16-ТСПАМ	$(R + 8) \div 3$	3

Для устройств, поддерживающих функциональные возможности, описанные в приложении А, на скорости передачи данных не будут налагаться дополнительные ограничения, кроме ограничений, сформулированных в разделе 5 и повторно упомянутых в подразделах 7.1.1, 8.1 и 8.2.

А.5.2 Обратные потери

Для устройств, поддерживающих функциональные возможности, описанные в приложении А, обратные потери будут определяться на основе методологии, изложенной в разделе 11.3 и ограничений, представленных на рисунке 11.6. Величины, представленные на рис. 11.6, подчиняются следующим равенствам:

$$RL_{\text{MIN}} = 12 \text{ дБ}$$

$$f_0 = 12,56 \text{ кГц}$$

$$f_1=50 \text{ кГц}$$

$$f_2=f_{sym}^{/2}$$

$$f_3=1,99f_{sym}$$

где f_{sym} – скорость передачи символов.

А.5.3 Электропитание участка

Способность блока STU-C осуществлять электропитание блока STU-R по участку является факультативной. Однако, если такая возможность предоставляется, то блок STU-C должен отвечать требованиям, содержащимся в подразделе А.5.3.1. Возможность для блока STU-R (или блока SRU) получить дистанционное электропитание через участок является факультативной. Однако если такая возможность предоставляется, то блоки STU-R или SRU будут отвечать требованиям, содержащимся в подразделе А.5.3.2. Сегменты, не поддерживающие электропитание участка или отключившие его, могут факультативно подать ток обтекания, как определено в подразделе А.5.3.3.

Блоки STU-C, STU-R и SRU будут соответствовать всем применяемым промышленным стандартам по безопасности, которые не противоречат использованию этих блоков. В частности, в высшей степени желательно, чтобы оборудование линий SHDSL отвечало требованиям Рек. МСЭ-Т К.50 [4], проведенной в добавлении IV.

Если блок STU-R используется как оборудование CPE (то есть, он является частью абонентской установки), тогда в блоке STU-C электропитание участка будет отключено. Блок STU-C может подавать ток обтекания, как определено в подразделе А.5.3.3.

Будучи реализованным, электропитание участка линии SHDSL будет поддерживать питание постоянным током удаленных оконечных устройств через однопролетные шлейфовые сопротивления от 0 до 1800 Ом. Максимальное сопротивление участка включает в себя сопротивление шлейфа для наихудшего случая плюс сопротивление проводки на центральной станции и на удаленном объекте. Источник питания пролета для блока STU-C сконструирован как источник напряжения и будет рассматриваться как цепь с огромным напряжением применительно ко всем упомянутым стандартам.

Требования к электропитанию пролета, определяемые в данном приложении, предназначены для использования в одном сегменте от блока STU-C до любого блока STU-R или блока SRU. Применение этих требований к сегменту от блока STU-C к блоку SRU выразится в прекращении подачи напряжений электропитания пролета в блоке SRU. Последующие сегменты могут факультативно поддерживать ток обтекания. Электропитание через несколько пролетов не запрещается, однако требования, связанные с таким случаем, подлежат дальнейшему изучению. Так обтекание может факультативно поддерживаться через любой сегмент (от STU-R к STU-C, от STU-C к SRU, от SRU к STU-R или от SRU к SRU-R).

Для обеспечения взаимодействия и надежной работы блоки STU-C и STU-R (или SRU) будут отвечать следующим требованиям при реализации электропитания пролета.

А.5.3.1 Источник электропитания участка для блока STU-C

А.5.3.1.1 Выходное напряжение

Максимальный потенциал между проводом "а" и проводом "в" будет составлять 200 В, а минимальный – 160 В.

А.5.3.1.2 Мощность

Минимальная возможная мощность на выходе в установившемся режиме будет составлять 15 Вт.

А.5.3.1.3 Полярность

Отрицательный потенциал подается на окончание, обозначенное как "кольцо" ("ring") (провод "в") или R. Потенциал от провода "а" на землю должен быть нулевым или отрицательным.

А.5.3.1.4 Скорость нарастания выходного напряжения

Скорость нарастания выходного напряжения при включении питания в интерфейсе шлейфа блока STU-C (время нарастания напряжения V_{TEST}) будет составлять по меньшей мере 1 В/мс, но не выше, чем 20 В/мс при измерении в тестовой схеме из рис. А.11 при всех тестовых условиях, которые определены в таблице А.10.

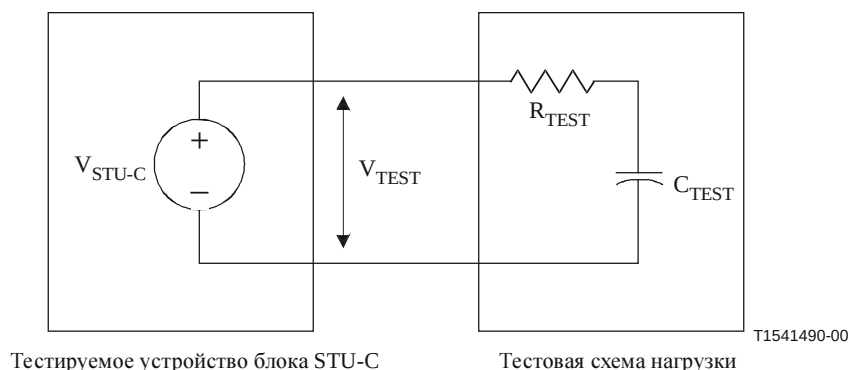


Рисунок А.11/G.991.2 – Тестовая схема скорости нарастания выходного напряжения при включении питания блока STU-C

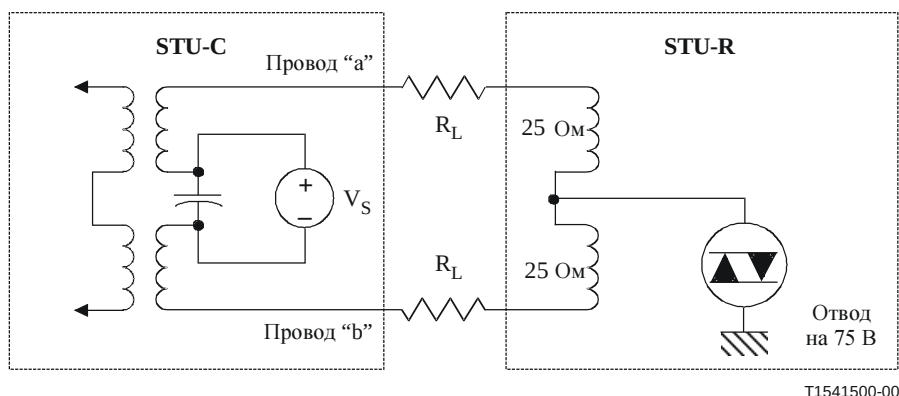
Таблица А.10/G.991.2 – Тестовые условия для скорости нарастания выходного напряжения блока STU-C

C_{TEST} (мкФ)	R_{TEST} (Ом)
1,0	100
1,0	1800
15	100
15	1800

ПРИМЕЧАНИЕ (информационное). – В шлейфе на 900 Ом выходное напряжение блока STU-C выражается в максимальной дистанционной силовой нагрузке в 7,1 Вт.

А.5.3.1.5 Колебания электропитания

Электропитание блока STU-C должно быть организовано так, чтобы колебания электропитания (состояние, которое может выражаться чрезмерным количеством помех в проводных парах кабеля) не влияли на электрические характеристики защитной цепи на рисунке А.12.



ПРИМЕЧАНИЕ (информационное). При соответствующих ограничениях по току (заземление) эти требования не противоречат критериям ограничений напряжения класса 2, содержащимся в [B5] в Добавлении IV.

Рисунок А.12/991.2 – Пример цепи с колебаниями электропитания

А.5.3.2 Электропитание блока STU-R (и блока SRU)

А.5.3.2.1 Входное напряжение

Блок STU-R (или блок SRU) будет функционировать должным образом в диапазоне входных напряжений от 80 В до 200 В. Блок STU-R (или блок SRU) может работать при входных напряжениях, меньших 80 В.

А.5.3.2.2 Полярность

Блок STU-R (или блок SRU) будет функционировать нормально независимо от полярности линейного входного напряжения. Следует заметить, что на изменение полярности указывает сообщение ответа на запрос состояния технического обслуживания, передаваемое по каналу EDC (подпункт 9.5.5.7.20).

А.5.3.2.3 Электрическая емкость

Электрическая емкость блока STU-R (или блока SRU) будет составлять 15 мкФ или меньше.

А.5.3.2.4 Нагрузочная характеристика

Чтобы гарантировать стабильность системы электропитания во время включения питания и работу в установившемся режиме, блок STU-R (или блок SRU) будет обладать такой нагрузочной характеристикой, за которой можно наблюдать по измерениям на тестовой схеме, представленной на рис. А.13.

В то время как линейное напряжение V_{LINE} пилообразно меняется от 0 В до определенного максимального напряжения при определенной скорости нарастания выходного напряжения, значения линейного напряжения (V_{LINE}) и напряжения по нагрузке (V_{LOAD}) будут наблюдаться и регистрироваться. Пусть t_0 – это момент времени регистрации в процессе включения электропитания, когда $V_{LOAD} = V_{LINE}/2$. Нагрузочная характеристика тестируемого устройства (ДИТ) блока STU-R (или блока SRU) будет такой, что для любого $t > t_0$, $V_{LOAD} > V_{LINE}/2$. Этот критерий будет соблюдаться для всех тестовых условий, которые определены в таблице А.11.

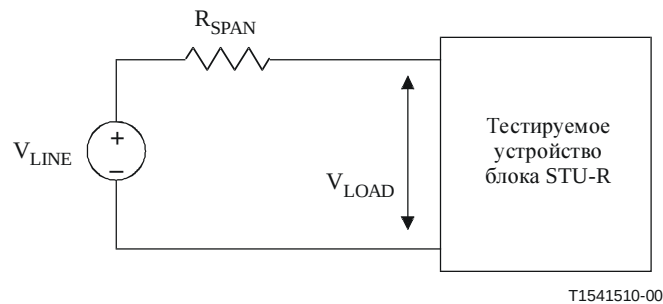


Рисунок А.13/G.991.2 – Тестовая схема для нагрузочной характеристики включения блока STU-R

Таблица А.11/G.991.2 – Тестовые условия для нагрузочной характеристики включения блока STU-R

Скорость нарастания напряжения V_{LINE} (В/мс)	Максимальное напряжение V_{LINE}	R_{SPAN} (Ом)
1,0	200	100
1,0	160	1800
30,0	200	100
30,0	160	1800

Тестовый источник питания, используемый для генерирования напряжения V_{LINE} должен иметь минимальную емкость по нагрузке в 20 Вт при всех выходных напряжениях до 200 В. Тестовый источник питания должен использовать стабилизацию линейного напряжения для минимизации влияния нестационарностей выходного напряжения (наблюдаемого при напряжении V_{LINE}) в условиях изменений тестовой нагрузки.

А.5.3.3 Ток обтекания

Блок STU-R (или блок SRU-R) будет способен отбирать ток обтекания силой от 1,0 до 20 мА от удаленной цепи питания в случае отключения или отсутствия поддержки электропитания пролета. Максимальная частота изменения тока обтекания составит не более 20 мА в секунду.

Блок STU-C (или блок SRU-C) может факультативно осуществлять электропитание, поддерживая ток обтекания, если электропитание пролета отключено или не поддерживается. При отключении этот источник питания должен обеспечить номинальное напряжение в 48 В (измеряемое от провода "в" до провода "а"). Максимальное напряжение этого источника питания (если таковой имеется) должно быть ограничено значением в 56,5 В, а минимальное напряжение должно быть достаточно высоким, чтобы обеспечивать минимум в 32 В на входах блоков STU-R или SRU-R. Ни в каком случае источник тока обтекания не будет подавать напряжение выше 72 В (измеряемое от провода "в" до провода "а"). Потенциал от провода "а" на землю должен быть нулевым или отрицательным.

А.5.3.4 Физическое окончание

Физическое (металлическое) окончание в блоке STU-R будет обеспечиваться в связи с использованием тока обтекания (подраздел А.5.3.3). Блок SRU-R будет отвечать тем же требованиям, которые определены в данном разделе для блока STU-R.

В таблице А.12 и на рис. А.14 даются характеристики, касающиеся физического окончания для постоянного тока блока STU-R. Физическое окончание обеспечивает путь постоянного тока от провода "а" к проводу "в" в блоке STU-R, предоставляющему путь току обтекания. Используя нелинейные функции физического окончания, тестовая система сетевой стороны может определить наличие соответствующего блока STU-R на пользовательской стороне интерфейса. На характеристики физического окончания не будет влиять подача питания блоку STU-R в любом состоянии или отсутствие питания.

Имеются два рабочих состояния физического окончания для постоянного тока:

- a) состояние электропроводимости или состояние ВКЛ ("включено")
- b) состояние отсутствия электропроводимости или состояние ВЫКЛ ("выключено").

A.5.3.4.1 Состояние ВКЛ

Использование напряжения в физическом окончании, превышающем V_{AN} (напряжение активации/отсутствия активации) в течение времени, превышающего время активации, вызовет переход физического окончания в состояние ВКЛ. Напряжение активации/отсутствия активации будет в диапазоне от 30,0 до 39,0 В. Время активации будет в интервале от 3,0 до 50,0 мс. Если должно произойти изменение состояния, то переход будет выполнен в течение 50 мс с момента, когда подаваемое в физическое окончание напряжение впервые превысит напряжение V_{AN} . Использование напряжения, превышающего напряжение V_{AN} , в течение времени, меньшего, чем 3 мс, не вызовет перехода физического окончания в состояние ВКЛ. См. таблицу A.12 и рисунок A.14.

Во время пребывания физического окончания в состоянии ВКЛ, когда напряжение в этом окончании составляет 15 В, величина тока должна быть равной 20 мА или выше. Физическое окончание будет оставаться в состоянии ВКЛ до тех пор, пока величина тока не станет выше порогового значения I_{HR} (см. таблицу A.12 и рис. A.14), которое будет в диапазоне от 0,1 до 1,0 мА. Использование напряжения в 90 В при сопротивлении от 200 до 4000 Ом (с максимальной продолжительностью в 2 с) выразится в величине тока, превышающей 9,0 мА.

A.5.3.4.2 Состояние ВЫКЛ

Физическое окончание перейдет в состояние ВЫКЛ, если величина тока опустится ниже порогового значения I_{HR} , которое будет находиться в диапазоне от 0,1 до 1,0 мА в течение времени, превышающего время "гарантированного освобождения" (100 мс) (см. таблицу A.12 и рис. A.14). Если должно произойти изменение состояния, то переход будет выполнен в течение 100 мс с момента, когда величина тока впервые опустится ниже I_{HR} . Если снижение величины тока ниже значения I_{HR} будет происходить в течение интервала времени, меньшего, чем 3,0 мс, то физическое окончание не перейдет в состояние ВЫКЛ. Во время пребывания в состоянии ВЫКЛ величина тока будет меньше 5,0 мкА всякий раз, когда напряжение ниже 20,0 В. Величина тока не будет превышать значения в 1 мА, пока напряжение в физическом окончании остается ниже напряжения активации.

В таблице A.12 и на рисунке A.14 можно найти материал описательного характера.

A.5.3.4.3 Емкость блока STU-R

Во время пребывания физического окончания в состоянии ВЫКЛ емкость участка от провода "а" до провода "в" блока STU-R при измерении с частотой ниже 100 кГц будет составлять $1,0 \text{ мкФ} \pm 10\%$.

A.5.3.4.4 Режим работы блока STU-R во время физического тестирования

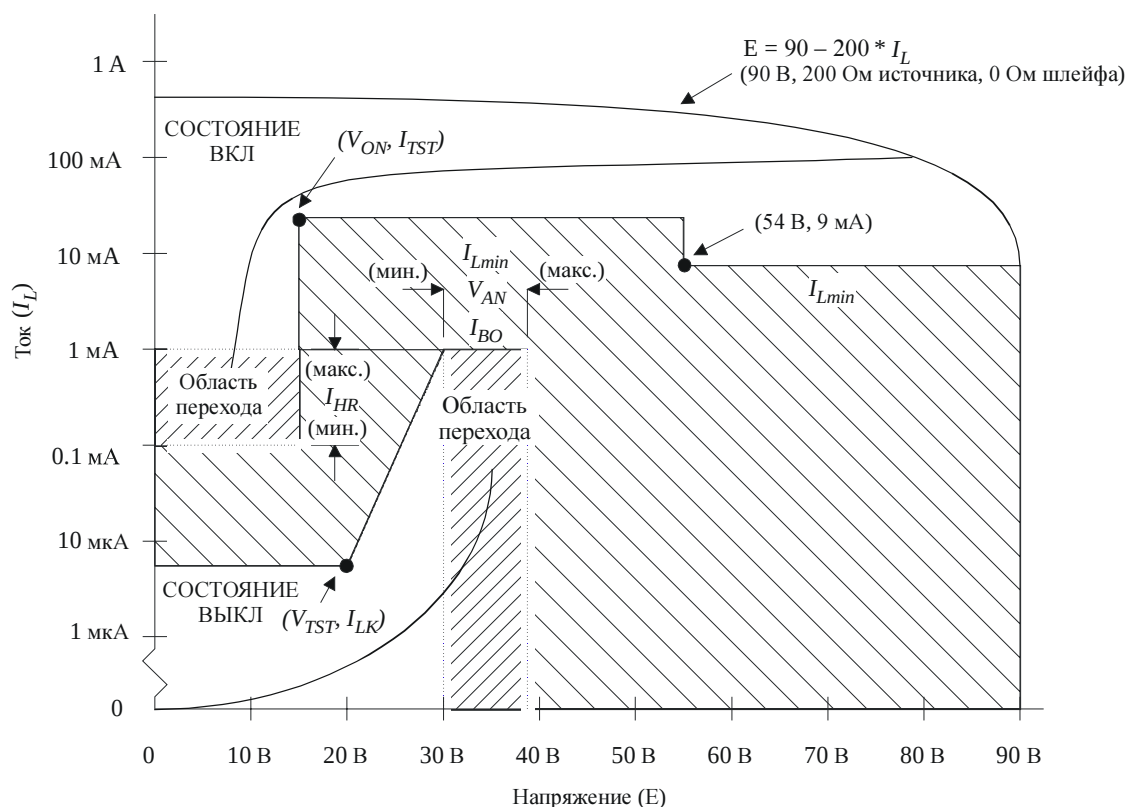
Во время физического тестирования блока STU-R будет функционировать следующим образом:

- a) когда тестовое напряжение до 90 В^2 поступает в тестируемый шлейф, то физическое окончание для постоянного тока блока STU-R будет таким, как определено в подразделе A.5.3.4, таблице A.12 и на рис. A.14, и этот блок STU-R не будет инициировать никакое защитное устройство, что будет маскировать приведенные характеристики. Последовательное сопротивление (тестовая система + тестовый канал + шлейф + запас) может составлять от 200 до 4000 Ом (сбалансированное между двумя проводниками).
- b) Блок STU-R может факультативно ограничивать избыточный ток в 25 мА (20 мА максимального тока обтекания + 5 мА запаса реализации).

² В одной из тестовых общепользуемых систем в настоящее время применяется напряжение в 70 В постоянного тока плюс среднеквадратическое напряжение переменного тока (пиковое напряжение в 84,4 В) на одном проводнике шлейфа, в то время как другой проводник заземлен.

**Таблица А.12/G.991.2 – Характеристики физического (металлического) окончания
для постоянного тока в блоке STU-R**

Тип операции	Окончание постоянного тока нормально ВЫКЛ. ВКЛ подачей напряжение в физическое окончание. Удерживается во ВКЛ состоянии шлейфовым током. ВЫКЛ прерыванием тока.
Ток в состоянии ВКЛ и при 15 В	$\geq 20 \text{ мА}$
Падение напряжения постоянного тока (когда ВКЛ) при токе в 20 мА	$\leq 15 \text{ В}$
Постоянный ток с подачей 90 В через 2000 Ом в течение до 2 с	минимум 9 мА (Примечание). См. рисунок А.14
Постоянный ток утечки (когда ВКЛ) при 20 В	$\leq 5,0 \text{ мкА}$
Напряжение активации/отсутствия активации	$30,0 \text{ В постоянного тока} \leq V_{AN} \leq 39,0 \text{ В постоянного тока}$
Ток активации (отвод) при V_{AN}	$\leq 1,0 \text{ мА}$
Время активации для напряжения $\leq V_{AN}$	3–50 мс
Ток удержания/освобождения	$0,1 \text{ мА} \leq I_{HR} \leq 1,0 \text{ мА}$
Время освобождения/отсутствия освобождения для тока $\leq I_{HR}$	3–100 мс
ПРИМЕЧАНИЕ. – Это требование призвано обеспечить соответствие физического окончания операции тестовой системы.	



Характеристики постоянного тока (ЛЮБАЯ ПОЛЯРНОСТЬ)

Параметр	Смысл	Граница	Условие	Смысл
I_{LK}	Ток утечки	$I_{LT} \leq 5 \text{ мкА}$	$V_{TST} = 20 \text{ В}$	Тестовое напряжение
V_{AN}	Напряжение активации/ отсутствия активации	$30 \text{ В} \leq V_{AN} \leq 39 \text{ В}$		
I_{BO}	Ток отвода	$I_{BO} \leq 1.0 \text{ мА}$		
I_{HR}	Ток удержания/освобождения	$0.1 \text{ мА} \leq I_{HR} \leq 1.0 \text{ мА}$		
V_{ON}	Напряжение ВКЛ	$V_{ON} \leq 15 \text{ В}$	$I_{TST} = 20 \text{ мА}$	Тестовый ток
I_{Lmin}	Минимальный ток ВКЛ	9 мА	54 В	

T1541520-00

Рисунок А.14/G.991.2 – Иллюстрация характеристик постоянного тока блока STU-R

А.5.4 Продольный баланс

Продольный баланс будет описан на основе методологии, изложенной в подразделе 11.1, и ограничений из рис. 11.2 для устройств, поддерживающих функциональные возможности, описанные в приложении А. Для параметров на рисунке 11.2 будут справедливы следующие равенства:

$$LB_{\text{MIN}} = 40 \text{ дБ};$$

$$f_1 = 20 \text{ кГц};$$

$$f_2 = f_{\text{sym}}/2,$$

где f_{sym} – это скорость передачи символов.

A.5.5 Продольное выходное напряжение

Продольное выходное напряжение будет описано на основе методологии, изложенной в подразделе 11.2, для устройств, поддерживающих функциональные возможности согласно приложению А. Частотный диапазон для измерений будет между 20 кГц и 450 кГц.

A.5.6 Целевые границы рабочего режима для сеанса PMMS

Если факультативная линейная пробная проверка выбирается во время сеанса по Рекомендации G.994.1, то приемник будет использовать согласованные целевые границы рабочего режима. Если выбраны целевые границы для сеанса PMMS для наихудшего случая, тогда для приемника предполагается наличие источников помех по таблице A.13, чтобы определить, может ли быть поддержана отдельная скорость передачи. Эталонные перекрестные помехи будут вычисляться согласно определениям в подразделе A.3.3 при игнорировании компонента помех FEXT, описанных в подразделе A.3.3.9. Эталонные перекрестные помехи, описанные в данном разделе, могут не соответствовать условиям наихудшего случая во всех сетях. Различия в условиях внешней среды для перекрестных помех могут компенсироваться коррекцией целевых границ рабочего режима.

Таблица A.13/G.992.1 – Эталонные источники помех, используемые в течение сеанса PMMS для границ рабочего режима в наихудшем случае

Скорость передачи (кбит/с)	PSD (направление)	Эталонный источник помех
Все	симметричная (US/DS)	49 SHDSL
768/776	асимметричная (US)	49 HDSL
768/776	асимметричная (DS)	24 T1+24 HDSL
1536/1544	асимметричная (US)	39 SHDSL (NEXT только)
1536/1544	асимметричная (DS)	24 T1+24 SHDSL (NEXT только)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Региональные требования – Регион 2

В.1 Область применения

В данном Приложении приводятся описания тех спецификаций, которые однозначно определены относительно систем с линиями SHDSL, работающих в условиях, которые типичны для европейских сетей. Разделы настоящего приложения содержат добавления и изменения, касающиеся соответствующих разделов основного текста Рекомендации.

В.2 Тестовые шлейфы

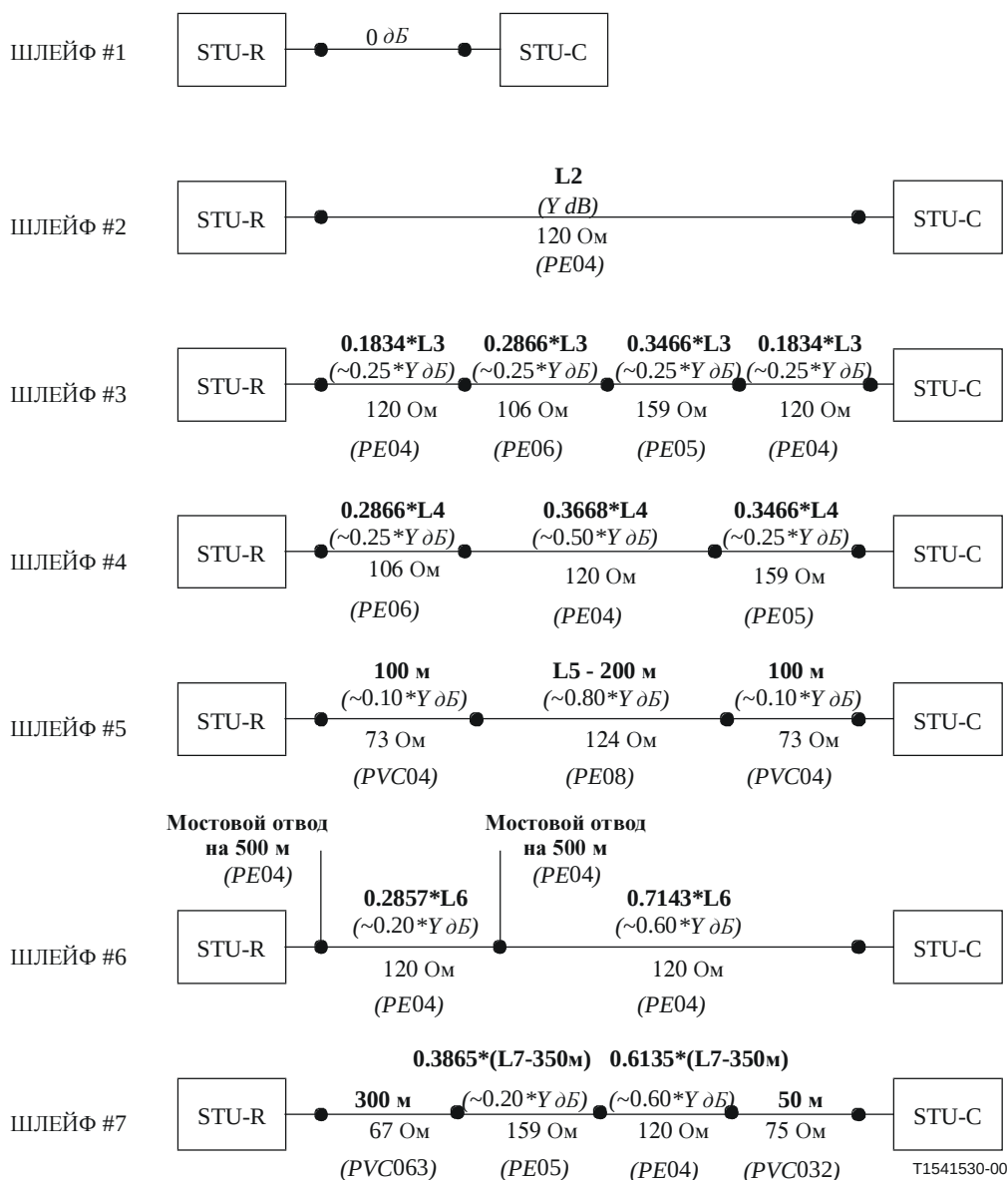
В.2.1 Функциональное описание

Тестовые шлейфы на рисунке В.1 опираются на существующие тестовые шлейфы линии HDSL. Длина каждого шлейфа выбирается так, чтобы характеристики передачи всех шлейфов были сравнимыми. При тестировании линии SHDSL с конкретной скоростью передачи цель состоит в одинаковом использовании корректора тестируемого блока линии SHDSL во всех шлейфах. Суммарная длина каждого шлейфа описывается в терминах *физической* длины, а длина отдельных участков описывается как фиксированная часть этой суммарной длины. Если допуски при реализации одного тестового шлейфа влияют на его *электрическую* длину так, что ее параметры выходят за рамки определений в спецификации, тогда физическая длина этого шлейфа будет пересчитана так, чтобы соответствующим образом скорректировать эту ошибку. Тестовый шлейф может содержать мостовые отводы для получения быстрых изменений амплитудных и фазовых характеристик передаточной функции кабеля. В некоторых сетях доступа эти мостовые отводы были реализованы ранее, что по разному влияет на тестируемые модемы линий SHDSL.

Шлейф #1 – это символическое наименование шлейфа с нулевой (или близкой к нулю) длиной, свидетельствующее, что тестируемый приемопередатчик линии SHDSL может обрабатывать сигналы с потенциально высокими уровнями, когда два приемопередатчика непосредственно связаны между собой.

В.2.2 Топология тестовых шлейфов

На рисунке В.1 задана топология тестовых шлейфов. В Добавлении II приводятся основные характеристики тестовых кабелей, передаточная функция описанных тестовых шлейфов, использующих эти кабели, и изменение входного полного сопротивления этих тестовых шлейфов.



ПРИМЕЧАНИЕ 1. Значения для Y и L должны быть взяты из таблицы В.1

ПРИМЕЧАНИЕ 2. Из-за расогласований и мостовых отводов суммарное затухание тестовых шлейфов отличается от суммы затуханий частей шлейфов.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. Полные сопротивления приведены только в информационных целях. Они касаются характеристических полных сопротивлений тестовых кабелей, описанных в Добавлении II и измеряемых при частоте в 300 кГц .

Рисунок В.1/G.991.2 – Топология тестовых шлейфов

В.2.3 Длина тестового шлейфа

В таблице В.1 приводится длина каждого тестового шлейфа систем передачи по линиям SHDSL. Обязательными являются описанные вносимые потери, Y , измеряемые при заданной тестовой частоте с нагрузочным сопротивлением в 135 Ом (электрическая длина). Если допуски при реализации одного тестового шлейфа влияют на его электрическую длину так, что ее параметры выходят за рамки определений в спецификации, тогда физическая длина этого шлейфа будет пересчитана так, чтобы соответствующим образом скорректировать эту ошибку.

Тестовая частота f_T выбирается так, чтобы представлять собой обычную среднеполосную частоту в спектре большого диапазона систем с линиями SHDSL. Длина выбирается так, чтобы представлять собой значение типичной максимальной длины, которое может быть правильно интерпретировано тестируемым приемопередатчиком линии SHDSL. Это значение зависит от скорости передачи битов; и чем выше скорость передачи битов полезной нагрузки, тем меньше вносимые потери, которые могут быть обработаны на практике.

Таблица В.1/G.991.2 – Значения электрической длины Y шлейфов тестирования на помехи линий SDSL при тестировании линии SDSL по модели помех А

Скорость передачи битов полезной нагрузки [кбит/с]	f_T [кГц]	Y [дБ] @ f_T , @135 Ом	L1 [м]	L2 [м]	L3 [м]	L4 [м]	L5 [м]	L7 [м]	f_T [кГц]	Y [дБ] @ f_T , @135 Ом	L6 [м]
384	150	43,0	<3	4106	5563	5568	11 064	4698	115	40,5	3165
512	150	37,0	<3	3535	4787	4789	9 387	3996	115	35,0	2646
768	150	29,0	<3	2773	3747	3753	7 153	3062	275	34,5	1904
1024	150	25,5	<3	2439	3285	3291	6 174	2668	275	30,0	1547
1280	150	22,0	<3	2105	2829	2837	5 193	2266	275	26,0	1284
1536	150	19,0	<3	1820	2453	2455	4 357	1900	250	21,5	1052
2048 (s)	200	17,5	<3	1558	2046	2052	3 285	1550	250	18,5	748
2304 (s)	200	15,5	<3	1381	1815	1820	2 789	1331	250	16,5	583
2048 (a)	250	21,0	<3	1743	2264	2272	3 618	1726	250	21,0	1001
2304 (a)	250	18,0	<3	1494	1927	1937	2 915	1402	250	18,0	702

(s) – те электрические длины, которые применяются при симметричной спектральной плотности мощности (PSD).
(a) – те электрические длины, которые применяются при асимметричной плотности PSD.
ПРИМЕЧАНИЕ. – Электрическая длина Y (вносимые потери при заданной частоте f_T) является обязательной, (оцениваемые) физические длины L1-L7 являются информационными.

Таблица В.2/G.991.2 – Значения электрической длины Y шлейфов тестирования на помехи линий SDSL при тестировании линии SDSL по моделям помех В, С или D

Скорость передачи битов полезной нагрузки [кбит/с]	f_T [кГц]	Y [дБ] @ f_T , @135 Ом	L1 [м]	L2 [м]	L3 [м]	L4 [м]	L5 [м]	L7 [м]	f_T [кГц]	Y [дБ] @ f_T , @135 Ом	L6 [м]
384	150	50.0	<3	4773	6471	6477	13 021	5508	115	47,5	3859
512	150	44.0	<3	4202	5692	5698	11 344	4814	115	41,5	3261
768	150	35.5	<3	3392	4592	4596	8 970	3815	275	42,0	2536
1024	150	32.0	<3	3058	4135	4141	7 990	3403	275	38,0	2223
1280	150	28.5	<3	2725	3678	3684	7 011	3006	275	33,5	1816
1536	150	25.5	<3	2439	3285	3291	6 174	2673	250	29,0	1680
2048(s)	200	24.0	<3	2135	2812	2820	4 886	2271	250	25,5	1426
2304(s)	200	21.5	<3	1913	2509	2518	4 257	2010	250	23,0	1208
2048(a)	250	28.0	<3	2323	3030	3034	5 189	2389	250	28,0	1607
2304(a)	250	25.0	<3	2075	2699	2705	4 514	2102	250	25,0	1387

(s) – те электрические длины, которые применяются при симметричной плотности PSD.

(a) – те электрические длины, которые применяются при асимметричной плотности PSD.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Электрическая длина Y (вносимые потери при заданной частоте f_T) являются обязательной, (оцениваемые) физические длины L1-L7 являются информационными.

В.3 Тестирование для определения рабочих характеристик

Назначение тестов для определения рабочих характеристик передачи состоит в том, чтобы приемопередатчики линии SHDSL обеспечивали "сильное проникновение" системного сценария тестирования в действующие сети доступа. Такой подход с "сильным проникновением" позволяет операторам определять правила размещения оборудования, которые касаются большинства рабочих ситуаций. Это также означает, что в отдельных случаях эксплуатации, характеризуемых низкими уровнями помех и/или малыми значениями вносимых потерь, испытываемая система линий SHDSL может работать лучше, чем протестированная.

Полное сопротивление конструкции составляет 135 Ом. Все спектры представляют односторонние спектральные плотности мощности (PSD).

В.3.1 Тестовая процедура

Цель данного раздела – дать однозначное описание тестовой установки, определение способа ввода и определение уровней сигналов и помех. Тесты в первую очередь касаются запаса по помехоустойчивости в отношении уровней перекрестных помех или импульсных помех, когда испытываемые сигналы линии SHDSL ослабляются стандартными тестовыми шлейфами и когда на них влияют стандартные перекрестные и импульсные помехи. Этот запас по помехоустойчивости указывает на то увеличение уровня перекрестных или импульсных помех, которое допустимо при конкретных рабочих условиях, чтобы гарантировать приемлемое качество передачи.

В.3.2 Определение тестовой установки

На рисунке В.2 приведено функциональное описание тестовой установки. В него входят:

- Установка испытаний на коэффициент ошибок по битам (BERTS) подает тестовый сигнал псевдослучайной исследовательности (PRBS) битов длиной в $2^{15}-1$ в передатчик в испытываемом направлении с требуемой скоростью передачи битов. В передатчик в противоположном направлении будет поступать тот же сигнал PRBS, хотя в этом тракте не требуется контролировать восстановленный сигнал.
- Тестовые шлейфы, как описано в разделе В.2.

- Суммирующий элемент для прибавления (синфазный режим и дифференциальный режим) помех из-за искажений (смесь случайных, импульсных и нелинейных помех) согласно описаниям в подразделе В.3.5.
- Генератор искажений, как описано в подразделе В.3.5, для генерирования помех из-за искажений в дифференциальном и синфазном режимах, поступающих в суммирующий элемент.
- Высокое полное сопротивление и пробник хорошо сбалансированного дифференциального напряжения (например, лучше, чем 60 дБ во всей полосе тестируемой системы линий SHDSL), соединенные с детекторами уровней, такими как спектроанализатор или точный среднеквадратический вольтметр.
- Высокое полное сопротивление и пробник хорошо сбалансированного синфазного напряжения (например, лучше, чем 60 дБ во всей полосе тестируемой системы линий SHDSL), соединенные с детекторами уровней, такими как спектроанализатор или точный среднеквадратический вольтметр.

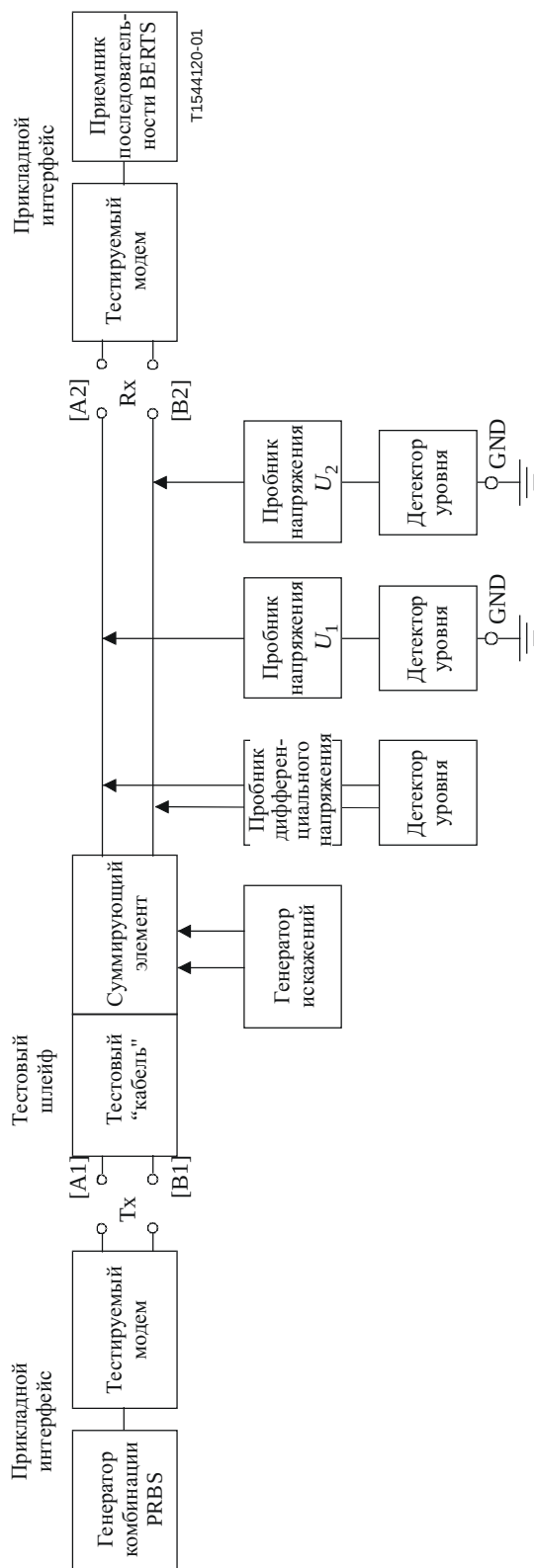


Рисунок В.2/G.991.2 Функциональное описание тестовой установки для определения рабочих характеристик

Характеристики для двух портов (передаточная функция, полное сопротивление) тестового шлейфа, как определено в разделе В.2, определяются между портом Tx (передатчик) (пара узлов A1, B1) и портом Rx (приемник) (пара узлов A2, B2). Важно то, что характеристики для двух портов тестового "кабеля" на рисунке В.2 должны быть скорректированы должным образом, чтобы полностью учесть ненулевые вносимые потери и конечное полное сопротивление шунтирования суммирующего элемента и генератора искажений. Это должно гарантировать, что ввод генерируемых сигналов искажений не загружает линию ощутимым образом.

Баланс относительно земли, наблюдаемый в портах Tx и Rx и на штырях пробника напряжения, будет иметь значение на 10 дБ больше, чем у тестируемого приемопередатчика. Это должно гарантировать, что генератор искажений и функция непрерывного контроля ощутимо не нарушают баланс относительно земли тестируемого приемопередатчика.

Поток сигналов через тестовую установку идет от порта Tx к порту Rx, что означает, что измерение рабочих характеристик в прямом и обратном направлениях передачи требует перестановки местами позиции приемопередатчика и концов тестового "кабеля".

Уровень принимаемого сигнала в порте Rx является уровнем, измеряемым между узлами A2 и B2, когда порт Tx, а также порт Rx заканчиваются приемопередатчиками линии SHDSL. Во время этих измерений генератор искажений отключается.

Тестовый шлейф #1, как описано в разделе В.2, всегда будет использоваться для калибровки и проверки правильной установки генераторов G1-G7, как описано в подразделе В.3.5, при выполнении тестов для определения рабочих характеристик.

Уровень передаваемого сигнала в порте Tx является уровнем, измеряемым между узлами A1 и B2 при тех же условиях, что и при измерении между узлами A2 и B2.

Помехи из-за искажений будут смесью случайных, импульсных и нелинейных помех, как определено в подразделе В.3.5. Уровень, описанный в подразделе В.3.3, это уровень сигнала в порте Rx, измеренный между узлами A2 и B2 (и включает искажения синфазного и дифференциального режимов), в то время как порт Tx и порт Rx заканчиваются полным сопротивлением конструкции Rv. Эти полные сопротивления будут пассивными, когда полное сопротивление приемопередатчика в отключенном режиме отличается от этого значения.

В.3.3 Определения уровней сигнала и помех

Уровни сигнала в дифференциальном режиме и помех зондируются с помощью пробника хорошо сбалансированного дифференциального напряжения ($U_1 - U_2$), а дифференциальное полное сопротивление между штырями этого пробника будет выше, чем полное сопротивление шунтирования в 100 кОм параллельно с 10 пФ. На рисунке В.2 показана позиция пробника при измерении уровня сигнала порта Rx в приемнике блока STU-C или STU-R. Измерение уровня сигнала порта Tx требует подключения штырей пробника к паре узлов [A1, B1].

Уровни сигнала в синфазном режиме и помех зондируются с помощью пробника хорошо сбалансированного синфазного напряжения как напряжения между узлами A2, B2 и землей. На рисунке 10-1 показана позиция двух пробников напряжения при измерении синфазного сигнала. Напряжение в синфазном режиме определяется как $(U_1 + U_2)/2$.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Различные уровни (или спектральные маски) сигнала и помех, которые описаны в данном приложении, определены на стороне портов Tx или Rx данной установки. Как описано выше, различные уровни определяются, пока установка заканчивается полным сопротивлением конструкции Rv или тестируемыми приемопередатчиками линии SHDSL.

Пробная проверка среднеквадратического напряжения U_{rms} [В] в установке в полной полосе сигнала подразумевает уровень мощности P [дБм], равный:

$$P = 10 \times \log_{10} \left(\frac{U_{rms}^2}{R_v} \times 1000 \right) [\text{дБм}]$$

Пробная проверка среднеквадратического напряжения U_{rms} [В] в этой установке в малой полосе сигнала Δf [Гц] подразумевает уровень средней спектральной плотности P [дБм/Гц] в пределах этой отфильтрованной полосы, который равен:

$$P = 10 \times \log_{10} \left(\frac{U_{rms}^2}{R_v} \times \frac{1000}{\Delta f} \right) [\text{дБм/Гц}]$$

где ширина полосы Δf определяет ширину полосы помех фильтра, а не ширину полосы – 3 дБ.

В.3.4 Процедура тестирования для определения рабочих характеристик

Показатели качества тестирования приемопередатчика линии SHDSL будут такими, чтобы коэффициент побитовых ошибок (BER) для распределенной системы был меньше 10^{-7} при передаче псевдослучайной битовой последовательности. Коэффициент BER должен быть измерен после того, как будет передано по крайней мере 10^9 битов.

Тесты выполняются с границей рабочего режима, указывающей на допустимое возрастание объема помех, при котором гарантируется приемлемое качество передачи. Операторы сетей, опираясь на информацию о связи между этим стандартным набором тестов и характеристиками их сетей, могут вычислять их собственные границы рабочего режима в целях планирования.

Тестовая последовательность, согласно описанию в таблице В.3, должна носить законченный характер. На рисунке В.1 описаны тестовые шлейфы, на которые есть ссылка в таблице В.3. Эти тестовые шлейфы характеризуются вносимыми потерями Y и/или длиной кабеля L , которые зависят от скорости передачи подлежащих транспортировке данных и должны масштабироваться соответствующим образом.

Таблица В.3/G.991.2 – Тестовая последовательность при тестировании для определения рабочих характеристик

№	Тестовый путь	Направление (Примечание 6)	Комментарии
1	#1 (Примечание 1)	Прямое направление	$Y=0$ дБ; Тестовые помехи А (примечания 5, 7)
2	#2	Прямое направление	$Y=Y1$ (Примечание 2); Тестовые помехи А, С и D (Примечание 7)
3	#3	Прямое направление	$Y=Y1$; Тестовые помехи D (Примечания 5, 7)
4	#4	Обратное направление	$Y=Y1$; Тестовые помехи А и С (Примечания 5, 7)
5	#5	Прямое направление	$Y=Y1$; Тестовые помехи В (Примечания 5, 7)
6	#6	Обратное направление	$Y=Y1$; Тестовые помехи А и С (Примечания 5, 7)
7	#7	Обратное направление	$Y=Y1$; Тестовые помехи А, В, С и D (Примечания 5, 7)
8			Тест на режекцию в синфазном режиме (Примечание 4)
9	(Примечание 7)	(Примечание 7)	$Y=Y2$; Тестовые помехи – это помехи для наихудшего случая, соответствующие наихудшему тестовому пути от теста 1 до теста 7. $BER < 10^{-7}$
10	(Примечание 3)	(Примечание 3)	$Y=Y3$; Искажения не добавляются. Наихудший путь тестов с 1-го по 7-й. $BER < 10^{-8}$.
11	#2	Прямое направление	$Y=Y1$; Импульсный тест, как описано в <TBD>
12	Согласно <TBD>	<TBD>	Тест на микропрерывания, как описано в <TBD>
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Тестовый путь = #1 означает, что тестируемый путь будет связан с тестовым шлейфом #1, как определено на рисунке В.1. ПРИМЕЧАНИЕ 2. – $Y1=Y$ дБ (как задано в таблице В.2 для моделей помех В, С и D и в таблице В.1 для модели помех А), $Y2=Y1-10$ дБ, $Y3=Y1+3$ дБ. ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Тесты выполняются с тестовым шлейфом для наихудшего случая (тесты с 1-го по 7-й). Если ошибок нет, тогда шлейф #3 в прямом направлении передачи выбирается по умолчанию. ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Организация измерений для этого теста описана в Рек. МСЭ-Т 0.9.			

**Таблица В.3/G.991.2 – Тестовая последовательность при тестировании
для определения рабочих характеристик**

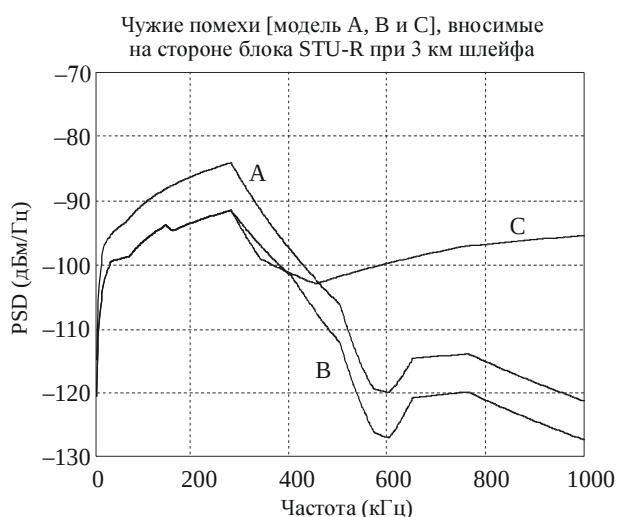
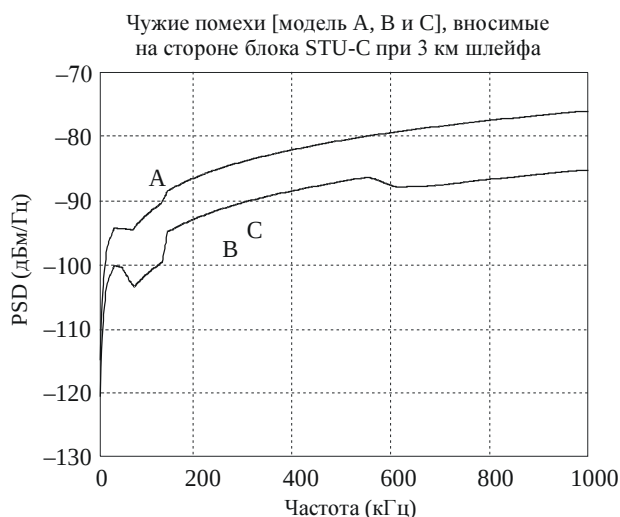
ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Только тестируется для наименьшей и наибольшей скоростей передачи данных в таблице В.1 или Таблице В.2 (которые поддерживает оборудование) и для асимметричных плотностей PSD, если они поддерживаются.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Прямое направление означает, что тестируемый блок соединен с концом блока STU-C тестового шлейфа, а обратное направление означает, что тестируемый блок соединен с концом блока STU-R тестового шлейфа.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – Коэффициент BER будет меньше 10^{-7} , когда тестовые помехи возрастают на 6 дБ (это эквивалентно 6 дБ границы рабочего режима).

В.3.5 Генератор искажений

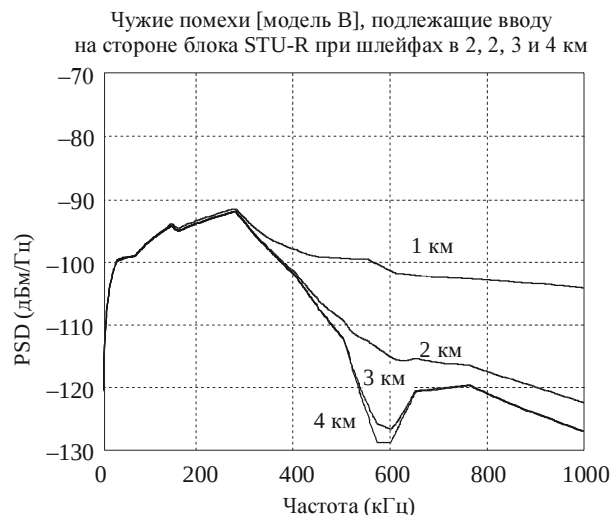
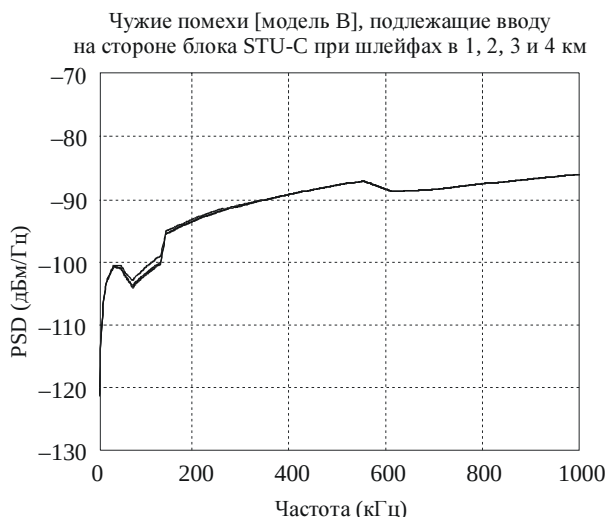
Помехи, которые генератор искажений вносит в тестовую установку, зависят от частоты и от длины тестового шлейфа, а также различаются для тестов по определению рабочих характеристик в обратном направлении передачи и для таких же тестов в прямом направлении передачи. На рис. В.3 это иллюстрируется для чужих помех (отличающихся от помех для тестируемого модема линии SHDSL), как описано в подразделе В.3.5.4.1, для случая, когда длина тестового шлейфа #1 является фиксированной в 3 км, и используются модели перекрестных помех, описанные в подразделе В.3.5.2. На рис. В.4 это показано для различных длин шлейфов в случае, когда поступают чужие помехи модели "В". Эти рисунки ограничиваются только *чужими* помехами. Собственные помехи (линии SHDSL) будут объединяться с этими чужими помехами.



ПРИМЕЧАНИЕ. Это помехи, получаемые по трем из четырех моделей помех для линии SHDSL в случае, когда длина тестового шлейфа #2 является фиксированной в 3 км.

T1541550-00

**Рисунок В.3/G.991.2 – Примеры спектров чужих помех, которые подлежат вводу
в тестовую установку при тестировании систем SHDSL**



ПРИМЕЧАНИЕ. Это чужие помехи, получаемые по модели помех В для линии SHDSL в случае, когда длина тестового шлейфа #2 меняется от 1 км до 4 км. Это показывает, что тестовые помехи зависят от длины и представляют помехи FEXT в кабелях реальной сети доступа.

T1541560-00

Рисунок В.4/G.991.2 – Примеры спектров чужих помех, которые подлежат вводу в тестовую установку при тестировании систем SHDSL

Определение помех из-за искажений для тестов по определению рабочих характеристик линии SHDSL является очень сложным, и в данной Рекомендации этот вопрос сведен до рассмотрения меньших, более легко описываемых компонент. Эти отдельные и некоррелированные "генераторы" искажений могут быть отделены друг от друга и рассматриваться вместе в качестве генератора искажений для тестируемой системы линий SHDSL. В данном разделе даются подробные описания компонент модели (моделей) помех с краткими пояснениями.

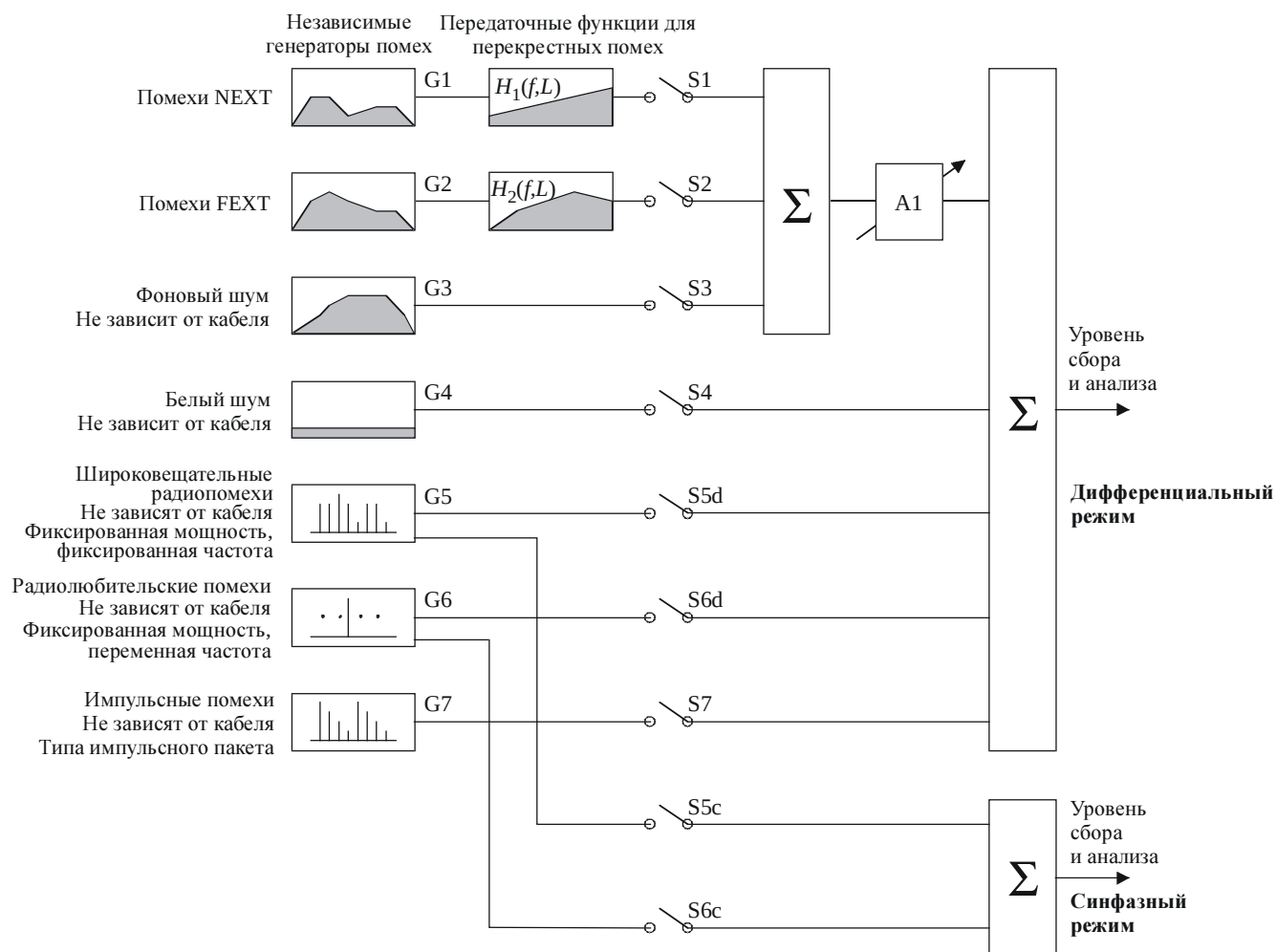
В.3.5.1 Функциональное описание

На рис. В.5 представлена функциональная схема составных помех, вызванных искажениями. Приводится функциональное описание этих помех, поскольку они должны собираться на входе приемника тестируемого приемопередатчика линии SHDSL. Процесс пробной проверки описан в подразделе В.3.3.

В функциональную схему входят следующие элементы:

- Семь "генераторов" искажений, G1-G7, генерируют помехи, как определено в подразделах В.3.5.3.1-В.3.5.3.7. Характеристики этих помех не зависят от тестовых шлейфов и скоростей передачи данных.
- Передаточная функция $H_1(f, L)$ моделирует зависимость ухудшений, вызванных перекрестными помехами NEXT, от длины и частоты, как описано в подразделе В.3.5.3.1. Передаточная функция не зависит от тестовых шлейфов, но изменяется в зависимости от электрической длины тестового шлейфа. Его передаточная функция изменяется согласно частоте f , приблизительно $f^{0.75}$.
- Передаточная функция $H_2(f, L)$ моделирует зависимость ухудшений при перекрестных помехах FEXT от длины и частоты, как описано в подразделе В.3.5.3.2. Передаточная функция не зависит от тестовых шлейфов, но изменяется в зависимости от электрической длины тестового шлейфа. Его передаточная функция изменяется согласно частоте f , приблизительно пропорционально f , умноженной на передаточную функцию кабеля.
- Переключатели S1-S7 определяют, вносятся или не вносятся искажения от конкретного генератора искажений в сумму искажений во время теста.
- Усилитель A1 моделирует одновременное возрастание уровня искажений от ряда генераторов при выполнении тестов на запас по помехоустойчивости. Значение в х дБ означает не зависящее от частоты возрастание уровня на х дБ во всей полосе частот тестируемой системы с линиями SHDSL, от f_L до f_H . Если не определено другое, то усиление усилителя A1 фиксируется при 0 дБ.

При практической реализации тестовой установки не требуется обеспечивать доступ к любому из внутренних сигналов схемы на рис. В.5. Эти функциональные блоки могут быть объединены с тестовым шлейфом и суммирующим элементом и выступать как одна объединенная конструкция.



T1544130-01

ПРИМЕЧАНИЕ 1. Генератор G7 является единственным генератором, символически изображенным во временной области

ПРИМЕЧАНИЕ 2. Вопрос точного определения запаса по устойчивости к импульсным помехам подлежит дальнейшему изучению.

Рисунок В.5/G.991.2 – Функциональная схема составления помех из-за искажений

Данная функциональная схема будет использоваться для тестирований на предмет искажений в прямом и обратном направлениях передачи. Определены несколько сценариев для использования при тестировании линии SHDSL. Предполагается, что эти сценарии будут представлять искажения в сетях физического доступа.

Каждый сценарий (или модель помех) выражается в описании зависящей от длины спектральной плотности мощности (PSD) помех. Каждая модель помех делится на две части: одна для ввода помех на стороне блока STU-C, а другая для ввода помех на стороне блока STU-R тестируемого звена линии SHDSL. Поэтому некоторые из семи "генераторов" помех, G1-G7, определяются несколькими моделями помех.

Каждый тест имеет свое собственное описание искажений. Все помехи из-за искажений будут характеризоваться суммой отдельных компонент, описанных в соответствующих подразделах. Эти объединенные помехи из-за искажений поступают в тестируемый приемник на концах либо блока STU-C (для прямого направления передачи), либо блока STU-R (для обратного направления передачи) тестового шлейфа.

В.3.5.2 Перекрестные помехи в кабеле

Модели перекрестных помех в кабеле предназначены для моделирования зависимости перекрестных помех, измеряемых в реальных кабелях, от длины и частоты. При этих передаточных функциях перекрестных помех корректируется уровень генераторов помех на рисунке В.5, когда изменяется электрическая длина тестовых шлейфов. Зависимость этих функций от частоты и длины согласуется с реальными наблюдениями за кабелем. Следующие константы, параметры и функции составляют основу описания:

- Переменная f определяет частоту в Гц.
- Константа f_0 определяет выбранную эталонную частоту, установленную на 1 МГц.
- Переменная L определяет среднюю физическую длину в метрах, вычисляемую по моделям кабелей, приведенным в Добавлении II при определенной электрической длине. Соответствующие значения приведены в сводной таблице В.1 для каждого сочетания скорости передачи битов полезной нагрузки, модели помех и тестового шлейфа.
- Константа L_0 определяет выбранную эталонную длину, которая была установлена на 1 км.
- Функция $s_{T0}(f, L)$ представляет зависящую от частоты и длины амплитуду вносимых потерь фактического тестового шлейфа с конечным нагрузочным сопротивлением в 135 Ом.
- Константа K_{xn} определяет полученное опытным путем число масштабирования передаточной функции $H_1(f, L)$ помех NEXT. Итоговая передаточная функция представляет модель суммируемых по мощности перекрестных помех для помех NEXT, как они наблюдались в тестовом кабеле. Хотя было использовано несколько источников помех и проводных пар, эта функция $H_1(f, L)$ масштабируется по вертикали, как если бы она относилась к одному источнику помех в одной проводной паре.
- Константа K_{xf} определяет полученное опытным путем число масштабирования передаточной функции $H_2(f, L)$. Итоговая передаточная функция представляет модель суммируемых по мощности перекрестных помех для помех FEXT, как они наблюдались в тестовом кабеле. Хотя было использовано несколько источников помех и проводных пар, эта функция $H_1(f, L)$ масштабируется по вертикали, как если бы она относилась к одному источнику помех в одной проводной паре.

Передаточные функции, приведенные в таблице В.4, будут использоваться как передаточные функции перекрестных помех в генераторе искажений.

Таблица В.4/G.991.2 – Определение передаточных функций перекрестных помех

$H_1(f, L) = K_{xn} \times \left(\frac{f}{f_0} \right)^{0.75} \times \sqrt{1 - s_{T0}(f, L) ^4}$	
$H_2(f, L) = K_{xf} \times \left(\frac{f}{f_0} \right) \times \sqrt{\frac{L}{L_0}} \times s_{T0}(f, L) $	
$K_{xn} = 10^{(-50/20)} \approx 0.0032,$	$f_0 = 1 \text{ МГц}$
$K_{xf} = 10^{(-45/20)} \approx 0.0056,$	$L_0 = 1 \text{ км}$
$s_{T0}(f, L) = \text{вносимые потери тестового шлейфа}$	

В.3.5.3 Отдельные генераторы искажений

В.3.5.3.1 Генератор, эквивалентный источнику перекрестных помех NEXT [G1.xx]

Генератор перекрестных помех NEXT является эквивалентным источником всех тех помех, которые определяются как перекрестные помехи из-за искажений преимущественно на ближнем конце линии. Эти помехи, отфильтрованные функцией связи для перекрестных помех NEXT, описанной в подразделе В.3.5.2, представляют собой все перекрестные помехи NEXT, входящие в составные помехи из-за искажений, используемые в тесте.

Плотностью PSD этого генератора помех является один из профилей плотности PSD, как описано в подразделе В.3.5.4. При тестировании для определения рабочих характеристик передачи в прямом и обратном направлениях будут использоваться разные профили плотности PSD, что описано ниже.

$$G1.C.\# = X.C.\#$$

$$G1.R.\# = X.R.\#$$

Символы в этом выражении относятся к следующему:

- Символ "#" является заменителем для модели помех "A", "B", "C" или "D".
- Символы "X.C.#" и "X.R.#" относятся к профилям перекрестных помех, как определено в подразделе В.3.5.4.

Эта плотность PSD не связана с кабелем, потому что кабельная часть моделируется отдельно в качестве функции $H_1(f, L)$, как описано в подразделе В.2.2.

Помехи этого генератора помех не будут коррелированы со всеми другими источниками помех в генераторе искажений и с тестируемой системой линий SHDSL. Как описано в подразделе В.3.5.4.2, помехи будут носить случайный характер и будут близки к гауссову распределению.

В.3.5.3.2 Генератор, эквивалентный источнику перекрестных помех FEXT [G2.xx]

Генератор перекрестных помех FEXT является эквивалентным источником всех тех помех, которые определяются как перекрестные помехи из-за искажений преимущественно на дальнем конце линии. Эти помехи, отфильтрованные функцией связи для перекрестных помех FEXT, описанной в подразделе В.3.5.2, представляют собой все перекрестные помехи FEXT, входящие в составные помехи из-за искажений, используемые в тесте.

Плотность PSD этого генератора помех является одним из профилей плотности PSD, как описано в подразделе В.3.5.4.1. При тестировании для определения рабочих характеристик передачи в прямом и обратном направлениях будут использоваться различные профили плотности PSD, что описано ниже.

$$G2.C\# = X.R.\#$$

$$G2.R.\# = X.C.\#$$

Символы в этом выражении относятся к следующему:

- Символ "#" является заменителем для модели помех "A", "B", "C" или "D".
- Символы "X.C.#" и "X.R.#" относятся к профилям перекрестных помех, как определено в подразделе В.3.5.4.

Эта плотность PSD не связана с кабелем, так как кабельная часть моделируется отдельно в качестве функции $H_2(f, L)$, как описано в подразделе В.2.2.

Помехи этого генератора помех не будут коррелированы со всеми другими источниками помех в генераторе искажений и с тестируемой системой линий SHDSL. Как описано в подразделе В.3.5.4.2, помехи будут носить случайный характер и будут близки к гауссову распределению.

В.3.5.3.3 Генератор фоновых шума [G3]

Генератор фоновых шума неактивен и находится в "нулевом" состоянии.

В.3.5.3.4 Генератор белого шума [G4]

Генератор белого шума имеет фиксированное, не зависящее от частоты, значение и устанавливается на -140 дБм/Гц с оконечной нагрузкой сопротивления в 135 Ом. Выходной сигнал этого генератора шума не будет коррелирован со всеми другими источниками помех в генераторе искажений и с тестируемой системой линий SHDSL. Как описано в подразделе В.3.5.4.2, этот шум будет носить случайный характер и будет близок к гауссову распределению.

В.3.5.3.5 Генератор широковещательных радиопомех [G5]

Генератор широковещательных радиопомех генерирует дискретные гармонические линейные радиопомехи, вызванные модулированными по амплитуде широковещательными передачами в коротковолновой (SW), средневолновой (MW) и длинноволновой (LW) полосах, которые входят в дифференциальный режим или режим передачи проводной пары. Эти источники радиопомех обладают большей временной устойчивостью по сравнению с радиолюбительскими помехами, поскольку их несущая не подавляется. Коэффициент модуляции (MI) обычно составляет до 80%. Эти сигналы можно обнаружить, используя спектроанализатор и получая в результате линейные спектры изменяющейся амплитуды в полосе частот тестируемой системы линий SHDSL. Максимальные наблюдаемые уровни мощности до TBD дБм могут встречаться в телефонных линиях в окрестности широковещательных передатчиков с амплитудной модуляцией. Обычно влиянию широковещательных радиопомех подвергается проводная пара со стороны главным образом ближайших 10 или около того передатчиков.

В данном подразделе описано несколько моделей помех. Для каждой модели в таблице В.5 дается средняя минимальная мощность каждой частоты несущей, но эти значения подлежат дальнейшему изучению.

Таблица В.5/G.991.2 – Зависимость средней минимальной мощности радиопомех от частоты

частота (кГц)	99	207	333	387	531	603	711	801	909	981
мощность (дБм)	–70	–40	–60	–60	–40	–50	–40	–50	–60	–60

В.3.5.3.6 Генератор радиолюбительских помех [G6]

Генератор радиолюбительских помех идентичен генератору широковещательных радиопомех с другими значениями частоты и мощности. Эти значения подлежат дальнейшему изучению.

В.3.5.3.7 Генератор импульсных помех [G7]

Требуется, чтобы тест с этим генератором помех подтверждал устойчивость приемопередатчика линии SHDSL к пакетным импульсным помехам. Эта устойчивость будет продемонстрирована на коротких и длинных шлейфах и моделируемых перекрестных помехах и радиочастотных поисках.

В.3.5.4 Профили отдельных генераторов искажений

Перекрестные помехи являются следствием всех искажений, имеющих место в системах, подсоединенных к смежным проводным парам, которые сгруппированы в одном и том же кабеле. Эти провода связаны с проводами тестируемых систем с линиями xDSL, что приводит к изменению спектра перекрестных помех в зависимости от электрической длины и тестового шлейфа.

В целях упрощения рассматриваемого вопроса определение перекрестных помех было сведено до уровня более малых, легко описываемых компонент. Два генератора, G1 и G2, являются "эквивалентными источниками помех". Их уровень помех зависит от состава многих источников помех по реальному сценарию, как если бы все источники помех совместно располагались на концах тестовых шлейфов.

Эти эквивалентные помехи, отфильтрованные функциями связи для перекрестных помех NEXT и FEXT, будут представлять перекрестные помехи, подлежащие вводу в тестовую установку. Такой подход позволяет отделить их определение от функций связи для перекрестных помех NEXT и FEXT для кабеля. Помехи, генерируемые этими двумя эквивалентными источниками, описываются в данном разделе в частотной и временной областях.

Характеристики частотной области каждого из генераторов G1 и G2 определяются спектральным профилем, так что у каждой модели помех есть собственная пара спектральных профилей.

- Профили X.C.# в данном разделе описывают суммарный эквивалентный источник искажений по технологии смешивания, который виртуальным образом совместно располагается на конце блока STU-C тестового шлейфа. Эти помехи генерируются генератором эквивалентного источника, G1, при воздействии на сигналы в прямом направлении передачи, и генератором эквивалентного источника, G2, при воздействии на сигналы в обратном направлении передачи.

- Профили X.R.# в данном разделе описывают суммарный эквивалентный источник искажений по технологии смешивания, который виртуальным образом совместно располагается на конце блока STU-R тестового шлейфа. Эти помехи генерируются генератором эквивалентного источника, G2, при воздействии на сигналы в прямом направлении передачи, и генератором эквивалентного источника, G1, при воздействии на сигналы в обратном направлении передачи.

Следует заметить, что уровни этих генераторов G1 и G2 не изменяются при изменении тестирования передачи с прямого направления на обратное.

В.3.5.4.1 Профили частотной области для линии SHDSL

В данном подразделе описываются профили X.R.# и X.C.# плотности PSD, которые используются для эквивалентных источников помех G1 и G2 при тестировании систем с линиями SHDSL. В этом наборе символ "#" используется как заменитель для модели помех "A", "B", "C" и "D".

Для линии SHDSL определены четыре модели помех:

- **Модели типа "A"** предназначены для представления сценария высокого проникновения, где тестируемая система линий SHDSL помещается в распределительном кабеле (до сотен проводных пар), который заполняется многими другими (потенциально несовместимыми) системами передачи.
- **Модели типа "B"** предназначены для представления сценария среднего проникновения, где тестируемая система линий SHDSL помещается в распределительном кабеле (до десятков проводных пар), который заполняется многими другими (потенциально несовместимыми) системами передачи.
- **Модели типа "C"** предназначены для представления традиционного сценария, который предназначен для систем таких, как ISDN-PRI (HDB3), в дополнение к сценарию среднего проникновения модели "B".
- **Модели типа "D"** предназначены в качестве эталонного сценария демонстрировать разницу между кабелем, заполненным только линией SHDSL и кабелем, заполненным разной аппаратурой линии SHDSL.

Профили плотностей PSD для каждой модели помех образованы взвешенной суммой двух отдельно определяемых профилей: профилей собственных и чужих перекрестных помех.

$$X.C.\# = (X.S.C.\# \blacklozenge X.A.C.\#)$$

$$X.R.\# = (X.S.R.\# \blacklozenge X.A.R.\#)$$

Символы в данном выражении относятся к следующему:

- Символ "#" используется как заменитель для модели помех "A", "B", "C" или "D".
- Символы "X.S.C.#" и "X.S.R.#" относятся к профилям собственных перекрестных помех, как определено в подразделе В.3.5.4.1.1.
- Символы "X.A.C.#" и "X.A.R.#" относятся к профилям чужих перекрестных помех, как определено в подразделе В.3.5.4.1.2.
- Символ "◆" относится к сумме перекрестных помех для двух PSD, определяемых как

$$P_X = \left(P_{XS}^{K_n} + P_{XA}^{K_n} \right)^{1/K_n}, \text{ где } P \text{ обозначает PSD, выраженные в Вт/Гц, а } K_n = 1/0,6.$$

Эти профили будут отвечать всем частотам от 1 кГц до 1 МГц.

В.3.5.4.1.1 Профили собственных перекрестных помех

Профили помех X.S.C.# и X.S.R.#, представляющие эквивалентный источник собственных перекрестных помех, характерных для реализации тестируемой системы линий SHDSL. Определение уровней частот оставлено за производителями трансиверов. Для соответствия требованиям настоящей Рекомендации производитель трансивера будет определять спектр сигнала тестируемой системы линий SHDSL, поскольку, как описано в подразделе В.3.2, его можно определить в порте Tx тестовой установки. Ширина полосы частот для измерений плотности PSD будет составлять 1 кГц или ниже.

Для тестирования линии SHDSL были определены четыре модели помех для собственных перекрестных помех. В таблице В.6 описаны профили блоков STU-R и STU-C.

В этом наборе символ "#" является заменителем для модели "А", "В", "С" или "D". "SHDSL.dn" является спектром сигнала, который передается линией SHDSL в обратном направлении, а "SHDSL.up" является спектром сигнала, который передается линией SHDSL в прямом направлении.

Таблица В.6/G.991.2 – Определение собственных перекрестных помех для тестирования линии SHDSL

	Модель А (XS.#.А)	Модель В (XS.#.В)	Модель С (XS.#.С)	Модель (XS.#.D)
XS.C#:	"SHDSL.dn" + 11,7 дБ	"SHDSL.dn" + 7,1 дБ	"SHDSL.dn" + 7,1 дБ	"SHDSL.dn" + 10,1 дБ
XS.R#:	"SHDSL.up" + 11,7 дБ	"SHDSL.up" + 7,1 дБ	"SHDSL.up" + 7,1 дБ	"SHDSL.up" + 10,1 дБ
ПРИМЕЧАНИЕ. – В различных моделях помех используются различные коэффициенты усиления.				

В.3.5.4.1.2 Профили чужих перекрестных помех

Профили помех XA.C.# и XA.R.#, представляющие эквивалентный источник чужих перекрестных помех, характерны для реализации тестируемой системы линий SHDSL. Для тестирования линии SHDSL были определены четыре модели помех для чужих перекрестных помех. Профили блока STU-C определены в таблице В.7, а профили блока STU-R – в таблице В.8. Каждый профиль плотности PSD определяется множеством источников помех. Чужие помехи в модели D будут неактивными, чтобы иметь сценарий с "чистыми" собственными перекрестными помехами.

Таблица В.7/G.991.2 – Частоты сопряжений профилей PSD "XA.C.#", задающие спектры эквивалентных источников помех для источников чужих помех

XA.C.A [Гц]	135 Ом [дБм/Гц]	XA.C.B [Гц]	135 Ом [дБм/Гц]	XA.C.C [Гц]	135 Ом [дБм/Гц]	XA.C.D [Гц]	135 Ом [дБм/Гц]
1	–20,0	1	–25,7	1	–25,7	BCE	–∞
15 k	–20,0	15 k	–25,7	15 k	–25,7		
30 k	–21,5	30 k	–27,4	30 k	–27,4		
67 k	–27,0	45 k	–30,3	45 k	–30,3		
125 k	–27,0	70 k	–36,3	70 k	–36,3		
138 k	–25,7	127 k	–36,3	127 k	–36,3		
400 k	–26,1	138 k	–32,1	138 k	–32,1		
1104 k	–26,1	400 k	–32,5	400 k	–32,5		
2.5 М	–66,2	550 k	–32,5	550 k	–32,5		
4.55 М	–96,5	610 k	–34,8	610 k	–34,8		
30 М	–96,5	700 k	–35,4	700 k	–35,3		
		1 104 k	–35,4	1 104 k	–35,3		
		4,55 М	–103,0	1,85 М	–58,5		
		30 М	–103,0	22,4 М	–103,0		
				30 М	–103,0		

ПРИМЕЧАНИЕ. – Профили PSD выделены прямыми линиями между частотами сопряжений при построении по *логарифмической* шкале частот и по *линейной* шкале по дБм. Уровни определяются при активной нагрузке в 135 Ом.

**Таблица В.8/G.991.2 – Частоты сопряжений профилей плотностей PSD "ХА.Р.#",
задающие спектры эквивалентных источников помех для источников чужих помех**

ХА.Р.А [Гц]	135 Ом [дБм/Гц]	ХА.Р.В [Гц]	135 Ом [дБм/Гц]	ХА.Р.С [Гц]	135 Ом [дБм/Гц]	ХА.Р.Д [Гц]	135 Ом [дБм/Гц]
1	–20,0	1	–25,7	1	–25,7	BCE	–∞
15 k	–20,0	15 k	–25,7	15 k	–25,7		
60 k	–25,2	30 k	–26,8	30 k	–26,8		
276 k	–25,8	67 k	–31,2	67 k	–31,2		
500 k	–51,9	142 k	–31,2	142 k	–31,2		
570 k	–69,5	156 k	–32,7	156 k	–32,7		
600 k	–69,9	276 k	–33,2	276 k	–33,2		
650 k	–62,4	400 k	–46,0	335 k	–42,0		
763 k	–62,4	500 k	–57,9	450 k	–47,9		
1,0 М	–71,5	570 k	–75,7	750 k	–45,4		
2,75 М	–96,5	600 k	–76,0	1040 k	–45,5		
30 М	–96,5	650 k	–68,3	2,46 М	–63,6		
		763 k	–68,3	23,44 М	–103,0		
		1,0 М	–77,5	30 М	–103,0		
		2,8 М	–103,0				
		30 М	–103,0				
ПРИМЕЧАНИЕ. – Профили плотностей PSD выделены прямыми линиями между частотами сопряжений при построении по <i>логарифмической</i> шкале частот и по <i>линейной</i> шкале по дБм. Уровни определяются при активной нагрузке в 135 Ом.							

В.3.5.4.2 Профили временной области генераторов G1-G4

Помехи, как описано в подразделах В.3.5.3.1-В.3.5.3.5, касающихся частотной области, носят случайный характер, а их распределение близко к гауссову распределению. Это значит, что функция распределения амплитуд объединенных помех из-за искажений, вводимых в суммирующий элемент, будет лежать между двумя границами, что видно на рисунке В.6, где незаштрихованная область является допустимым регионом. Границы маски заданы на рис. В.9.

Функция распределения амплитуд $F(a)$ помех и (t) является дробным выражением от времени, у которого абсолютное значение $u(t)$ превышает значение " a ". Из этого определения можно вычислить, что $F(0)=1$ и что $F(a)$ монотонно убывает до точки, где " a " равно пиковому значению сигнала. Далее функция $F(a)$ убывает так, что

$$F(a) = 0 \text{ для } a = |u_{peak}|$$

Границы для распределения амплитуд гарантируют, что помехи будут характеризоваться пиковыми значениями, которые иногда значительно выше среднеквадратического значения этих помех (в 5 раз выше).

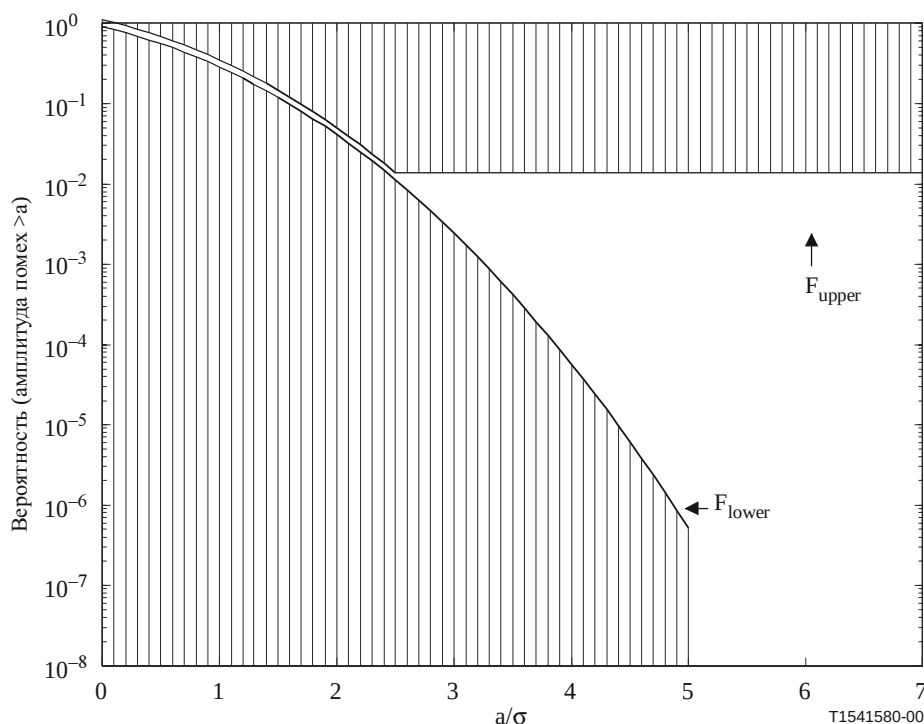


Рисунок В.6/G.991.2 – Маска для функции распределения амплитуд

Таблица В.9/G.991.2 – Верхняя и нижняя границы функции распределения амплитуд помех

Граница (σ = среднеквадратическое значение помех)	Интервал	Параметр	Значение
$F_{\text{lower}}(a) = (1 - \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}((a/\sigma)/\sqrt{2})\}$ $F_{\text{lower}}(a) = 0$	$0 \leq a/\sigma < CF$ $CF \leq a/\sigma < \infty$	пик-фактор гауссов зазор	$CF = 5$ $\varepsilon = 0.1$ $A = CF/2 = 2.5$
$F_{\text{upper}}(a) = (1 + \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}((a/\sigma)/\sqrt{2})\}$ $F_{\text{upper}}(a) = (1 + \varepsilon) \cdot \{1 - \text{erf}(A/\sqrt{2})\}$	$0 \leq a/\sigma < A$ $A \leq a/\sigma < \infty$		

Смысл параметров в таблице В.9 состоит в следующем:

- CF обозначает минимальный пик-фактор помех, характеризующий величину отношения между абсолютным пиковым значением (u_{peak}) и среднеквадратичным значением (u_{rms}) ($CF = |u_{\text{peak}}| / u_{\text{rms}}$).
- ε означает гауссов зазор, который указывает на то, как "близко" наблюдаемые гауссовы помехи аппроксимируют истинный гауссов шум.
- A обозначает точку, выше которой смягчается верхняя граница, позволяя использовать сигналы помех с осуществимой длиной повторений.

В.3.5.5 Измерение запаса помехоустойчивости

При запуске корректируются уровень и форма перекрестных помех или импульсных помех, в то время как их уровень просматривается в порте Rx, чтобы отвечать описанию уровня искажений, приведенному в подразделе В.3.4. Этот относительный уровень считается равным 0 дБ. Затем активируется звено приемопередатчика и непрерывно контролируется коэффициент ошибок по битам.

В.3.5.6 Измерение запаса устойчивости к перекрестным помехам

Для измерений запаса устойчивости к перекрестным помехам уровень перекрестных помех генератора искажений согласно таблицам В.7 и В.8 будет увеличен путем коррекции коэффициента усиления усилителя А1 на рис. В.2 равномерно во всей полосе частот тестируемой системы линий SHDSL, пока коэффициент ошибок по битам (BER) не станет больше 10^{-7} . Такое значение коэффициента BER достигается при увеличении уровня на x дБ с малой неопределенностью в Δx дБ. Это значение x определяется как запас устойчивости к перекрестным помехам согласно общепринятой модели помех.

Запасы устойчивости к перекрестным помехам будут измеряться для передачи в прямом и обратном направлениях.

В.3.5.7 Измерение запаса устойчивости к импульсным помехам

Вопрос подлежит дальнейшему изучению.

В.4 Маски PSD

При всех скоростях передачи данных измеряемая плотность PSD передачи каждого блока STU не будет превышать масок плотностей PSD, описанных в данном разделе ($PSDMASK_{SHDSL}(f)$), а измеряемая суммарная мощность при согласованной нагрузке в 135 Ом будет попадать в диапазон, описанный в данном разделе ($P_{SHDSL} \pm 0,5$ дБ).

Поддержка симметричных плотностей PSD, описанных в подразделе В.4.1, будет обязательной для всех поддерживаемых скоростей передачи данных. Поддержка асимметричных плотностей PSD, описанных в подразделе В.4.2 будет факультативной.

В таблице В.10 перечисляются поддерживаемые плотности PSD и размеры соответствующих созвездий сигналов.

Таблица В.10/G.991.2 – Плотность PSD и размер созвездия

Симметричные PSD		Асимметричные PSD			
DS	US	DS	US	DS	US
16-TCРAM	16-TCРAM	16-TCРAM	16-TCРAM	8-TCРAM	16-TCРAM
Обязательные		Факультативные		Вопрос подлежит дальнейшему изучению	

Что касается созвездий сигналов модуляции 16-TCРAM при передаче в прямом и обратном направлениях, представленных в таблице В.10, в таблице В.11 дана более подробная информация, касающаяся скорости передачи данных, соответствующей скорости передачи символов и отображения битов на символ.

Таблица В.11/G.991.2 – Скорости передачи данных с кадрами

Скорость передачи данных полезной нагрузки, R (кбит/с)	Модуляция	Скорость передачи символов (ксимв/с)	К (число битов на символ)
$R = n \times 64 + (i) \times 8$	16-TCРAM	$(R + 8) \div 3$	3

Как описано в разделе 5, допустимые скорости задаются формулой $n \times 64 + i \times 8$ кбит/с, где $3 \leq n \leq 36$ и $0 \leq i \leq 7$. Для $n = 36$ i ограничено значениями 0 или 1.

В.4.1 Маски симметричных PSD

Для всех значений доступной для блока STU скорости передачи данных с кадрами можно будет выбирать маски плотностей PSD из следующего набора таких масок ($PSDMASK_{SHDSL}(f)$):

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times \text{Порядок}}} \times 10^{\frac{MaskOffsetdB(f)}{10}}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5}, & f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ МГц} \\ \text{Пик в } -90 \text{ дБм/Гц с максимальной мощностью в } -50 \text{ дБм в окне } [f, f + 1 \text{ МГц}] \text{ для } 1,5 \text{ МГц} < f \leq 11,04 \text{ МГц} \end{cases}$$

где $MaskOffsetdB(f)$ определяется следующим образом:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}}, & f < f_{3dB} \\ 1, & f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

Внутриполосная PSD для $0 < f < 1,5$ МГц будет измеряться при ширине полосы разрешения в 10 кГц.

Здесь f_{int} – это частота, где пересекаются две функции, регулирующие маску $PSDMASK_{SHDSL}(f)$, в диапазоне частот от 0 до Nf_{sym} ; PBO – значение потери мощности, выраженное в дБ; K_{SHDSL} , Порядок , N , f_{sym} , f_{3dB} и P_{SHDSL} определены в таблице В.12; P_{SHDSL} – это диапазон мощности для PSD передачи с потерей мощности в 0 дБ; R – скорость передачи данных полезной нагрузки.

Таблица В.12/G.991.2 – Параметры симметричной PSD

Скорость передачи данных полезной нагрузки, R (кбит/с)	K_{SHDSL}	Порядок	ND	Скорость передачи символов, f_{sym} (ксимв/с)	f_{3dB}	P_{SHDSL} (дБм)
$R < 2048$	7,86	6	1	$(R+8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	$P1(R) \leq P_{SHDSL} \leq 13,5$
$R \geq 2048$	9,90	6	1	$(R+8)/3$	$1,0 \times f_{sym}/2$	14,5

ND – номинальная плотность

$P1(R)$ определяется следующим образом:

$$P1(R) = 0,3486 \log_2(R \times 1000 + 8000) + 6,06 \text{ дБм}$$

Для потери мощности в 0 дБ измеряемая мощность передачи при согласованной нагрузке в 135 Ом будет попадать в диапазон $P_{SHDSL} \pm 0,5$ дБ. Для значений потери мощности, отличных от 0 дБ, измеряемая мощность при согласованной нагрузке в 135 Ом будет попадать в диапазон $P_{SHDSL} \pm 0,5$ дБ минус значение потери мощности выраженное в дБ. Измеряемая плотность PSD передачи при согласованной нагрузке в 135 Ом будет оставаться ниже $PSDMASK_{SHDSL}(f)$.

На рисунке В.7 показаны маски плотностей PSD с потерей мощности в 0 дБ для скоростей передачи данных полезной нагрузки 256, 512, 768, 1536, 2048 и 2304 кбит/с.

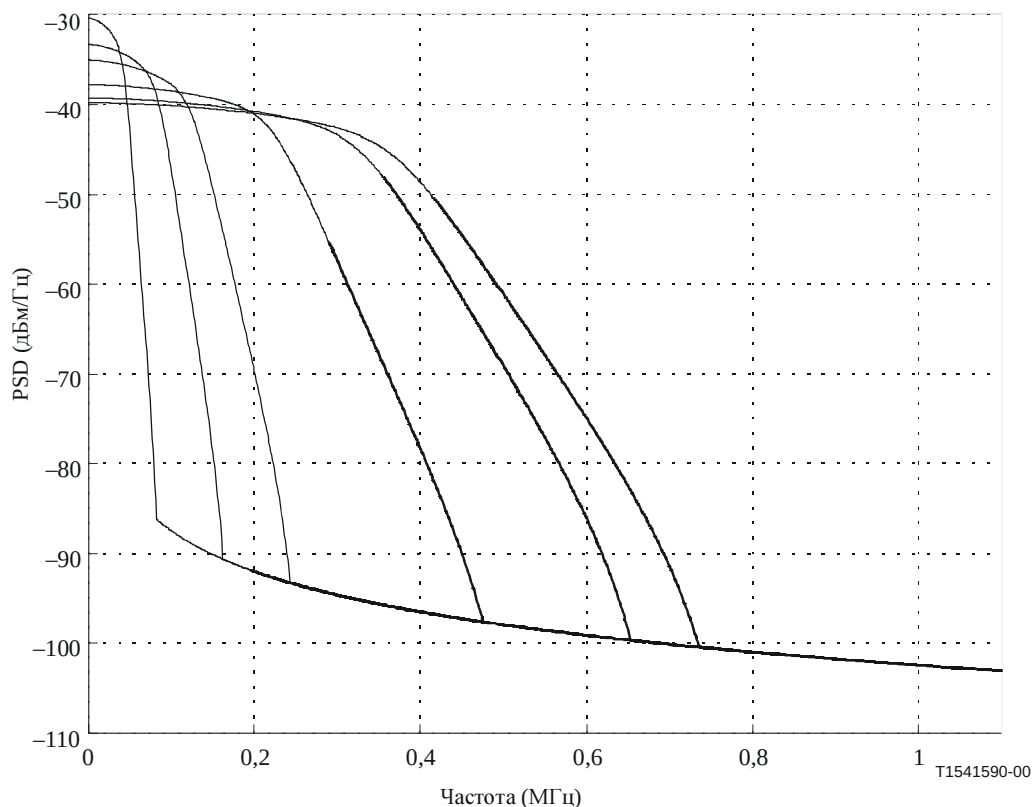


Рисунок В.7/G.991.2 – Маски PSD для потери мощности в 0 дБ

Уравнением для номинальной PSD, измеряемой на зажимах, является уравнение:

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_{sym}} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{Nf_{sym}}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times \text{Порядок}}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5}, & f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ МГц} \end{cases}$$

Пик в -90 дБм/Гц с максимальной мощностью в -50 дБм в окне $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ для $1,5 \text{ МГц} < f \leq 11,04 \text{ МГц}$

где f_c – частота среза преобразователя, предположительно 5 кГц. На рис. В.8 представлены номинальные плотности PSD передачи с мощностью в 13,5 дБм для скоростей передачи данных полезной нагрузки 256, 512, 768, 1536, 2048 и 2304 кбит/с.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Номинальная плотность PSD дается только в информативных целях.

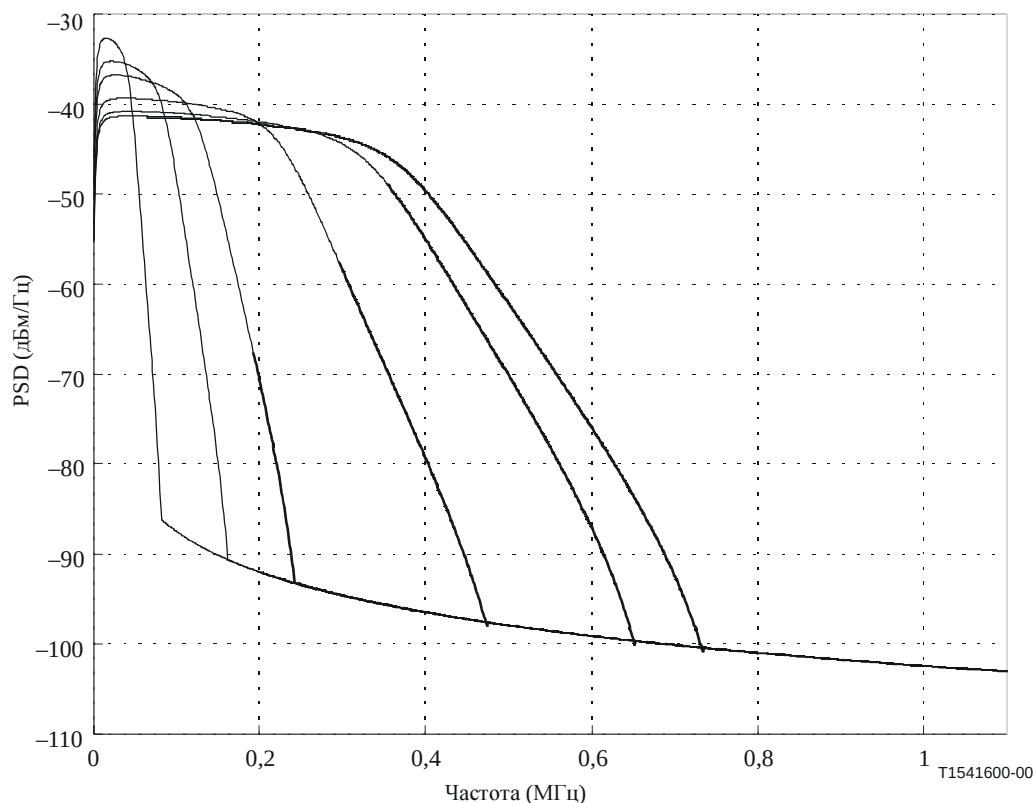


Рисунок В.8/G.991.2 – Номинальные симметричные PSD для потери мощности в 0 дБ

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В этом разделе PSDMASK(f) и NominalPSD(f) выражаются в единицах Вт/Гц, если не определено другое, а f выражается в единицах Гц.

В.4.2 Маски асимметричных PSD при скоростях передачи 2,048 Мбит/с и 2,304 Мбит/с

Набор масок асимметричных плотностей PSD, описанный в данном разделе, будет факультативно поддерживаться для скоростей передачи данных полезной нагрузки 2,048 Мбит/с и 2,304 Мбит/с. Мощность и спектральная плотность мощности измеряется при полном сопротивлении нагрузки в 135 Ом.

Для скоростей передачи данных полезной нагрузки в 2,048 Мбит/с и 2,304 Мбит/с, доступных в блоке STU, можно будет выбирать маски плотностей PSD из следующего набора таких масок (PSDMASK_{SHDSL}(f)):

$$PSDMASK_{SHDSL}(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_x} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{f_x}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_x}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times \text{Порядок}}} \times 10^{\frac{MaskedOffsetdB(f)}{10}}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5}, & f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ МГц} \end{cases}$$

Пик в -90 дБм/Гц с максимальной мощностью в -50 дБм в окне [f, f + 1 MHz] для 1,5 МГц < f ≤ 11,04 МГц

где MaskPffsetdB(f) определяется следующим образом:

$$MaskOffsetdB(f) = \begin{cases} 1 + 0,4 \times \frac{f_{3dB} - f}{f_{3dB}}, & f < f_{3dB} \\ 1, & f \geq f_{3dB} \end{cases}$$

Внутриполосная PSD для 0 < f < 1,5 МГц будет измеряться при ширине полосы разрешения в 10 кГц.

Здесь f_{int} – это частота, где пересекаются две функции, регулирующие маску $PSDMASK_{SHDSL}(f)$, в диапазоне частот от 0 до f_x ; P_{BO} – значение потери мощности, выраженное в дБ; K_{SHDSL} , $Порядок$, N , f_x , f_{3dB} и P_{SHDSL} определены в таблице В.13; P_{SHDSL} – это диапазон мощности для плотности PSD передачи с потерей мощности в 0 дБ; R – скорость передачи данных полезной нагрузки.

Таблица В.13/G.991.2 – Параметры асимметричной PSD

Скорость передачи данных полезной нагрузки (кбит/с)	Передачик	K_{SHDSL}	Порядок	f_x (Гц)	f_{3dB} (Гц)	P_{SHDSL} (дБм)
2048	STU-C	16,86	7	1 370 667	548 267	16,25
2048	STU-R	15,66	7	685 333	342 667	16,50
2304	STU-C	12,48	7	1 541 333	578 000	14,75
2304	STU-R	11,74	7	770 667	385 333	15,25

Для потери мощности в 0 дБ измеренная мощность передачи при полном сопротивлении нагрузки в 135 Ом будет попадать в диапазон $P_{SHDSL} \pm 0,5$ дБ. Для значений потери мощности, отличных от 0 дБ, измеряемая мощность передачи при полном сопротивлении нагрузки в 135 Ом будет попадать в диапазон $P_{SHDSL} \pm 0,5$ дБ минус значение потери мощности, выраженное в дБ. Измеренная плотность PSD передачи при полном сопротивлении нагрузки в 135 Ом будет оставаться ниже $PSDMASK_{SHDSL}(f)$.

На рис. В.9 показаны маски плотностей PSD с потерей мощности в 0 дБ для скоростей передачи данных полезной нагрузки в 2048 и 2304 кбит/с.

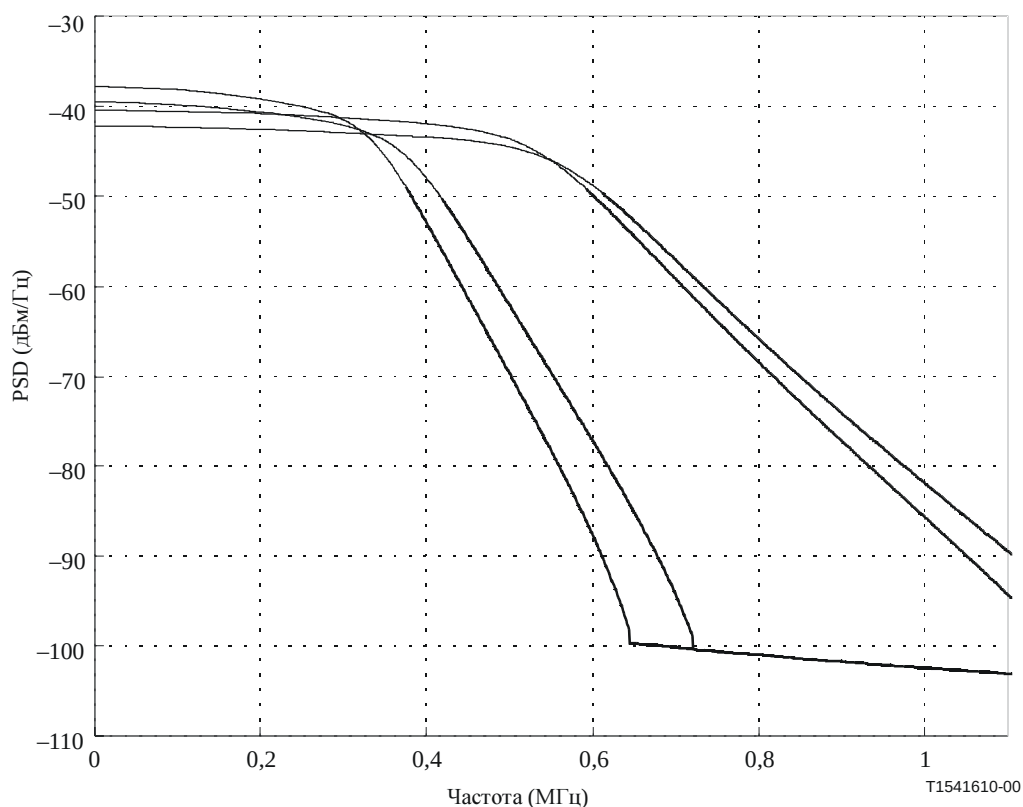


Рисунок В.9/G.991.2 – Маски PSD для потери мощности в 0 дБ

Уравнением для номинальной плотности PSD, измеренной на зажимах, будет уравнение:

$$NominalPSD(f) = \begin{cases} 10^{\frac{-PBO}{10}} \times \frac{K_{SHDSL}}{135} \times \frac{1}{f_x} \times \frac{\left[\sin\left(\frac{\pi f}{f_x}\right) \right]^2}{\left(\frac{\pi f}{f_x}\right)^2} \times \frac{1}{1 + \left(\frac{f}{f_{3dB}}\right)^{2 \times \text{Порядок}}} \times \frac{f^2}{f^2 + f_c^2}, & f < f_{int} \\ 0,5683 \times 10^{-4} \times f^{-1.5}, & f_{int} \leq f \leq 1,5 \text{ МГц} \end{cases}$$

Пик в – 90 дБм/Гц с максимальной мощностью в – 50 дБм в окне $[f, f + 1 \text{ MHz}]$ для $1,5 \text{ МГц} < f \leq 11,04 \text{ МГц}$

где f_c – это частота среза преобразователя, предположительно 5 кГц. На рис. В.10 показаны номинальные плотности PSD с потерей мощности в 0 дБ для скоростей передачи данных полезной нагрузки в 2048 и 2304 кбит/с.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Номинальная плотность PSD приведена только для информации.

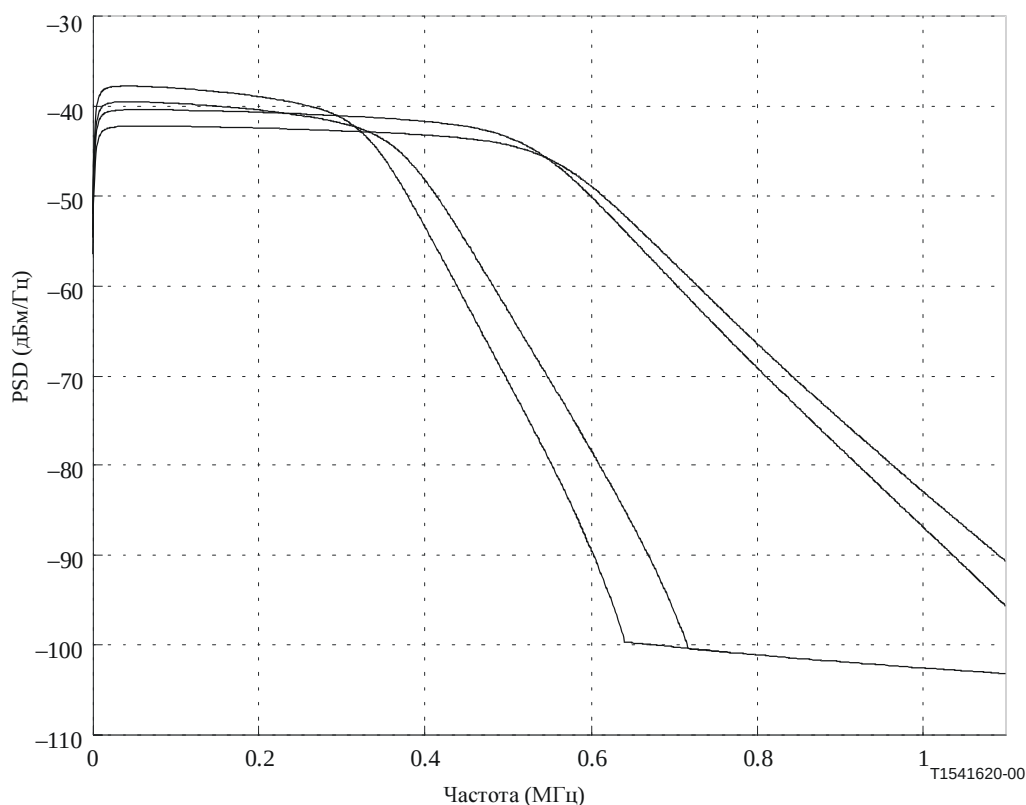


Рисунок В.10/G.911.2 – Номинальные асимметричные PSD для потери мощности в 0 дБ

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – В этом разделе $PSDMASK(f)$ и $NominalPSD(f)$ выражаются в единицах Вт/Гц, если не определено другое, а f выражается в единицах Гц.

В.5 Характерные для региона функциональные характеристики

В.5.1 Скорость передачи данных

Для устройств, поддерживающих функциональные возможности согласно Приложению В, на скорости передачи данных не налагаются никакие дополнительные ограничения, кроме ограничений, сформулированных в разделе 5 и повторно сформулированных в подразделах 7.1.1, 8.1 и 8.2. В разделе В.4 приводится подробная информация относительно поддерживаемых скоростей передачи символов и их связи с плотностями PSD.

В.5.2 Обратные потери

Для устройств, поддерживающих функциональные возможности согласно приложению В, обратные потери будут описываться на основе методологии, изложенной в подразделе 11.3, и ограничений, взятых из рис. 11-6, справедливы следующие равенства:

$$RL_{\text{MIN}} = 14 \text{ дБ}$$

$$f_0 = 3,99 \text{ кГц}$$

$$f_1 = 20 \text{ кГц}$$

$$f_2 = f_{\text{sym}}/2$$

$$f_3 = 2,51f_{\text{sym}}$$

где f_{sym} – скорость передачи символов.

В.5.3 Электропитание участка

В.5.3.1 Общие положения

В данном разделе рассматриваются вопросы электропитания блока STU-R, регенераторов (если требуется) и подача электропитания в прикладной интерфейс для узкополосных услуг при ограниченных условиях (цепь живой линии). Требования, содержащиеся в данном разделе, подразумевают соответствие документу МЭК 60950 [7].

В.5.3.2 Электропитание блока STU-R

Блок STU-R может потреблять электроэнергию от удаленной цепи питания в случае отказа местного источника электропитания.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Стратегия электропитания от удаленных источников может оказаться неприемлемой для исключительно длинных линий или линий с регенераторами. В этих случаях используются другие способы электропитания, которые подлежат дальнейшему изучению.

Блок STU-R будет отбирать ток обтекания от удаленной цепи питания силой от 200 мкА до 3 мА максимум, когда блок STU-R получает местное электропитание. При отказе местного источника максимальный ток, отбираемый блоком STU-R от удаленной цепи питания, будет ограничен значением, которое определяется в документе МЭК 60950 [7].

В.5.3.3 Электропитание интерфейса для узкополосных услуг

Когда блок STU-R одновременно предоставляет телефонную услугу, то в случае отказа местного источника питания хотя бы для одного телефонного аппарата должно быть обеспечено электропитание в ограниченном режиме по цепи живой линии.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Стратегия электропитания от удаленных источников может оказаться неприемлемой для исключительно длинных линий или линий с регенераторами. В этих случаях используются другие способы электропитания, которые подлежат дальнейшему изучению.

В.5.3.4 Электропитание от блока STU-C

Мощность электропитания будет ограничена значениями, определяемыми согласно требованиям к напряжению в сетях электросвязи (TNV), содержащимся в документе МЭК 60950 [7].

ПРИМЕЧАНИЕ. – Это значит, что сумма напряжений переменного и постоянного токов в блоке STU-R не может превысить 120 В. В исключительных случаях с длинными линиями или регенераторами в линиях можно допускать, согласно стандартам, устанавливающим правила техники безопасности, более высокую мощность электропитания от блока STU-C. Этот вопрос оставлен для дальнейшего изучения. Вероятно, что при поддержке электропитания длинных линий и/или регенераторов могут подразумеваться плавающие (не соединенные с землей) цепи электропитания.

В.5.3.5 Мощность электропитания, доступная в блоке STU-R

Блок STU-R может работать при любой полярности. Он будет входить в полное рабочее состояние при минимальном напряжении в 45 В (см. примечание) на своем входе.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Это значение зависит от напряжения источника питания и подлежит дальнейшему изучению.

Когда сеть предоставляет удаленный источник электропитания, тогда блок STU-R и сторона блока SRU в направлении блока STU-C будут входить в состояние с высоким полным сопротивлением в течение 2 с после прерывания тока от удаленного источника соответственно в направлении к блоку STU-R или блоку SRU. Это состояние будет сохраняться до тех пор, пока напряжение на линии остается ниже 18В (напряжение постоянного тока + пиковое напряжение переменного тока). В этом состоянии ток утечки будет меньше, чем 10 мкА, а емкость будет больше, чем 2 мкФ. Между устранением удаленного электропитания и подачей тестового напряжения необходимо защитное время по меньшей мере в 2 с.

В.5.4 Продольный баланс

Для устройств, поддерживающих функциональные возможности согласно приложению В, продольный баланс будет описываться на основе методологии, изложенной в подразделе 11.1, и ограничений, взятых из рис. 11-2. Для величин, представленных на рисунке 11-2, будут справедливы следующие равенства:

$$LB_{\text{MIN}} = 40 \text{ дБ}$$

$$f_1 = 5 \text{ кГц}$$

$$f_2 = f_{\text{sym}}/2$$

где f_{sym} – скорость передачи символов.

В.5.5 Продольное выходное напряжение

Для устройств, поддерживающих функциональные возможности согласно приложению В, продольное выходное напряжение будет описываться на основе методологии, изложенной в подразделе 11.2. Диапазон измеряемых частот составит от 100 Гц до 400 кГц.

В.5.6 Целевые границы для сеанса PMMS

Если факультативная линейная пробная проверка выбирается во время сеанса по Рек. G.994.1, то приемника будет использовать согласованные целевые границы рабочего режима. Если выбраны целевые границы для сеанса PMMS для наихудшего случая, тогда для приемника предполагается наличие источников помех по таблице В.14, чтобы определить, может ли быть поддержана отдельная скорость передачи. Эталонные перекрестные помехи будут вычисляться при использовании моделей перекрестных помех в кабеле, описанных в подразделе В.3.5.2, в предположении бесконечной длины шлейфа, так чтобы компоненты перекрестных помех FEXT игнорировались, а перекрестные помехи NEXT не зависели от длины шлейфа. Эталонные перекрестные помехи, описанные в данном разделе, могут не соответствовать условиям наихудшего случая во всех сетях. Различия в условиях внешней среды для перекрестных помех могут компенсироваться коррекцией целевых границ рабочего режима.

Таблица В.14/G.991.2 – Эталонные источники помех, используемые в течение сеанса PMMS для границ рабочего режима в наихудшем случае

Скорость передачи (кбит/с)	PSD (направление)	Эталонный источник помех
Все	Симметричная (US/DS)	49 SHDSL
2048	Асимметричная (US)	49 SHDSL-SYM с $f_{\text{sym}} = 685\,333 \text{ Гц}$
2048	Асимметричная (US)	49 SHDSL-SYM с $f_{\text{sym}} = 685\,333 \text{ Гц}$
2304	Асимметричная (US)	49 SHDSL-SYM с $f_{\text{sym}} = 770\,667 \text{ Гц}$
2304	Асимметричная (US)	49 SHDSL-SYM с $f_{\text{sym}} = 770\,667 \text{ Гц}$

Здесь: US – прямое (восходящее) направление
DS – обратное (нисходящее) направление

ПРИЛОЖЕНИЕ С

Региональные требования – Регион 3

Спецификации приемопередатчиков для использования в сетях с существующей услугой TCM-ЦСИС (как описано в Рекомендации МСЭ-Т G.961, Добавление IV [B1]) можно найти в Рекомендации G.992.1, Приложение Н [1].

ПРИЛОЖЕНИЕ D

Функционирование регенератора сигналов

Для передачи данных на расстояния, превышающие расстояние в один сегмент линии SHDSL, могут быть использованы один или несколько регенераторов сигналов (SRU). В факультативном режиме четырехпроводной связи могут использоваться регенераторы сигналов для двух пар проводов, если требуется достичь большого расстояния передачи. В данном приложении точно определяются рабочие характеристики регенераторов сигналов и последовательность инициализации для пролетов линии SHDSL, содержащих регенераторы сигналов. В Добавление III включен дополнительный пояснительный текст.

D.1 Эталонная схема

Рисунок D.1 представляет собой эталонную схему участка линии SHDSL, содержащую два генератора. В схеме адресация канала EOC (подраздела 9.5.5.5) поддерживается до восьми (8) регенераторов в одном пролете, и ограничений числа регенераторов не предусматривается. Каждый регенератор SRU будет состоять из двух частей: блока SRU-R для сопряжения с блоком STU-C (и с отдельным блоком SRU-C) и блока SRU-C для сопряжения с блоком STU-R (или с отдельным блоком SRU-R). Внутреннее соединение между блоком SRU-R и блоком SRU-C будет обеспечивать связь между этими двумя частями во время запуска и нормальной работы. Пролет линии SHDSL, содержащий X регенераторов, будет содержать $X + 1$ отдельных сегментов линии SHDSL, обозначенных как TR1 (от STU-C до SRU₁), TR2 (от SRU_X-C до STU-R) и RR _{n} (от SRU _{n} -C до SRU _{$n-1$} -R, где $1 \leq n \leq X - 1$). Каждый сегмент должен подчиняться основным положениям, описанным в подразделах 6.2, 6.3 и 7.2 для процедур предварительной активации и собственной активации. В данном приложении описаны дополнительные требования, характерные для пролетов, содержащих регенераторы.

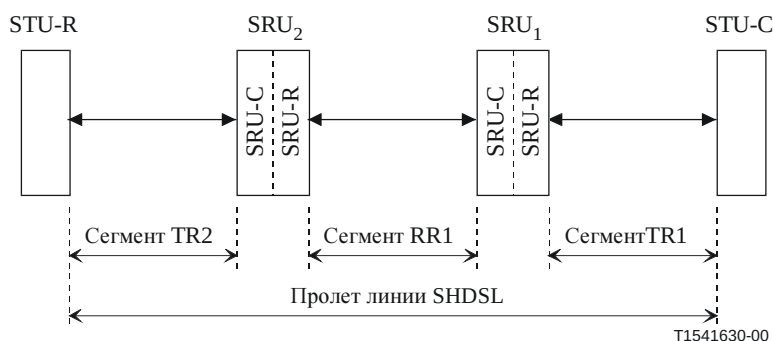


Рисунок D.1/G.991.2 – Блок-схема участка SHDSL с двумя генераторами сигналов

D.2 Процедуры запуска

D.2.1 Блок SRU-C

На рис. D.2 показана диаграмма перехода состояний при запуске и функционировании блока SRU-C. Для блока SRU-C начальным состоянием является состояние "свободно", и в случае инициирования запуска блоком STU-R блок SRU-C перейдет сначала в состояние "ждать STU-C". При инициировании запуска блоком STU-C блок SRU-C перейдет из состояния "свободно" в состояние "сеанс 1 по G.994.1". С точки зрения на перспективу для блока SRU-C, запуск, инициированный блоком SRU, будет идентичен запуску, инициированному блоком STU-C.

При вхождении в состояние "ждать STU-C" блок SRU-C сообщит о статусе "возможности доступны" и передаст список своих возможностей блоку SRU-R через внутренний интерфейс регенератора. Список возможностей блока SRU-C, переданный блоку SRU-R, будет пересечением его собственных возможностей, списка возможностей, полученного им от блока STU-R (или блока SRU-R) во время его сеанса по Рекомендации G.994.1, и возможностей сегмента, определяемых линейной пробой, если она используется.

Блок SRU-C будет принимать от блока SRU-R информацию о выборе режима в связи с индикацией "SRU-R активен". При последующем сеансе по Рек. G.994.1 блок SRU-C выберет тот же режим и установки параметров для сеанса по линии SHDSL.

Время таймера T_{SRUC} должно быть установлено на 4 минуты. Если это время истекло до того, как блок SRU-C достигнет состояния "активен", блок SRU-C возвратится в состояние "свободно" и пошлет блоку SRU-R через внутренний интерфейс сигнал индикации отказа звена. Блок SRU-C будет также посылать сигнал индикации отказа и возвратится в состояние "свободно", если по истечении 30 с инициация согласно Рекомендации G.994.1 была unsuccessful.

Если в обмене возможностями по Рекомендации G.994.1 был установлен бит "режим диагностики", то он приводит к тому, что блок SRU-C функционирует в качестве блока STU-C, если последующий сегмент был поврежден. Это означает, что сигнал индикации внутреннего отказа, принятый, пока блок SRU-C находится в состоянии "ждать STU-C", приведет к тому, что блок SRU-C выберет рабочий режим, выполнит инициацию сеанса согласно Рекомендации G.994.1 и перейдет в состояние "сеанс 2 по G.994.1".

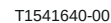


Рисунок D.2/G.991.2 – Диаграмма перехода состояний блока SRU-C

D.2.2 Блок SRU-R

На рис. D.3 представлена диаграмма перехода состояний при запуске и функционировании блока SRU-R. Для блока SRU-R начальным состоянием является состояние "свободно", и в случае инициирования запуска блоком STU-R блок SRU-R перейдет сначала в состояние "сеанс 1 по G.994.1". При инициировании запуска блоком STU-C блок SRU-R перейдет из состояния "свободно" в состояние "сеанс 2 по G.994.1".

При вхождении в состояние "ждать SRU-R" блок SRU-R сообщит о статусе "инициация звена" блоку SRU-C через внутренний интерфейс регенератора. При вхождении в состояние "активен" он сообщит блоку SRU-C о статусе "SRU-R активен". Если выбрано функционирование в плезиохронном режиме (тактовый режим 1; см. раздел 10), то до завершения последовательности активации линии SHDSL блок SRU-R может факультативно послать блоку SRU-C сигнал индикации о своем вхождении в состояние "активен". Если выбран синхронный режим или плезиохронный режим с опорной сетевой синхронизацией (тактовые режимы 2, 3a или 3b; см. раздел 10), то блок SRU-R не будет посылать сигнал индикации о входе в состояние "активен" до тех пор, пока не будет завершена последовательность активации линии SHDSL.

Блок SRU-R примет от блока SRU-C по внутреннему интерфейсу регенератора список возможностей в связи с индикацией "возможности доступны". Список возможностей блока SRU-R согласно последующему сеансу по Рекомендации G.994.1, будет пересечением его собственных возможностей со списком возможностей, полученным им от блока SRU-C.

Блок SRU-R будет предоставлять блоку SRU-C информацию о выборе режима в связи с индикацией "SRU-R активен", основанную на информации о выборе, которую он получил при сеансе по Рекомендации G.994.1.

Время таймера T_{SRUR} будет установлено на 4 минуты. Если время T_{SRUR} истекает до того, как блок SRU-R достигнет состояния "активен", блок SRU-R возвратится в состояние "свободно" и пошлет блоку SRU-C через внутренний интерфейс сигнал индикации отказа звена. Если по истечении 30 с инициация по Рекомендации G.994.1 была неуспешной, то блок SRU-R также посылает сигнал индикации отказа и возвращается в состояние "Свободно".

Если в обмене возможностями по Рекомендации G.994.1 был установлен бит "режим диагностики", то он приводит к тому, что блок SRU-R функционирует как блок STU-R, если последующий сегмент был поврежден. Это означает, что сигнал индикации внутреннего отказа, принятый, пока блок SRU-R находился в состоянии "ждать STU-R", приведет к тому, что блок SRU-R выполнит инициацию сеанса по Рекомендации G.994.1 и перейдет в состояние "сеанс 2 по G.994.1".

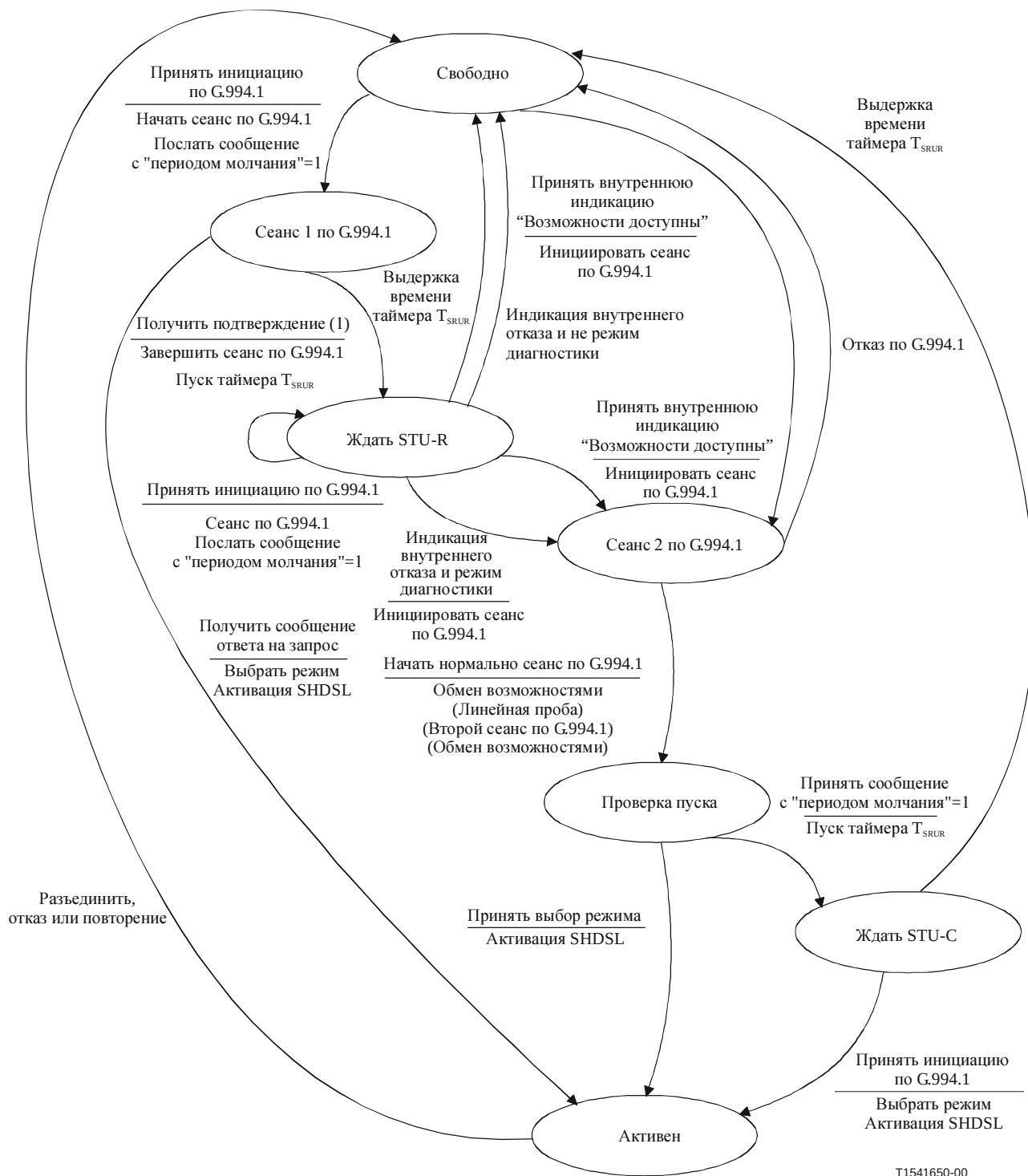


Рисунок D.3/G.991.2 – Диаграмма перехода состояний блока SRU-R

D.2.3 Блок STU-C

Для поддержки работы с регенераторами каждый блок STU-C будет поддерживать бит периода молчания регенератора (RSP), как определено в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1. Во-вторых, блок STU-C не будет посылать сигнал индикации отказа или ошибки в последовательности запуска, пока он не будет переведен в режим "молчание" в течение по крайней мере 5 последовательных минут.

D.2.4 Блок STU-R

Для поддержки работы с регенераторами каждый блок STU-R будет поддерживать бит периода молчания регенератора (RSP), как определено в Рекомендации МСЭ-Е G.994.1. Блок STU-R не будет посылать сигнал индикации отказа или ошибки в последовательности запуска, пока он не будет переведен в режим "молчания" в течение по крайней мере 5-ти последовательных минут.

D.2.5 Отказы сегмента и последовательности перезапусков

В случае отказа сегмента или в случае выполнения последовательности перезапуска каждый сегмент пролета будет деактивирован, при этом каждый блок SRU-C и SRU-R возвратится в свое состояние "Свободно". Перезапуск затем может быть инициирован блоками SRU, STU-R или STU-C.

D.3 Скорости передачи символов

Что касается рабочих режимов, описанных в приложении А, то регенераторы сигналов могут передавать сигналы на скоростях передачи символов до и включая скорость в 280 ксимв/с либо в двухпроводном, либо в факультативном четырехпроводном режиме. Для модуляции 16-ТСПАМ это соответствует максимальным скоростям передачи пользовательских данных (не включая дополнения кадров) в 832 кбит/с и 1664 кбит/с соответственно для двухпроводного и четырехпроводного режимов связи. Работа на более высоких скоростях передачи символов подлежит дальнейшему изучению.

Что касается рабочих режимов, описанных в приложении В, то регенераторы сигналов могут передавать сигналы на скоростях передачи символов до и включая скорость в 685,33 ксимв/с либо в двухпроводном, либо в факультативном четырехпроводном режиме. Для модуляции 16-ТСПАМ это соответствует максимальным скоростям передачи пользовательских данных (не включая дополнения кадров) в 2,048 Мбит/с и 4,096 Мбит/с соответственно для двухпроводного и четырехпроводного режимов связи. Работа на более высоких скоростях передачи символов подлежит дальнейшему изучению.

В каждом случае каждый блок STU и SRU в пролете будет выбирать одну и ту же рабочую скорость передачи данных.

D.4 Маски PSD

Любая из PSD из Приложения А или Приложения В может быть использована для сегмента TR1 (от STU-C до SRU-R), если она подходит для данного региона. Все другие сегменты будут использовать одну из соответствующих симметричных плотностей PSD, как описано в подразделах А.4.1 или В.4.1. Выбор плотности PSD будет ограничен условиями, связанными со скоростью передачи символов и описанными в разделе D.3.

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Формирование кадров в режиме TPS-ТС, характерном для применения

В данном Приложении приводятся подробные сведения по реализации различных типов формирования кадров в режиме TPS-ТС, которые могут быть поддержаны приемопередатчиками линии SHDSL. Режим TPS-ТС формирования кадров выбирается во время предварительной активации, но критерии выбора конкретного режима TPS-ТС зависят от применения и в данной Рекомендации не рассматриваются.

E.1 Режим TPS-ТС для данных канала, присвоенного для передачи

В режиме канала, присвоенного для передачи, не должно быть определенной связи между структурой пользовательских данных и их расположением в подблоках полезной нагрузки; k_s битов смежных пользовательских данных будут содержаться в каждом подблоке, как описано в подразделе 8.1.

Временная связь между потоком пользовательских данных и данными в подблоках будет оставаться такой, что порядок битов во времени из потока пользовательских данных будет совпадать с порядком передачи в подблоках полезной нагрузки линии SHDSL. Любая дополнительная структура внутри пользовательских данных будет поддерживаться каким-либо протоколом верхнего уровня, и в данной Рекомендации этот вопрос не рассматривается.

В факультативном четырехпроводном режиме связи данные канала, присвоенного для передачи, будут переноситься по обеим парам с использованием перемежения, как описано в подразделе 8.2; k_s битов смежных пользовательских данных будут содержаться в подблоке для пары 1, а следующие k_s таких же битов будут содержаться в соответствующем подблоке для пары 2. Как отмечено выше, любая дополнительная структура внутри пользовательских данных будет поддерживаться каким-либо протоколом верхнего уровня, а в данной Рекомендации этот вопрос не рассматривается.

Е.2 Режим TPS-ТС для байтовых данных канала, присвоенного для передачи

В режиме оценки байтового канала, присвоенного для передачи, входной байтовый поток будет выравниваться в подблоке полезной нагрузки линии SHDSL так, что байтовые границы будут сохраняться. Каждый подблок полезной нагрузки анализируется как содержащий n 8-битовых временных интервалов. Каждый байт из потока входных данных отображается в следующий доступный временной интервал, причем младший бит передается первым. Первый временной интервал начинается с позиции первого бита в подблоке полезной нагрузки, за которым следуют временной интервал 2, временной интервал 3, ..., временной интервал n ; k_s битов (или n байтов) смежных данных будут содержаться в каждом подблоке, как описано в подразделе 8.1. Здесь $k_s = i + n \times 8$ и в этом режиме $i=0$ и $3 \leq n < 36$. Дополнительная информация может быть получена из рисунка Е.1.

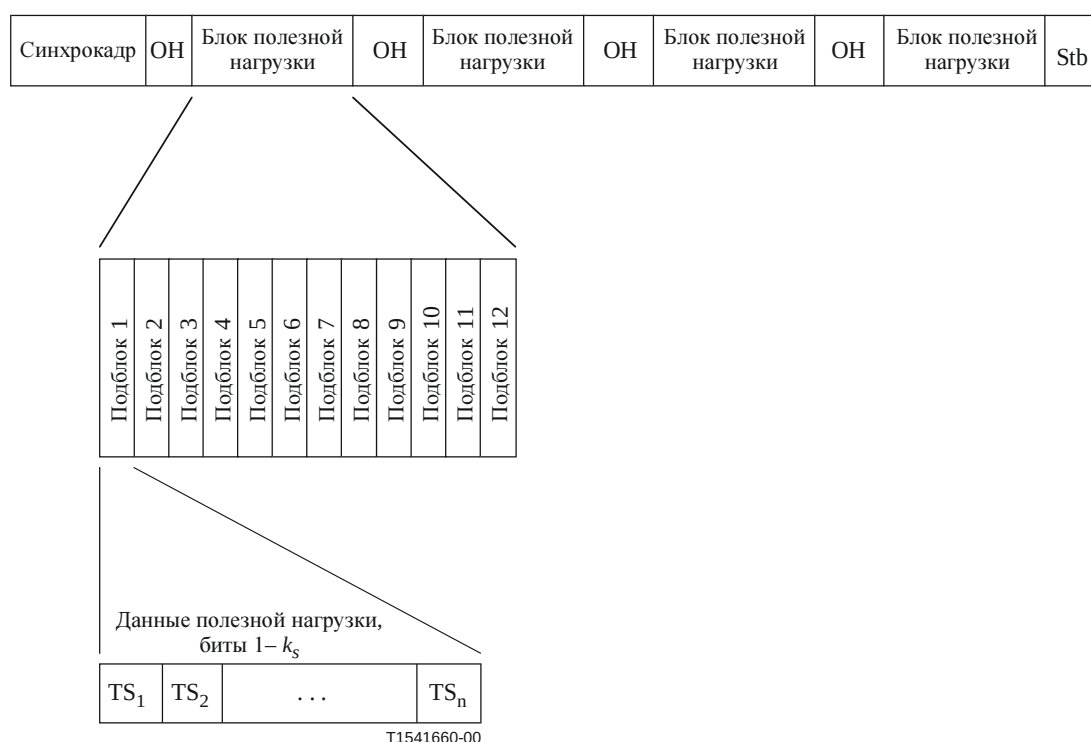


Рисунок Е.1/G.991.2 – Формирование байтовых кадров канала, присвоенного для передачи

В факультативном режиме четырехпроводной связи байтовые данные переносятся по обеим парам при использовании перемежения, как описано в подразделе 8.2. Суммарные $2k_s$ битов ($2n$ байтов) байтовых данных будут транспортироваться посредством подблока полезной нагрузки линии SHDSL. $k_s = i + n \times 8$, и в этом режиме $3 \leq n < 36$. В четырехпроводном режиме связи могут поддерживаться только четные номера временных интервалов. Этот поток входных байтов выравнивается в подблоке полезной нагрузки линии SHDSL так, что сохраняются границы байтов. Каждый подблок полезной

нагрузки интерпретируется как содержащий $2n$ и 8-битовых временных интервалов. Каждый байт из потока входных данных отображается в следующий доступный временной интервал, причем младший бит поступает первым. Первый временной интервал начинается с позиции первого бита в подблоке полезной нагрузки, за которым следуют временной интервал 2, временной интервал 3, ..., временной интервал n . Как определено в подразделе 8.1, $2k_s$ битов (или $2n$ байтов) смежных данных будут содержаться в каждом подблоке. $k_s = i + n \times 8$, и в этом режиме $i = 0$ и $3 \leq n < 36$. Байты из потока входных байтов будут чередоваться между парой 1 и парой 2, так что байты с нечетными номерами переносятся по паре 1, а с четными – по паре 2. Дополнительную информацию предоставляет рис. Е.2.

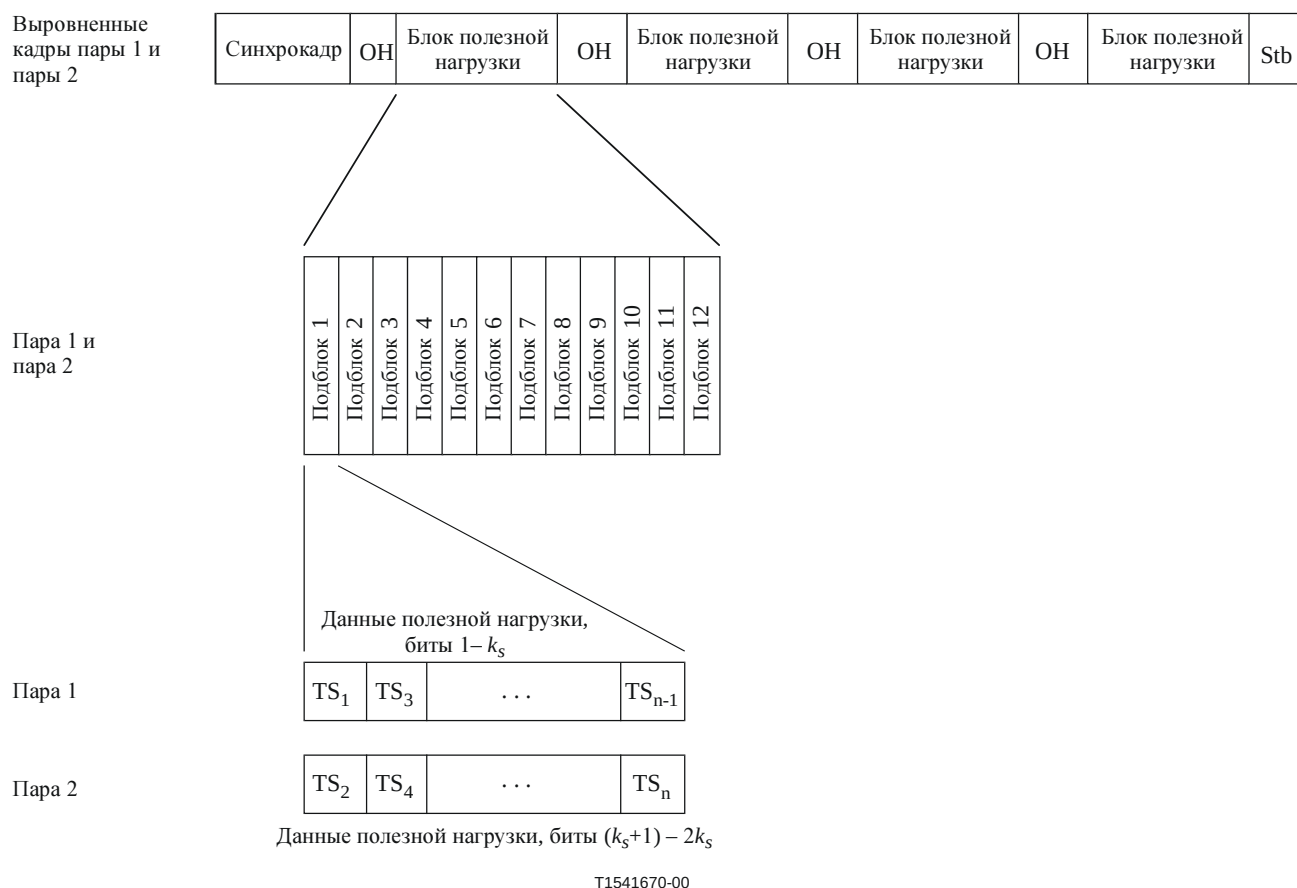


Рисунок Е.2/G.991.2 – Формирование кадров четырехпроводной связи для байтового канала, присвоенного для передачи

Е.3 Режим TPS-ТС для транспортировки невыровненного сигнала DS1

Большой объем данных Североамериканской сети структурирован как потоки данных "DS1", которые в данной Рекомендации могут быть описаны как потоки данных на скорости 1,544 Мбит/с, содержащие кадры на 8 кГц, при этом каждый кадр содержит 24 8-битовых временных интервала и один бит кадровой синхронизации. Подробная информация по структуре DS1 и связанной с ней структурой данных содержится в подпункте 2.1/g.704 [B6] в Добавлении IV.

В режиме невыровненного сигнала DS1 не будет определенной связи между кадрами DS1 и их расположением в подблоках полезной нагрузки. k_s битов смежных данных будут содержаться в каждом подблоке, как определено в подразделе 8.1. $k_s = i + n \times 8$, и в этом режиме $n = 24$ и $I = 1$. Такты формирования кадров в режиме DS1 будут синхронизированы с тактами линии SHDSL так, что кадр DS1 всегда появляется на том же месте в каждом подблоке полезной нагрузки линии SHDSL; однако не задан никакой отдельный способ синхронизации. Временная связь между потоком данных в режиме DS1 и данными в подблоках будет сохраняться, так что порядок битов во времени из потока данных DS1 будет соответствовать порядку передачи в подблоках полезной нагрузки линии SHDSL. В факультативном четырехпроводном режиме связи транспортировка невыровненного сигнала DS1 не поддерживается.

Е.4 Режим TPS-ТС для транспортировки выровненного сигнала DS1/дробного сигнала DS1

Как отмечено в разделе Е3, потоки данных "DS1" состоят из потоков данных на скорости 1,544 Мбит/с, содержащих кадры на 8 кГц, при этом каждый кадр содержит 24 и 8-битовых временных интервала и один бит кадровой синхронизации. В ряде случаев используются потоки данных "дробный сигнал DS1", где кадры DS1 содержат меньше временных интервалов по сравнению с 24-мя 8-битовыми временными интервалами.

В режиме выровненного DS1/дробного DS1 каждый кадр DS1 будет выровнен в подблоке полезной нагрузки так, что бит кадровой синхронизации DS1 занимает позицию первого бита в подблоке полезной нагрузки, за которым следует временной интервал 1, временной интервал 2, ..., временной интервал n . k_s битов смежных данных будут содержаться в каждом подблоке, как описано в подразделе 8.1. $k_s = i + n \times 8$, и в этом режиме $i=1$. В применениях сигнала DS1 $n = 24$, а в применениях дробного сигнала DS1 $3 \leq n < 24$. Такты организации кадров для DS1 будут синхронизированы с тактами линии SHDSL так, что кадр сигнала DS1 всегда появляется на определенной позиции в каждом подблоке полезной нагрузки линии SHDSL. Дополнительная информация содержится на рис. Е.3.

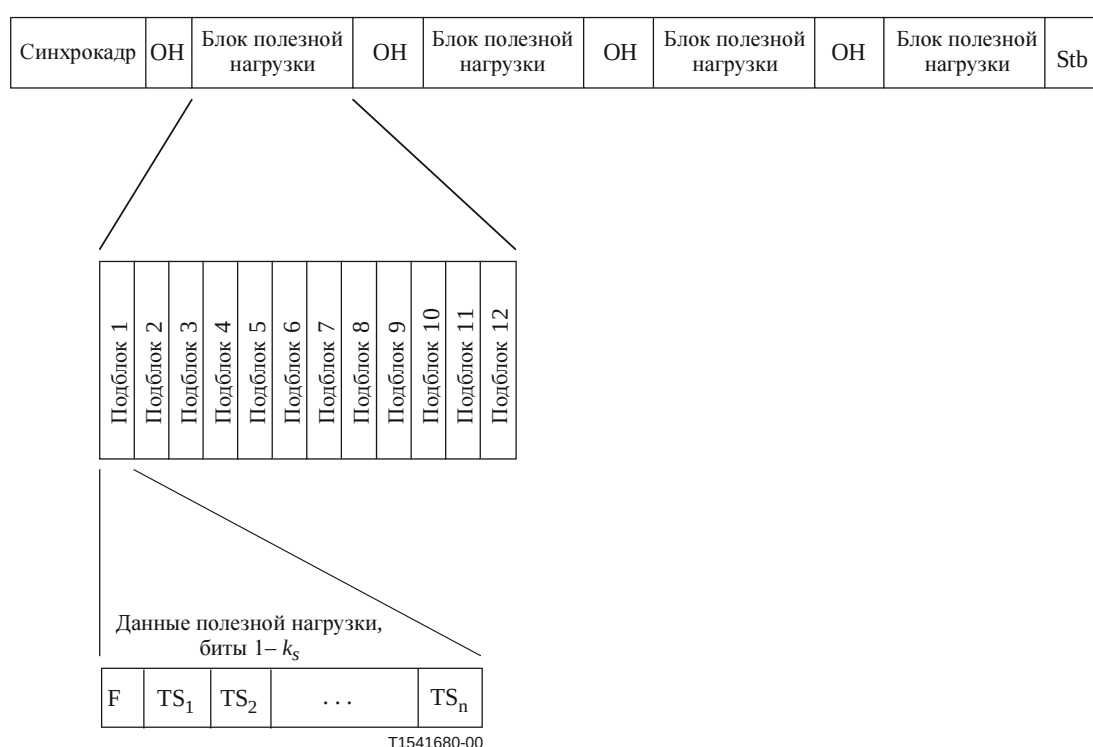


Рисунок Е.3/G.991.2 – Формирование кадров выровненного сигнала DS1/дробного сигнала DS1

В факультативном четырехпроводном режиме связи данные сигнала DS1/дробного сигнала DS1 будут переноситься по обеим парам с использованием перемежения, как описано в подразделе 8.2. Сумма в $(2k_s - 1)$ битов данных сигнала DS1/дробного сигнала DS1 будет транспортироваться посредством подблока полезной нагрузки линии SHDSL. $k_s = i + n \times 8$, и в этом режиме $i = 1$. При применениях сигнала DS1 $n = 12$, а в применениях дробного сигнала DS1 $3 \leq n < 12$. В четырехпроводном режиме связи могут поддерживаться только четные номера временных интервалов сигнала DS1. Каждый кадр сигнала DS1 будет выровнен в подблоке полезной нагрузки линии SHDSL так, что бит кадровой синхронизации сигнала DS1 занимает позицию первого бита в подблоке полезной нагрузки как в паре 1, так и в паре 2. Временные интервалы кадра сигнала DS1 будут чередоваться между парой 1 и парой 2, так что временные интервалы с нечетными номерами переносятся по паре 1, а с четными – по паре 2. Дополнительная информация может быть взята из рис. Е.4.

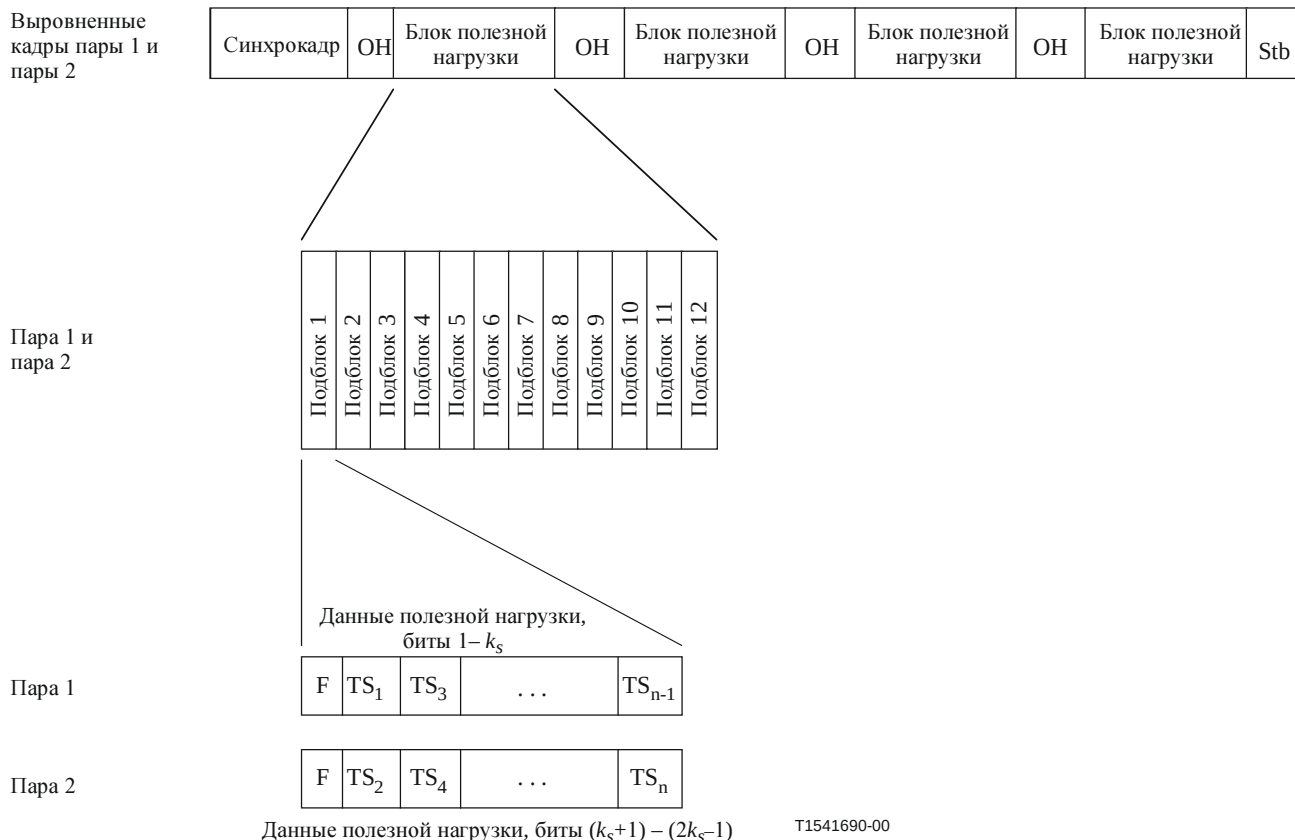


Рисунок Е.4/G.991.2 – Формирование кадров четырехпроводного режима связи для сигнала DS1/дробного сигнала DS1

Е.5 Режим TPS-ТС для Европейской цифровой неструктурированной арендуемой линии на 2,048 Мбит/с (D2048U)

Потоки данных D2048U содержат неструктурированные 2,048 Мбит/с данные с незадаанным формированием кадров. Эти потоки данных будут переноситься при использовании канала, присвоенного для передачи в режиме TPS-ТС, описанного в подразделе Е.1.

Е.6 Режим TPS-ТС для невыровненного сигнала Европейской цифровой структурированной арендуемой линии на 2048 кбит/с (D2048S)

Большой объем данных Европейской сети структурирован в виде потоков данных D2048S, которые в данной Рекомендации будут описаны как потоки данных на скорости 2,048 Мбит/с, содержащие кадры на 8 кГц, при этом каждый кадр содержит 32 8-битовых временных интервала. Подробную информацию по формированию кадров D2048S и по связанной с этим структуре данных можно найти в подразделе 2.3/G.704 [B6] в Добавлении IV.

В режиме невыровненного сигнала D2048S не будет определенной связи между кадрами D2048S и их позициями в подблоках полезной нагрузки. k_s битов смежных данных будут содержаться в каждом подблоке, как описано в подразделе 8.1. $k_s = i + n \times 8$, и в этом режиме $n = 32$ и $i = 0$. Такты формирования кадров D2048S будут синхронизированы с тактами линии SHDSL, так что кадр сигнала D2048S всегда появляется на той же позиции в подблоке полезной нагрузки линии SHDSL; однако не задается никакое выравнивание. Временная связь между потоком данных сигнала D2048S и данными в подблоках будет сохраняться, так что порядок следования битов во времени из потока данных D2048S будет соответствовать порядку передачи в подблоках полезной нагрузки линии SHDSL. В факультативном четырехпроводном режиме связи транспортировка невыровненных сигналов D2048S не поддерживается.

Е.7 Режим TPS-TC для выровненного сигнала и дробного сигнала Европейской цифровой структурированной арендуемой линии (D2048S)

Как было отмечено в разделе Е.6, потоки данных сигнала D2048S состоят из потоков данных на скорости 2,048 Мбит/с, содержащих кадры на 8 кГц, при этом каждый кадр содержит 32 8-битовых временных интервала. В ряде случаев используются потоки данных сигналов D2048S, где кадры содержат меньшее число временных интервалов по сравнению с обычными 32-мя 8-битовыми временными интервалами.

В режиме выровненного сигнала D2048S каждый кадр сигнала D2048S будет выровнен в подблоке полезной нагрузки линии SHDSL, так что первый временной интервал начинается с позиции первого бита в подблоке полезной нагрузки, за которым следуют временной интервал 2, временной интервал 3, ..., временной интервал n . k_s битов смежных данных будут содержаться в каждом подблоке, как описано в подразделе 8.1. $k_s = I + n \times 8$, и в данном режиме $i = 0$. В применениях сигнала D2048S $n = 32$, а в применениях дробного сигнала D2048S $3 \leq n < 24$. Такты формирования кадров сигнала D2048S будут синхронизированы с тактами линии SHDSL так, что кадр сигнала D2048S всегда появляется на определенном месте в каждом подблоке полезной нагрузки линии SHDSL. Подробная информация содержится на рис. Е.5.

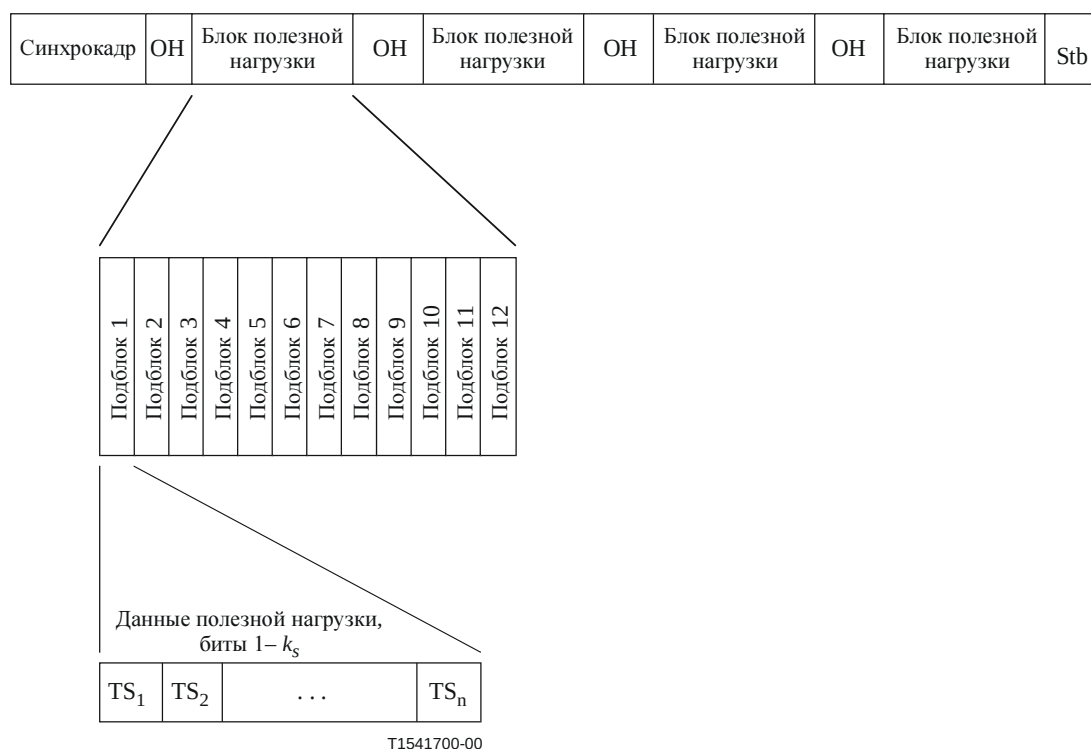


Рисунок Е.5/G.991.2 – Формирование кадров для выровненного сигнала D2048S/дробного сигнала D2048S

В факультативном четырехпроводном режиме данные сигнала D2048S дробного сигнала D2048S будут переноситься по обеим парам с использованием перемежения, как описано в подразделе 8.2. Суммарные $2k_s$ битов данных сигнала D2048S/дробного сигнала D2048S будут транспортироваться посредством подблока полезной нагрузки линии SHDSL. $k_s = I + n \times 8$, и в этом режиме $i = 0$. В применениях сигнала D2048S $n = 16$, а в применениях дробного сигнала D2048S $3 \leq n < 16$. В четырехпроводном режиме связи могут поддерживаться только четные номерам временных интервалов сигнала D2048S. Временные интервалы кадра сигнала D2048S будут чередоваться между парой 1 и парой 2, так что временные интервалы с нечетными номерами переносятся по паре 1, а с четными номерами – по паре 2. Дополнительная информация может быть взята из рисунка Е.6.

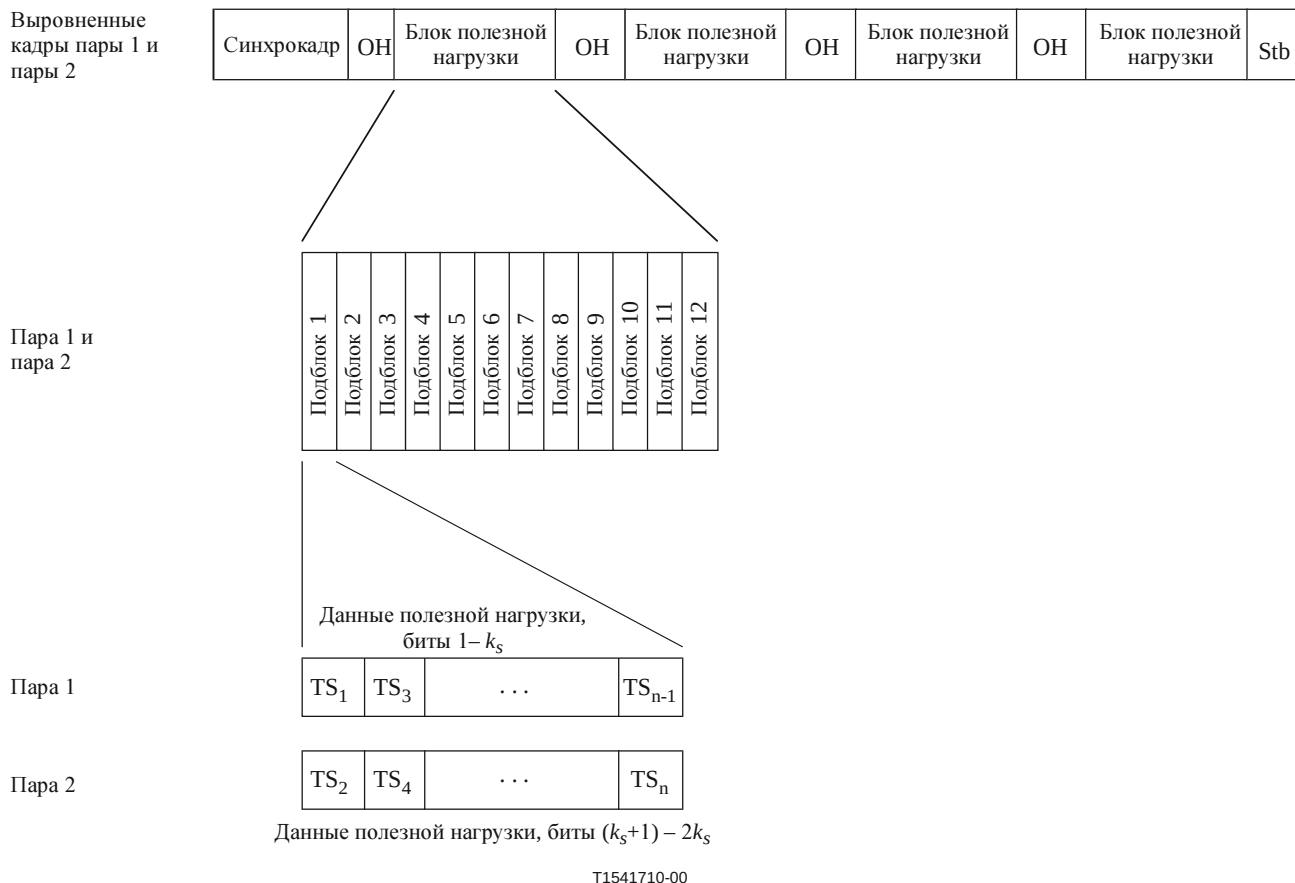


Рисунок Е.6/G.991.2 – Формирование кадров четырехпроводной связи для выровненного сигнала D2048S/дробного сигнала D2048S

Е.8 Режим TPS-ТС для синхронного канала BRA сети ЦСИС

В данном режиме TPS-ТС определяется отображение каналов передачи пользовательских данных сети ЦСИС на каналы полезной нагрузки линии SHDSL для синхронной транспортировки множества каналов BRA сети ЦСИС при использовании тактового режима За (см. подраздел 10.1).

Каналы пользовательских данных сети ЦСИС встроены в каналы данных полезной нагрузки в кадрах линии SHDSL. Каналы сети ЦСИС и кадры линии SHDSL (при любом другом режиме TPS-ТС, если используется режим двойного переноса – см. раздел Е.10) синхронизированы в одной и той же области синхронизации.

Е.8.1 Каналы BRA сети ЦСИС в кадрах SHDSL

На рисунке Е.7 изображается типичная транспортировка каналов BRA сети ЦСИС в кадрах SHDSL. Основные характеристики этой транспортировки состоят в следующем.

- В-каналы и D-каналы отображаются на каналы полезной нагрузки линии SHDSL.
- Канал BRA сети ЦСИС не требует отдельной синхронизации, так как кадры линии SHDSL синхронизированы в той же области синхронизации. Поэтому не требуется иметь кадровое слово сети ЦСИС (12 кбит/с).
- М-канал сети ЦСИС транспортирует биты состояния линий сети ЦСИС, информацию по управлению передачей, а также сигнализацию по управлению соединением в сети ЦСИС. Только подпрограммы-функции М-канала сети ЦСИС, которые необходимы для управления интерфейсом с оконечным оборудованием сети ЦСИС, транспортируются по каналу обмена сообщениями (канал ЕОС линии SHDSL или быстрый сигнальный канал).

Е.8.2 Отображение В-каналов и D-каналов ЦСИС на каналы полезной нагрузки SHDSL

Сигналы В-каналов и D-каналов ЦСИС транспортируются в подблоках полезной нагрузки линии SHDSL. Структура данных полезной нагрузки линии SHDSL в кадрах этой линии характеризуется следующим образом:

- Каждый подблок полезной нагрузки содержит $k_s = i + n \times 8$ битов ($i=0, \dots, 7; n = 3 \dots 36$).
- Каждый подблок упорядочен следующим образом: i однобитовых временных интервалов сопровождаются n восьмибитовыми временными интервалами.
- Однобитовые временные интервалы обозначены как Z-биты, а 8-битовые временные интервалы обозначены как $TS_1, \dots, TS_n$.

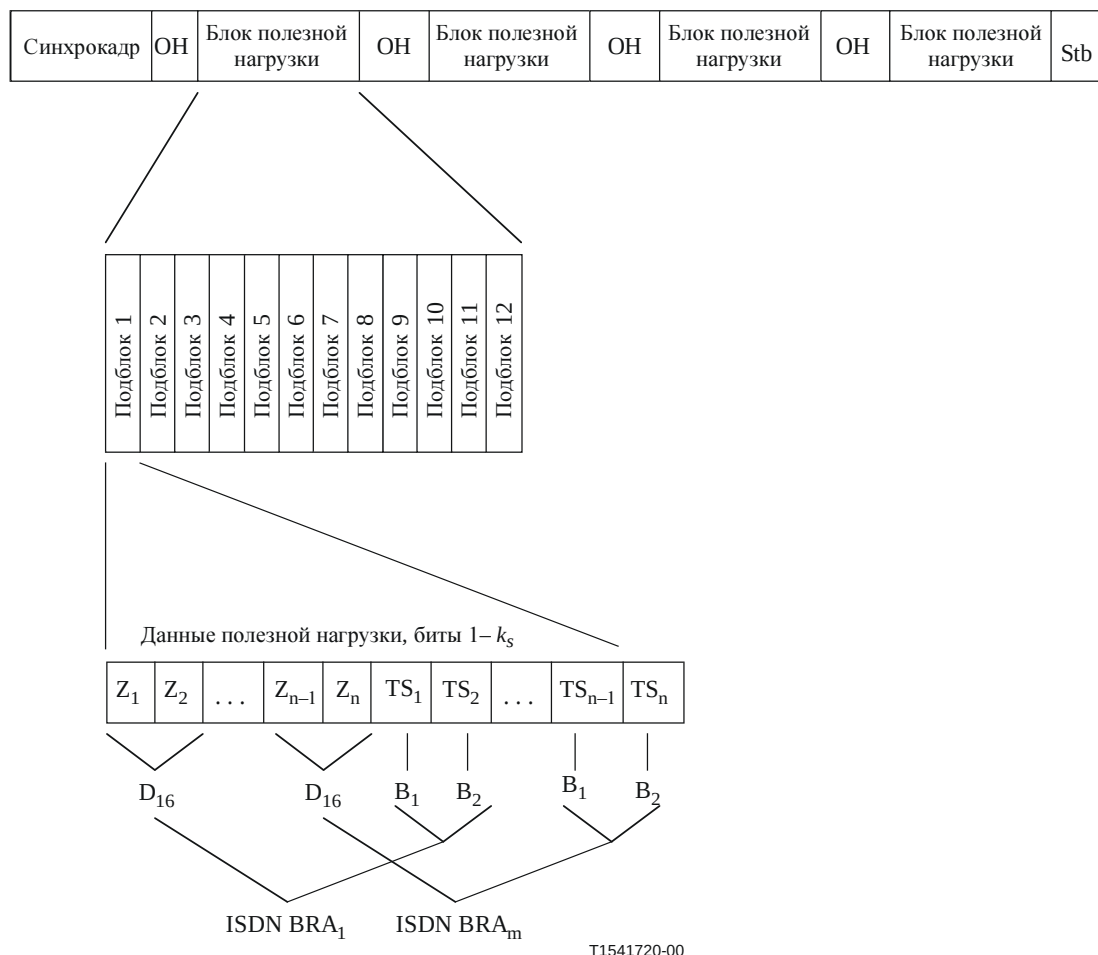


Рисунок Е.7/G.991.2 – Отображение В-каналов и D-каналов ЦСИС

Подблоки полезной нагрузки составлены из комбинаций $n \times$ восьмибитовый временной интервал TS и $i \times$ однобитовый временной интервал Z :

- n соответствует числу каналов полезной нагрузки на 64 кбит/с;
- i соответствует числу каналов на 8 кбит/с.

Эта структура полезной нагрузки позволяет эффективно отобразить каналы доступа BRA сети ЦСИС на кадры линии SHDSL.

- Каналы данных (на 64 кбит/с каждый, обозначены как B_1 - B_y) отображаются на TS -каналы со скоростью 64 кбит/с.
- Сигнальные каналы (на 16 кбит/с каждый, обозначены как D_1 - D_x) отображаются на два 8 кбит/с Z -канала каждый³.

³ Если транспортируется четыре или более каналов BRA сети ЦСИС, тогда четыре канала D_{16} отображаются на один В-канал 64 кбит/с.

На рис. Е.7 представлен основной пример способа такого отображения.

Е.8.3 Несколько каналов BRA сети ЦСИС

Транспортные средства до шести каналов BRA сети ЦСИС (ISDN BRA) подробно описаны в следующих далее параграфах. На рис. 8 представлен пример отображения для двух таких каналов.

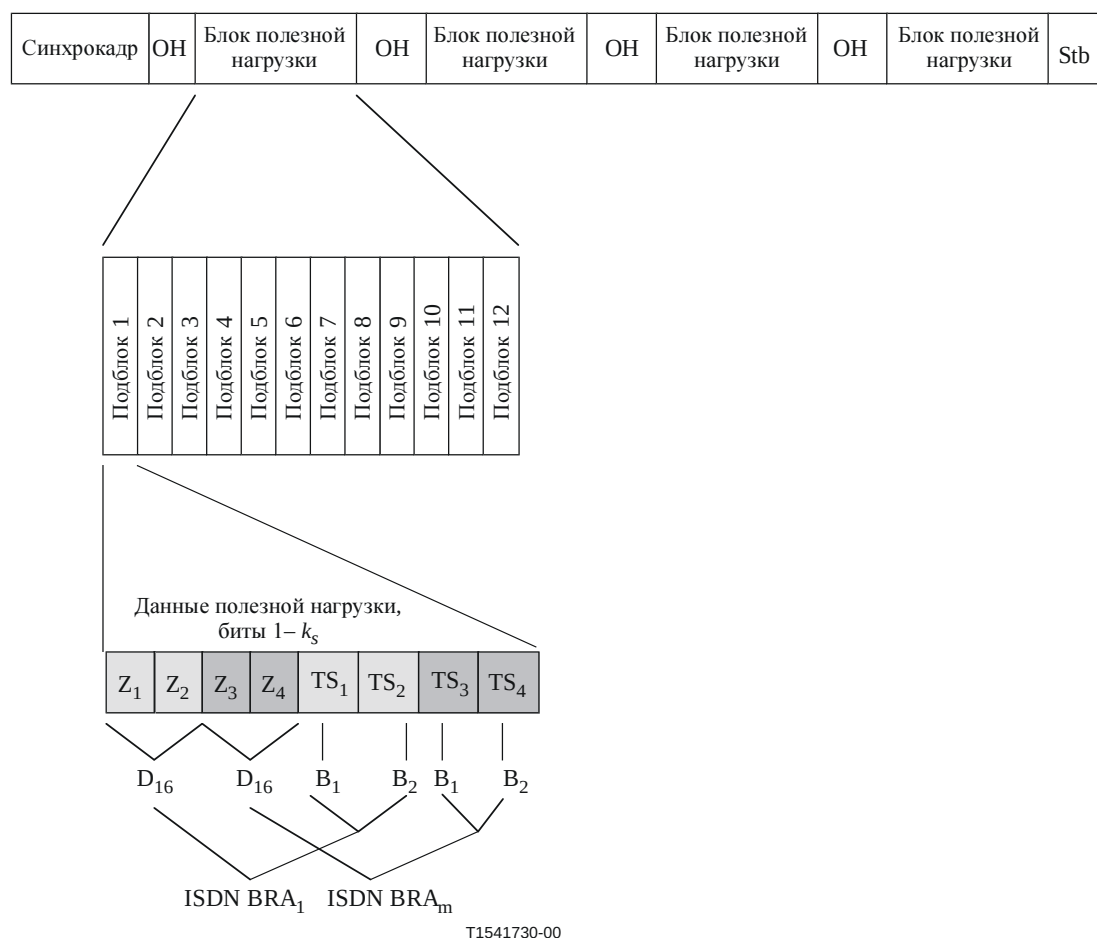


Рисунок Е.8/Г.991.2 – Пример формирования кадров: два канала BRA сети ЦСИС

Транспортные средства каналов пользовательских данных каждого канала BRA сети ЦСИС (ISDN BRA) требуют пропускной способности в 144 кбит/с. В таблице Е.1 указано число TS-каналов и Z-каналов.

Таблица Е.1/Г.991.2 – К × BRA ЦСИС

Число каналов BRA ЦСИС K	Скорость передачи битов полезной нагрузки $K \times (128 \text{ кбит/с} + 16 \text{ кбит/с})$	Применение	TS-каналы (64 кбит/с) n	Z-каналы (8 кбит/с)
1	144	1 BRA ЦСИС	2	2
2	288	2 BRA ЦСИС	4	4
3	432	3 BRA ЦСИС	6	6
4	576	4 BRA ЦСИС	9	0
5	720	5 BRA ЦСИС	11	2
6	864	6 BRA ЦСИС	13	4

Е.8.4 Канал BRA сети ЦСИС для услуги "живой" линии

Услуга живой линии в случае отказа местного источника электропитания может быть предоставлена одним каналом BRA сети ЦСИС. Это канал, который передается в первых временных интервалах каждого подблока полезной нагрузки (например, Z_1 , Z_2 , TS_1 , TS_2). Удаленное электропитание обеспечивается центральной станцией, так что приемопередатчик может работать в режиме ограниченной мощности.

Е.8.5 Позиции временных интервалов В-каналов и D₁₆-каналов ЦСИС (сигнализация по каналу ЕОС)

Если по линии SHDSL транспортируется множество каналов BRA сети ЦСИС, то каждому каналу BRA сети ЦСИС должны быть присвоены определенные каналы данных в блоках полезной нагрузки линии SHDSL. В таблицах Е.2 – Е.5 представлено распределение каналов данных сети ЦСИС для каналов BRA с общим числом до 4-х. Сигнализация осуществляется по каналу ЕОС линии SHDSL.

Чтобы избежать ненужных сдвигов D-битов и В-битов в сети ЦСИС, соответствующие D-биты передаются после их В-битов в последующем подблоке нагрузки SHDSL (В-биты в N -ом подблоке полезной нагрузки и D-биты в $(N + 1)$ -ом подблоке полезной нагрузки; если В-биты передаются в последнем подблоке полезной нагрузки кадра линии SHDSL, то D-биты передаются в первом подблоке полезной нагрузки следующего кадра линии SHDSL).

**Таблица Е.2/G.991.2 – Распределение временных интервалов
для одного канала BRA сети ЦСИС**

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В ₁ ЦСИС	Временной интервал канала В ₂ ЦСИС	Временные интервалы D ₁₆ ЦСИС
1	TS_1	TS_2	$Z_1 + Z_2$

**Таблица Е.3/G.991.2 – Распределение временных интервалов
для двух каналов BRA сети ЦСИС**

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В ₁ ЦСИС	Временной интервал канала В ₂ ЦСИС	Временные интервалы канала D ₁₆ ЦСИС
1	TS_1	TS_2	$Z_1 + Z_2$
2	TS_3	TS_4	$Z_3 + Z_4$

**Таблица Е.4/G.991.2 – Распределение временных интервалов
для трех каналов BRA сети ЦСИС**

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В ₁ сети ЦСИС	Временной интервал В ₂ сети ЦСИС	Временные интервалы D ₁₆ сети ЦСИС
1	TS_1	TS_2	$Z_1 + Z_2$
2	TS_3	TS_4	$Z_3 + Z_4$
3	TS_5	TS_6	$Z_5 + Z_6$

**Таблица Е.5/G.991.2 – Распределение временных интервалов
для четырех каналов BRA сети ЦСИС**

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В ₁ ЦСИС	Временной интервал В ₂ ЦСИС	Временные интервалы D ₁₆ ЦСИС
1	TS_2	TS_3	TS_1 (Биты 1 и 2)
2	TS_4	TS_5	TS_1 (Биты 3 и 4)
3	TS_6	TS_7	TS_1 (Биты 5 и 6)
4	TS_8	TS_9	TS_1 (Биты 7 и 8)

Е.8.5.1 Позиции временных интервалов В-каналов и D₁₆-канала сети ЦСИС (сигнализация по каналу ЕОС) в режиме четырехпроводной связи

В факультативном режиме четырехпроводной связи распределение временных интервалов и Z-битов для каналов BRA сети ЦСИС, число которых составляет от одного до трех, представлено в таблицах Е.2 – Е.4. В таблице Е.5а показано такое распределение для четырех каналов BRA сети ЦСИС.

Таблица Е.5а/G.991.2 – Распределение временных интервалов для четырех каналов BRA сети ЦСИС

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В ₁ ЦСИС	Временной интервал канала В ₂ ЦСИС	Временные интервалы канала D ₁₆ ЦСИС
1	TS ₁	TS ₂	Z ₁ + Z ₂
2	TS ₃	TS ₄	Z ₃ + Z ₄
3	TS ₅	TS ₆	Z ₅ + Z ₆
4	TS ₇	TS ₈	Z ₇ + Z ₈

Z-биты и временные интервалы будут чередоваться между парой 1 и парой 2 так, что Z-биты и временные интервалы с нечеткими номерами переносятся по паре 1, с четными номерами – по паре 2. Дополнительная информация содержится на рисунке Е.8а.

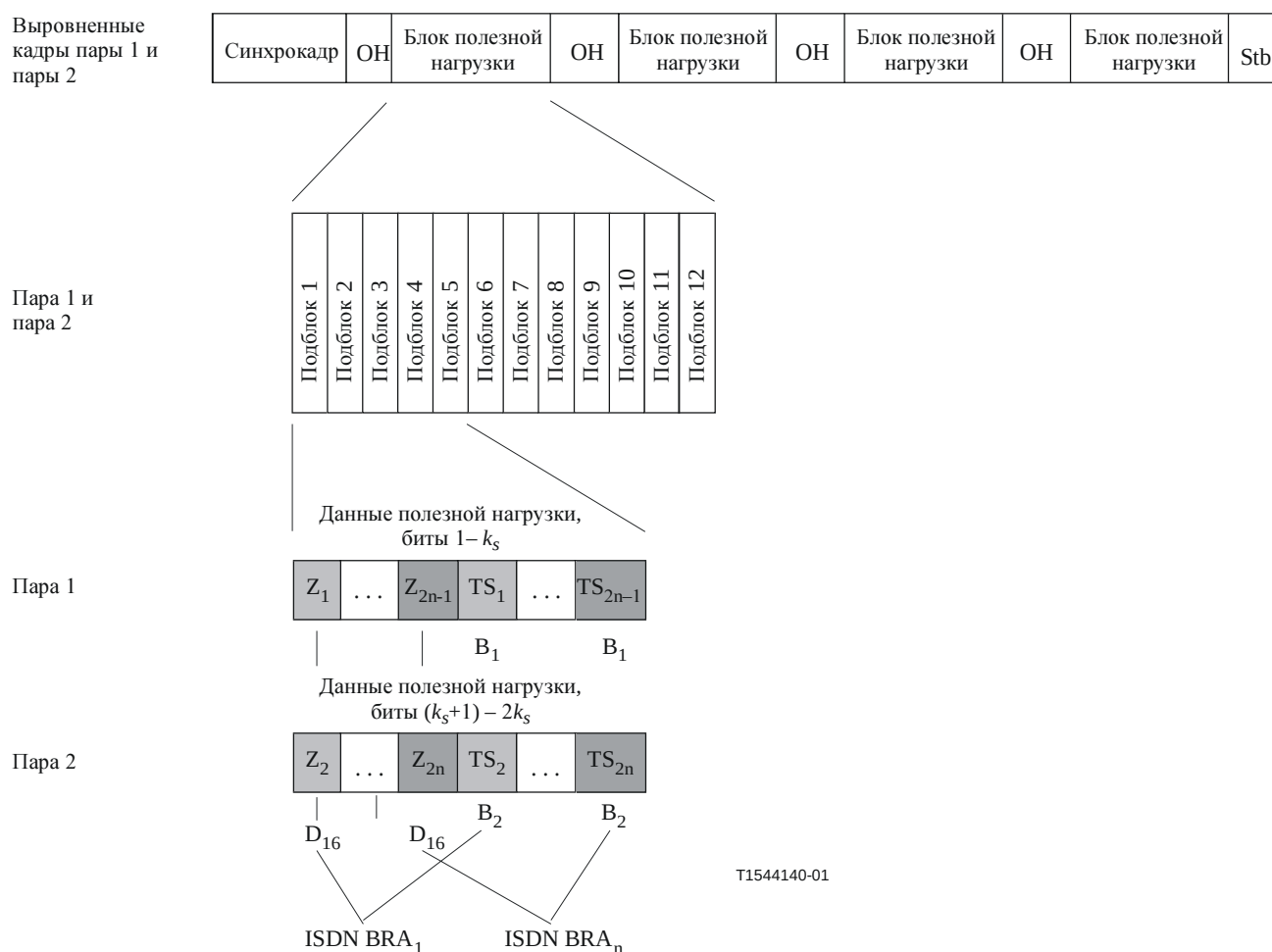


Рисунок Е.8а/G.991.2 – Формирование кадров в режиме четырехпроводной связи для канала BRA сети ЦСИС

Е.8.6 Позиции временных интервалов В-каналов и D₁₆-канала ЦСИС и факультативный быстрый сигнальный канал

Как показано на рисунке Е.9, факультативный быстрый сигнальный канал на 8 кбит/с всегда передается в Z₁. Если этот канал используется, то по линии SHDSL может быть передано до 6-ти каналов BRA сети ЦСИС.

Чтобы избежать ненужного сдвига D-битов и В-битов в сети ЦСИС, соответствующие D-биты передаются после их В-битов в последующем подблоке полезной нагрузки линии SHDSL (В-биты в N-ом подблоке полезной нагрузки и D-биты в (N + 1)-ом подблоке полезной нагрузки; если В-биты передаются в последнем подблоке полезной нагрузки кадра линии SHDSL, то D-биты передаются в первом подблоке полезной нагрузки следующего кадра линии SHDSL).

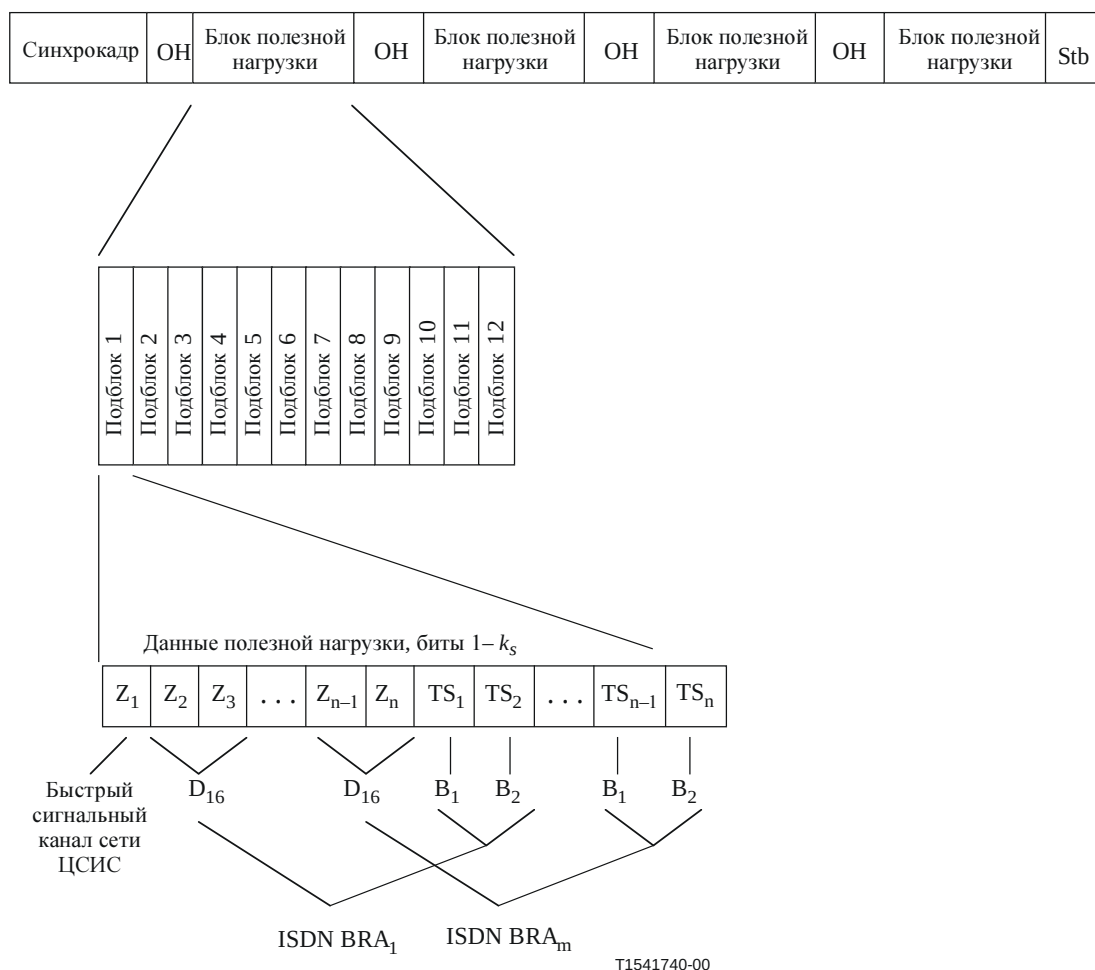


Рисунок Е.9/G.991.2 – Отображения В-каналов и D-каналов ЦСИС с быстрым сигнальным каналом

Таблица Е.6/G.991.2 – Распределение временных интервалов для одного канала BRA ЦСИС, использующего быстрый сигнальный канал

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В ₁ ЦСИС	Временной интервал канала В ₂ ЦСИС	Временные интервалы канала D ₁₆ ЦСИС
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃

Таблица Е.7/G.991.2 – Распределение временных интервалов для двух каналов BRA сети ЦСИС, использующих быстрый сигнальный канал

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В ₁ ЦСИС	Временной интервал канала В ₂ ЦСИС	Временные интервалы канала D ₁₆ ЦСИС
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅

Таблица Е.8/G.991.2 – Распределение временных интервалов для трех каналов BRA сети ЦСИС, использующих быстрый сигнальный канал

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В1 ЦСИС	Временной интервал канала В2 ЦСИС	Временные интервалы канала D16 ЦСИС
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₅	TS ₆	Z ₆ + Z ₇

Таблица Е.9/G.991.2 – Распределение временных интервалов для четырех каналов BRA сети ЦСИС, использующих быстрый сигнальный канал

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В1 ЦСИС	Временной интервал канала В2 ЦСИС	Временные интервалы канала D16 ЦСИС
1	TS ₂	TS ₃	TS ₁ (Биты 1 и 2)
2	TS ₄	TS ₅	TS ₁ (Биты 3 и 4)
3	TS ₆	TS ₇	TS ₁ (Биты 5 и 6)
4	TS ₈	TS ₉	TS ₁ (Биты 7 и 8)

Таблица Е.10/G.991.2 – Распределение временных интервалов для пяти каналов BRA сети ЦСИС, использующих быстрый сигнальный канал

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В1 ЦСИС	Временной интервал канала В2 ЦСИС	Временные интервалы канала D16 ЦСИС
1	TS ₂	TS ₃	Z ₂ +Z ₃
2	TS ₄	TS ₅	TS ₁ (Биты 1 и 2)
3	TS ₆	TS ₇	TS ₁ (Биты 3 и 4)
4	TS ₈	TS ₉	TS ₁ (Биты 5 и 6)
5	TS ₁₀	TS ₁₁	TS ₁ (Биты 7 и 8)

Таблица Е.11/G.991.2 – Распределение временных интервалов для шести каналов BRA сети ЦСИС, использующих быстрый сигнальный канал

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В1 ЦСИС	Временной интервал канала В2 ЦСИС	Временные интервалы канала D16 ЦСИС
1	TS ₂	TS ₃	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₄	TS ₅	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₆	TS ₇	TS ₁ (Биты 1 и 2)
4	TS ₈	TS ₉	TS ₁ (Биты 3 и 4)
5	TS ₁₀	TS ₁₁	TS ₁ (Биты 5 и 6)
6	TS ₁₂	TS ₁₃	TS ₁ (Биты 7 и 8)

Е.8.6.1 Позиции временных интервалов В-каналов и D-канала ЦСИС (быстрая сигнализация) в режиме четырехпроводной связи

В факультативном режиме четырехпроводной связи распределение временных интервалов и Z-битов для каналов BRA сети ЦСИС, число которых составляет от одного до трех, представлено в таблицах Е.6 – Е.8. В таблицах Е.6 – Е.8 показано такое распределение для 4–6 каналов BRA сети ЦСИС.

Таблица Е.11а/Г.991.2 – Распределение временных интервалов для четырех каналов BRA сети ЦСИС, использующих быстрый сигнальный канал

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В1 ЦСИС	Временной интервал канала В2 ЦСИС	Временные интервалы канала D16 ЦСИС
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₅	TS ₆	Z ₆ + Z ₇
4	TS ₇	TS ₈	Z ₈ + Z ₉

Таблица Е.11b/Г.991.2 – Распределение временных интервалов для пяти каналов BRA сети ЦСИС, использующих быстрый сигнальный канал

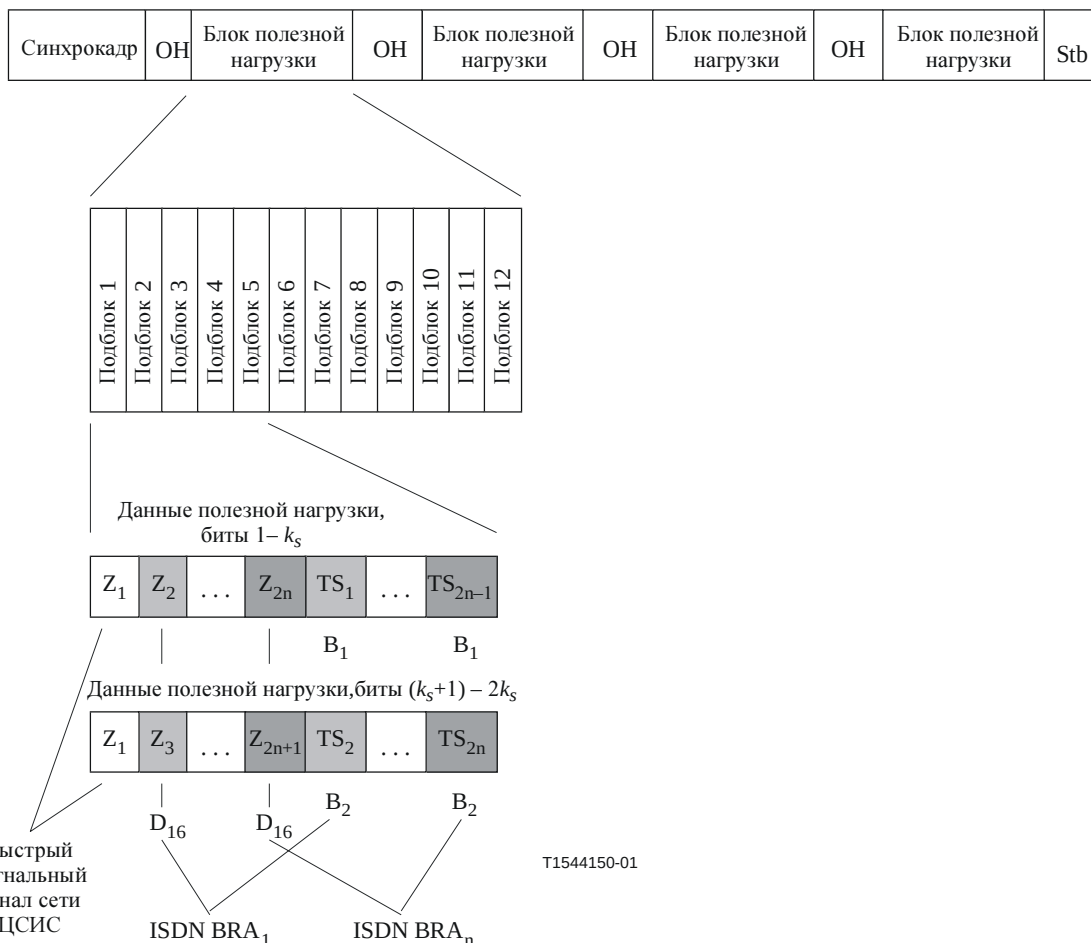
Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В1 ЦСИС	Временной интервал канала В2 ЦСИС	Временные интервалы канала D16 ЦСИС
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₅	TS ₆	Z ₆ + Z ₇
4	TS ₇	TS ₈	Z ₈ + Z ₉
5	TS ₉	TS ₁₀	Z ₁₀ + Z ₁₁

Таблица Е.11с/Г.991.2 – Распределение временных интервалов для шести каналов BRA сети ЦСИС, использующих быстрый сигнальный канал

Номер канала BRA ЦСИС	Временной интервал канала В1 ЦСИС	Временной интервал канала В2 ЦСИС	Временные интервалы канала D16 ЦСИС
1	TS ₁	TS ₂	Z ₂ + Z ₃
2	TS ₃	TS ₄	Z ₄ + Z ₅
3	TS ₅	TS ₆	Z ₆ + Z ₇
4	TS ₇	TS ₈	Z ₈ + Z ₉
5	TS ₉	TS ₁₀	Z ₁₀ + Z ₁₁
6	TS ₁₁	TS ₁₂	Z ₁₂ + Z ₁₃

В режиме использования быстрого сигнального канала кадр временных интервалов и Z-битов будет выровнен в подблоке полезной нагрузки так, что бит быстрой сигнализации Z₁ занимает позицию первого бита в подблоке полезной нагрузки как в паре 1, так и в паре 2. Остальные Z-биты и временные интервалы будут чередоваться между парой 1 и парой 2. Z-биты с четными номерами и временные интервалы с нечетными номерами переносятся по паре 1, а Z-биты с нечетными номерами и временные интервалы с четными номерами переносятся по паре 2. Дополнительная информация содержится на рис. Е.9а.

Выровненные кадры пары 1 и пары 2



T1544150-01

Рисунок Е.9а/Г.001.2 – Формирование кадров в режиме четырехпроводной связи для канала BRA сети ЦСИС

Е.8.7 Передача сигналов по каналу ЕОС линии SHDSL или по быстрому сигнальному каналу

Сигнальная информация о состоянии ЦСИС может факультативно передаваться по двум различным каналам:

- Каналу ЕОС линии SHDSL
- Быстрому сигнальному каналу

В обоих случаях для транспортировки кода сообщения ЦСИС используются сообщения канала ЕОС линии SHDSL в формате, подобном формату протокола HDLC. Блока STU-C и STU-R могут инициировать сообщения канала ЕОС. Обычно сообщения канала ЕОС, связанные с ЦСИС, транспортируются по каналу ЕОС линии SHDSL. В ряде случаев применения необходимо установить дополнительный быстрый сигнальный канал с пропускной способностью 8 кбит/с для этих, относящихся к ЦСИС, сообщений канала ЕОС. Это тот самый случай, когда используется более четырех каналов доступа BRA сети ЦСИС. Этот канал можно также использовать, когда требуется передача сигналов с малой задержкой или когда другая передача сигналов в режиме TPS-TC (например, ATM) существенно ограничена использованием канала ЕОС линии SHDSL.

Е.8.7.1 Сообщения канала ЕОС линии SHDSL

Сообщения канала ЕОС с номерами 20 и 148 используются для передачи функций управления и технического обслуживания сети ЦСИС, а также других сообщений канала ЕОС сети ЦСИС.

Таблица Е.12/G.291.2 – Запрос сети ЦСИС – идентификатор сообщения 20

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 20	Идентификатор сообщения	
2[4-7]	Номер канала BRA ЦСИС	Символ без знака	
2[0-3]	Не используется		Установить на 0000 ₂
3	Код сообщения ЦСИС		

Таблица Е.13/G.991.2 – Ответ на запрос сети ЦСИС – идентификатор сообщения 148

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 148	Идентификатор сообщения	
2 [4-7]	Номер канала BRA ЦСИС	Символ без знака	
2 [0-3]	Не используется		Установить на 0000 ₂
3	Код сообщения ЦСИС		

Номер канала BRA ЦСИС: Каждый канал BRA сети ЦСИС может адресоваться независимым образом. Каждому каналу BRA сети ЦСИС присваивается четырехзначный двоичный номер (BRA 1 = 0000, ... BRA 6 = 0101).

Е.8.7.2 Коды сообщений ЦСИС

В таблице Е.14 перечисляются коды сообщений, которые в виде октета содержатся в сообщении канала ЕОС линии SHDSL "запрос сети ЦСИС". В таблице Е.15 перечислены коды сообщений, которые в виде октета содержатся в сообщении канала ЕОС линии SHDSL "Ответ на запрос сети ЦСИС".

Таблица Е.14/G.991.2 – Команды для кодов сообщений ЦСИС

Функция	Сообщение	Код сообщения канала ЕОС	Комментарий
Управление системной шиной	SIA	0001 0000	S-интерфейс активирован (STU-C → STU-R)
	SID	0001 0001	S-интерфейс деактивирован (STU-C → STU-R)
	SAI	0001 0010	S-интерфейс активирован (STU-R → STU-C)
	SDI	0001 0011	S-интерфейс деактивирован (STU-R → STU-C)
Состояние трансивера ЦСИС	ACT	0000 0001	Готовность для связи уровня 2 (STU-C → STU-R) (STU-R → STU-C)
	DEA	0000 0010	Намерение деактивации (STU-C → STU-R)
	CSO	0000 0011	Только холодный запуск (STU-R → STU-C)
Завершающий спрос канала BRA	Сброс интерфейса S	0000 0000	Сброс блока управления сетью ЦСИС STU-R (STU-C → STU-R)

Таблица Е.14/G.991.2 – Команды для кодов сообщений ЦСИС

Функция	Сообщение	Код сообщения канала ЕОС	Комментарий
Сообщения канала ЕОС ЦСИС	Выполнить кольцевую проверку каналов 2B+D	0011 0001	(STU-C → STU-R)
	Выполнить кольцевую проверку В1-канала (примечание)	0011 0010	(STU-C → STU-R)
	Выполнить кольцевую проверку В2-канала (примечание)	0011 0011	(STU-C → STU-R)
	Возвратиться в нормальный режим	0011 1111	(STU-C → STU-R)
	Состояние удержания	0011 0000	(STU-C → STU-R)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Использование кольцевых проверок каналов В1 и В2 является факультативным. Однако для этих функций зарезервированы коды кольцевых проверок.			

Таблица Е.15/G.991.2 – Ответы для кодов сообщений ЦСИС

Функция	Сообщение	Код сообщения канала ЕОС	Комментарий
Управление системной шиной	SIA	1001 0000	S-интерфейс активирован
	SIAF	1101 0000	Отказ при активации S-интерфейса
	SID	1001 0001	S-интерфейс активирован
	SIDF	1101 0001	Отказ при активации S-интерфейса
	SAI	1001 0010	S-интерфейс активирован
	SDI	1001 0011	S-интерфейс деактивирован
Состояние трансивера ЦСИС	ACT	1000 0001	Готовность для связи уровня 2
	DEA	1000 0010	Намерение деактивации
	CSO	1000 0011	Только холодный запуск
Завершающий сброс канала BRA	Сброс S-интерфейса	1000 0000	Сброс блока управления сетью ЦСИС в STU-R
Сообщения канала ЕОС ЦСИС	Выполнить кольцевую проверку каналов 2B+D (успешно)	1011 0001	
	Выполнить кольцевую проверку каналов 2B+D (отказ)	1111 0001	
	Выполнить кольцевую проверку канала В1 (успешно)	1011 0010	
	Выполнить кольцевую проверку канала В1 (отказ)	1111 0010	
	Выполнить кольцевую проверку канала В2 (успешно)	1011 0011	

Таблица Е.15/G.991.2 – Ответы для кодов сообщений ЦСИС

Функция	Сообщение	Код сообщения канала ЕОС	Комментарий
	Выполнить кольцевую проверку канала В2 (отказ)	1111 0011	
	Возврат в нормальное состояние (успешно)	1011 1111	
	Возврат в нормальное состояние (отказ)	1111 1111	
	Состояние удержания	1011 0000	
	Подтверждение невозможности соответствия	1111 0100	

Е.8.8 Управление системной шиной

Системные шины сети ЦСИС, которые соединяют терминалы этой сети с блоком STU-R, могут управляться независимым образом с помощью соответствующих кодов сообщений (SIA, SID, SAI, SDI) для каждой системной шины. Блок STU-C может активировать и деактивировать системную шину и получать информацию о состояниях. Эти сообщения передаются как сообщения канала ЕОС линии SHDSL.

Адресация S-интерфейсов каждого канала BRA ЦСИС может выполняться независимым образом. Каждому каналу BRA сети ЦСИС присваивается четырехзначный двоичный номер (BRA 1 = 0000, ..., BRA 6 = 0101), содержащийся в сообщениях канала ЕОС линии SHDSL, относящихся к сети ЦСИС.

SIA: Эта функция используется для запроса к блоку STU-R активировать интерфейс в эталонной точке S в направлении от блока STU-C к блоку STU-R. Это сообщение может быть послано, если интерфейс в этой точке должен быть активирован.

Соответствующими ответами в направлении от блока STU-R к блоку STU-C будут SIA (S-интерфейс активирован) или SIAF (отказ при активации S-интерфейса).

SID: Эта функция используется, чтобы запросить блок STU-R деактивировать интерфейс в эталонной точке S в направлении от блока STU-C к блоку STU-R. Это сообщение может быть послано, если интерфейс в эталонной точке S должен быть деактивирован.

Соответствующими ответами в направлении от блока STU-R к блоку STU-C будут SID (S-интерфейс деактивирован) или SIDE (отказ при деактивации S-интерфейса).

SAI: Это сообщение используется в направлении от блока STU-R к блоку STU-C для информирования блока STU-C о том, что S-интерфейс и системная шина активированы.

SDI: Это сообщение используется в направлении от блока STU-R к блоку STU-C для информирования блока STU-C о том, что S-интерфейс и системная шина деактивированы.

См. таблицу Е.16.

Таблица Е.16/G.991.2 – Блок-схема: S-интерфейс

STU-C: команда активации S-интерфейса	актив. S EOC (SIA) →	STU-R: активировать и послать результат
	← подтв. акт. S EOC (SIA/SIAF)	
STU-C: команда деактивации S-интерфейса	деактив. S EOC (SID)→	STU-R: деактивировать и послать результат
	← подтв. даktiv. S EOC (SID/SIDF)	
STU-C: подтвердить	← индик. актив. S EOC (SAI)	STU-R: индикация активации
	подтв. индик. актив. S EOC (SAI)→	
STU-C: подтвердить	← индик. деактив. EOC S (SDI)	STU-R: индикация деактивации
	подтв. индик. деактив. S EOC (SDI)→	

Е.8.9 Завершающий сброс канала BRA

Состояние и режим каждого канала доступа BRA сети ЦСИС и его S-интерфейса на стороне блока STU-R могут контролироваться индивидуально со стороны блока STU-C. Если в одном канале BRA ЦСИС обнаруживается отказ или блокировка, то эта ситуация разрешается путем выполнения сброса. "Завершающий сброс канала BRA" вводит блок управления S-интерфейса в его состояние по умолчанию (деактивированное состояние). Прочие каналы BRA и обслуживающие подсистемы этому сбросу не подвержены.

См. таблицы Е.17 и Е.18.

Таблица Е.17/G.991.2 – Запрос сброса

Сообщение	Код сообщения канала EOC	Комментарий
Сброс S-интерфейса	0000 0000	

Таблица Е.18/G.991.2 – Ответ на запрос сброса

Сообщение	Код сообщения канала EOC	Комментарий
Подтвердить сброс S-интерфейса	1000 0000	

Е.8.10 Транспортировка сообщений канала EOC ЦСИС по каналу EOC линии SHDSL

В таблице Е.19 приведены шесть из восьми кодов функций канала EOC, которые определены в стандарте для ЦСИС. (Два сообщения, касающиеся повреждений при контроле CRC, не являются необходимыми.)

Таблица Е.19/G.991.2 – Коды сообщений канала EOC ЦСИС

Сообщение	Код сообщения	Сеть	STU-R1	Регион
Выполнить кольцевую проверку каналов 2B+D	0011 0001	o	d	t/d
Выполнить кольцевую проверку канала B1 (примечание)	0011 0010	o	d	t/d
Выполнить кольцевую проверку канала B2 (примечание)	0011 0011	o	d	t/d
Возврат в нормальное состояние	0011 1111	o	d	t/d
Состояние удержания	0011 0000	d/o	o/d	o/d/t
o – источник, d – место назначения, t – передача				
ПРИМЕЧАНИЕ. – Использование кольцевых проверок каналов B1 и B2 является факультативным. Однако для этих функций зарезервированы коды кольцевой проверки.				

Е.9 Режим TPS-ТС для транспортировки ячеек АТМ

Е.9.1 Сокращения

АТМ Асинхронный режим переноса

НЕС Контроль ошибок заголовка

Е.9.2 Эталонная модель для транспортировки на уровне АТМ

Уровень ТС режима АТМ для линии SHDSL согласуется с положением Рекомендации МСЭ-Т I.432.1 [8]. Как описано в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1, он будет предоставлять следующие функции:

- Разделение скоростей передачи между уровнем АТМ и синхронным (или плезиохронным) уровнем PMS-ТС.
- Введение/извлечение⁴ свободных ячеек.
- Введение/извлечение⁵ байта контроля ошибок заголовка (НЕС) ячеек АТМ.
- Скремблирование/дескремблирование полезной нагрузки ячеек для систем, основанных на синхронной цифровой иерархии (SDH).
- Выделение ячеек в канале приема.
- Синхронизация и упорядочение битов (при синхронизации битов старший бит посылается первым к блоку STU-C синхронно с отсчетами по оси времени в обратном направлении передачи).

Контроль НЕС распространяется на весь заголовок ячейки. Кодирование, используемое для этой функции контроля, может обеспечить либо:

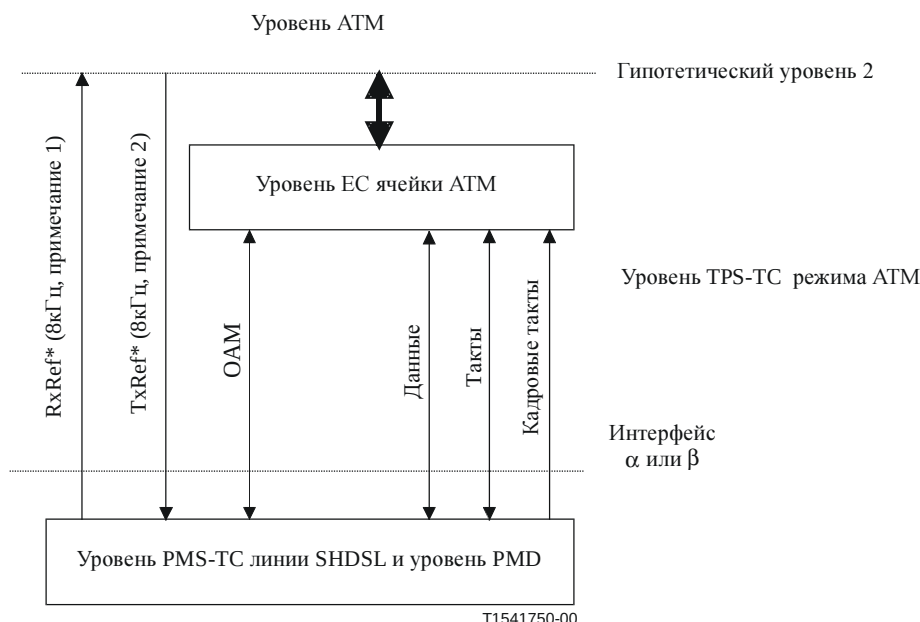
- коррекцию одиночной битовой ошибки; либо
- обнаружение группы битовых ошибок.

Реализация механизма обнаружения ошибок будет соответствовать положениям Рекомендации МСЭ-Т I.432.1 [8], за исключением того, что любая ошибка контроля НЕС будет рассматриваться как групповая битовая ошибка, и поэтому коррекция ошибок контроля НЕС выполняться не будет.

На рис. Е.10 представлен логический интерфейс между уровнем АТМ, уровнем АТМ-ТС и функцией уровня PMS-ТС линии SHDSL.

⁴ Свободная ячейка, введенная на стороне передачи, должна быть извлечена на удаленной стороне.

⁵ Байт контроля НЕС, введенный на стороне передачи, должен быть извлечен на удаленной стороне.



ПРИМЕЧАНИЕ 1. – RxRef (эталонный приемник) может иметься в блоке STU-R.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – TxRef (эталонный передатчик) может иметься в блоке STU-C.

Рисунок Е.10/G.991.2 – Логический интерфейс уровня АТМ-ТС с уровнем PMS-TC и уровнем АТМ для TPS-TC.

Интерфейс гипотетического уровня 2 для режима АТМ соединяет уровень АТМ-ТС с уровнем АТМ. Этот интерфейс может быть также реализован логически. Границы байтов на гипотетическом уровне АТМ должны сохраняться в полезной нагрузке линии SHDSL. В соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т I. 432.1 [8] при передаче байтов старший бит передается первым.

Е.9.2.1 Формирование кадров

Уровень PMS-TC предоставляет уровню АТМ-ТС канал, присвоенный для передачи, а ячейки отображаются на полезную нагрузку линии SHDSL байт за байтом. Как определено в подразделе 4.1, в блоке STU-C ячейки проходят через логический интерфейс α , а в блоке STU ячейки проходят через логический интерфейс β . В интерфейсах α и β имеются линии передачи логических данных и синхросигналов. Выравнивание ячейки по кадру является факультативным. Поток АТМ будет синхронизирован в подблоке полезной нагрузки линии SHDSL так, чтобы сохранялись границы байтов. Каждый подблок полезной нагрузки интерпретируется как содержащий n 8-битовых временных интервалов. Каждый байт из потока входных данных АТМ отображается на следующий доступный временной интервал, причем старший бит передается первым. Первый временной интервал начинается с позиции первого бита в подблоке полезной нагрузки, за которым следует временной интервал 2, временной интервал 3, ..., временной интервал n . k_s битов (или n байтов) смежных данных будут содержаться в каждом подблоке, как описано в подразделе 8.1. $k_s = i + n \times 8$, и в этом режиме $i = 0$ и $3 \leq n < 36$. Дополнительная информация содержится на рисунке Е.10а.

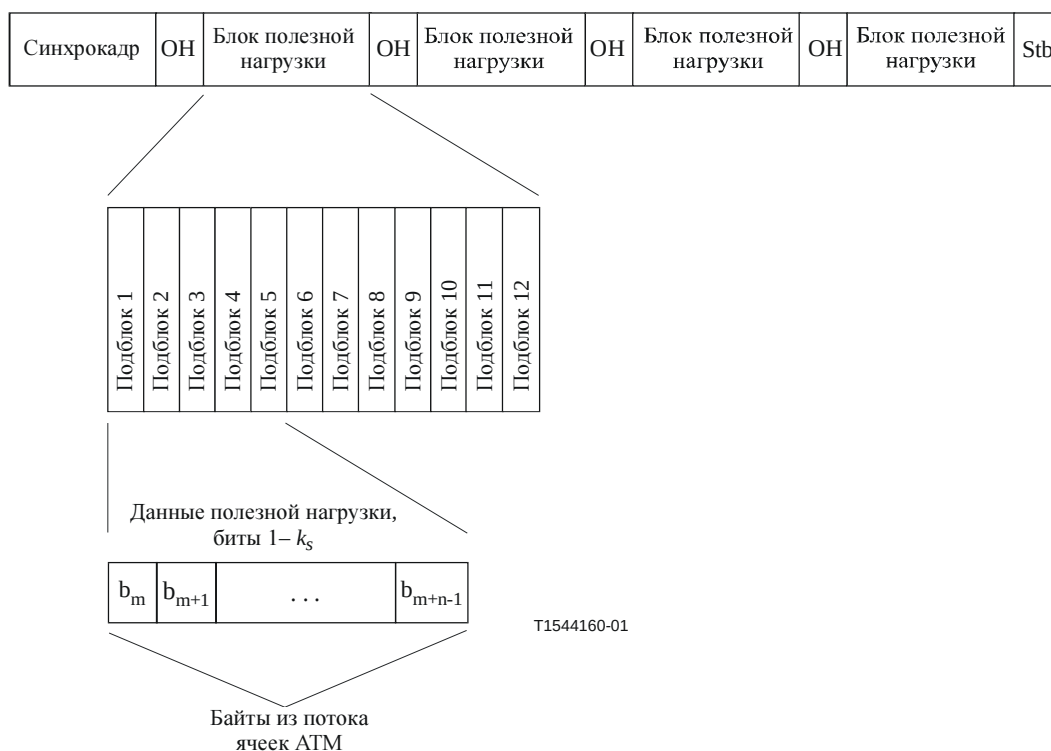


Рисунок Е.10а/G.991.2 – Формирование кадров в режиме ATM

В факультативном режиме четырехпроводной связи данные ATM переносятся по обеим проводным кодам при использовании перемежения, как описано в подразделе 8.2. Сумма из $2K_3$ битов ($2n$ байтов) байтовых данных будет трансформироваться посредством подблока полезной нагрузки линии SHDSL. $k_s = i + n \times 8$, и в этом режиме $i = 0$ и $3 \leq n < 36$. В четырехпроводной связи поддерживаются только четные номера временных интервалов. Входной поток ячеек ATM будет выровнен в подблоке полезной нагрузки линии SHDSL таким образом, что сохраняются границы байтов. Каждый подблок полезной нагрузки интерпретируется как содержащий $2n$ 8-битовых временных интервалов. Каждый байт из входного потока данных ATM отображается на следующий доступный временной интервал, причем старший бит передается первым. Первый временной интервал начинается с позиции первого бита в подблоке полезной нагрузки, за которым следует временной интервал 2, временной интервал 3, ..., временной интервал n . $2k_s$ битов (или $2n$ байтов) смежных данных будут содержаться в каждом подблоке, как описано в подразделе 8.1. $k_s = i + n \times 8$, и в этом режиме $i = 0$ и $3 \leq n < 36$. Байты из входного потока данных ATM будут чередоваться между парой 1 и парой 2 так, что байт b_m переносится по паре 1, байт b_{m+1} переносится в соответствующем временном интервале по паре 2. Дополнительная информация содержится на рисунке Е.10 б.

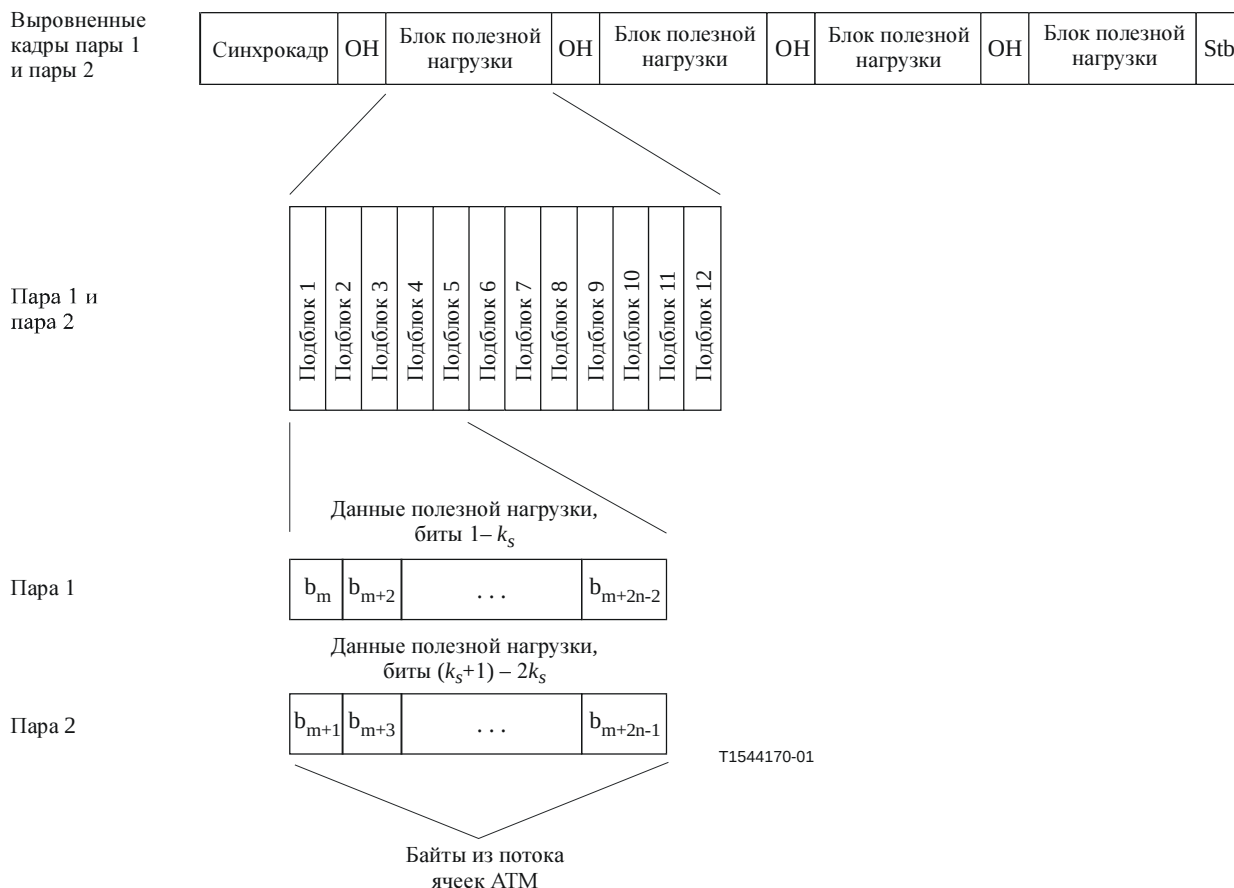


Рисунок Е.10b/G.991.2 – Формирование кадров при четырехкадровой связи в режиме ATM

Е.9.2.2 Синхронизация

Блоки STU будут эксплуатироваться либо в синхронном, либо в плезиохронном режимах работы; однако в большинстве случаев использования синхронная работа оказывается предпочтительной. В любом случае кадровые такты блока STU-C привязаны к сетевой синхронизации.

Передача эталонных сигналов сетевой синхронизации от блока STU-C блоку STU-R для режима ATM является факультативной; однако, если предоставляются сигналы эталонной сетевой синхронизации (NTR), то функционирование на уровне PMS-TC линии SHDSL будет происходить в режиме тактовой синхронизации 3а (см. подраздел 10.1). Эталонный сигнал сетевой синхронизации будет представлять собой синхронизирующую отметку на 8кГц, из которой можно легко получить такты при других частотах. В этом тактовом режиме кадровые и символьные такты в блоке STU-C синхронизированы с сигналом NTR. Блок STU-R может извлекать сигнал NTR из принимаемого слова синхронизации кадров (FSW). Согласно рисунку Е.10, по линиям TxRef (в блоке STU-C) сигнал NTR переносится непосредственно на уровень PMS-TC, в то время как RxRef (в блоке STU-R) переносит сигнал NTR на уровень ATM от уровня PMS-TC. Синхронизация с сигналом NTR будет соответствовать синхронизации, описанной в подразделе 10.4.

Е.9.3 Пропускная способность транспортировки и управление потоком

Блок STU, трансформирующий ячейки ATM, будет поддерживать скорости передачи данных в $N \times 64$ Кбит/с. Скорость передачи данных будет составлять $n \times 64 + i \times 8$ Кбит/с, где $3 \leq n \leq 36$ и $i = 0$. Как определено в подразделах 7.1.1, 8.1 и 8.2, это ограничение налагается на скорость передачи данных и размер блока полезной нагрузки.

В факультативном режиме четырехпроводной связи заданные скорости передачи относятся к каждой проводной паре.

Уровень ATM-TC будет обеспечивать управление потоком, позволяя блокам STU-C и STU-R управлять потоком ячеек от уровня ATM. Эти функциональные возможности реализуются посредством квитирования установления связи для передачи ячеек и посредством квитирования установления связи для приема ячейки в гипотетическом интерфейсе шины ATM. Ячейка может быть передана на уровень ATM-TC только после завершения квитирования установления связи для

передачи ячейки. Подобным образом, ячейка может быть передана от уровня ATM-ТС на уровень ATM только после того, как блок STU завершит квитирование установления связи для приема ячейки. Эти функциональные возможности важны, чтобы избежать переполнения и антипереполнения для ячеек на уровне TU.

Е.9.4 Эксплуатация и техническое обслуживание

Для уровня ATM-ТС требуются функциональные возможности эксплуатации, управления и технического обслуживания (ОАМ). Формат и протокол обмена сообщениями должен обрабатываться согласно положениям раздела 9. Функции-программы системы ОАМ уведомляют объект системы ОАМ на противоположном конце линии о состоянии процесса выделения ячеек (например, об аномалиях контроля ошибок заголовка (НЕС) и дефектах типа потери формирования ячеек (LCD)). Рабочие параметры определяются на основе аномалий и дефектов.

Е.9.4.1 Аномалии на ближнем конце, относящиеся к пути прохождения данных ATM

Аномалия типа "нет выделения ячеек на ближнем конце" (nncd): Аномалия *nncd* имеет место сразу же после инициации уровня ATM-ТС, когда принимаются данные ATM, а процесс выделения ячеек находится в состоянии HUNT (ПОИСК) или PRESYNC (ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СИНХРОНИЗАЦИЯ). После вхождения в процесс выделения ячеек последующие потери выделений ячеек будут считаться аномалиями *poscd*.

Аномалия типа "состояние вне выделения ячеек на ближнем конце" (poscd): Аномалия *poscd* имеет место, когда действующий процесс выделения ячеек переходит из состояния SYNC (СИНХРОНИЗАЦИЯ) в состояние HUNT. Аномалия *poscd* заканчивается, когда процесс выделения ячеек переходит из состояния PRESYNC в состояние SYNC или когда при техническом обслуживании встречается дефект *nlcd*.

Аномалия типа "контроль ошибок заголовка на ближнем конце" (nhes): Аномалия *nhes* имеет место, когда при контроле ошибок заголовка ячейки ATM происходит отказ.

Е.9.4.2 Дефекты на ближнем конце, относящиеся к пути прохождения данных ATM

Дефект типа "потеря выделения ячеек на ближнем конце" (nlcd): Дефект *nlcd* имеет место, когда по крайней мере одна *poscd* случается в 9-ти последовательных кадрах линии SDSL и не обнаружен дефект типа *losw* (потеря слова синхронизации).

Е.9.4.3 Аномалии на дальнем конце, относящиеся к пути прохождения данных ATM

Аномалия типа "нет выделения ячеек на дальнем конце" (fncd): Аномалия *fncd* – это аномалия *nncd*, о которой оповещает индикатор NCD (нет выделения ячеек) с дальнего конца в сообщении об информации о состоянии ячейки ATM канала ЕОС. Аномалия *fncd* имеет место непосредственно после инициации и заканчивается после того, как полученный индикатор NCD будет закодирован нулем.

Следует заметить, что поскольку с дальнего конца индикатор NCD принимается только по запросу, то аномалия *fncd* может носить неточный характер из-за ошибок в индикаторе NCD на дальнем конце. Поэтому об ошибке в индикаторе NCD сообщается автономно с дальнего конца.

Аномалия типа "состояние вне выделения ячеек на дальнем конце" (focd): Аномалия *focd* – это аномалия *poscd*, о которой оповещает индикатор OCD (состояние вне выделения ячеек) с дальнего конца в сообщении информации о состоянии ячеек ATM канала ЕОС. Индикатор OCD будет закодирован как 0 для указания на то, что аномалия *poscd* не имела места с момента последнего оповещения, и будет закодирован как 1 для указания на то, что с момента последнего оповещения имела место по крайней мере одна аномалия *poscd*. Аномалия *focd* имеет место, если отсутствует аномалия *fncd* и принятый индикатор OCD закодирован как 1. Аномалия *focd* заканчивается, если принимаемый индикатор OCD закодирован как 0.

Аномалия типа "контроль ошибок заголовка на дальнем конце" (fhес): Аномалия *fhес* – это аномалия *nhес*, о которой оповещает индикатор НЕС (контроль ошибок заголовка) в сообщении об информации о состоянии ячейки ATM канала ЕОС, передаваемом с дальнего конца. Индикатор НЕС будет закодирован как 0 для указания на то, что с момента последнего оповещения не было аномалий *nhес*, и будет закодирован как 1 для указания на то, что с момента последнего оповещения имела место по крайней мере одна аномалия *nhес*. Аномалия *fhес* имеет место, если принимаемый индикатор НЕС закодирован как 1. Аномалия *fhес* исчезает, если принимаемый индикатор НЕС закодирован как 0.

Е.9.4.4 Дефекты на дальнем конце, относящиеся к пути прохождения данных ATM

Дефект типа "потеря выделения ячеек на дальнем конце" (flcd): Дефект *flcd* – это дефект *nlcd*, о котором оповещается с дальнего конца линии индикатором LCD (потеря выделения ячеек) в сообщении об информации о состоянии ячеек ATM канала ЕОС. Индикатор LCD будет закодирован

как 0 для указания на то, что с момента последнего оповещения не было дефектов *nlcd*, и будет закодирован как 1 для указания на то, что с момента последнего оповещения имел место по меньшей мере один дефект *nlcd*. Дефект *flcd* имеет место тогда, когда индикатор LCD закодирован как 1. Дефект *flcd* исчезает, когда индикатор LCD закодирован как 0.

Следует заметить, что поскольку индикатор LCD посылается с дальнего конца только по запросу, то дефект *flcd* может носить неточный характер из-за ошибок в индикаторе LCD на дальнем конце. Поэтому об ошибке в индикаторе LCD сообщается автономно с дальнего конца.

Е.9.4.5 Сбор информации о параметрах качества протокола на уровне ячеек АТМ

Подсчет нарушений контроля НЕС (hvc): Параметр качества *hvc* – это подсчитанное по модулю 65536 число аномалий *nhes*.

Общий подсчет НЕС (htc): Параметр качества *htc* – это подсчитанное суммарное число ячеек, прошедших через процесс выделения ячеек при работе в состоянии SYNC с момента последнего оповещения.

Эти значения будут подсчитываться так, чтобы система управления могла считывать текущие значения счетчиков, полученные за 15-минутные интервалы и за 24-часовые интервалы.

Е.9.4.6 Параметры качества и отказы

Отказы *nncd* и отказы *nlcd* связаны соответственно с устойчивыми аномалиями *nncd* и устойчивыми дефектами *nlcd*. Приведенные ниже определения получены на основе подпункта 7.1.2/G.997.1 [3]. Об этих отказах оповещается в сообщении об информации о состоянии ячеек АТМ.

Е.9.4.6.1 Отказы на ближнем конце, относящиеся к пути прохождения данных АТМ

Блоки STU-C и STU-R будут предоставлять следующие сигналы индикации отказов на ближнем конце.

Е.9.4.6.1.1 Отказ типа "нет выделения ячеек на ближнем конце" (nncd)

Отказ типа *nncd* объявляется, когда аномалия *nncd* оказывается устойчивой в течение более $2,5 \pm 0,5$ с после начала режима передачи данных. Отказ типа *nncd* прекращается, когда аномалия *nncd* отсутствует в течение более, чем $10 \pm 0,5$ с.

Е.9.4.6.1.2 Отказ типа "потеря выделения ячеек на ближнем конце" (nlcd)

Отказ типа *nlcd* объявляется, когда дефект *nlcd* оказывается устойчивым в течение более, чем $2,5 \pm 0,5$ с. Отказ типа *nlcd* исчезает, когда дефект *nlcd* отсутствует в течение более, чем $10 \pm 0,5$ с.

Е.9.4.6.2 Отказы на дальнем конце, относящиеся к пути прохождения данных АТМ

Следующие сигналы индикации отказов на дальнем конце будут поступать в блок STU-C (блок STU-R находится на дальнем конце линии) и факультативно в блок STU-R (блок STU-C находится на дальнем конце линии).

Е.9.4.6.2.1 Отказ типа "нет выделения ячеек на дальнем конце" (fncd)

Отказ типа *fncd* объявляется, когда аномалия *fncd* оказывается устойчивой в течение более, чем $2,5 \pm 0,5$ с после начала режима передачи данных. Отказ типа *fncd* прекращается, когда аномалия *fncd* отсутствует в течение более, чем $10 \pm 0,5$ с.

Е.9.4.6.2.2 Отказ типа "потеря выделения ячеек на дальнем конце" (flcd)

Отказ типа *flcd* объявляется, когда дефект *flcd* оказывается устойчивым в течение более, чем $2,5 \pm 0,5$ с. Отказ типа *flcd* прекращается, когда дефект *flcd* отсутствует в течение более, чем $10 \pm 0,5$ с.

Е.9.4.7 Формат сообщения запроса состояния ячеек АТМ канала ЕОС – идентификатор сообщения 17

Сообщения подтверждения/запроса состояния ячеек АТМ используется для двух целей. Это сообщение используется как сообщение запроса состояния ячеек АТМ для получения состояния режима АТМ блока STU-R. Для этого в ответ на данное сообщение будет послана вся информация сообщения об информации состояния ячеек АТМ канала ЕОС (идентификатор сообщения 145). В случае неожиданного приема этого сообщения (сообщения с идентификатором 145), содержащего

индикацию NCD или LCD об отказах, это сообщение может использоваться для подтверждения приема и останова дальнейшей автономной передачи сообщения о состоянии ячеек ATM (идентификатор сообщения 145) из-за текущего состояния отказа. См. таблицу E.20.

Таблица E.20/G.991.2 – Информационное поле запроса состояния ячеек ATM

Октет #	Информационное поле	Тип данных
1	Идентификатор сообщения 17	Идентификатор сообщения

E.9.4.8 Формат сообщения об информации о состоянии ячеек ATM канала ЕОС – идентификатор сообщения 145

Сообщение об информации о состоянии ячеек ATM будет посылаться в ответ на сообщение запроса состояния ячеек ATM и будет посылаться автономно в случае отказа типа *nlcd* и отказа типа *nncd*. В таблице E.21 показано кодирование бита сообщения системы ОАМ для сообщения об информации о состоянии ячеек ATM. Индикатор НЕС неявно устанавливается на 1, если подсчитанное число нарушений контроля НЕС изменилось с момента последнего оповещения; в противном случае ему будет присвоено значение 0. При автономной передаче это сообщение (идентификатор сообщения 145) передается один раз в каждую секунду до тех пор, пока от блока STU-C не будет принято сообщение с идентификатором 17 или пока не будет устранен отказ.

Биты-индикаторы NCD, OCD и LCD будут указывать на состояния аномалии *nncd*, аномалии *poscd* и дефекта *nlcd* соответственно. Биты-индикаторы NCD и LCD отказов будут служить в качестве индикаций отказа типа *nncd* и отказа типа *nlcd*, соответственно.

Таблица E.21/G.991.2 – Сообщение об информации о состоянии ячеек ATM

Октет # [бит]	Содержимое	Тип данных	Ссылка
1	Идентификатор сообщения 145	Идентификатор сообщения	
2 [7]	NCD-индикатор (примечание)	Бит	0 = норма; 1 = предупреждение
2 [6]	OCD-индикатор (примечание)	Бит	0 = норма; 1 = предупреждение
2 [5]	LCD-индикатор (примечание)	Бит	0 = норма; 1 = предупреждение
2 [4-2]	Зарезервирован		
2 [1]	NCD-отказ	Бит	0 = норма; 1 = предупреждение
2 [0]	LCD-отказ	Бит	0 = норма; 1 = предупреждение
3	Подсчет нарушений НЕС (<i>hvc</i>)	Старший байт	16-битовый счетчик (по модулю 65536)
4	Подсчет нарушений НЕС (<i>hvc</i>)	Младший байт	16-битовый счетчик (по модулю 65536)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Только одному из NCD-, OCD- и LCD-индикаторов может быть присвоено значение 1 в любой момент времени.			

E.10 Режим TPS-TS с двойным переносом

Режимы TPS-TS описаны в разделах E.1 – E.9 как режимы с одним переносом данных; то есть полезная нагрузка интерпретируется как один поток данных, и в режиме TPS-TS используются все биты в каждом подблоке полезной нагрузки. Однако в ряде случаев применения желательно полезную нагрузку разделить на отдельные потоки данных, поддерживающих множество пользовательских интерфейсов или различные типы данных. В этих случаях используется режим с двойным переносом данных.

В таблице E.22 дается точное определение комбинаций режимов TPS-TS с двойным переносом.

В режиме с двойным переносом данных каждый подблок полезной нагрузки делится между двумя отдельными экземплярами режимов TPS-TC. Эти режимы независимо друг от друга рассмотрены и согласованы в Рекомендации МСЭ-Т G.994.1, и между ними нет непосредственного взаимодействия. Первые k_{sa} битов каждого подблока полезной нагрузки присваивается режиму TPS-TC_a, а последние k_{sb} битов каждого подблока полезной нагрузки присваиваются режиму TPS-TC_b (см. рисунок E.11). Для

каждого из двух TPS-TC присвоенные k_s битов интерпретируются так, как если бы они образовывали полный подблок полезной нагрузки, и имеет место соответствующее формирование кадров согласно разделам Е.1 – Е.9, связанным с режимом TPS-TC.

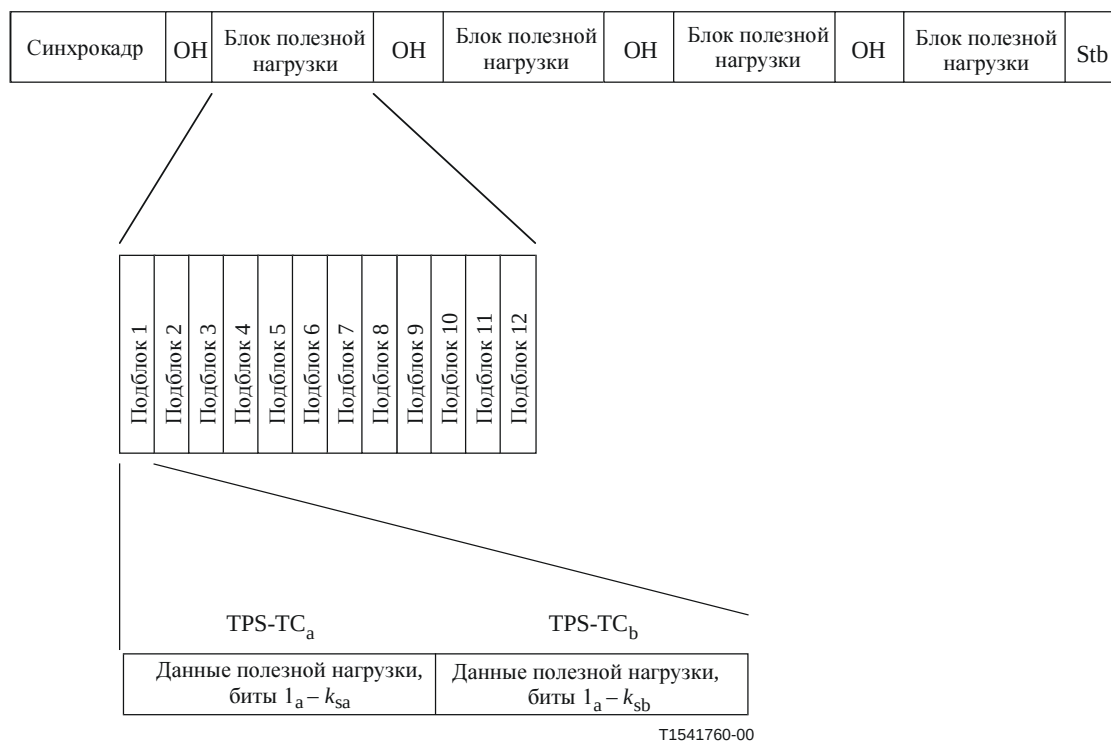
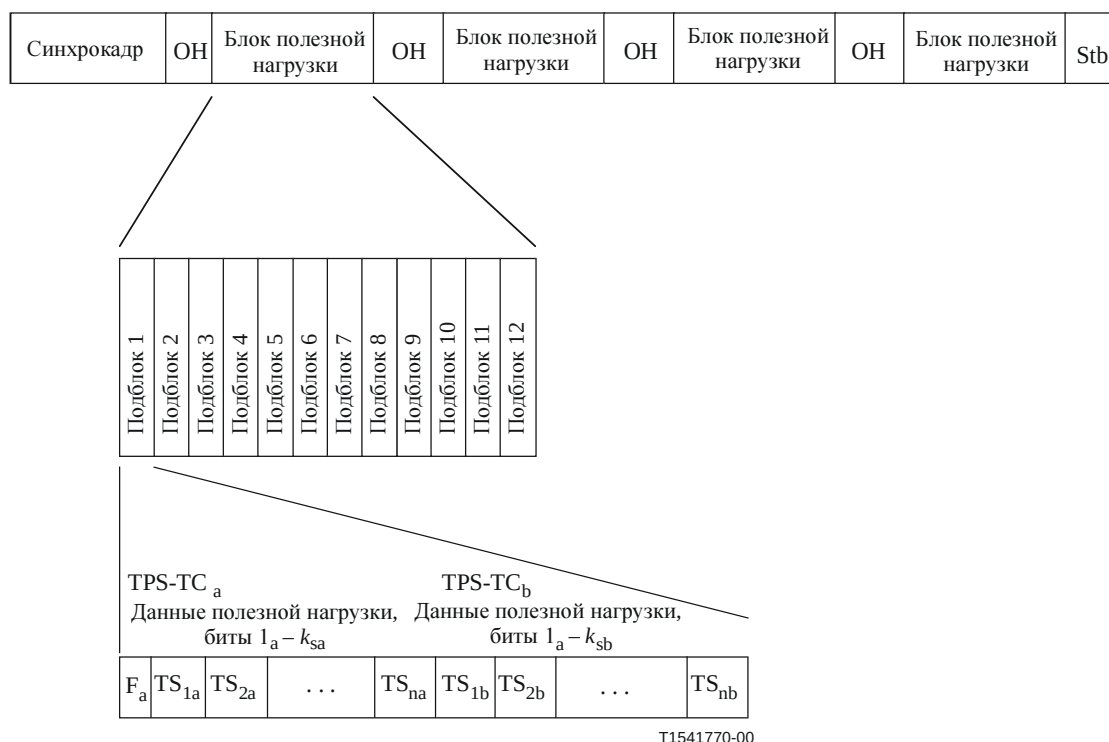


Рисунок Е.11/G.991.2 – Формирование кадров TPS-TC в режиме двойного переноса данных

На рис. Е.12 приводится пример режима двойного переноса данных, где дробный сигнал DS1 представлен через TPS-TC_a, а ячейки АТМ – через TPS-TC_b.



**Рисунок Е.12/G.991.2 – Пример формирования кадров TPS-TC
в режиме с двойным переносом данных**

В факультативном режиме четырехпроводной связи соблюдается та же процедура режима с двойным переносом данных. Первые k_{sa} битов для каждой проводной пары присваиваются режиму TPS-TC_a, а последние k_{sb} битов для каждой проводной пары присваиваются режиму TPS-TC_b. Как описано в разделах Е.1 – Е.9 выполняется соответствующее формирование кадров в режиме TPS-TC для четырехпроводной связи.

Е.10.1 Тактовая синхронизация при двойном переносе данных

В режиме двойного переноса данных предполагается, что синхронизация двух несущих каналов осуществляется от общего источника и что два потока данных, таким образом, имеют определенную тактовую связь. В блоках полезной нагрузки не предусмотрен как таковой механизм поддержки синхронизации между несущими каналами независимо от выбранного тактового режима (раздел 10.1).

Следует заметить, что ряд режимов TPS-TC имеет ограничения на тактовые режимы, которые поддерживаются. В частности, режим АТМ, использующий эталон NTR (подраздел Е.9.2) и синхронный канал BRA сети ЦСИС (раздел Е.8) определены только для тактового режима За (см. подраздел 10.1). Когда любой из этих режимов TPS-TC используется как часть режима с двойным переносом данных, то система будет работать в тактовом режиме За.

Е.10.2 Типы режимов с двойным переносом данных

Для линии SHDSL поддерживаются следующие три типа режимов с двойным переносом данных:

Тип 1 – Синхронный канал BRA сети ЦСИС + широкополосный режим.

Тип 2 – Узкополосный режим + АТМ.

Тип 3 – Узкополосный режим + канал, присвоенный для передачи.

Для каждого типа режима с двойным переносом данных согласно Рекомендации МСЭ-Т G.994.1 предусмотрены отдельные биты-признаки спецификации для выбора двух режимов TPS-TC, которые должны использоваться. В таблице Е.22 перечислены поддерживаемые комбинации типов режимов с двойным переносом данных. Прочие поддерживаемые типы режимов с двойным переносом данных подлежат дальнейшему изучению.

Таблица E.22/G.991.2 – Поддерживаемые режимы TPS-ТС при двойном переносе данных

Тип	Описание	TPS-ТС _а	TPS-ТС _б
1	Синхронный канал BRA ЦСИС + широко-вещательный режим	Синхронный канал BRA ЦСИС (E.8)	Канал, присвоенный для передачи (E.1) Байтовый канал, присвоенный для передачи (E.2) Невыровненный DS1 (E.3) (Примечание 1) Выровненный DS1/Дробный DS1 (E.4) (Примечание 1) Невыровненный D2048U (E.5) (Примечание 2) Невыровненный D2048S (E.6) (Примечание 2) Выровненный D2048S/Дробный D2048S (E.7) (Примечание 2) ATM (E.9)
2	Узкополосный режим + ATM	Невыровненный DS1 (E.3) (Примечание 1) Выровненный DS1/Дробный DS1 (E.4) (Примечание 1) Невыровненный D2048U (E.5) (Примечание 2) Невыровненный D2048S (E.6) (Примечание 2) Выровненный D2048S/Дробный D2048S (E.7) (Примечание 2)	ATM (E.9)
3	Узкополосный режим + канал, присвоенный для передачи	Невыровненный DS1 (E.3) (Примечание 1) Выровненный DS1/Дробный DS1 (E.4) (Примечание 1) Невыровненный D2048U (E.5) (Примечание 2) Невыровненный D2048S (E.6) (Примечание 2) Выровненный D2048S/Дробный D2048S (E.7) (Примечание 2)	Канал, присвоенный для передачи (E.1) Байтовый канал, присвоенный для передачи (E.2)
ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Обозначает режимы TPS-ТС, которые обычно используются только в Североамериканских сетях. ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Обозначает режимы TPS-ТС, которые обычно используются только в Европейских сетях.			

ДОБАВЛЕНИЕ I

Примеры тестовых схем

I.1 Пример тестовой схемы ввода перекрестных помех

Ниже приводится пример тестовой схемы ввода перекрестных помех, обладающей высоким полным сопротивлением (см. рис. I.1).

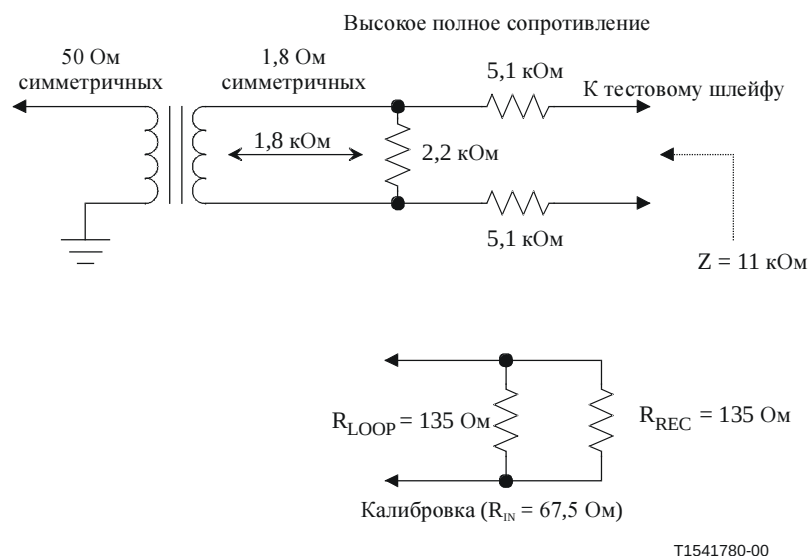


Рисунок I.1/G.991.2 – Пример тестовой схемы ввода перекрестных помех, обладающей высоким полным сопротивлением

I.2 Примеры связующих контуров для продольного баланса и продольного выходного напряжения

Продольный баланс и продольное выходное напряжение могут быть измерены при использовании связующих контуров, описанных в стандарте ANSI/IEEE 455-1985 [B7] и в Рекомендации МСЭ-Т О.9 [B8], приведенных в Добавлении IV. Связующий контур, изображенный на рис. I.2, опирается на способ измерений, определение которого дано в стандарте ANSI/IEEE 455-1985. Для обеспечения достаточной разрешающей способности измерительной системы резисторы должны быть согласованы с допуском в 0,05%. Связующий контур, изображенный на рис. I.3, опирается на способ измерений, описанный в Рекомендации МСЭ-Т О.9. В этой тестовой схеме используются уравновешенные по точности (с одновременной намоткой первичной и вторичной обмоток) трансформаторы/симметрирующие устройства, и не требуются согласованные по точности резисторы. Симметрирующий контур часто оказывается более удобным для высокочастотных измерений.

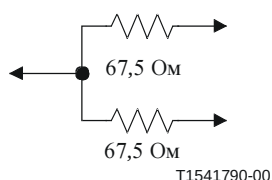


Рисунок I.2/G.991.2 – Пример резистивного связующего контура

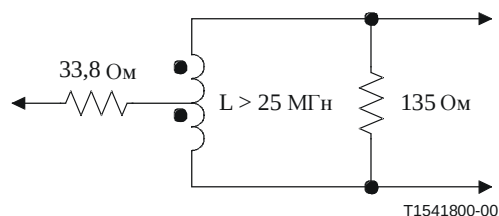


Рисунок I.3/G.991.2 – Пример связующего контура симметрирующего устройства

I.3 Тестовая схема для обратных потерь

Тестовая схема на рис. I.4 построена на основе общепринятой мостовой схемы с обратными потерями и с дополнительными составляющими для согласования напряжения электропитания постоянным током и обеспечения изолирования трансформатора для измерительной аппаратуры. Изолирование трансформатора, выполняемое как для источника испытательных сигналов, так и для нагрузки измерительных устройств, предотвращает случайное показание ошибок измерений в цепях, проходящих через общее заземление измерительной аппаратуры и цепи электропитания испытуемого устройства (DUT). Входное напряжение V_{IN} подается в генератор качающейся гармонической волны (источник на 50 Ом), а выходное напряжение V_{OUT} подается в селективный вольтметр с высоким полным сопротивлением (или спектроанализатор). Для этой тестовой схемы обратные потери (Return Loss) определяются следующим образом:

$$\text{Return Loss}(f) = 20 \log \left| \frac{Z_{TEST}(f) + Z_{REF}}{Z_{TEST}(f) - Z_{REF}} \right|$$

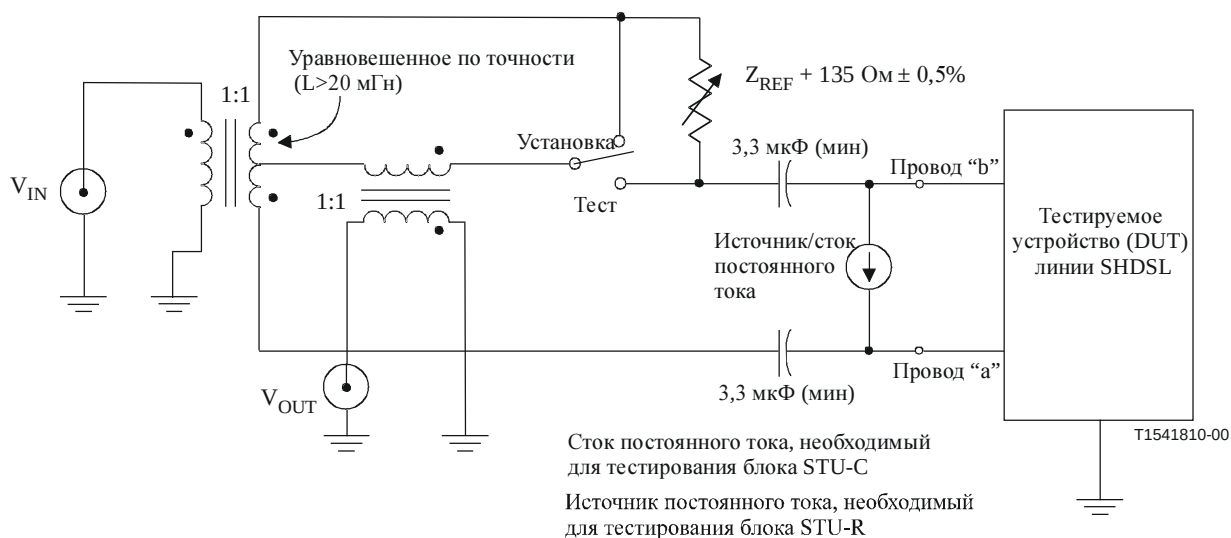


Рисунок I.4/G.991.2 – Пример мостовой тестовой схемы с обратными потерями (с развязкой по земле)

I.4 Тестовая схема для измерений PSD передачи/суммарной мощности передачи

Тестовая схема на рис. I.5 предназначена для измерений суммарной мощности передачи и спектральной плотности мощности (PSD) передачи. В данном тесте обеспечивается электропитание постоянным током и изолирование трансформатора для измерительной аппаратуры. Изолирование трансформатора, выполняемое на входе измерительной аппаратуры, предотвращает случайное показание ошибок измерений в цепях, проходящих через общее заземление измерительной аппаратуры и цепи электропитания испытуемого устройства (DUT). Выходное напряжение V_{OUT} подается в широкополосный среднеквадратический вольтметр с высоким полным сопротивлением (или спектроанализатор).

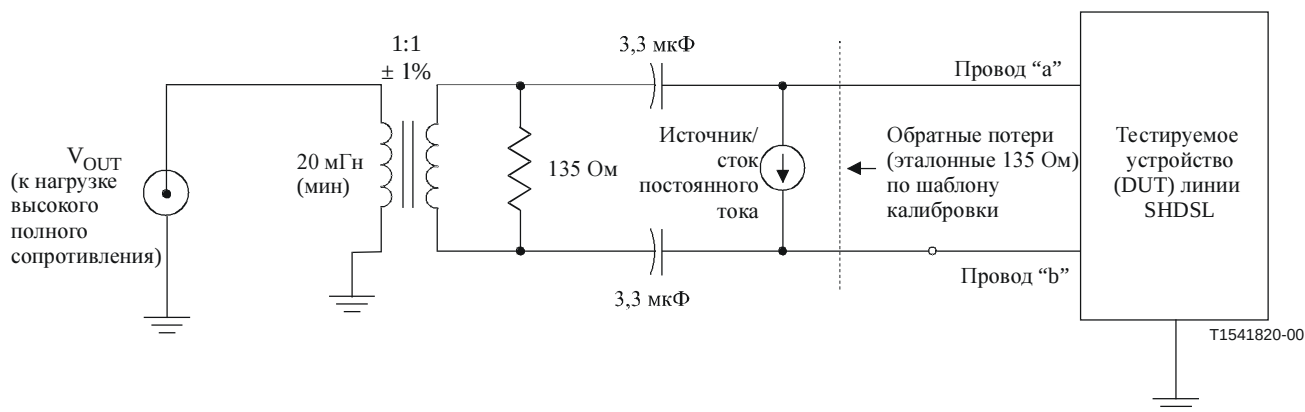


Рисунок I.5/G.991.2 – Пример тестовой схемы с развязкой по земле для измерений мощности/PSD

ДОБАВЛЕНИЕ II

Типовые характеристики кабелей

II.1 Типовые характеристики кабелей для Приложения В

ПРИМЕЧАНИЕ. – Во всех таблицах (II.1–II.7) данного Добавления значением G' можно пренебречь и считать его равным нулю.

Таблица II.1/G.991.2 – Параметры кабеля PE04

Частота	0 Гц	10 кГц	20 кГц	40 кГц	100 кГц	150 кГц	200 кГц	400 кГц	500 кГц
R' (Ом/км)	268	268	269	271	282	295	312	390	425
L' (мкГн/км)	680	678	675	669	650	642	635	619	608
C' (нФ/км)	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5

Таблица II.2/G.991.2 – Параметры кабеля PE05

Частота	0 Гц	10 кГц	20 кГц	40 кГц	100 кГц	150 кГц	200 кГц	400 кГц	500 кГц
R' (Ом/км)	268	268	269	271	282	295	312	390	425
L' (мкГн/км)	680	678	675	669	650	642	635	619	608
C' (нФ/км)	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5	45,5

Таблица II.3/G.991.2 – Параметры кабеля PE06

Частота	0 Гц	10 кГц	20 кГц	40 кГц	100 кГц	150 кГц	200 кГц	400 кГц	500 кГц
R' (Ом/км)	119	120	121	125	146	167	189	260	288
L' (мкГн/км)	700	695	693	680	655	641	633	601	590
C' (нФ/км)	56	56	56	56	56	56	56	56	56

Таблица II.4/G.991.2 – Параметры кабеля PE08

Частота	0 Гц	10 кГц	20 кГц	40 кГц	100 кГц	150 кГц	200 кГц	400 кГц	500 кГц
R' (Ом/км)	67	70	72,5	75,0	91,7	105	117	159	177,5
L' (мкГн/км)	700	700	687	665	628	609	595	568	543
C' (нФ/км)	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8	37,8

Таблица II.5/G.991.2 – Параметры кабеля PVC 032

Частота	0 Гц	10 кГц	20 кГц	40 кГц	100 кГц	150 кГц	200 кГц	400 кГц	500 кГц
R' (Ом/км)	419	419	419	419	427	453	493	679	750
L' (мкГн/км)	650	650	650	650	647	635	621	577	560
C' (нФ/км)	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Таблица II.6/G.991.2 – Параметры кабеля PVC 04

Частота	0 Гц	10 кГц	20 кГц	40 кГц	100 кГц	150 кГц	200 кГц	400 кГц	500 кГц
R' (Ом/км)	268	268	268	268	281	295	311	391	426
L' (мкГн/км)	650	650	650	650	635	627	619	592	579
C' (нФ/км)	120	120	120	120	120	120	120	120	120

Таблица II.7/G.991.2 – Параметры кабеля PVC 063

Частота	0 Гц	10 кГц	20 кГц	40 кГц	100 кГц	150 кГц	200 кГц	400 кГц	500 кГц
R' (Ом/км)	108	108	108	111	141	173	207	319	361
L' (мкГн/км)	635	635	635	630	604	584	560	492	469
C' (нФ/км)	120	120	120	120	120	120	120	120	120

ДОБАВЛЕНИЕ III

Описание запуска регенератора сигналов

В данном Добавлении описывается последовательность запуска регенераторов сигналов, используемых на участках линии SHDSL. Эта последовательность запуска относится к произвольному числу регенераторов (до 8), в целях простоты в описании предполагается звено с двумя регенераторами. Использование линейной пробной проверки является факультативным, но здесь оно служит целям описания.

Основная предпосылка состоит в том, что списки возможностей и результаты линейных проб передаются от блока STU-R в направлении к блоку STU-C, и что выполнение последовательности запуска в линии SHDSL начинается с блока STU-C и распространяется в направлении блока STU-R. Бит периода молчания регенератора (RSP) по Рекомендации G.994.1 используется для фиксирования сегментов при выполнении процесса запуска на участке линии SHDSL.

Блок-схема на рис. III.1 изображает типовой участок линии SHDSL с двумя регенераторами в качестве эталона для последовательностей запуска, описываемых ниже.

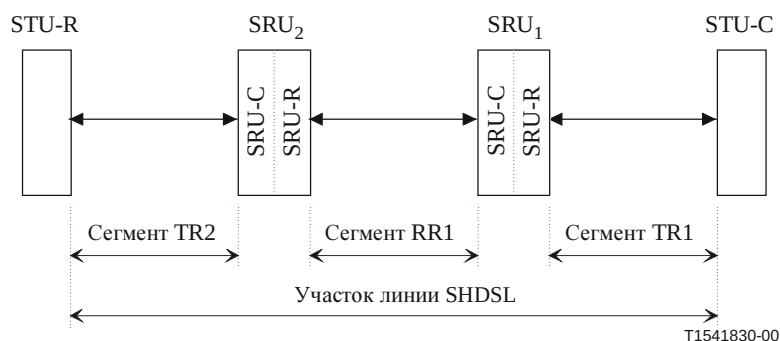


Рисунок III.1/G.991.2 2 Блок-схема участка линии SHDSL с двумя регенераторами сигналов

III.1 Запуск, инициируемый блоком STU-R

В большинстве типовых систем с линиями SHDSL считается, что процесс запуска может быть инициирован блоком STU-R. В тексте, следующем далее, описан предлагаемый процесс запуска линии SHDSL при инициировании блоком STU-R, а в таблице III.1 этот процесс представлен в графическом виде.

В данном режиме блок STU-R включает процесс запуска путем инициирования сеанса по Рекомендации G.994.1 с ближайшим к нему регенератором (по сегменту TR2). Блоки STU-R и SRU₂-C осуществляют затем обмен возможностями и дополнительно могут выполнить линейную пробу и второй обмен возможностями. Эти блоки не располагают информацией достаточного объема, чтобы начать активацию линии SHDSL в этом месте, поэтому блок SRU₂-C посылает сообщение с битом RSR, установленным на фиксацию блока STU-R, пока процесс запуска распространяется по участку. Сеанс по Рекомендации G.994.1 завершается нормально, а для блока STU-R начинается его период ожидания.

Далее, блок SRU₂-C передает возможности от сегмента TR2 к блоку SRU₂-R по внутреннему интерфейсу регенератора. Затем блок SRU₂-R инициирует сеанс по Рекомендации G.994.1 с блоком SRU₁-C и выполняет ту же последовательность обмена возможностями и линейной пробной проверки, которая описана выше для первого сегмента. Возможности, демонстрируемые блоком SRU₂-R, являются пересечением его собственных возможностей с возможностями, которые он получил для сегмента TR2. Эти блоки все еще не обладают достаточной информацией для начала активации линии SHDSL, поэтому снова блок SRU₁-R передает сообщение с установленным битом RSP. Сеанс по Рекомендации G.994.1 завершается нормально, а для блока SRU₂-R начинается его период ожидания.

Как и прежде, блок SRU₁-C затем передает возможности от сегмента RR1 (включая информацию от сегмента TR2) блоку SRU₁-R через внутренний интерфейс регенератора. Блок SRU₁-R инициирует сеанс по Рекомендации G.994.1 с блоком STU-C и выполняет обмен возможностями. Дополнительно могут быть выполнены линейная проба и второй обмен возможностями. Как и прежде, возможности, демонстрируемые блоком SRU₁-R, являются пересечением его собственных возможностей с возможностями, которые он получил для сегментов RR1 и TR2. В этом месте блок STU-C обрабатывает всю информацию, необходимую для выбора рабочих параметров участка. Выбираются скорость передачи данных и прочие параметры просто как при нормальной (без регенератора) последовательности предварительной активации, и затем активация линии SHDSL начинается для сегмента TR1.

Когда звено STU-C/SRU₁-R (по сегменту TR1) завершило последовательность активации линии SHDSL (или сеанс по Рекомендации G.991, если выбран тактовый режим 1), блок SRU₁-R передает по внутреннему интерфейсу регенератора блоку SRU₁-C сообщение о выбранных рабочих параметрах. В этом месте блок SRU₁-C инициирует сеанс по Рекомендации G.994.1 с блоком SRU₂-R по сегменту RR1. Выбираются параметры (в этом месте не должно быть необходимости в другом обмене SLR-CL), а блоки выполняют нормальную активацию линии SHDSL. Если выбран тактовый режим 1

(классический плезиохронный режим), то не нужно привязывать синхронизацию символов к сетевой эталонной тактовой частоте. В этом случае должны начаться сеанс SRU₁-C/SRU₂-R по Рекомендации G.994.1 и активация, как только завершится сеанс связи STU-C/SRU₁-R по Рекомендации G.994.1. В тактовых режимах 2, 3а и 3б такая сетевая опорная тактовая частота или опорная частота для данных необходима для установления синхронизации символов. При этих режимах блок SRU₁-C будет задерживать инициацию своего сеанса связи по Рекомендации G.994.1, пока не будет завершена активация по сегменту STU-C/SRU₁-R. Таким образом, необходимая опорная тактовая частота будет доступна для синхронизации символов в сегменте SRU₁-C/SRU₂-R.

Когда звено SRU₁-C/ SRU₂-R (по сегменту RR1) завершит последовательность активации линии SHDSL (или сеанс связи по Рекомендации G.994.1, если выбран тактовый режим 1), блок SRU₂-R передает по внутреннему интерфейсу регенератора блоку SRU₂-C сообщение о выбранных рабочих параметрах. Блок SRU₂-C инициирует сеанс по Рекомендации G.994.1 с блоком STU-R по сегменту TR2. Параметры выбраны, а блоки выполняют нормальную активацию линии SHDSL. По завершении выполнения этой последовательности активации рассматриваемый участок линии SHDSL может считаться полностью находящимся в рабочем состоянии.

Таблица III.1/G.991.2 – Последовательность запуска, инициируемая блоком STU-R

Сегмент TR2 (STU-R/SRU ₂ -C)	Сегмент RR1 (SRU ₂ -R/SRU ₁ -C)	Сегмент TR1 (SRU ₁ -R/STU-C)
Запуск по G.994.1 → Обмен возможностями <i>Линейная проба</i> <i>Обмен возможностями</i> ← MS (RSP)	Запуск по G.994.1 → Обмен возможностями <i>Линейная проба</i> <i>Обмен возможностями</i> ← MS (RSP)	Запуск по G.994.1 → Обмен возможностями <i>Линейная проба</i> <i>Обмен возможностями</i> Выбор режима Активация линии SHDSL
← Запуск по G.994.1 Выбор режима Активация линии SHDSL	← Запуск по G.994.1 Выбор режима Активация линии SHDSL	

III.2 Запуск, инициируемый блоком STU-C

В ряде случаев желательно, чтобы процесс запуска инициировался блоком STU-C. В тексте, следующем далее, описан предлагаемый процесс запуска линии SHDSL при инициировании блоком STU-C, а в таблице III.2 этот процесс представлен в графическом виде.

В данном режиме блок STU-C включает процесс запуска путем инициирования сеанса связи по Рекомендации G.994.1 с ближайшим к нему регенератором (по сегменту TR1). Блок SRU₂-C генерирует сообщение с установленным битом RSP для фиксации блока STU-C при распространении

процесса запуска по участку линии SHDSL. Сеанс связи по Рекомендации G.994.1 заканчивается нормально, а для блока STU-C начинается его период ожидания. Далее, блок SRU₁-C инициирует сеанс по Рекомендации G.994.1 с блоком SRU₂-R, который опять заканчивается успешно вслед за сообщением от блока SRU₂-R с установленным битом RSP.

Далее блок SRU₂-C инициирует сеанс связи по Рекомендации G.994.1 с блоком STU-R. Далее от этого места последовательность запуска такова, как описано в разделе III.1 для запуска, инициируемого блоком STU-R.

Таблица III.2/G.991.2 – Последовательность запуска, инициируемая блоком STU-C

Сегмент TR2 (STU-R/SRU ₂ -C)	Сегмент RR1 (SRU ₂ -R/SRU ₁ -C)	Сегмент TR1 (SRU ₁ -R/STU-C)
		← Запуск по G.994.1
		MS (RSP) →
	← Запуск по G.994.1	
	MS (RSP) →	
← Запуск по G.994.1		
Обмен возможностями		
<i>Линейная проба</i>		
<i>Обмен возможностями</i>		
← MS (RSP)		
	Запуск по G.994.1→	
	Обмен возможностями	
	<i>Линейная проба</i>	
	<i>Обмен возможностями</i>	
	← MS (RSP)	
		Запуск по G.994.1→
		Обмен возможностями
		<i>Линейная проба</i>
		<i>Обмен возможностями</i>
		Выбор режима
		Активация линии SHDSL
	← Запуск по G.994.1	
	Выбор режима	
	Активация линии SHDSL	
← Запуск по G.994.1		
Выбор режима		
Активация линии SHDSL		

III.3 Запуск, инициируемый блоком SRU

В ограниченном числе случаев применения (включая некоторые сценарии технического обслуживания и восстановления) может оказаться желательным инициировать последовательность запуска со стороны регенератора. В этом режиме блок будет осуществлять последовательность запуска в нисходящем направлении, т. е. в направлении к блоку STU-R, и будет делать это так, как делалось для соответствующего сегмента процедуры запуска блоком STU-C (как описано в разделе III.3). Затем блок STU-R будет инициировать процедуру обмена возможностями и линейной пробной проверки в направлении к блоку STU-C, как при нормальном запуске, инициируемом блоком SRU-C. Последовательность запуска начинается с инициирования блока STU-C и распространения выполнения процедуры в направлении к блоку STU-R.

III.4 Конфликты и повторные запуски

В случае попыток одновременного инициирования соединений со стороны блоков STU-C и STU-R могут возникать конфликты (подобно “резким” всплескам при передаче речи). Используя описанный ранее процесс, эти конфликты разрешаются путем задания приоритета обмену возможностями от R (удаленный конец) к C (центральная станция) и соответствующим пробам по сравнению с запросами запуска от C к R. Сеансы по Рекомендации G.991.4 существенно разрешают конфликты в отдельных сегментах.

По Рекомендации G.994.1 выдержка времени по биту RSP задается примерно в 1 минуту. Для участков с несколькими регенераторами это является идеальным случаем. Однако для участков с большим числом регенераторов блок STU может осуществлять выдержку времени и инициировать новый сеанс связи по Рекомендации G.994.1 до того, как блок SRU будет готов начать следующую фазу последовательности запуска. В таких случаях блок SRU должен реагировать на инициирование сеанса связи по Рекомендации G.994.1 и генерировать сообщение с битом RSP, установленным для фиксации блока STU еще раз. Блок SRU должен установить внутренний таймер и не должен считать запуск неудавшимся, пока не истечет время этого таймера. Этот таймер должен запускаться, когда блок SRU принимает в сообщении бит RSP, и не должен сбрасываться в течение по крайней мере 4 минут.

Если какой-либо сегмент должен быть восстановлен в исходное состояние из-за состояний линии или в других случаях, то каждый сегмент участка будет деактивирован, а вся процедура запуска будет инициирована повторно.

III.5 Активация режима диагностики

В случае отказа сегмента, процедура запуска также будет считаться неудавшейся для всего участка. Обычно это будет характеризоваться сообщением блоку STU через бит RSP войти в интервал молчания и больше не принимать никакой другой запрос сеанса связи по Рекомендации G.994.1. Без какой-либо диагностической информации поставщик услуг не будет иметь возможности без проблем выполнить тест на проверку целостности различных сегментов.

Эта ситуация разрешается путем использования “режима диагностики” по Рекомендации G.994.1, когда вводится режим диагностики последовательности запуска. Соответствующий бит, будучи установленным, приводит к тому, что блок SRU подключается к отказавшемуся сегменту и действует в качестве блока STU, позволяя закончить процедуру запуска. Таким образом, все сегменты до отказавшегося сегмента могут быть протестированы с использованием кольцевых проверок и тестов, иницируемых по каналу ЕОС, что позволяет операторам сетей быстро изолировать сегмент, где имел место отказ.

ДОБАВЛЕНИЕ IV

Библиография

- [B1] ITU-T G.961 (1993), *Digital transmission system on metallic local lines for ISDN basic rate access*.
- [B2] ITU-T G.995.1 (2001), *Overview of digital subscriber line (DSL) Recommendations*.
- [B3] ANSI X3.4-1986 (R1997), *Information Systems – Coded Character Sets – 7-Bit American National Standard Code for Information Interchange (7-Bit ASCII)*.
- [B4] ITU-T K.50 (2000), *Safe limits of operating voltages and currents for telecommunication systems powered over the network*.
- [B5] Telcordia Technologies, GR-1089-CORE – Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety, February 1999.
- [B6] ITU-T G.704 (1998), *Synchronous frame structures used at 1544, 6312, 2048, 8448 and 44 736 kbit/s hierarchical levels*.
- [B7] ANSI/IEEE 455 (1985), *Standard test procedure for measuring longitudinal balance of telephone equipment operating in the voice band*.
- [B8] ITU-T O.9 (1999), *Measuring arrangements to assess the degree of unbalance about earth*.
- [B9] IETF RFC 2495 (1995), *Definitions of Managed Objects for the DS1, E1, DS2 and E2 Interface Types*.

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 связи
Серия G	Системы и средства 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, 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