



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.984.3

Поправка 1
(07/2005)

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

Цифровые участки и система цифровых линий –
Системы оптических линий для местных сетей
и сетей доступа

Пассивные оптические сети с возможностью
передачи на гигабитных скоростях (G-PON):
Технические характеристики передачи на уровне
сходимости

Поправка 1

Рекомендация МСЭ-Т G.984.3 (2004) – Поправка 1

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

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЧ-СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ПРОВОДНЫМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.600–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
Общие положения	G.900–G.909
Параметры волоконно-оптических кабельных систем	G.910–G.919
Цифровые участки с иерархической скоростью передачи, основанной на скорости передачи 2048 кбит/с	G.920–G.929
Цифровые линейные системы передачи по кабелю с неиерархической скоростью передачи	G.930–G.939
Цифровые линейные системы, обеспечиваемые службами передачи данных с ЧРК	G.940–G.949
Цифровые линейные системы	G.950–G.959
Цифровые участки и цифровые системы передачи для абонентского доступа к ЦСИС	G.960–G.969
Волоконно-оптические подводные кабельные системы	G.970–G.979
Оптические линейные системы для местных сетей и сетей доступа	G.980–G.989
Сети доступа	G.990–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ И СВЯЗАННЫЕ С ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ АСПЕКТЫ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ПО ТРАНСПОРТНЫМ СЕТЯМ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	G.7000–G.7999
ETHERNET И АСПЕКТЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ СООБЩЕНИЙ	G.8000–G.8999
СЕТИ ДОСТУПА	G.9000–G.9999

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

Рекомендация МСЭ-Т G.984.3

Пассивные оптические сети с возможностью передачи на гигабитных скоростях (G-PON): Технические характеристики передачи на уровне сходимости

Поправка 1

Резюме

В данной Поправке содержатся различные улучшения технических характеристик передачи на уровне ТС G-PON, включая редакционные исправления, целью которых является придание большей четкости изложения и разъяснения неясных или противоречивых моментов первоначального текста. Дополнительные исправления направлены на реализацию ГТС путем сокращения или устранения некоторых необязательных возможностей, включенных в исходную Рекомендацию МСЭ-Т G.984.3 (02/04).

Источник

Поправка 1 к Рекомендации МСЭ-Т G.984.3 (2004 г.) утверждена 14 июля 2005 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

Ключевые слова

G-PON, оптический.

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ

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

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

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2007

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Поправка 1.....	1
1) Пункт 2 Справочная литература.....	1
2) Пункт 3 Определения.....	1
3) Пункт 4 Сокращения.....	1
4) Новый пункт 5.4 Средства контроля трафика в ONU для восходящего потока.....	1
5) Пункт 7.4.2 и далее в тексте Рекомендации.....	2
6) Пункт 8 Кадр ТС GTC.....	2
7) Пункт 8.1.3.6 Поля BWmap.....	2
8) Пункт 8.1.3.6.1 Поле идентификаторов распределения.....	2
9) Пункт 8.1.3.6.2 Поле флагов.....	3
10) Пункт 8.1.3.6.3 Поле StartTime.....	3
11) Пункт 8.1.3.6.4 Поле StopTime.....	3
12) Пункт 8.1.4.1 Сегмент ATM.....	3
13) Пункт 8.1.4.2 Сегмент GEM.....	3
14) Пункт 8.2 Структура кадра восходящего потока.....	4
15) Пункт 8.2.2.1 Поле ПЧБ.....	4
16) Пункт 8.3.2 Размещение кадров GEM в полезной нагрузке GTC.....	4
17) Пункт 8.4 Сигнализация и конфигурация динамического распределения пропускной способности.....	5
18) Пункт 8.4.2.1 Определение сообщения.....	5
19) Пункт 9.2.1 Определение сообщений нисходящего потока.....	5
20) Пункт 9.2.2 Определение сообщения восходящего потока.....	6
21) Пункт 9.2.3.1 Сообщение Upstream_Overhead.....	6
22) Пункт 9.2.3.2 Сообщение Serial_Number_Mask.....	6
23) Пункт 9.2.3.10 Сообщение Assign_Alloc-ID.....	6
24) Пункт 9.2.3.19 Сообщение Key_Switching_Time.....	6
25) Новый пункт 9.2.3.20 Сообщение Extended_burst_length.....	7
26) Пункт 10 Метод активизации.....	7
27) Рисунок 11-1.....	25
28) Пункт 11.1.1 Элементы, обнаруживаемые на OLT.....	25
29) Пункт 11.1.2 Элементы, обнаруживаемые на ONU.....	25
30) Пункт 12.2 Системы шифрования.....	26
31) Пункт 12.3 Смена ключа и переключение.....	26
32) Пункт 13.2.1.2 Более короткое последнее кодовое слово.....	26
33) Пункт 13.2.3.1 Бит индикации ПИО D/S.....	26
34) Пункт 13.3.1.1 Байты четности.....	26

	Стр.
35) Пункт 13.3.1.2 Более короткое последнее кодовое слово	27
36) Пункт 13.3.1.3 Размер блока передачи ONU	28
37) Пункт 13.3.3.1 Бит индикации ПИО U/S.....	28
38) Пункт 13.3.3.2 Процесс обнаружения включения/выключения ПИО U/S в OLT.....	28
39) Пункт 13.4 Блоки передачи для активизации ONU	28
40) Дополнение IV	29

Рекомендация МСЭ-Т G.984.3

Пассивные оптические сети с возможностью передачи на гигабитных скоростях (G-PON): Технические характеристики передачи на уровне сходимости

Поправка 1

1) Пункт 2 Справочная литература

Добавить следующие новые документы:

- [13] Federal Information Processing Standards 81, *DES Modes of Operation*, National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, December 1980.
- [14] Federal Information Processing Standards 140-2, *Security Requirements for cryptographic modules*, National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, December 03, 2002.

2) Пункт 3 Определения

Добавить следующие новые определения:

3.14a пиковая скорость передачи информации (PIR): PIR представляет собой максимальную скорость передачи байтов пакетов GEM. Измеряется как "Байты/с". Этот параметр аналогичен пиковой скорости передачи в ячейке в ATM.

3.18a гарантируемая скорость передачи (SIR): SIR представляет собой гарантируемую скорость передачи байтов пакетов GEM в длительном интервале. Измеряется как "Байты/с". Этот параметр аналогичен гарантируемой скорости передачи в ячейке в ATM.

3) Пункт 4 Сокращения

Добавить следующие новые сокращения в алфавитном порядке:

- PIR пиковая скорость передачи
- SIR гарантируемая скорость передачи

4) Новый пункт 5.4 Средства контроля трафика в ONU для восходящего потока

Добавить следующий новый пункт 5.4:

5.4 Средства контроля трафика в ONU для восходящего потока

Потоки трафика на порте контролируются средствами ONU, как показано на рисунке 5-6. Дополнительно потоки трафика можно конфигурировать при помощи дескрипторов трафика для каждого порта. Впоследствии эти конфигурированные потоки можно отобразить в T-CONT и передать OLT под контролем распределения.

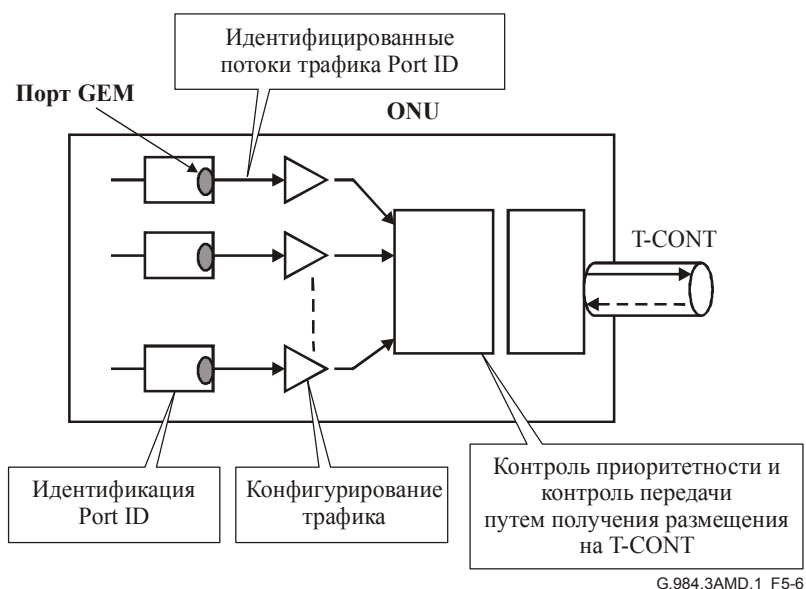


Рисунок 5-6/G.984.3 – Средства контроля трафика в ONU

Для трафика GEM восходящий поток трафика в каждом порте контролируется в соответствии с PIR, или PIR и SIR. PIR должна быть равной SIR или больше SIR. Для трафика ATM восходящий поток трафика в каждом соединении контролируется в соответствии с PCR, или PCR и SCR. Данные параметры предоставляются посредством OMCI (интерфейса контроля и управления ONU), описанного в Рекомендации МСЭ-Т G.984.4.

5) Пункт 7.4.2 и далее в тексте Рекомендации

Заменить "Метод А" на "Configured-S/N";

и "Метод В" на "Discovered-S/N".

6) Пункт 8 Кадр TC GTC

Изменить последнее предложение следующим образом:

На рисунке 8-2 показан случай, когда указатели передаются в порядке возрастания. Требуется, чтобы OLT передавало все указатели любому отдельному ONU в порядке возрастания при начале передачи. Рекомендуются, чтобы все указатели передавались в порядке возрастания при начале передачи.

7) Пункт 8.1.3.6 Поля BWmap

Добавить в конце данного пункта следующие предложения:

Требуется, чтобы OLT передавало все указатели любому отдельному ONU в порядке возрастания при начале передачи. Рекомендуются, чтобы все указатели передавались в возрастающем порядке при начале передачи. Устройства ONU должны быть способными поддерживать до 8 структур распределения в любом отдельном поле BWmap, а дополнительно могут поддерживать и больше. Более того, максимальный размер поля BWmap ONU должен составлять по крайней мере 256 структур распределения с дополнительной поддержкой больших BWmaps.

8) Пункт 8.1.3.6.1 Поле идентификаторов распределения

Вставить следующие новые предложения после четвертого предложения:

Первый идентификатор распределения (Allocation-ID), выданный для ONU, называется назначенным идентификатором распределения. Этот номер идентификатора распределения такой же, как номер ONU-ID (используемый в сообщениях PLOAM). Он используется для передачи трафика PLOAM и OMCI, и дополнительно трафика пользователя.

9) Пункт 8.1.3.6.2 Поле флагов

a) Изменить первое предложение следующим образом:

Поле флагов представляет собой 12-битовое поле, которое содержит 4 отдельных индикатора контроля определенных функций связанной передачи восходящего потока.

b) Изменить второй абзац следующим образом:

– Бит 11 (MSB): Передает PLSu (последовательность выравнивания уровня мощности):
Функция PLSu исключена. Бит 11 должен всегда быть выставлен на 0.

10) Пункт 8.1.3.6.3 Поле StartTime

Добавить в конец данного пункта следующий абзац:

Заметьте, что поле StartTime должно указывать на время, которое возникает в кадре восходящего потока. Поэтому минимальным значением StartTime для всех битовых скоростей передачи данных может быть ноль. Максимальное значение зависит от битовой скорости передачи данных следующим образом:

Скорость передачи в восходящем потоке	Максимальное значение StartTime
155,52 Мбит/с	2429
622,08 Мбит/с	9719
1244,16 Мбит/с	19 439
2488,32 Мбит/с	38 879

11) Пункт 8.1.3.6.4 Поле StopTime

Добавить в конец пункта следующее:

Заметьте, что StopTime должно показывать время в пределах кадра, в котором началось распределение.

12) Пункт 8.1.4.1 Сегмент ATM

a) Добавить в конец первого абзаца следующее предложение:

ONU должно применять конечный автомат обнаружения – исправления ошибок HEC (HEC error detection-correction state machine), описанный в Рекомендации МСЭ-Т I.432.1.

b) Добавить в конец второго абзаца следующее предложение:

Заметьте, что поддержка режима многоадресной передачи может осуществляться при помощи VPI, сконфигурированных таким образом, что они принадлежат многочисленным ONU в PON. В обязательном для применения методе поддержки услуг многоадресной передачи в режиме ATM используется один VPI/VCI для всех потоков, а в дополнительном методе используются многочисленные VPI/VCI.

13) Пункт 8.1.4.2 Сегмент GEM

Добавить в конец второго абзаца следующее предложение:

Заметьте, что поддержка режима многоадресной передачи может осуществляться при помощи использования Port-ID, сконфигурированных таким образом, что они принадлежат многочисленным ONU в PON. В обязательном для применения методе поддержки услуг многоадресной передачи в режиме GEM используется один Port-ID для всех потоков, а в дополнительном методе используются многочисленные Port-ID.

14) Пункт 8.2 Структура кадра восходящего потока

a) *Изменить второй абзац следующим образом:*

На рисунке 8-10 подробно показано содержимое этих заголовков. Заметьте, что на данном рисунке цикл синхронизации не показан, поскольку он не содержит никаких элементов протокола. Однако OLT должно создать поле BWmap, которое рассчитывает цикл синхронизации.

b) *Добавить в конец пункта следующее предложение:*

Указатель StopTime всегда должен быть больше, чем соответствующий ему указатель StartTime. Кроме того, смежные указатели не должны распространяться на два поля BWmap. Другими словами, каждый кадр восходящего потока должен начинаться с независимой (несмежной) передачи.

15) Пункт 8.2.2.1 Поле ПЧБ

Изменить первое предложение следующим образом:

Поле ПЧБ представляет собой 8-битовое поле, которое содержит результат проверки всех байтов на чередующуюся четность битов, переданных с этого ONU после последнего ПЧБ (кроме последнего ПЧБ), за исключением байтов преамбулы и разделителя.

16) Пункт 8.3.2 Размещение кадров GEM в полезной нагрузке GTC

a) *Изменить четвертый абзац следующим образом:*

Идентификатор Port ID используется для предоставления PON 4096 уникальных идентификаторов трафика, для обеспечения мультиплексирования трафика. Каждый Port-ID содержит данные о транспортном потоке пользователя. В Allocation-ID/T-CONT может быть передан один или более Port-ID.

b) *Во втором от конца абзаце этого пункта, изменить 8-е предложение следующим образом:*

В случае, когда в сегменте или полезной нагрузке осталось X байтов времени ($0 < X < 5$), процесс передачи должен послать предварительно определенный шаблон заголовка GEM, занимающий первые X байтов резервного шаблона заголовка GEM.

c) *Изменить абзацы 5 (и таблицу к нему), 6 и 7 следующим образом:*

Поле PPI используется для индикации типа содержимого фрагмента полезной нагрузки и соответствующей его интерпретации. Кодирование показано ниже.

Код PPI	Значение
000	Фрагмент данных пользователя; Не конец кадра
001	Фрагмент данных пользователя; Конец кадра
010	Зарезервирован
011	Зарезервирован
100	GEM OAM; Не конец кадра
101	GEM OAM; Конец кадра
110	Зарезервирован
111	Зарезервирован

Для кодовой позиции 4 GEM будет повторно использовать формат ячейки OAM, описанный в Рекомендации МСЭ-Т I.610, то есть этот режим будет поддерживать 48-байтовую фрагментированную полезную нагрузку, которая форматирована так, как описано для функций OAM ATM.

d) *Добавить в конец последнего абзаца следующее:*

Требуется, чтобы каждое ONU обладало по меньшей мере двумя буферами повторной сборки GEM для поддержки применения срочной фрагментации. Возможна поддержка большего количества буферов повторной сборки. OLT не должно перемежать более двух кадров данных пользователя любому одиночному ONU, если только оно не определяет, что ONU обладает дополнительной возможностью. Требуется, чтобы OLT обладало по меньшей мере двумя буферами повторной сборки GEM на каждый Аллос-ID, предназначенный для одной и той же цели. Возможна поддержка большего количества буферов повторной сборки. ONU не должно перемежать более двух кадров данных пользователя, если только оно не определяет, что OLT обладает дополнительной возможностью.

17) Пункт 8.4 Сигнализация и конфигурация динамического распределения пропускной способности

Добавить в конец данного пункта следующий абзац:

Конструкторы призываются реализовывать метод сообщения с совмещением передачи прямых и обратных пакетов (Piggy-back). Другие методы DBA не рекомендуются.

18) Пункт 8.4.2.1 Определение сообщения

Изменить элементы списка следующим образом:

- Режим 0: Одно поле содержит результат нелинейного кодирования общего количества данных в буфере T-CONT.
- Режим 1: Два поля, первое из которых содержит результат нелинейного кодирования количества данных при помощи "маркеров PR" (1 байт), а другое содержит результат нелинейного кодирования количества данных при помощи "маркеров SR" (1 байт) в буфере T-CONT. Этот тип формирования сообщений подходит для T-CONT типа 3 и 5.
- Режим 2: Четыре поля, первое из которых содержит результат нелинейного кодирования общего числа ячеек T-CONT класса 2, имеющих "маркеры SR" (гарантированная BW) (1 байт). Второе поле содержит результат нелинейного кодирования общего числа ячеек T-CONT класса 3, имеющих "маркеры SR" (гарантированная BW) (1 байт). Третье поле содержит результат нелинейного кодирования общего числа ячеек T-CONT класса 3, имеющих "метки PR" (не гарантированная BW) (1 байт). Четвертое поле содержит результат нелинейного кодирования общего числа ячеек T-CONT класса 4, имеющих "маркеры PR" (наиболее достижимая BW) (1 байт). Этот тип формирования сообщений использует в общей сложности 4 байта. Это подходит для T-CONT типа 5 или для ONU для информирования всех противолежащих T-CONT при помощи одного сообщения.
- В режимах 1 и 2, "PR" и "SR" отображают пиковую и гарантируемую скорость образуемых соединений, соответственно. Они задаются в ячейках для соединений ATM или блоках формирования сообщений фиксированной длины в соединениях GEM. В случае соединений ATM, пиковая скорость соответствует пиковой скорости передачи в ячейке, а гарантируемая скорость соответствует гарантируемой скорости передачи в ячейке. В случае соединений GEM, пиковая скорость соответствует пиковой скорости передачи информации, а гарантируемая скорость соответствует гарантируемой скорости передачи информации.

19) Пункт 9.2.1 Определение сообщений нисходящего потока

a) *Добавить в строки 10, 14, и 19 таблицы в ячейки в колонке 6:*

Посылать 1 подтверждение после каждого правильно полученного сообщения.

b) *Добавить к таблице следующую строку:*

	Имя сообщения	Функция	Побудительная причина	Количество передаваемых раз	Действие на приеме
20	Extended_Burst_Length	Сообщить ONU количество байтов преамбулы типа 3 в восходящем направлении.	Каждый раз, когда начинается процесс активизации. Следует за сообщением Upstream Overhead.	3	ONU устанавливает длину преамбулы типа 3.

20) Пункт 9.2.2 Определение сообщения восходящего потока

В строке 9, колонка 4 таблицы, изменить текст следующим образом:

После приема правильных сообщений нисходящего потока, требующих подтверждения.

21) Пункт 9.2.3.1 Сообщение Upstream_Overhead

В строке 10 таблицы изменить первую строку ячейки "Описание" следующим образом:

xx = зарезервированы

22) Пункт 9.2.3.2 Сообщение Serial_Number_Mask

В строке 3 таблицы изменить строку ячейки "Описание" следующим образом:

Число правильных битов, счет начинается с МЗБ байта 11 и идет до СЗБ байта 4.

23) Пункт 9.2.3.10 Сообщение Assign_Alloc-ID

В строке 5 таблицы изменить строку ячейки "Описание" следующим образом:

Показывает, для какого типа полезной нагрузки используется данный Alloc-ID:

0: полезная нагрузка ATM

1: полезная нагрузка GEM

2: полезная нагрузка DBA

3–254: зарезервированы

255: отозвать данный Alloc-ID

24) Пункт 9.2.3.19 Сообщение Key_Switching_Time

В строке 3 таблицы изменить строку ячейки "Описание" следующим образом:

Шесть СЗБ в 30-битовом счетчике суперкадра в первом кадре, где применяется новый ключ.

В строке 6 таблицы изменить строку ячейки "Описание" следующим образом:

Восемь МЗБ в 30-битовом счетчике суперкадра в первом кадре, где применяется новый ключ.

25) Новый пункт 9.2.3.20 Сообщение Extended_burst_length

Добавить следующий пункт 9.2.3.20:

9.2.3.20 Сообщение Extended_burst_length

Сообщение Extended_Burst_Length		
Октет	Содержание	Описание
1	11111111	Направляет сообщение всем ONU.
2	00010100	Идентификация сообщения "Extended_Burst_Length" (Примечание 1).
3	rrrrrrrr	rrrrrrrr = Число байтов преамбулы типа 3, используемых, когда ONU находится в "предварительно определенных" ("pre-ranged") состояниях: состоянии получения серийного номера (Serial_Number State) (O3) и состоянии определения дальности (Ranging State) (O4). Каждый байт преамбулы типа 3 содержит шаблон, указанный в октете 6 сообщения "Upstream_Overhead". (Примечание 2).
4	gggggg	gggggg = Число байтов преамбулы типа 3, используемых, когда ONU находится в "определенных" ("ranged") состояниях: рабочем состоянии (Operation State) (O5) и состоянии POPUP (POPUP State) (O6). Каждый тип преамбулы типа 3 содержит шаблон, указанный в октете 6 сообщения "Upstream_Overhead". (Примечание 2).
5–12	Не определено	Зарезервировано для дальнейших исследований.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Данное сообщение является дополнительным.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Преамбулы типов 1, 2, и 3 задаются в определении сообщения и примечаниях сообщения "Upstream_Overhead" (см. 9.2.3.1). Когда данное сообщение "Extended_Burst_Length" не используется, длина преамбулы типа 3 определяется путем вычитания длин защитных битов, преамбул типов 1 и 2 и разделителя от рекомендованных времен заголовка пакета, указанных в Приложении I/G.984.2. Когда ONU получает данное сообщение в состоянии серийного номера (O3), значения, описанные в октетах 3 и 4 данного сообщения, заменяют длину преамбулы типа 3, подразумеваемую сообщением "Upstream_Overhead". Максимальная длина всей служебной части физического уровня составляет 128 байтов. Заметьте, что длина преамбулы типа 3 представляет собой целое число байтов. Гарантировать, что суммарная длина заголовка пакета (защитные биты + тип 1 + тип 2 + тип 3 + разделитель) также целое число байтов, должен OLT.

26) Пункт 10 Метод активизации

Заменить весь пункт следующим новым текстом:

10 Метод активизации

10.1 Общие положения

В данном пункте описывается нормативный процесс активизации ONU в системе G-PON. Метод информативной активизации для OLT описан в Дополнении IV. Активизация ONU представляет собой многоступенчатый процесс, в котором OLT сообщает рабочие параметры устройствам ONU, измеряется логическая досягаемость между OLT и каждым ONU, создаются каналы связи восходящего и нисходящего потока. Измерение логической досягаемости между OLT и каждым ONU называется процессом определения дальности (Ranging Process). G-PON использует внутренний метод, при котором измеряется задержка передачи для каждого ONU, пока PON находится в процессе обслуживания.

При определении дальности новых ONU, работающие ONU должны на время приостановить передачу, таким образом, открыв так называемое окно определения дальности. Размер этого окна зависит от диапазона расстояний до ONU. Заранее предоставленная информация о местонахождении новых ONU может снизить эту длину до минимума, но обычно эта длина определяется максимальным дифференциальным диапазоном PON – 20 км.

10.2 Общая процедура активизации ONU

Процесс активизации осуществляется под контролем OLT. Схема процедуры активизации следующая:

- ONU получает рабочие параметры PON посредством сообщения Upstream_Overhead.
- ONU изменяет свои параметры соответствующим образом (например, уровень оптической мощности передачи на основе требований OLT).
- OLT узнает серийный номер (Serial Number) новых ONU, используя процедуру Serial_Number Acquisition.
- OLT присваивает всем новым ONU идентификаторы ONU-ID.
- OLT определяет выравнивающую задержку (Equalization Delay) для новых ONU.
- OLT сообщает выравнивающую задержку ONU.
- ONU настраивает начало отсчета часов кадра восходящего потока (Upstream Frame clock), основываясь на выравнивающей задержке.

Данная процедура осуществляется путем обмена индикаторами восходящего и нисходящего потоков и сообщениями PLOAM.

В нормальном режиме работы все передачи можно использовать для контроля фазы прибытия передачи. На основе информации контроля фазы передачи может происходить обновление выравнивающей задержки.

10.2.1 Резюме процедуры Serial_Number acquisition

На рисунке 10-1 изображена процедура получения серийного номера (Serial_Number Acquisition). Сначала OLT создает зону молчания, прекращая предоставление пропускной способности в восходящем направлении. После ожидания подходящей задержки определения дальности OLT посылает запрос Serial_Number Request. ONU, находящиеся в состоянии серийного номера, получающие данный запрос ожидают время ответа серийного номера (SN-Response-Time), как определено в 10.7.1, а затем отвечают на данный запрос. После успешного получения данного ответа OLT передает сообщение Assign ONU_ID, и ONU переходит в режим определения дальности (O4).

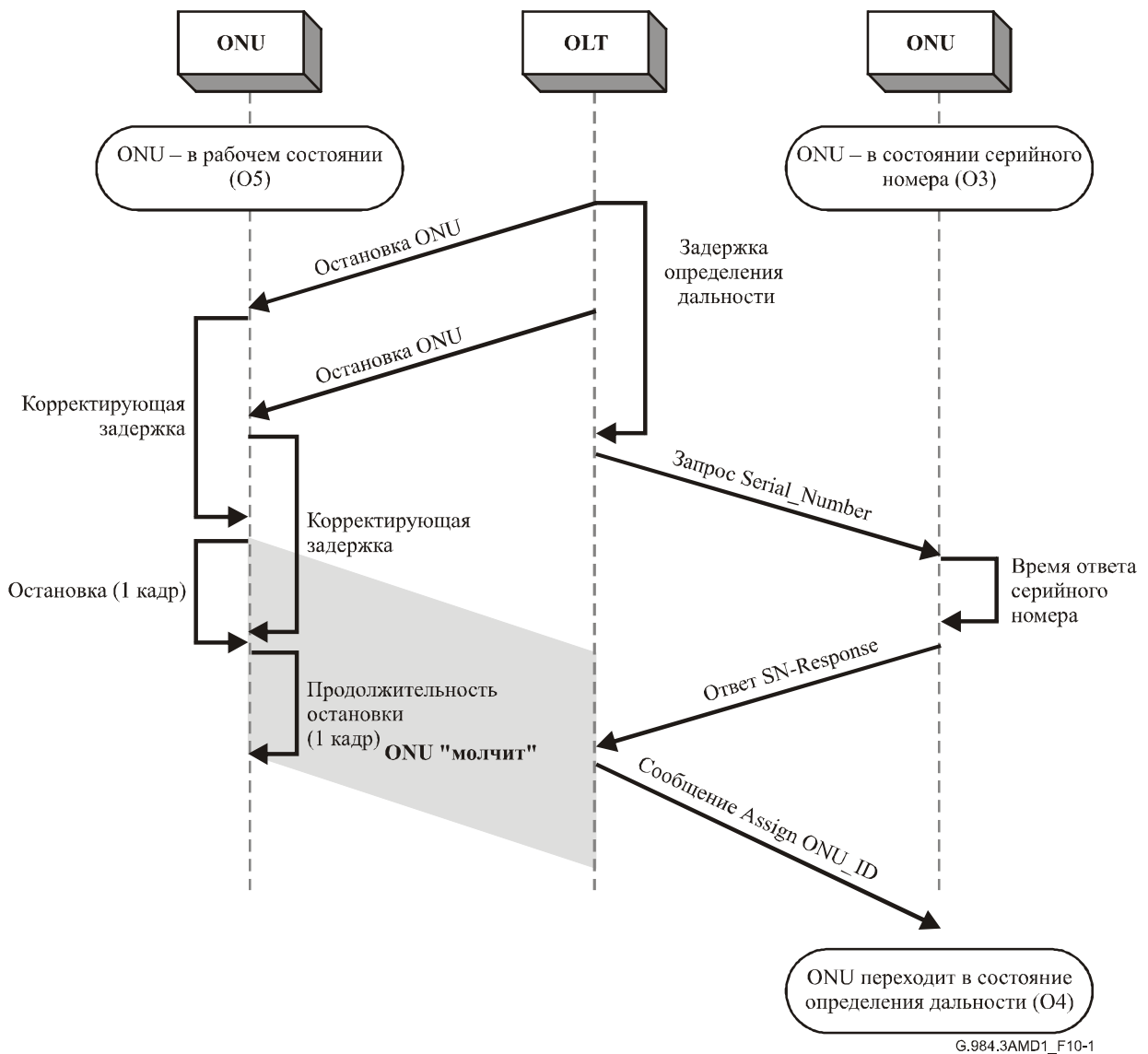
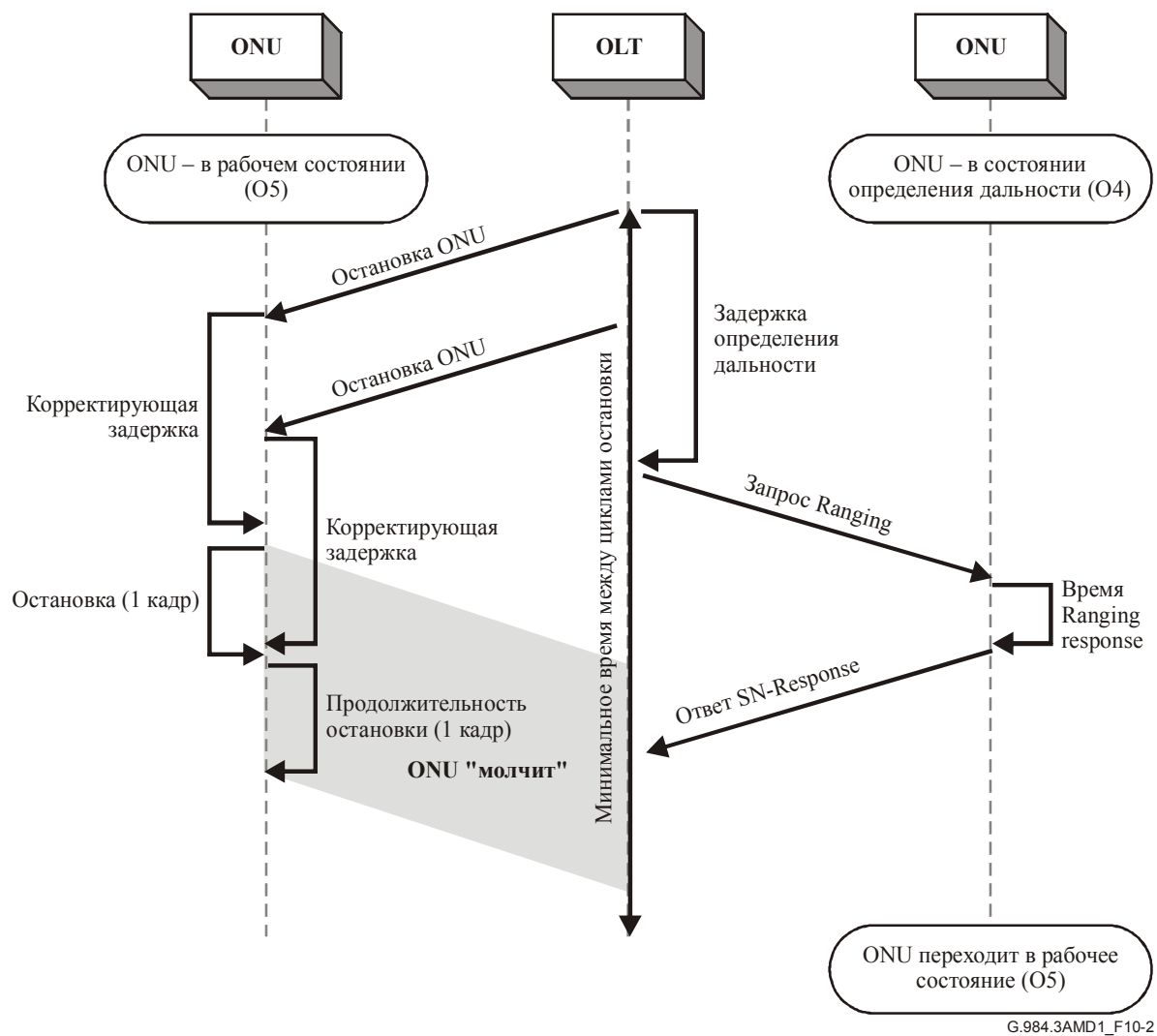


Рисунок 10-1/G.984.3 – Процесс получения серийного номера

10.2.2 Процедура измерения расстояния

На рисунке 10-2 показана процедура определения расстояний до ONU. Сначала OLT создает зону молчания. После ожидания подходящей задержки измерения расстояния, OLT посылает запросы Ranging Request отдельным ONU. Когда ONU получает этот запрос, оно ожидает Ranging-Response-Time, как определено в 10.7.2, а затем отвечает сообщением Serial-Number. После успешного получения этого ответа OLT передает сообщение Assign Ranging Time, и ONU переходит в рабочее состояние (O5).



ПРИМЕЧАНИЕ. – Во время цикла определения дальности может быть послано несколько запросов Ranging.

Рисунок 10-2/G.984.3 – Процесс определения расстояния – Горячая сеть

10.3 Состояния ONU

Процедура активизации задается функционированием состояний и переходами из состояния в состояние, как описано ниже.

10.3.1 Состояния ONU

ONU имеет 7 состояний:

a) **Первоначальное состояние (Initial-state) (O1)**

В этом состоянии на ONU подается питание. Объявляется LOS/LOF. Как только трафик нисходящего потока принят, LOS и LOF сбрасываются, ONU переходит в резервное состояние (O2).

b) **Резервное состояние (Standby-state) (O2)**

ONU принимает трафик нисходящего потока. ONU ожидает глобальных параметров сети. Как только принято сообщение Upstream_Overhead, ONU преобразует эти параметры (например, значение разделителя (delimiter value), режим уровня мощности и заранее определенную выравнивающую задержку) и переходит в состояние серийного номера (O3).

c) **Состояние серийного номера (Serial-Number-state) (O3)**

Путем передачи запроса Serial_Number в состоянии серийного номера всем ONU OLT узнает о существовании новых ONU и их серийные номера.

После обнаружения ONU ожидает назначения уникального ONU-ID со стороны OLT. ONU-ID назначается при помощи сообщения Assign_ONU-ID. Как только ONU-ID назначен, ONU переходит в состояние определения дальности (O4).

d) **Состояние определения дальности (Ranging-state) (O4)**

Передача в восходящем направлении от различных ONU должна быть синхронизирована по кадрам восходящего потока. Для того чтобы казалось, что устройства ONU расположены на равном расстоянии от OLT, для каждого ONU требуется выравнивающая задержка. Выравнивающая задержка вычисляется в процессе определения дальности. Как только ONU получает сообщение Ranging_Time, оно переходит в рабочее состояние (O5).

e) **Рабочее состояние (Operation-state) (O5)**

Будучи в данном состоянии, ONU может посылать данные восходящего потока и сообщения PLOAM как направленные OLT. В данном состоянии с ONU могут быть установлены дополнительные соединения, что требуется в данном состоянии.

После определения дальности сети и правильных выравнивающих задержек для всех ONU все кадры восходящего потока будут синхронизированы между всеми ONU. Блоки передачи восходящего потока будут прибывать по отдельности, каждый в правильном месте кадра.

Остановка работы ONU: при нормальной работе в разное время работа ONU может быть остановлена OLT из-за процессов получения серийного номера или определения дальности на других ONU. Это может быть выполнено путем прекращения предоставления пропускной способности на определенный подходящий период времени. Для ONU это является нормальным явлением, в результате появится требуемая зона молчания восходящего потока.

f) **Состояние POPUP (POPUP-state) (O6)**

ONU переходит в это состояние из рабочего состояния (O5) после обнаружения аварийных сигналов LOS или LOF. При входе в состояние POPUP (O6) ONU немедленно прекращает передачу в восходящем направлении. В результате OLT обнаружит аварийный сигнал LOS от этого ONU.

В случае разрыва волоконной ODN, в состояние POPUP перейдут многочисленные ONU. На основе схемы живучести сети будет применена одна из следующих опций:

- Если применяется защитное переключение, OLT может переключить все ONU на защитные волокна. В этом случае дальность всех ONU должна быть определена заново. Для осуществления этого OLT посылает устройствам ONU сообщение Broadcast POPUP и дает им команду возвратиться в состояние определения дальности (O4).
- Если защитное переключение не применяется или в случае, когда ONU обладает внутренними возможностями защиты, OLT может послать устройству ONU сообщение Directed POPUP и дать ему команду перейти в рабочее состояние (O5). Пока ONU находится в рабочем состоянии (O5), OLT может протестировать ONU прежде, чем возвращать его к полному обслуживанию.
- Если ONU не восстанавливается после аварийных сигналов LOS или LOF, оно не получит сообщение POPUP (Broadcast or Directed) и после перерыва (TO2) перейдет в первоначальное состояние (O1).

g) **Состояние аварийного прекращения работы (Emergency-Stop-state) (O7)**

При приеме сообщения Disable_Serial_Number с вариантом "Disable" ONU должно перейти в состояние аварийного прекращения работы (Emergency-Stop-state) (O7) и выключить лазер.

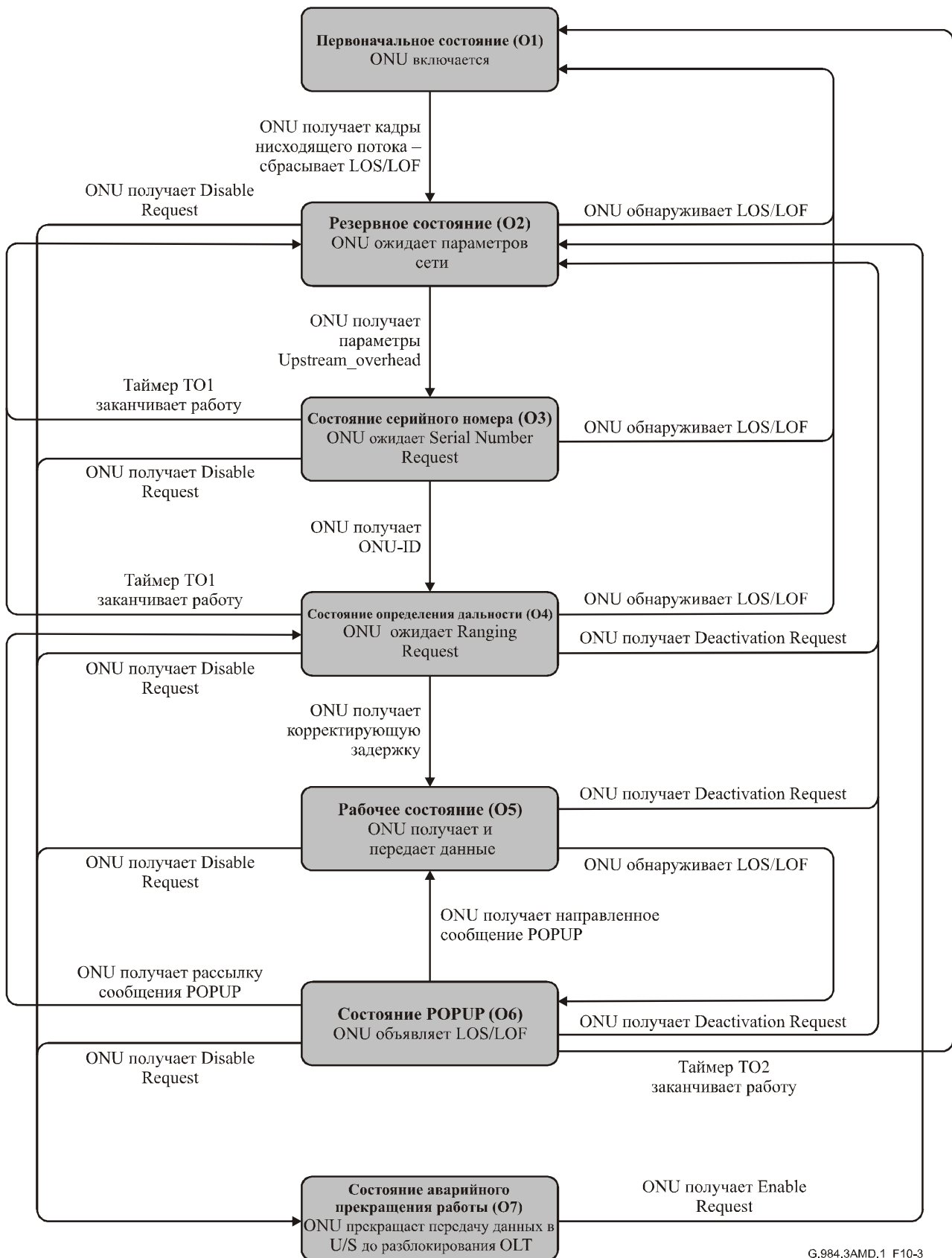
Во время аварийного прекращения работы ONU запрещено передавать данные в восходящем направлении.

Если ONU не удается перейти в состояние аварийного прекращения работы, а OLT продолжает получать передачи в восходящем направлении от ONU (аварийный сигнал LOS не объявляется), на OLT объявляется аварийный сигнал Dfi.

Если фиксируется сбой на неактивированном ONU, OLT может активировать ONU для того, чтобы вернуть его обратно в рабочее состояние. Активизация достигается путем отсылки ONU сообщения Disable_Serial_Number с опцией "Enable". В результате ONU возвращается в резервное состояние (O2). Перепроверяются все параметры (включая серийный номер и ONU-ID).

10.3.2 Диаграмма состояний ONU

На рисунке 10-3 изображены 7 состояний ONU. Стрелками на данной диаграмме показаны переходы из состояния в состояние, описанные в следующих пунктах.



G.984.3AMD.1_F10-3

Рисунок 10-3/G.984.3 – Диаграмма состояний ONU

10.4 Функциональные переходы ONU

В данной таблице описывается функционирование ONU с учетом переходов из состояния в состояние. В первой колонке приводится событие, которое приводит к изменению состояния. Последующие колонки показывают состояние переходов ONU как функцию текущего состояния.

Событие	Состояния ONU						
	Первоначальное (O1)	Резервное (O2)	Серийный номер (O3)	Определение дальности (O4)	Рабочее (O5)	POPUP (O6)	Аварийное прекращение (O7)
Включение ONU ⇒ O1	–	–	–	–	–	–	–
ONU получает данные нисходящего потока и очищает LOS и LOF	⇒ O2	–	–	–	–	–	–
ONU получает параметры заголовка восходящего потока (PLOAMd = Upstream_Overhead) и устанавливает свой передатчик с этими значениями.	–	ONU устанавливает параметры передачи с полученными значениями; запускает таймер TO1, затем: ⇒ O3	–	–	–	–	–
ONU получает расширенные параметры пакета (PLOAMd = Extended_Burst_Length) и устанавливает свой передатчик с этими значениями.	–	–	ONU устанавливает длину Преамбулы типа 3 с полученным значением	–	–	–	–
ONU получает запрос Serial_Number (BW Grant w/ Alloc_ID = 254 PLOAMu = '1')	–	–	ONU ожидает минимальное время ответа плюс заранее заданную задержку, плюс случайную задержку перед тем, как отвечать сообщением 'Ответ Serial Number'.	–	–	–	–

Событие	Состояния ONU						
	Первоначальное (O1)	Резервное (O2)	Серийный номер (O3)	Определение дальности (O4)	Рабочее (O5)	POPOP (O6)	Аварийное прекращение (O7)
Попор SN_Request_ преодолен	–	–	ONU меняет уровень мощности (см. 10.8.1)	–	–	–	–
ONU получает свой ONU ID (PLOAMd = Assign_ONU-ID)	–	–	ONU устанавливает ONU-ID и затем: ⇒ O4	–	–	–	–
ONU получает сообщение Ranging request (BW Grant w/ Alloc_ID = ID ONU, дальность которого надо определить, PLOAMu = '1')	–	–	–	ONU ожидает минимальное время ответа ONU плюс заранее определенную задержку и отвечает сообщением Serial_Number response.	В данном состоянии запрос расстояния выглядит как обычный запрос PLOAM, поэтому ONU должно ответить PLOAM.	–	–
ONU получает сообщение Change_Power_Level	–	–	–	ONU-ID совпадает? – Изменяет уровень мощности	ONU-ID совпадает? – Изменяет уровень мощности	–	–
ONU получает выравнивающую задержку (PLOAMd = Ranging_Time)	–	–	–	ONU устанавливает выравнивающую задержку; останавливает таймер TO1 и затем: ⇒ O5	ONU устанавливает выравнивающую задержку	–	–
Таймер TO1 заканчивает работу	–	–	⇒ O2	⇒ O2	–	–	–
Запрос данных	–	–	–	–	Alloc ID совпадает? – Запускает Tx в заданное время	–	–
Приостановка работы в результате получения по BW Allocation	–	–	–	–	– Приостанавливает Tx на один кадр	–	–

Событие	Состояния ONU						
	Первоначальное (O1)	Резервное (O2)	Серийный номер (O3)	Определение дальности (O4)	Рабочее (O5)	POPUP (O6)	Аварийное прекращение (O7)
ONU получает сообщение Deactivation (PLOAMd = Deactivate ONU-ID)	–	–	–	ONU-ID совпадает? ONU останавливает таймер TO1, затем: ⇒ O2	ONU-ID совпадает? ⇒ O2	ONU-ID совпадает? Останавливает таймер TO2, затем: ⇒ O2	–
ONU обнаруживает LOS или LOF	–	⇒ O1	ONU останавливает таймер TO1, затем: ⇒ O1	ONU останавливает таймер TO1, затем: ⇒ O1	ONU прекращает передачу в восходящем направлении; запускает таймер TO2, и затем: ⇒ O6		–
ONU получает сообщение Broadcast POPUP (PLOAMd = POPUP; с ONU-ID = 0xFF)	–	–	–	–	–	ONU останавливает таймер TO2; запускает таймер TO1; и затем: ⇒ O4	–
ONU получает сообщение Directed POPUP (PLOAMd = POPUP; с ONU-ID = ID ONU)	–	–	–	–	–	ONU останавливает таймер TO2 и затем: ⇒ O5	–
Таймер TO2 заканчивает работу	–	–	–	–	–	⇒ O1	–
ONU получает запрос на отключение (PLOAMd = Disable_Serial_Number с Disable)	–	SN совпадает? ⇒ O7	SN совпадает? ONU останавливает таймер TO1 и затем: ⇒ O7	SN совпадает? ONU останавливает таймер TO1 и затем: ⇒ O7	SN совпадает? ⇒ O7	SN совпадает? ONU останавливает таймер TO2 и затем: ⇒ O7	–
ONU получает запрос на включение (PLOAMd = Disable_Serial_Number с Enable)	–	–	–	–	–	–	SN совпадает? ⇒ O2

Событие	Состояния ONU						
	Перво- начальное (O1)	Резервное (O2)	Серийный номер (O3)	Определение дальности (O4)	Рабочее (O5)	POPUP (O6)	Аварийное прекраще- ние (O7)
На ONU подается питание Было ли последнее состояние работы (до выключения питания) O7? ⇒ O7	–	–	–	–	–	–	–

10.5 События ONU

10.5.1 События получения сообщения D/S PLOAM

OLT посылает сообщения нисходящего потока PLOAM три раза. ONU генерирует событие получения сообщения после получения одного действительного сообщения. Действительным является сообщение с действительным CRC. Далее приводится список событий получения сообщений, которые могут происходить во время активизации ONU.

a) *Событие получения сообщения **Upstream-Overhead***

Данное событие происходит только в резервном состоянии (O2). После успешного получения сообщения Upstream-overhead ONU узнает число битов преамбулы, а также параметры корректировки и уровня мощности.

b) *Событие получения сообщения **Assign ONU-ID***

Данное событие происходит только в состоянии серийного номера (O3). Если серийный номер в сообщении Assign_ONU-ID совпадает с собственным серийным номером ONU, происходит получение ONU-ID, и ONU переходит в состояние определения дальности (O4).

c) *Событие получения сообщения **Ranging_Time***

Данное событие происходит только в состоянии определения дальности (O4) и рабочем состоянии (O5). Если число ONU-ID в поле PLOAM совпадает с собственным ONU-ID ONU, происходит получение выравнивающей задержки. Когда ONU находится в состоянии определения дальности (O4), таймер TO1 останавливается, и происходит переход ONU в рабочее состояние (O5).

d) *Событие получения сообщения **Change_Power_Level** с особым ONU-ID*

Данное событие происходит только в состоянии определения дальности (O4) и рабочем состоянии (O5). Если ONU-ID в сообщении Change_Power_Level_message совпадает с собственным ONU-ID ONU, ONU изменяет (увеличивает/уменьшает) уровень мощности.

e) *Событие получения сообщения **Broadcast POPUP***

Данное событие происходит только в состоянии POPUP (O6). Происходит переход ONU в состояние определения дальности (O4). Происходит остановка таймера TO2 и запуск таймера TO1.

f) *Событие получения сообщения **Directed POPUP***

Данное событие происходит только в состоянии POPUP (O6). Если число ONU-ID в поле PLOAM совпадает с собственным ONU-ID ONU, ONU останавливает таймер TO2 и переходит в рабочее состояние (O5).

g) *Событие получения сообщения **Deactivate_ONU-ID***

Данное событие происходит только в состоянии определения дальности (O4), рабочем состоянии (O5) и состоянии POPUP (O6). Если число ONU-ID в поле PLOAM совпадает с собственным ONU-ID ONU, ONU прекращает передачу в восходящем направлении и переходит в резервное состояние (O2). Если ONU находилось в состоянии определения дальности (O4), таймер TO1 также останавливается. Если ONU находилось в состоянии POPUP (O6), таймер TO2 также останавливается.

h) *Событие получения сообщения **Disable_Serial_Number** с параметром *Disable**

Данное событие происходит только в резервном состоянии (O2), состоянии серийного номера (O3), состоянии определения дальности (O4), рабочем состоянии (O5) и состоянии POPUP (O6). Если серийный номер в сообщении Disable_Serial_Number совпадает с собственным серийным номером ONU, ONU прекращает передачу в восходящем направлении и переходит в состояние аварийного прекращения работы (O7). Если ONU находилось в состоянии серийного номера (O3) или состоянии определения дальности (O4), таймер TO1 также останавливается. Если ONU находилось в состоянии POPUP (O6), таймер TO2 также останавливается.

- i) *Событие получения сообщения **Disable_Serial_Number** с параметром **Enable***
Данное событие происходит только в состоянии аварийного прекращения работы (O7). Если серийный номер в сообщении **Disable_Serial_Number** совпадает с собственным серийным номером ONU, ONU переходит в резервное состояние (O2).

10.5.2 События получения карты распределения пропускной способности D/S (**D/S bandwidth map**)

Специальные запросы от OLT к ONU доставляются в секции заголовка нисходящего потока, а именно в полях **Bandwidth Grants**, **Pointers**, и **Flag**. Эти запросы требуют от ONU реакции в режиме реального времени. В отличие от сообщений PLOAM, описанных выше, данные запросы передаются ONU только один раз, а событие приема запроса генерируется сразу после приема запроса.

- j) *Событие получения **Serial_Number Request***
Данное событие происходит только в состоянии серийного номера (O3). OLT генерирует запрос **Serial-Number Request** со следующими утвержденными полями: **Alloc-ID** = 254, **PLOAMu** = "1", **SStart** = xx, и **SStop** = xx + 12, где xx – время старта в байтах внутри кадра восходящего потока. ONU на свое усмотрение может послать более продолжительную передачу серийного номера, чем это определено **Sstop** для калибровки оптической мощности, пока продолжительность этой дополнительной передачи не составит 500 нс или менее.

После получения запроса **Serial_Number** ONU ожидает время ответа ONU (**Response Time**), случайное время задержки плюс заранее определенную выравнивающую задержку (**Pre-assigned Equalization Delay**), определенную в сообщении **Upstream_Overhead**. После данной комбинированной задержки ONU посылает ответ SN в восходящем направлении в xx байтов. Ответ SN представляет собой передачу в восходящем направлении, содержащую следующие поля: **PLOu** и **PLOAMu** с сообщением **Serial-Number-ONU**.

- k) *Событие получения **Ranging Request***
Данное событие происходит только в состоянии определения дальности (O4). OLT генерирует запрос дальности со следующими утвержденными полями: **Alloc-ID** = ONU-ID ONU, дальность которого определяется, **PLOAMu** = "1", **SStart** = xx, **SStop** = xx + 12, где xx – время старта в байтах внутри кадра восходящего потока, запрос дальности которого требуется. ONU на свое усмотрение может послать более продолжительную передачу определения дальности, чем это определено **Sstop** для калибровки оптической мощности, пока продолжительность этой дополнительной передачи не составит 78 байтов или менее.

После получения запроса определения дальности ONU выжидает время ответа ONU (**Response Time**), случайное время задержки плюс заранее определенную выравнивающую задержку (**Pre-assigned Equalization Delay**), определенную в сообщении **Upstream_Overhead**. После данной комбинированной задержки ONU посылает ответ определения дальности в восходящем направлении в xx байтов. Ответ SN представляет собой передачу в восходящем направлении, содержащую следующие поля: **PLOu** и **PLOAMu** с сообщением **Serial-Number-ONU**.

- l) *Событие "получения" **Halt Request***
Данное событие происходит только в рабочем состоянии (O5). В действительности получения сообщения "Halt" не происходит. Вместо этого генерирование события происходит, когда нет распределений пропускной способности для данного ONU. Это неявный показатель от OLT того, что происходит открытие окна S/N или **Ranging**.

- m) *Событие получения **Data Request** посредством действительных указателей*
Данное событие происходит только в рабочем состоянии (O5). OLT генерирует запрос **Data** со следующими утвержденными полями: **Alloc-ID** = **Alloc-ID** контейнера T-CONT, которому предоставляется **BW**, **SStart** = xx, **SStop** = yy, где xx и yy – подходящее время старта и окончания. ONU осуществляет передачу U/S во время этих выделенных таймслотов. ONU начинает передачу действительных данных точно в xx байтов и прекращает передачу по окончании yy байтов.

10.5.2.1 Другие события

- п) *Порог SN_Requests преодолен*
Данное событие генерируется, когда ONU находится в состоянии серийного номера (O3) и счетчик запросов серийного номера (Serial Number Request Counter) достигает или превышает порог серийного номера (Serial Number Threshold). Объяснение работы данного счетчика и ответные действия ONU см. в пункте 10.8.1. Рекомендуемое значение порога серийного номера (Serial Number Threshold) – 10.
- о) *Окончание работы таймера TO1*
Данное событие генерируется, если процедура активизации не завершается в определенный промежуток времени. Данное событие вызывает переход в резервное состояние (O2). Рекомендуемое значение TO1 – 10 с.
- р) *Обнаружение LOS или LOF*
Любое из этих событий приводит к тому, что ONU переходит в первоначальное состояние (O1), кроме случаев, когда ONU находится в рабочем состоянии (O5), состоянии POPUP (O6) или в состоянии аварийного прекращения работы (O7). Кроме того, если ONU находится в состоянии серийного номера (O3) и состоянии определения дальности (O4), произойдет остановка таймера TO1.
При нахождении ONU в рабочем состоянии (O5) данное событие приводит к тому, что ONU переходит в состояние POPUP (O6) после того, как запускается таймер TO2.
- q) *Сброс LOS или LOF*
Данное событие приводит к тому, что ONU переходит из первоначального состояния (O1) в резервное состояние (O2).
- г) *Окончание работы таймера TO2*
Это событие генерируется, когда в режиме POPUP не происходит получения сообщения POPUP в пределах определенного периода времени. Данное событие приводит к переходу ONU в первоначальное состояние (O1). Рекомендуемое значение TO2 – 100 мкс.

10.6 Зоны молчания во время получения серийного номера и определения дальности

10.6.1 Открытие зоны молчания OLT

Во время состояний получения серийного номера и определения дальности новые ONU передают ответы S/N по запросу OLT. Поскольку OLT еще не известны выравнивающие задержки (EqD) для данных ONU, оно не может предотвратить столкновения между данными передачами и передачами от уже обслуживаемых ONU. Поэтому OLT временно приостанавливает работу всех обслуживаемых ONU для того, чтобы создать "зону молчания" или "окно определения дальности" ("ranging window") в кадре восходящего потока.

Данная приостановка работы осуществляется путем временного прекращения предоставления пропускной способности обслуживаемым ONU на подходящий период времени. Заметьте, что даже после того, как ONU "получат" данное приостанавливающее указание, они продолжают посылать данные в восходящем направлении в течение времени выравнивающей задержки. По истечении этого времени ONU в рабочем состоянии прекратят посылать данные в восходящем направлении на период действия зоны молчания.

Поскольку рабочие ONU обычно приостанавливают передачу в восходящем направлении для нескольких кадров, OLT должен проследить, чтобы период между данными зонами молчания был достаточно продолжителен, для того чтобы работающие очереди ONU восстановили свой нормальный статус работы. Точное время зависит от принципов реализации.

10.6.1.1 Сокращение зоны молчания, когда расстояние до ONU известно

Когда известны некоторые сведения о местонахождении ONU, для OLT нет необходимости в создании вышеупомянутой "полной зоны молчания". Вместо этого, OLT может создать меньшую зону молчания, продолжительность которой зависит от точного расстояния OLT-ONU. Точная реализация данной процедуры оставляется на усмотрение поставщика услуг связи.

10.6.2 Продление зоны молчания во время получения Serial_Number

Во время получения S/N OLT должно открыть зону молчания длительностью совокупности задержки на время распространения сигнала при двойном проходе, случайной задержки, и колебания времени ответа ONU. Задержка на время распространения сигнала в типичном случае дальности 20 км составляет 200 мкс. Значение случайной задержки ограничено 48 мкс, что описывается в следующем пункте. Колебание времени ответа ONU составляет ± 1 мкс или 2 мкс. Сложение этих величин дает продление зоны молчания во время получения Serial_Number в 250 мкс. Это показано на рисунке 10-4.

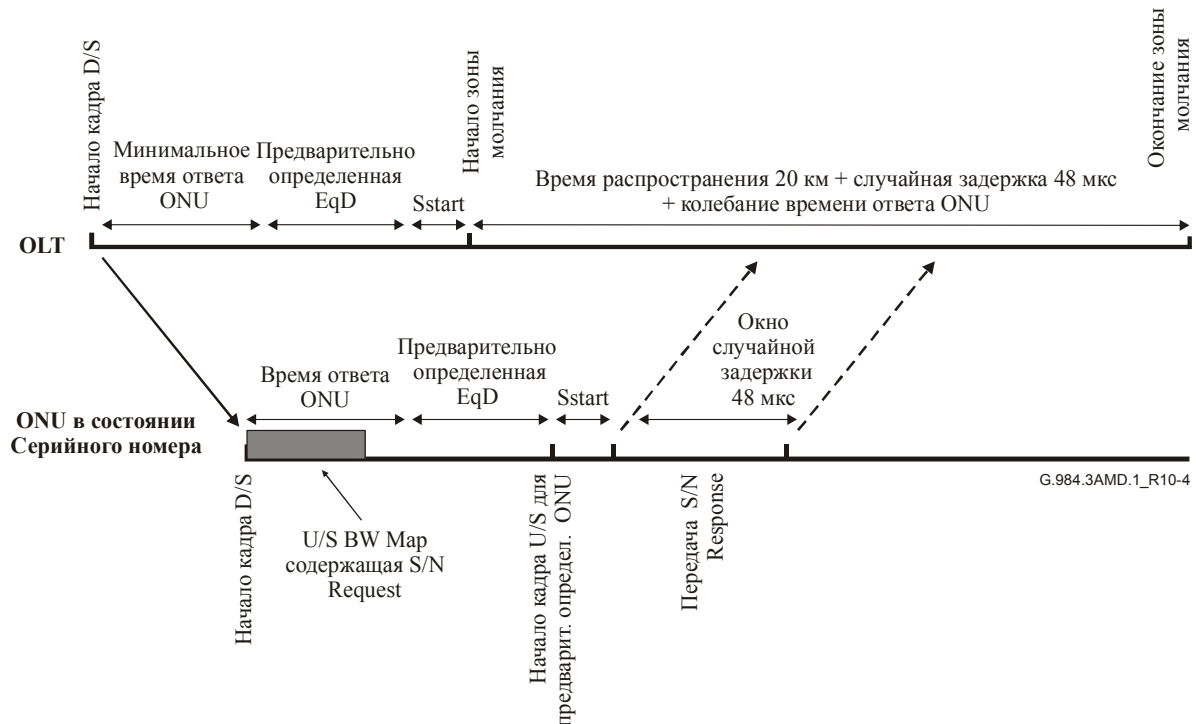


Рисунок 10-4/G.984.3 – Временная диаграмма для ONU в состоянии получения серийного номера

10.6.3 Продление зоны молчания во время определения расстояния

Во время определения расстояния OLT должно открыть зону молчания, продолжительность которой составляет из задержки на время распространения сигнала при двойном проходе и колебания времени ответа ONU. Также как и в случае получения серийного номера, задержка на время распространения сигнала в типичном случае расположения на расстоянии 20 км составляет 200 мкс, а колебание времени ответа ONU – 2 мкс. Таким образом, суммарная длительность зоны молчания во время определении расстояния составляет 202 мкс.

10.7 Измерение времени ONU

ONU все время поддерживает работу таймера кадра восходящего потока (Upstream Frame clock), синхронизированного с таймером кадра нисходящего потока (Downstream Frame clock) и имеет сдвиг на точную величину. Величина сдвига представляет собой сумму двух значений: минимального времени ответа ONU ("ONU Minimum Response Time") и выравнивающей задержки. Минимальное время ответа ONU, далее просто – время ответа ONU является параметром в масштабе всей системы. Он был выбран для того, чтобы дать ONU достаточно времени для получения кадра нисходящего потока, включая карту распределения пропускной способности восходящего потока, выполнить D/S и U/S ПИО должным образом, и подготовиться к ответу в восходящем направлении. Значение времени ответа ONU – 35 ± 1 мкс.

Выравнивающая задержка различна для заранее определенных состояний (S/N Acquisition и Ranging) и определенных состояний (Operation). Когда ONU находится в заранее определенном состоянии, используется предварительно определенная выравнивающая задержка. Когда ONU находится в определенных состояниях, используется назначенная выравнивающая задержка, полученная в сообщении Ranging-Time.

10.7.1 Измерения времени ONU во время получения серийного номера

Когда ONU получает запрос Serial_Number, оно передает ответ Serial_Number после ожидания времени SN-Response-Time. Время SN-Response-Time представляет собой сумму времени ответа ONU, предварительно определенной выравнивающей задержки, времени SStart, и случайной задержки (см. 10.7.1.1). Данный ответ Serial_Number состоит из PLOAMu, содержащего сообщение Serial-Number-ONU. Это показано на рисунке 10-4.

10.7.1.1 Метод случайной задержки (Random delay)

Поскольку запрос Serial-Number передается всем ONU, находящимся в состоянии серийного номера, может быть получен ответ от более чем одного ONU. Когда на OLT одновременно приходит более одной передачи Serial_Number, может возникнуть конфликт. Для решения этой проблемы используется метод случайной задержки (Random Delay Method).

При использовании метода случайной задержки каждая передача Serial_Number задерживается на случайное количество единиц задержки, генерируемое каждым ONU. Единица задержки для всех скоростей передачи составляет 32 байта. Случайная задержка должна представлять собой целое число единиц задержки. Отправляя каждый ответ на каждый запрос Serial_Number, ONU генерирует новое случайное число, таким образом, количество конфликтов снижается.

Диапазон случайной задержки составляет 0–48 мкс. Данный диапазон измеряется от начала самой ранней из возможных передач (с нулевой задержкой обработки) до конца последней из возможных передач (внутренняя задержка обработки ONU и длительность передачи пакета восходящего потока включается в диапазон случайной задержки, и поэтому его необходимо принимать во внимание при выборе нового значения случайной задержки).

10.7.2 Измерение времени ONU во время состояния определения дальности

Когда ONU получает запрос Ranging Request, оно передает сообщение Ranging Response после ожидания времени Ranging-Response-Time. Время Ranging-Response-Time представляет собой сумму времени ответа ONU, заранее определенной выравнивающей задержки и времени Sstart. Ответ Ranging состоит из PLOAMu, содержащего сообщение Serial-Number-ONU. Это показано на рисунке 10-5.

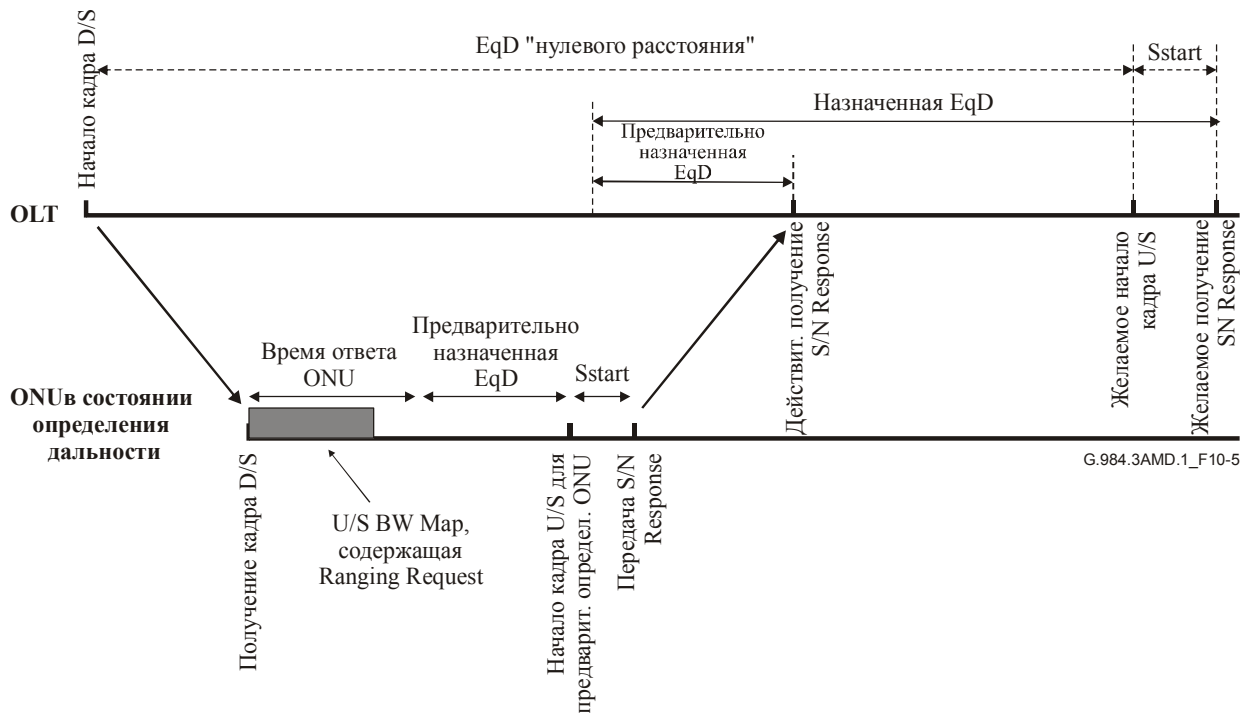


Рисунок 10-5/G.984.3 – Временная диаграмма для ONU в состоянии определения дальности

10.7.2.1 Измерение выравнивающей задержки

Существует два различных, но одинаково правильных метода измерения выравнивающей задержки OLT. В первом случае OLT измеряет выравнивающую задержку напрямую путем фиксации разницы между действительным и желаемым временем ответа S/N и добавления предварительно определенной EqD. Другим методом является измерение RTD путем фиксации промежутка между передачей начала кадра, содержащего S/N Request, и получением S/N Response за вычетом SStart. Искомая выравнивающая задержка находится путем использования (формулы) $EqD(n) = Teqd - RTD(n)$, где $Teqd$ представляет собой EqD "нулевого расстояния" ("zero-distance" EqD), которая является смещением между кадром D/S и желаемым получением кадра U/S на OLT.

Когда ONU получает коэффициент выравнивающей задержки, считается, что оно синхронизировано для начала кадра восходящего потока. Действительные данные восходящего потока передаются в особом блоке передачи кадра восходящего потока на основе указателей в предоставлении пропускной способности.

10.7.2.2 Контроль фазы и обновление EqD

Ожидается, что передача ONU в восходящем направлении будет прибывать в фиксированное время кадра восходящего потока. Фаза прибытия передачи ONU может смещаться из-за износа, изменения температуры и т. д. В таких случаях можно пересчитать выравнивающую задержку на основе смещения передачи в восходящем направлении. Это позволяет сделать небольшие изменения, не прибегая к повторному определению дальности ONU.

Изменение выравнивающей задержки будет равно времени сдвига с противоположным знаком. Поэтому, если кадр послан в начале, время смещения будет добавлено к величине выравнивающей задержки. Если кадр послан в конце, время смещения будет вычтено из величины выравнивающей задержки.

Новое значение выравнивающей задержки будет вычислено OLT и передано ONU при помощи сообщения Ranging_Time PLOAM.

10.7.3 Длина PON более 20 км

Номинальная досягаемость PON составляет от 0 до 20 км и, в действительности, PNYs, описанные в Рекомендации МСЭ-Т G.984.2, указаны до 20 км. Тем не менее, протокол G-PON предусматривает большую досягаемость PON. В таблице 2-a/G.984.2 максимальная логическая досягаемость PON составляет 60 км, а максимальная дифференциальная логическая досягаемость – 20 км. Это значит, что обслуживаемая область PON с досягаемостью более 20 км представляет собой кольцо с внутренним радиусом X км и внешним радиусом $x+20$ км, где $0 \leq X \leq 40$ км. Как в случае 20 км, так и в случае "кольца" большей досягаемости, максимальная требуемая выравнивающая задержка или предвыравнивающая задержка (Pre-equalization delay) составляет ~250 микросекунд. Однако средства реализации могут дополнительно поддерживать выравнивающие и предвыравнивающие задержки до ~625 микросекунд так, чтобы можно было достичь неограничиваемой работы PON при максимальной логической досягаемости.

Процесс определения дальности для PON большей длины аналогичен описанному выше, за исключением того, что задержку распространения сигнала по волокну (fibre propagation delay) следует изменить соответствующим образом.

10.7.4 Измерение времени ONU во время рабочего состояния

Находясь в рабочем состоянии, ONU поддерживает таймер кадра восходящего потока, синхронизированный с таймером кадра нисходящего потока, со сдвигом на сумму времени ответа ONU и его выравнивающей задержки. Это изображено на рисунке 10-6. Когда ONU получает предоставление пропускной способности (Bandwidth grant), оно передает данные, начиная с байта восходящего потока, обозначенного в поле Sstart.

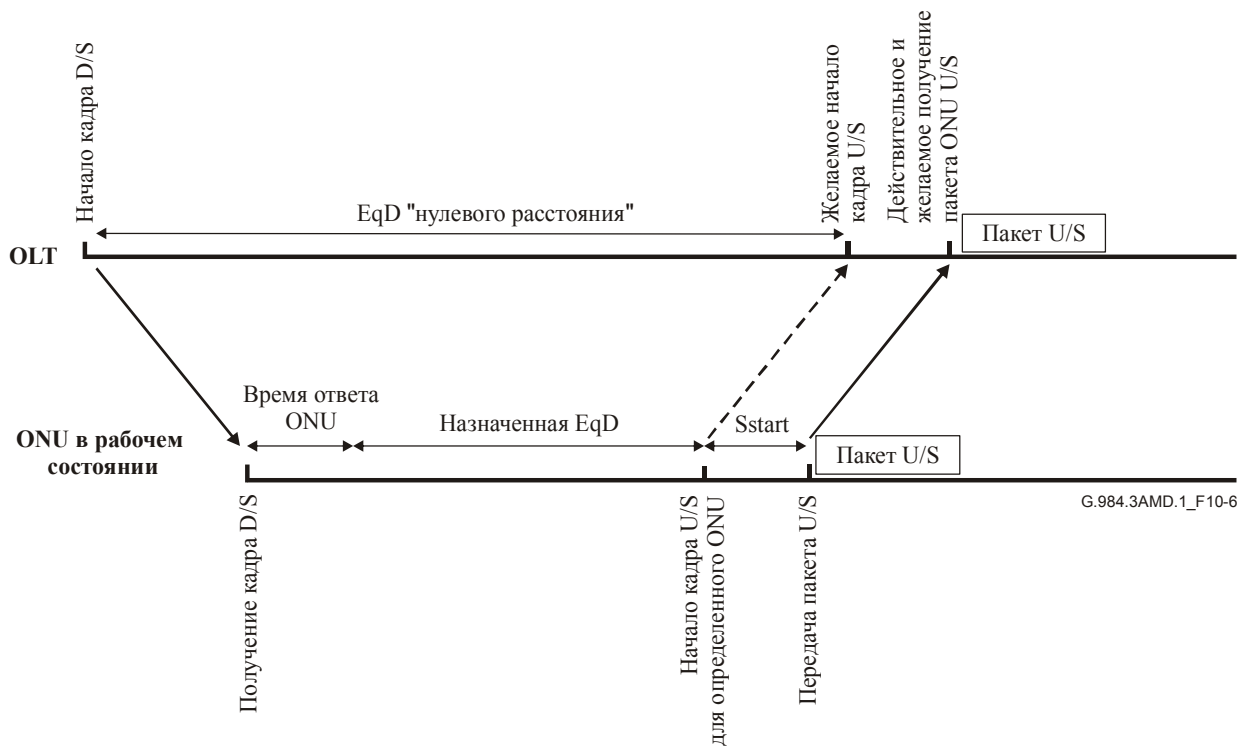


Рисунок 10-6/G.984.3 – Временная диаграмма для ONU в рабочем состоянии

10.8 Изменение уровня мощности

В результате различий в потерях ODN для различных ONU приемник OLT должен обеспечить высокую чувствительность и большой динамический диапазон для приема на высоких скоростях передачи.

Для того чтобы уменьшить динамический диапазон приемника OLT, можно уменьшить уровень мощности передатчиков ONU, имеющих меньшие потери ODN, во избежание перегрузки приемника OLT. Аналогично в случае больших потерь ODN уровень мощности передатчика ONU может быть увеличен.

В процессе изменения уровня мощности ONU изменяет (увеличивает или уменьшает) мощность передачи для того, чтобы улучшить показатели отношения сигнал-шум на OLT. Для активизации этого процесса существует два метода: активируемый – ONU и активируемый – OLT.

10.8.1 Изменение уровня мощности, активируемое – ONU

Изменение уровня мощности, активируемое – ONU, запускается, когда ONU отвечает на определенное число запросов серийного номера (S/N Requests), и не получает сообщения Assign_ONU-ID от OLT. Данное определенное число запросов серийного номера называется порогом S/N_Request_Threshold, рекомендуемое значение – 10.

Сначала ONU использует режим Power Level, описанный в сообщении Upstream_Overhead. Когда порог S/N_Response_Threshold преодолевается, ONU увеличивает свой рабочий уровень мощности (operating Power Level), используя модуль 3 (... ,0,1,2,0,1,2,...), и снова начинает отвечать на запросы S/N Requests. Если ONU снова отвечает на определенное число S/N Requests и не получает ответа, оно снова увеличивает уровень мощности, используя модуль 3. Данный цикл повторяется до тех пор, пока ONU не получит либо сообщение Assign_ONU-ID, либо сообщение Disable ONU.

10.8.2 Изменение уровня мощности, активируемое – OLT

Изменение уровня мощности, активируемое – OLT, запускается, когда OLT определяет, что ONU необходимо изменить уровень мощности. Это может произойти, когда ONU находится в состоянии определения дальности или рабочем состоянии, и характеризуется неудовлетворительным КОБ для определенного ONU. В таком случае OLT посылает направленное сообщение Change Power Level определенному ONU, чтобы оно увеличило и/или снизило уровень мощности до необходимого уровня.

27) Рисунок 11-1

На рисунке 11-1 в элементах, обнаруживаемых на OLT, заменить "RDI" и "REI" на "RDIi" и "REIi", соответственно.

28) Пункт 11.1.1 Элементы, обнаруживаемые на OLT

В ряду "LOS_i" таблицы в ячейке "Условия обнаружения" заменить текст следующим:

Нет правильного оптического сигнала от ONU во время 4-х последовательных несмежных распределений данному ONU (consecutive non-contiguous allocations to that ONU).

В ряду "LOS_i" изменить первую ячейку "Действия" следующим образом:

Если OLT поддерживает POPUP, оно посылает сообщение POPUP 3 раза. Если POPUP не поддерживается, OLT посылает сообщение дезактивирования ONU-ID 3 раза.

Генерирует уведомление Generate Loss_of_phy_layer_I.

В ряду "LOS" изменить текст в ячейке "Условия обнаружения" следующим образом:

OLT не получил ни одной ожидаемой передачи в восходящем потоке (полный отказ PON) в течение 4 последовательных кадров.

В ряду "LCDA_i" изменить ячейку "Условия обнаружения" следующим образом:

Когда определение ячейки ATM ONU_i потеряно согласно конечному автомату H.432.1.

В ряду "LCDA_i" изменить первую ячейку "Действия" следующим образом:

Генерирует уведомление Generate Loss_of_phy_layer.

В ряду "LCDG_i" изменить ячейку "Условия обнаружения" следующим образом:

Когда определение фрагмента GEM ONU_i потеряно согласно пункту 8.3.2 конечного автомата.

В ряду "LCDG_i" изменить первую ячейку "Действия" следующим образом:

Генерирует уведомление Generate Loss_of_phy_layer.

29) Пункт 11.1.2 Элементы, обнаруживаемые на ONU

В ряду "LOS" изменить текст в ячейке "Условия обнаружения" следующим образом:

В нисходящем потоке не получено правильного сигнала.

В ряду "LOS" изменить первую ячейку "Действия" следующим образом:

Выключает лазер. Генерирует уведомление Loss_of_phy_layer. Изменяет состояние согласно пункту 10.

В ряду "LOF" изменить первую ячейку "Действия" следующим образом:

Выключает лазер. Генерирует уведомление Loss_of_phy_layer. Изменяет состояние согласно пункту 10.

В ряду "LCDA" изменить текст в ячейке "Условия обнаружения" следующим образом:

Когда определение ячейки ATM потеряно согласно конечному автомату H.432.1.

В ряду "LCDA" изменить первую ячейку "Действия" следующим образом:

Генерирует уведомление Loss_of_phy_layer.

В ряду "LCDG" изменить текст в ячейке "Условия обнаружения" следующим образом:

Когда определение фрагмента GEM потеряно согласно пункту 8.3.2 конечного автомата.

В ряду "LCDG" изменить первую ячейку "Действия" следующим образом:

Генерирует уведомление Loss_of_phy_layer.

30) Пункт 12.2 Системы шифрования

Изменить третье предложение в первом абзаце следующим образом:

Он принимает ключи на 128, 192, и 256 битов.

В первое предложение второго абзаца добавить ссылку [13] перед точкой с запятой.

31) Пункт 12.3 Смена ключа и переключение

Во втором абзаце после третьего предложения вставить следующее предложение:

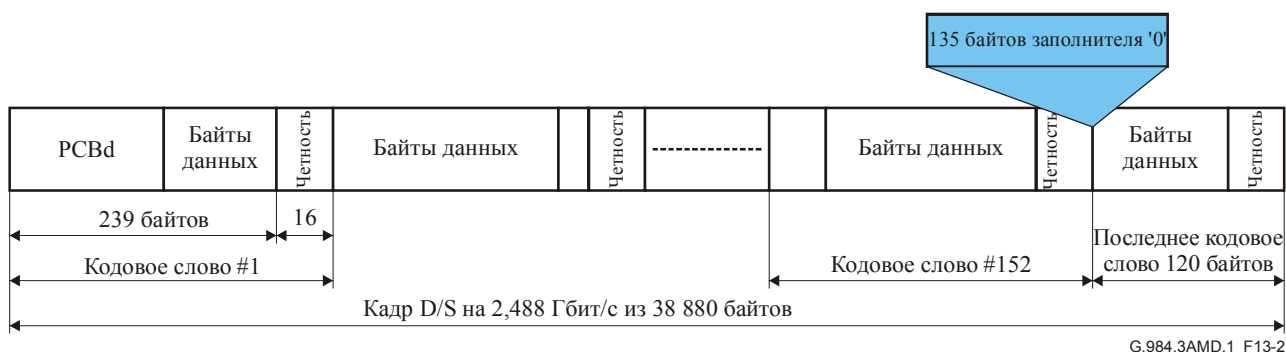
ONU должно генерировать криптографически непредсказуемый ключ. Как это сделать, см. [14].

32) Пункт 13.2.1.2 Более короткое последнее кодовое слово

В четвертом пункте списка заменить "OLT" на "ONU".

В первом и четвертом пункте списка заменить "конец" на "начало".

Изменить рисунок 13-2 следующим образом:



33) Пункт 13.2.3.1 Бит индикации ПИО D/S

Изменить данный пункт следующим образом:

Функция ПИО нисходящего потока может быть активизирована/деактивирована в OLT системой OpS. Для уведомления ONU об изменении состояния ПИО используется бит внутриполосной индикации.

Кадр D/S содержит бит индикации ПИО, размещенный в поле IDENT.

Бит индикации ПИО действует следующим образом:

- "0" – ПИО выключена. ПИО в кадре нисходящего потока отсутствует.
- "1" – ПИО включена. Кадр нисходящего потока содержит байты четности.

Заметьте, что активизация и деактивизация ПИО не считается "рабочей" ("in-service") операцией. Режим работы во время переключения не определен, возможна кратковременная потеря данных.

34) Пункт 13.3.1.1 Байты четности

Добавить следующий новый абзац и рисунок в конец данного пункта:

Все распределения на определенном ONU будут иметь такой же статус ПИО. Смежные распределения будут кодироваться как единый блок данных и будут иметь только одно укороченное последнее кодовое слово. Указатели начала (start pointers) не могут указывать на местонахождение байтов четности. Вследствие этого указатели остановки (stop pointers) не могут указывать местонахождение первых 15 байтов четности или последнего байта данных перед местонахождением байта четности. Данные ограничения показаны на рисунке 13-5а.

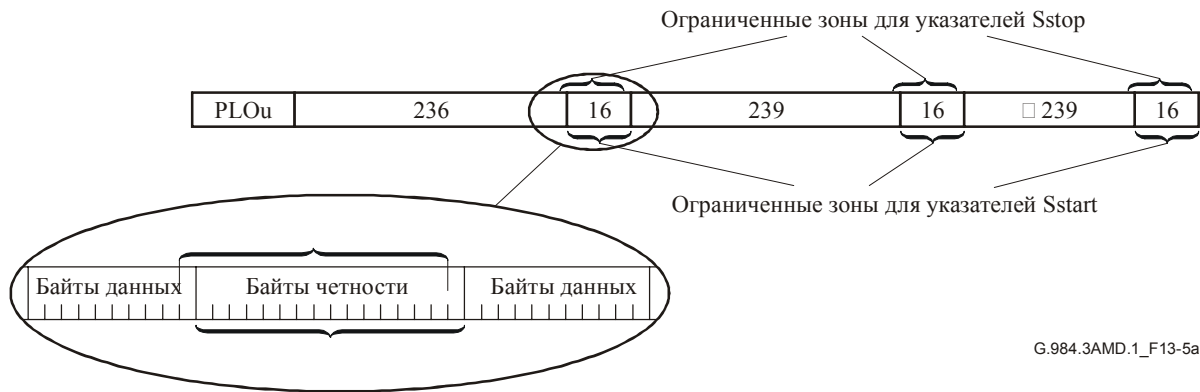
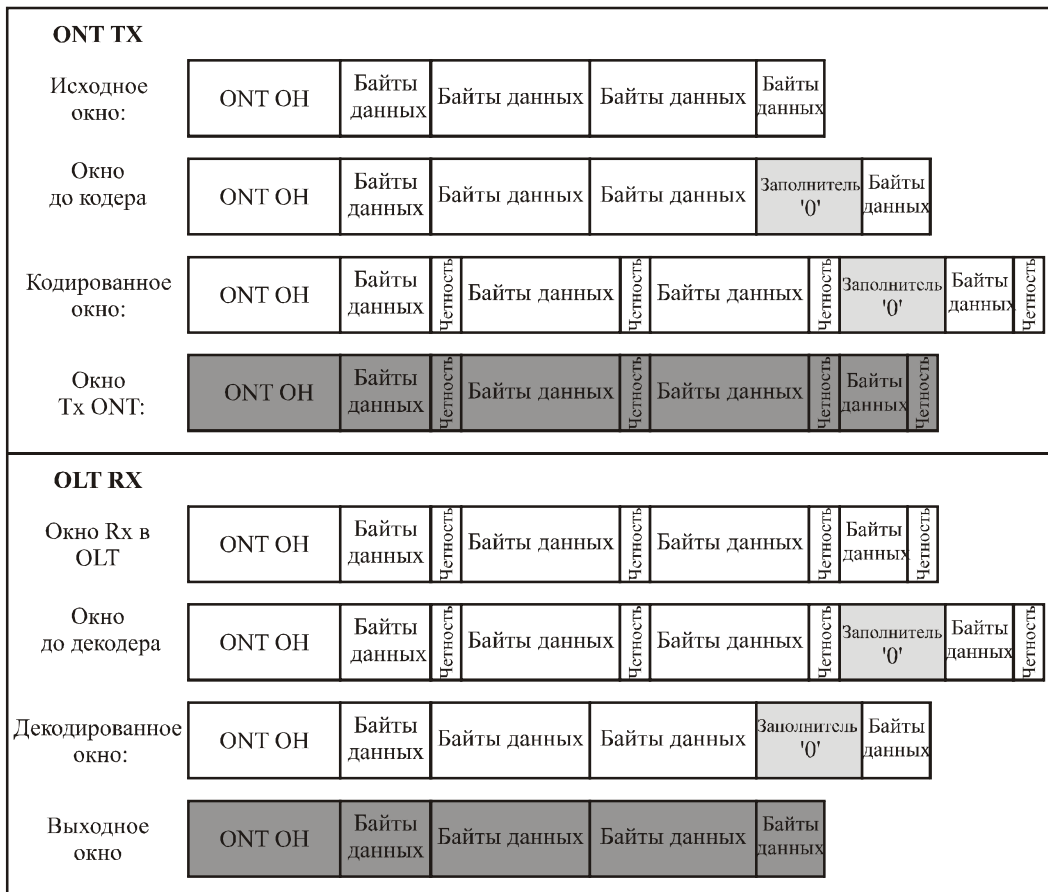


Рисунок 13-5a/G.984.3 – Ограничения указателей в случае смежных распределений с ПИО

35) Пункт 13.3.1.2 Более короткое последнее кодовое слово

В первом и пятом пунктах списка заменить "конец" на "начало".

Изменить рисунок 13-6 следующим образом:



G.984.3AMD.1_F13-6

Добавить следующий новый абзац в конец данного пункта:

Заметьте, что если для последнего кодового слова доступно менее 17 байтов, необходимо послать все нули.

36) Пункт 13.3.1.3 Размер блока передачи ONU

Добавить следующий новый текст к данному пункту:

При вычислении карты распределения пропускной способности OLT должен принимать во внимание использование ПИО и стремиться распределить целое число блоков ПИО тем ONU, которые используют ПИО.

37) Пункт 13.3.3.1 Бит индикации ПИО U/S

Изменить пункт 13.3.3.1 следующим образом:

Функция ПИО восходящего потока ONU может быть активизирована/деактивизирована системой OpS через OLT. Для уведомления ONU об изменении состояния ПИО в OLT используется бит внутриполосной индикации.

OLT устанавливает состояние кодирования ПИО в ONU (Вкл./выкл.) при помощи бита UseFEC в поле FLAGS. Заметьте, что все распределения в любом ONU должны использовать одно и то же состояние ПИО. ONU должно действовать немедленно после получения бита UseFEC.

Бит индикации ПИО действует следующим образом:

- "0" – выключено. ПИО в блоке передачи U/S отсутствует.
- "1" – включено. Блок передачи U/S содержит байты четности.

Бит индикации служит подтверждением того, что ONU компилировало команду UseFEC.

38) Пункт 13.3.3.2 Процесс обнаружения включения/выключения ПИО U/S в OLT

Изменить данный пункт следующим образом:

OLT заранее известно состояние ПИО пакета восходящего потока, поскольку оно контролирует его посредством поля индикаторов. Поэтому если запрашивается ПИО, OLT затем должно ожидать, что ПИО будет включен в передачу восходящего уровня. Содержание бита индикации ПИО является дополнительной информацией, которая может быть использована для подтверждения состояния ПИО ONU.

39) Пункт 13.4 Блоки/передачи активизации ONU

Заменить данный пункт следующим текстом:

Пока ONU не находится в нормальном рабочем состоянии, ПИО восходящего потока применяться не будет. Это требуется из-за короткой длины особых передач, которые возникают в нерабочих состояниях, и из-за редкости особых передач.

40) Дополнение IV

Заменить Дополнение IV следующим текстом:

Дополнение IV

Обзор процедур активизации OLT

В данном Дополнении описывается, как можно применять процесс активизации в OLT. Данное описание приводится в информационных целях для того, чтобы разъяснить взаимодействие между OLT и ONU. Фактические детали активизации OLT оставлены на усмотрение поставщика услуг связи.

Процедура активизации, описанная ниже, иллюстрирует то, как можно применить конечные автоматы OLT. Специальные детали приложения OLT оставлены на усмотрение отдельных поставщиков услуг связи.

Функции OLT во время процедуры активизации можно разделить на Общую часть (Common part) и Специальную часть ONU (ONU-specific-part(n)). Общая часть выполняет общую функцию в одном линейном интерфейсе, а специальная часть ONU(n) выполняет функции, имеющие отношение к отдельному ONU в линейном интерфейсе. Состояния для обеих частей подробно описываются ниже.

IV.1 Общая часть

Общая часть касается функций OLT, общих для одного или более ONU. Примерами этого являются получение нового серийного номера ONU и обнаружение ONU, которые возвращаются в обслуживание после состояния LOS.

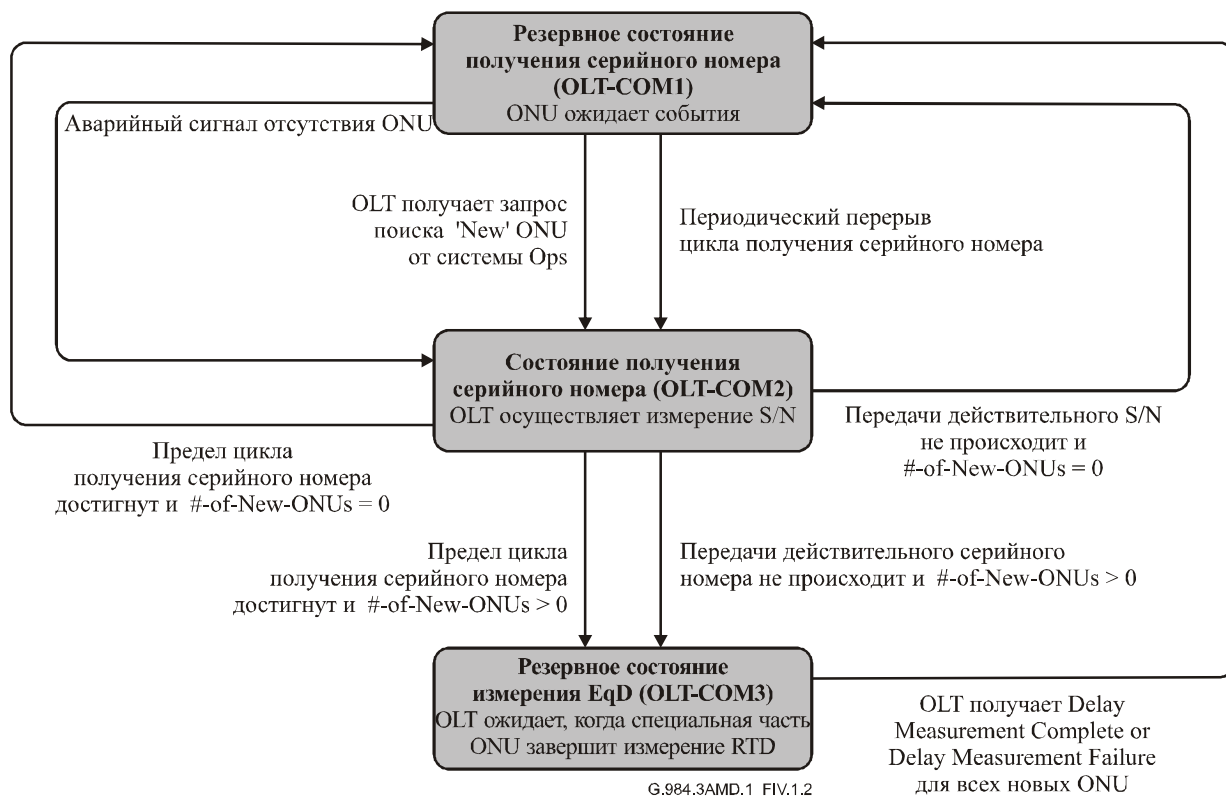
IV.1.1 Состояния общей части OLT

Состояния общей части OLT следующие:

- a) **Резервное состояние получения серийного номера (OLT-COM1)**
OLT ожидает индикации "нового" или "отсутствующего" ONU или периодического перерыва цикла.
- b) **Состояние получения серийного номера (OLT-COM2)**
При входе в данное состояние OLT запускает цикл получения серийного номера путем приостановления работы активных ONU и отправки запроса Serial Number. OLT проверяет наличие "новых" или "отсутствующих" ONU и назначает ONU-ID каждому вновь обнаруженному ONU.
Если обнаружено более одного ONU, OLT начинает цикл измерения выравнивающей задержки для каждого обнаруженного ONU. OLT переходит в резервное состояние измерения выравнивающей задержки (Equalization Delay Measurement Standby State) (OLT-COM3)
- c) **Резервное состояние измерения выравнивающей задержки ((OLT-COM3)**
Общая часть OLT в данном состоянии ожидает, пока различные специальные части ONU начнут свои циклы измерения выравнивающей задержки. Когда цикл определения выравнивающей задержки завершается, он посылает индикацию общей части OLT. Когда завершатся все измерения выравнивающей задержки, общая часть OLT переходит в резервное состояние получения серийного номера (Serial Number Acquisition Standby State) (OLT-COM1).

IV.1.2 Диаграмма состояний общей части

Диаграмма состояний общей части OLT изображена ниже.



IV.1.3 Таблица функциональных переходов для общей части

В нижеследующей таблице описывается функционирование общей части OLT в аспекте функциональных переходов. В первой колонке таблицы приводятся события, вызывающие действия OLT. В последующих колонках приводится действие OLT как функция состояния OLT.

	Резервное состояние получения серийного номера (OLT-COM1)	Состояние получения серийного номера (OLT-COM2)	Резервное состояние измерения EqD (OLT-COM3)
"Новое" ONU из системы OpS	⇒OLT-COM2	–	–
Периодический перерыв цикла получения серийного номера	⇒OLT-COM2	–	–
Аварийный сигнал "отсутствия" ONU (состояние LOS)	⇒OLT-COM2	–	–
Получение действительной передачи Serial_Number для "нового" ONU		Извлекает SN Назначает свободный ONU-ID	–
Получение действительной передачи Serial_Number для "отсутствующего" ONU		Извлекает SN; Переназначает ONU-ID	–
Получение передачи Unexpected Serial_Number		Деактивирует ONU	
Передачи действительного Serial_Number не происходит и #-новых-ONU = 0		⇒OLT-COM1	
Передачи действительного Serial_Number не происходит и #-новых-ONU > 0		⇒OLT-COM3	

	Резервное состояние получения серийного номера (OLT-COM1)	Состояние получения серийного номера (OLT-COM2)	Резервное состояние измерения EqD (OLT-COM3)
Достигнут предел цикла получения серийного номера и #-новых-ONU = 0		⇒OLT-COM1	
Достигнут предел цикла получения серийного номера и #-новых-ONU > 0		⇒OLT-COM3	
OLT получает ответы Delay measurement complete или Delay Measurement Failure для всех новых ONU			⇒OLT-COM1

IV.1.4 События для общей части OLT

События для общей части OLT следующие:

- a) *Запрос поиска "нового" ONU от системы OpS*
 Данное событие генерируется, когда система OpS определяет новое ONU.
- b) *Периодический перерыв цикла получения серийного номера (Periodic Serial number acquisition cycle time-out)*
 При использовании процесса автообнаружения OLT начнет новый цикл SN, даже если нет отсутствующих ONU. Данное событие генерируется, когда истекает перерыв для этой периодической операции.
- c) *Аварийный сигнал "отсутствия" ONU ("Missing" ONUs (Loss-of-Signal – LOS state) alarm)*
 Данное событие генерируется, когда число активных ONU (не в LOS) меньше, чем число установленных ONU, по данным системы OpS.
- d) *Передача действительного Serial_Number для "нового" ONU (Valid Serial_Number transmission for "new" ONU)*
 Данное событие генерируется, когда во время цикла получения серийного номера для нового ONU приходит действительный Serial Number Response. Действительным является ответ с действительным CRC. OLT отвечает назначением свободных ONU-ID и увеличением параметра #-новых-ONU.
- e) *Передача действительного Serial_Number для отсутствующего ONU (Valid Serial_Number transmission for "missing" ONU)*
 Данное событие генерируется, когда "отсутствующее" ONU получает действительный ответ Serial Number Response с правильным ONU-ID во время цикла получения серийного номера. OLT увеличивает параметр #-новых-ONU на один. Поскольку технически отсутствующий ONU не является "новым", необходимо увеличивать этот параметр, для того чтобы начать процесс определения дальности.
- f) *Получение передачи Unexpected Serial_Number (Received Unexpected Serial_Number transmission)*
 Данное событие генерируется, когда во время цикла получения серийного номера получается неожиданный серийный номер.
- g) *Передачи действительного Serial_Number не происходит (No Valid Serial_Number transmission is received)*
 Данное событие генерируется, когда не происходит получения передачи Serial_Number в течение 2 циклов Serial_Number.
- h) *Предел цикла получения серийного номера достигнут (Serial number acquisition cycle limit is reached)*
 Данное событие генерируется после 10-го цикла получения серийного номера.

i) *Измерение задержки завершено (Delay measurement complete)*

Данное событие генерируется общей частью, когда происходит получение уведомления Delay Measurement Complete(n) от всех специальных частей ONU, которые были обнаружены во время вышеупомянутого состояния получения серийного номера. То есть измерение выравнивающей задержки на всех ONU закончилось.

IV.2 Специальная часть ONU

Как понятно из названия, специальная часть ONU касается конкретно n-го ONU. OLT будет поддерживать до 64 конечных автоматов, по одному для каждого ONU.

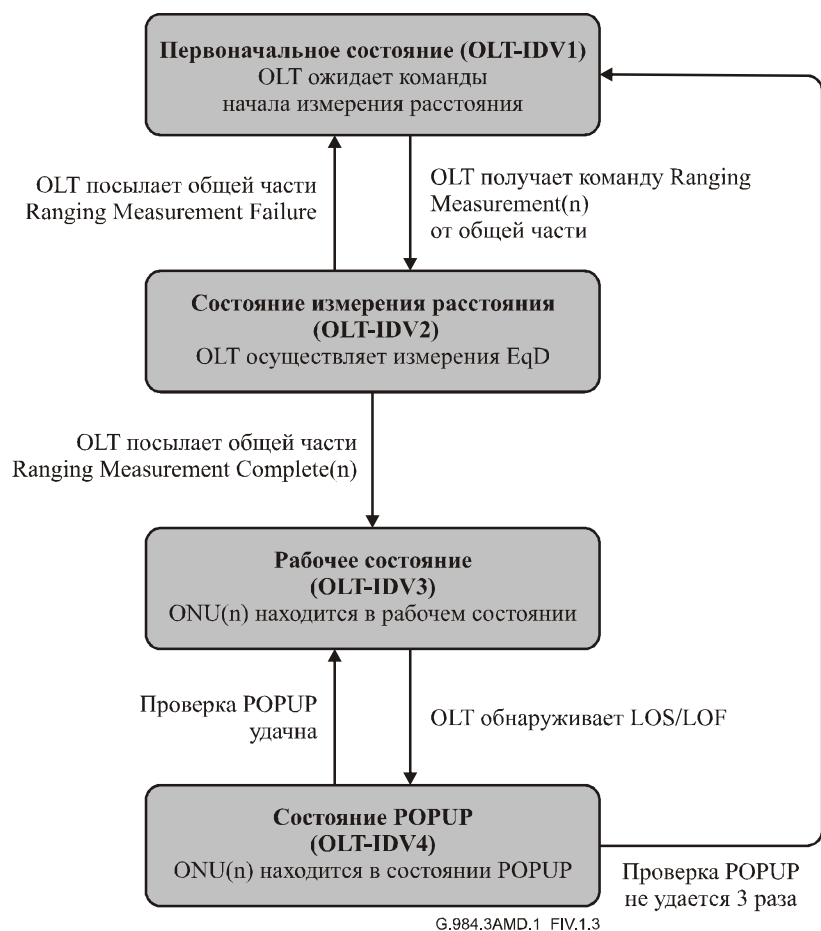
IV.2.1 Состояния специальной части ONU

Состояния специальной части ONU следующие:

- a) **Первоначальное состояние (Initial State) (OLT-IDV1)**
OLT ожидает команду начать измерения расстояния, т.е. ONU(n) находится в первоначальном состоянии, резервном состоянии или состоянии серийного номера.
- b) **Состояние определения расстояния (Ranging Measurement State) (OLT-IDV2).**
Войдя в это состояние, OLT начинает цикл измерения выравнивающей задержки.
- c) **Рабочее состояние (Operating State) (OLT-IDV3).**
ONU(n) находится в рабочем состоянии.
- d) **Состояние POPUP (POPUP State) (OLT-IDV4).**
ONU(n) находится в состоянии POPUP.

IV.2.2 Диаграмма состояний для специальной части ONU

Диаграмма состояний для специальной части ONU показана ниже:



IV.2.3 Таблица функционирования для специальной части ONU

В данной таблице описывается функционирование специальной части ONU(n). В первой колонке показано событие, которое генерирует ответ OLT. В оставшихся колонках показаны ответные действия OLT как функции состояния OLT.

	Первоначальное состояние (OLT-IDV1)	Состояние измерения расстояния (OLT-IDV2)	Рабочее состояние (OLT-IDV3)	Состояние POPUP (OLT-IDV4)
Команда начать измерение расстояния(n)	Уведомление о начале измерения расстояния(n). ⇒ OLT-IDV2	–	–	–
Измерение расстояния завершено(n)	–	Посылает сообщение Ranging_time 3 раза. Уведомление об окончании измерения расстояния(n). ⇒ OLT-IDV3	–	–

	Первоначальное состояние (OLT-IDV1)	Состояние измерения расстояния (OLT-IDV2)	Рабочее состояние (OLT-IDV3)	Состояние POPUP (OLT-IDV4)
Аварийное прекращение измерения расстояния(n)	–	Посылает сообщение Deactivate_ONU-ID 3 раза. Уведомление об окончании измерения расстояния(n). ⇒ OLT-IDV1	–	–
Обнаружение LOS(n), LOF(n)	–	–	Уведомление о LOS(n). ⇒ OLT-IDV4	

IV.2.4 События специальной части ONU

События следующие:

- a) *Команда начать измерение расстояния (Ranging measurement start order(n))*
Данное событие генерируется, когда приходит команда от общей части.
- b) *Измерение расстояния завершено (Ranging measurement complete(n))*
Данное событие генерируется специальной частью ONU для общей части, когда n-е измерение выравнивающей задержки успешно выполнено.
n-е измерение расстояние выполнено успешно, когда измерение выравнивающей задержки завершено, а сообщение Ranging_time, содержащее Equalization_Delay было послано ONU(n) 3 раза. После генерирования события Ranging measurement complete(n), OLT специальная часть ONU переходит в рабочее состояние (OLT-IDV3).
Критерии завершения всех ONU даны в IV.5.3.
- c) *Аварийное прекращение измерения расстояния (Ranging measurement abnormal stop(n))*
Данное событие генерируется, когда измерение расстояния не удалось.
Специальная часть ONU(n) посылает сообщение Deactivate_ONU-ID ONU(n) 3 раза, посылает общей части OLT уведомление о завершении измерения расстояния, и OLT переходит в первоначальное состояние (OLT-IDV1).
- d) *Обнаружение LOS(n), LOF(n)*
Данное событие вызывает переход в состояние POPUP (OLT-IDV4).

IV.3 Метод автоматического обнаружения ONU

Описанная выше процедура активизации применима для нескольких типов методов инсталляции ONU.

Для целей идентификации и обеспечения ONU протокол G-PON использует уникальный серийный номер ONU. Некоторые операторы будут использовать систему OpS, которая заранее обеспечивает ONU на основе серийного номера. В таком случае используется метод направленной активизации. В остальных случаях серийные номера ONT первоначально неизвестны и, поэтому их необходимо обнаруживать. Для упрощения данной ситуации G-PON предусматривает метод автоматического обнаружения.

Для начала активизации ONU существует три запускающих события:

- Оператор сети запускает процесс активизации, когда становится известно, что присоединилось новое ONU.
- OLT автоматически запускает процесс активизации, когда более одного из ранее работавших ONU "отсутствуют", для проверки, могут ли эти ONU вернуться к работе. Частота проверки программируется под руководством системы OpS.

- OLT периодически запускает процесс активизации, проверяя, не присоединились ли новые ONU. Частота проверки программируется под руководством системы OpS.

IV.3.1 Типы процесса активизации

В процессе активизации могут возникнуть различные ситуации, как описано ниже. Существует три варианта, при которых может возникнуть процесс активизации.

IV.3.1.1 Холодная PON, холодное ONU (Cold PON, cold ONU)

Данная ситуация характеризуется тем, что в PON не идет трафик в восходящем направлении, а ONU еще не получили ONU-ID от OLT.

IV.3.1.2 Горячая PON, холодное ONU (Warm PON, cold ONU)

Данная ситуация характеризуется добавлением нового(ых) ONU, расстояние до которого(ых) не было определено раньше, или добавлением ранее активного(ых) ONU, восстановившего(их) питание и вернувшего(их)ся в PON, в то время как трафик проходит по PON.

IV.3.1.3 Горячая PON, горячее ONU (Warm PON, warm ONU)

Данная ситуация характеризуется тем, что ранее активное ONU, остававшееся включенным и подсоединенным к активной PON, из-за продолжительного статуса аварийного сигнала, вернулось в первоначальное состояние (O1).

IV.4 Процесс POPUP

Целью состояния POPUP является дать ONU, обнаружившим аварийные сигналы LOS или LOF, определенный период времени для восстановления и возвращения в рабочее состояние без перехода в первоначальное состояние.

Поскольку ONU может использовать неверное значение EqD (из-за операции защиты сети или внутренней ошибки ONU), функция POPUP протестирует ONU перед тем, как возвращать его в рабочее состояние.

Относительно функционирования POPUP существует два пути:

- Проверка передачи (Transmission-Test): OLT проверяет, чтобы передача ONU была получена в ожидаемом месте.
- Проверка дальности (Ranging-Test): OLT заново определяет дальность ONU.

Метод 1 – Проверки передачи (Transmission-Test) (с использованием направленного сообщения POPUP):

- 1) После LOS/LOF ONU входит в состояние POPUP. Пока ONU находится в состоянии POPUP, передачи U/S не разрешены. ONU игнорирует все распределения BW.
 - 1.1) При входе в состояние POPUP ONU запускает таймер TO2.
 - 1.2) После перерыва (TO2) ONU переходит в первоначальное состояние.
- 2) OLT обнаруживает, что ONU находится в состоянии POPUP: оно приостанавливает обычные распределения этому ONU, и посылает этому ONU **направленное** сообщение POPUP.
- 3) Когда ONU получает сообщение POPUP, ONU переходит в рабочее состояние (это является подтверждением того, что обе стороны знают, что у ONU был сбой в работе).
 - 3.1) При входе в рабочее состояние ONU останавливает таймер TO2.
- 4) Прежде чем полностью возвращать ONU к работе (обычные распределения), OLT **может** проверить ONU путем приостановления работы работающих ONU и отсылки короткого распределения PLOAMu (PLOAMu = '1', SStart = xx, & SStop = xx + 12) этому ONU.
 - 4.1) ONU ожидает **утвержденную** EqD и отвечает передачей PLOAMu на основе значения Start (подойдет любой PLOAMu, это также может быть пустое PLOAM).

- 4.2) Если ONU отвечает в верное время, или выравнивающая задержка ONU может быть изменена на основе тестовой передачи, OLT считает, что ONU восстановилось и начинает посылать обычные распределения данных. OLT может также дезактивизировать ONU.

Метод 2 – Проверки расстояния (Ranging-Test) (с использованием вещательного сообщения POPUP):

- 1) После LOS/LOF ONU входит в состояние POPUP. Пока ONU находится в состоянии POPUP, передачи U/S не разрешены. ONU игнорирует все распределения BW.
 - 1.1) При входе в состояние POPUP ONU запускает таймер TO2.
 - 1.2) После перерыва (TO2) ONU переходит в первоначальное состояние.
- 2) OLT обнаруживает, что ONU находится в состоянии POPUP: оно прекращает обычные распределения данному ONU и посылает ONU **вещательное (broadcast)** сообщение POPUP.
- 3) Когда ONU получает сообщение POPUP, ONU переходит в состояние определения дальности (это является подтверждением того, что обеим сторонам известно, что на ONU был сбой в работе).
 - 3.1) При входе в состояние определения дальности ONU останавливает таймер TO2 и запускает таймер TO1.
- 4) OLT посылает запрос определения дальности (PLOAMu = "1", Sstart = xx, и Sstop = xx + 12).
- 5) ONU ожидает предварительно определенную (**pre-assigned**) EqD и отвечает на запрос определения дальности.
- 6) Если ONU отвечает, OLT считает, что ONU восстановилось и посылает сообщение Ranging-time. В противном случае, OLT может дезактивировать ONU или дождаться, пока ONU не достигнет TO1 и снова перейдет в резервное состояние.
- 7) Когда ONU получает сообщение Ranging-time, оно переходит в рабочее состояние. В противном случае, после перерыва (TO1), оно переходит в первоначальное состояние.

IV.5 Теория измерения выравнивающей задержки

IV.5.1 Определение соотношения фаз между D/S и U/S

Соотношение фаз между передачей кадра D/S и получением соответствующего кадра U/S на OLT называется выравнивающей задержкой нулевого расстояния (Zero-distance Equalization Delay). Как видно из названия, это выравнивающая задержка, которую получило бы ONU, если бы находилось на нулевом расстоянии от OLT. Рекомендуется установить выравнивающую задержку нулевого расстояния на 250 мкс.

IV.5.2 Определение задержки отношения фаз

Конфигурация точек задержки фазы, описанных ниже, показана на рисунке IV.1.

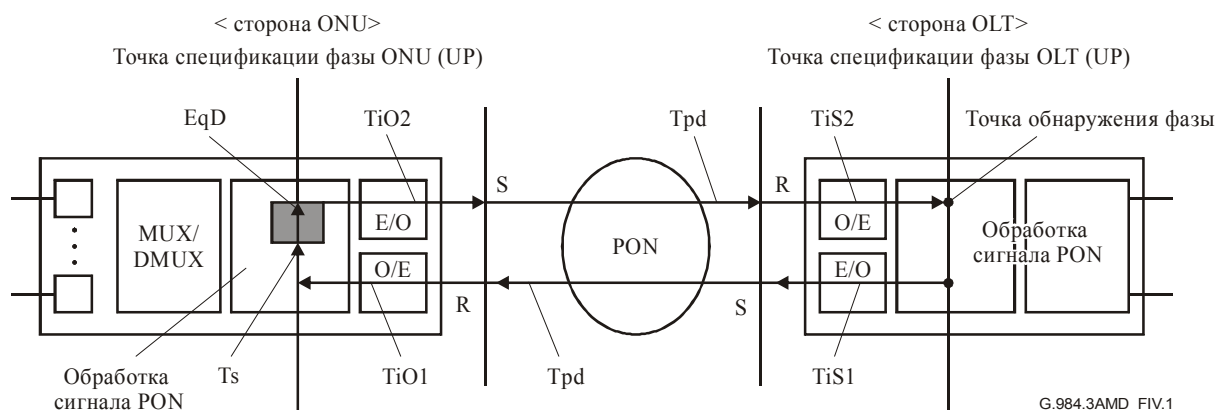


Рисунок IV.1/G.984.3 – Конфигурация точек задержки фазы

IV.5.2.1 Задержка за счет распространения по оптическому волокну (Tpd)

Задержка за счет распространения сигнала по оптическому волокну (Tpd) – это время распространения сигнала по всей длине оптического волокна от OLT до ONU.

IV.5.2.2 Основная задержка передачи (Ts)

Основная задержка передачи (Ts) – это время, затрачиваемое ONU на обработку текущего запроса измерения расстояния.

IV.5.2.3 Оптическая задержка

Оптическая задержка TiO1, TiO2 – это время на оптоэлектрическое и электрооптическое преобразование в ONU, соответственно. Оптические задержки TiS1 и TiS2 – это время на оптоэлектрическое и электрооптическое преобразование на OLT, соответственно.

IV.5.2.4 Выравнивающая задержка (EqD)

Выравнивающая задержка – это внутренняя задержка на ONU, устанавливаемая и контролируемая OLT. Данный параметр предназначен для того, чтобы задержать передачу в восходящем направлении так, чтобы она прибыла на OLT в правильной фазе.

IV.5.2.5 Предварительно определенная круговая задержка

Основываясь на рисунке IV.1, предварительно определенная круговая задержка от точки спецификации фазы OLT до ONU и обратно к точке спецификации фазы OLT с нулевой выравнивающей задержкой вычисляется как:

$$RTD(n) = TiS1 + Tpd(n) + TiO1 + Ts + TiO2 + Tpd(n) + TiS2$$

Преобразовав данное выражение, получим:

$$RTD(n) = 2 * Tpd(n) + (TiS1 + TiO1 + Ts + TiO2 + TiS2)$$

Последний элемент в круглых скобках – время ответа оборудования, Ter, его рекомендуемое значение для всех ONU должно составлять менее 50 мкс.

Кроме того, 2*Tpd можно выразить как:

$$2 * Tpd = \frac{\text{Расстояние до ONU [км]}}{0,1 \left[\frac{\text{км}}{\text{мкс}} \right]}$$

IV.5.3 Критерии успешного или неудачного измерения EqD

Измерение EqD считается успешным, если выполняются все следующие условия. Если не выполняется хотя бы одно из условий, измерение EqD считается **неудачным**.

- OLT получает действительный ответ определения дальности с совпадающими ONU-ID и серийным номером.
- Ответ определения дальности получен в пределах ожидаемого времени по максимальной длине PON.
- Измеренная EqD находится в диапазоне времени, основанном на расчетном значении расстояния между ONU и OLT. OLT получает это значение от системы OpS. Если значение расстояния не получено, это условие игнорируется.
- EqD находится в пределах допустимого отклонения дальности, которое равно N битам в соответствии со скоростью передачи восходящего потока, по сравнению с последним успешным измерением EqD. Это условие игнорируется до первого успешного измерения EqD.
 - 1,244 Гбит/с – 8 битов.
 - 622 Мбит/с – 4 бита.
 - 155 Мбит/с – 1 бит.

Во время процедуры определения дальности могут возникнуть некоторые погрешности. Для того чтобы снизить погрешности, можно выполнить несколько измерений EqD до вычисления коэффициента выравнивающей задержки.

Процедура измерения EqD считается завершенной после одного или более успешных, или двух неудачных измерений.

- Когда во время успешного измерения EqD используются два измерения EqD, итоговая EqD будет средним арифметическим этих двух измерений.
- В случае неудачной процедуры измерения EqD, будет объявлен аварийный сигнал **SUFi**, и ONU будет деактивирован при помощи сообщения Deactivate_ONU-ID (ONU перейдет в резервное состояние (O2)).

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты межсетевого протокола и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи