



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.983.3

(03/2001)

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

Цифровые секции и цифровая линейная система –
Оптические линейные системы для локальных сетей
и сетей доступа

**Система широкополосного оптического доступа
с расширенными функциональными
возможностями за счет использования
распределения по длинам волн**

Рекомендация МСЭ-Т G.983.3

(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 ТЕЛЕФОННЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ НА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛИНИЯХ | G.300-G.399 |
| ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ НА РАДИОРЕЛЕЙНЫХ ИЛИ СПУТНИКОВЫХ ЛИНИЯХ И ИХ ВЗАИМНОЕ СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ 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 |
| ОКОНЕЧНОЕ ЦИФРОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ | G.700-G.799 |
| ЦИФРОВЫЕ СЕТИ | G.800-G.899 |
| ЦИФРОВЫЕ СЕКЦИИ И ЦИФРОВАЯ ЛИНЕЙНАЯ СИСТЕМА | G.900-G.999 |
| Общие положения | G.900-G.909 |
| Параметры волоконно-оптических кабельных систем | G.910-G.919 |
| Цифровые секции иерархии битовой скорости на основе 2048 кбит/с | G.920-G.929 |
| Цифровые линейные системы на основе кабельной передачи и неиерархическом распределении по битовой скорости | G.930-G.939 |
| Цифровые линейные системы с использованием передачи на основе ЧРК | G.940-G.949 |
| Цифровые линейные системы | G.950-G.959 |
| Цифровая секция и цифровые системы передачи для пользовательского доступа к ЦСИС | G.960-G.969 |
| Волоконно-оптические кабельные системы, используемые на подводных лодках | G.970-G.979 |
| Оптические линейные системы для локальных сетей и сетей доступа | G.980-G.989 |
| Сети доступа | G.990-G.999 |

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

Рекомендация МСЭ-Т G.983.3

Система широкополосного оптического доступа с расширенными функциональными возможностями за счет использования распределения по длинам волн

Резюме

В настоящей Рекомендации описаны новые распределения по длинам волн, позволяющие распределять одновременно и сигналы сети ATM-PON, и сигналы дополнительной услуги. Новые полосы длин волн стали доступны благодаря ограничению диапазона текущих длин волн нисходящего направления сети ATM-PON до части нисходящего оптического спектра, спецификация которого впервые была дана в Рекомендации МСЭ-Т G.983.1. Эти новые полосы обладают достаточным потенциалом для предоставления однонаправленных и двунаправленных услуг. Описанное в настоящей Рекомендации распределение по длинам волн позволяет также распределять услуги видеовещания и услуги передачи данных. Здесь учитываются основные оптические характеристики этих услуг. Однако подробная спецификация данных услуг – схема модуляции, формат сигнала и т.п. – выходит за рамки настоящей Рекомендации.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т G.983.3 была подготовлена 15-ой Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) и утверждена в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ, 15 марта 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 электросвязи на всемирной основе.

Всемирная конференция 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 не получил извещения 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 | 1 |
| 2 | 1 |
| 3 | 2 |
| 4 | 4 |
| 5 | 5 |
| 5.1 | 5 |
| 5.1.1 | 6 |
| 5.1.2 | 6 |
| 5.2 | 6 |
| 5.2.1 | 8 |
| 5.2.2 | 8 |
| 5.3 | 8 |
| 5.4 | 9 |
| 5.4.1 | 9 |
| 5.4.2 | 9 |
| 5.4.3 | 9 |
| 5.4.4 | 9 |
| 5.5 | 9 |
| 5.6 | 10 |
| 6 | 10 |
| 7 | 11 |
| 8 | 11 |
| 8.1 | 11 |
| 8.2 | 11 |
| 8.3 | 13 |
| 8.3.1 | 13 |
| 8.3.2 | 18 |
| 8.3.3 | 19 |
| 8.3.4 | 19 |
| 8.3.5 | 19 |
| 8.3.6 | 19 |
| 8.3.7 | 19 |
| 8.3.8 | 20 |
| 8.4 | 20 |

| | Стр. | |
|-------|---|----|
| 9 | Функции эксплуатации, управления и технического обслуживания (ЭУТО)..... | 21 |
| 10 | Рабочие характеристики | 21 |
| 11 | Условия окружающей среды..... | 21 |
| 12 | Безопасность..... | 21 |
| | Приложение I – Примеры параметров оптического интерфейса для сети ODN..... | 22 |
| I.1 | Введение..... | 22 |
| I.2 | Примеры..... | 22 |
| | Приложение II – Сценарии развертывания..... | 23 |
| II.1 | Введение..... | 23 |
| II.2 | Примеры конфигурации | 23 |
| | II.2.1 Случай 1: Прием только в основной полосе..... | 23 |
| | II.2.2 Случай 2: Прием сигналов основной полосы и полосы расширения при помощи отдельных модулей ONU | 25 |
| | II.2.3 Случай 3: Прием сигналов основной полосы и полосы расширения при помощи интегрированных модулей ONU | 25 |
| | II.2.4 Случай 4: Схема использования технологии WDM для максимального снижения потерь на трассе восходящего направления | 26 |
| | II.2.5 Случай 5: Сети ODN с уменьшенным диапазоном ослабления в полосе расширения..... | 27 |
| | II.2.6 Пример недостаточного запаса на потери на трассе между модулем E-ONU и терминалом E-OLT | 28 |
| | Приложение III – Развязка между основной полосой и полосой расширения..... | 28 |
| III.1 | Введение..... | 28 |
| III.2 | Пример требуемой развязки приемника основной полосы от сигнала полосы расширения | 30 |
| | III.2.1 Видеоуслуги..... | 30 |
| | III.2.2 Услуги на основе технологии DWDM | 33 |
| III.3 | Примеры классов развязки | 34 |
| III.4 | Примеры развертывания..... | 35 |
| | III.4.1 Рассматриваемые модели | 35 |
| | III.4.2 В случае 64-КАМ | 37 |
| | III.4.3 Характеристики фильтра..... | 39 |
| | Приложение IV – Влияние обратных потерь на оптической линии сети ODN | 40 |
| IV.1 | Введение..... | 40 |
| IV.2 | Влияние обратных потерь на оптической линии сети ODN в основной полосе | 41 |
| | IV.2.1 Рассматриваемая модель отражательной способности..... | 41 |
| | IV.2.2 Влияние отражательной способности в приемнике модуля ONU | 42 |
| | IV.2.3 Влияние отражательной способности в приемнике терминала OLT (в области сигнала)..... | 42 |

| | Стр. |
|--|-------------|
| IV.2.4 Влияние отражательной способности в приемнике терминала OLT (в области отсутствия сигнала)..... | 44 |
| IV.2.5 Результаты оценки воздействия обратных потерь на оптической линии сети ODN в основной полосе | 44 |
| IV.3 Влияние отражения от полосы расширения на основную полосу | 47 |
| IV.3.1 Влияние отражения от полосы расширения в приемнике терминала OLT.. | 47 |
| Приложение V – Оптические параметры для опорных точек (с) и (е) и два примера сценариев развертывания | 50 |
| V.1 Введение. | 50 |
| V.2 Пример диаграмм оптического уровня | 50 |
| V.2.1 Случай 1: Центральный план оптических параметров сети ODN | 50 |
| V.2.2 Случай 1: Центральный план оптических параметров оборудования..... | 50 |

ПРИМЕЧАНИЕ – В настоящей Рекомендации термин "ONU" используется для обозначения и терминалов ONT, и модулей ONU. В рамках настоящей Рекомендации любые ссылки на модули ONU включают также и терминалы ONT.

Рекомендация МСЭ-Т G.983.3

Система широкополосного оптического доступа с расширенными функциональными возможностями за счет использования распределения по длинам волн

1 Общий обзор

В настоящей Рекомендации описаны некоторые расширенные функции системы ATM-PON, приведенные в Рекомендации МСЭ-Т G.983.1.

В настоящей Рекомендации описана система широкополосной пассивной оптической сети (BPON), использующая технологию уплотнения по длинам волн (WDM). Эта технология позволяет операторам предоставлять дополнительные услуги, не нарушая работу основной системы ATM-PON.

В настоящей Рекомендации определены новые распределения по длине волны, позволяющие распределять одновременно и сигналы ATM-PON, и сигналы дополнительной услуги. Новые диапазоны длин волн стали доступны благодаря ограничению длины волны ATM-PON при передаче по линии вниз той частью оптического спектра, которая впервые была определена в Рекомендации МСЭ-Т G.983.1. Новые диапазоны частот обладают достаточным потенциалом для предоставления однонаправленных и двунаправленных услуг. Описанное в настоящей Рекомендации распределение по длине волны позволяет также распределить услуги видеовещания или услуги передачи данных с учетом основных оптических характеристик этих услуг. Однако подробная спецификация данных услуг – схема модуляции, формат сигнала и т.п. – выходит за рамки настоящей Рекомендации.

В настоящей Рекомендации определены новые опорные точки и параметры оптического интерфейса, так как новые функции WDM и/или оптического делителя/сумматора мощности нуждаются в установке OLT и/или ONU.

При этом описанные в настоящей Рекомендации опорные точки и оптическая сеть доступа (OAN) сохраняют совместимость с ныне действующими Рекомендациями МСЭ-Т G.982 и G.983.1.

В настоящей Рекомендации определены также новые условия эксплуатации оборудования ONU. Эти условия касаются внешних приложений системы ATM-PON.

В настоящей Рекомендации представлены те разделы, которые отличают ее от Рекомендации МСЭ-Т G.983.1. Однако в нее не включены разделы, характеризующие уровень ТС, поскольку это не относится к расширениям WDM. Спецификация уровня ТС приводится в других Рекомендациях таких, как МСЭ-Т G.983.1.

2 Справочные документы

Приведенные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые, через ссылки, содержащиеся в тексте, образуют положения данной Рекомендации. На момент публикации перечисленные издания были действующими. Все Рекомендации и другие документы подвергаются пересмотру, поэтому пользователям данной Рекомендации следует, по возможности, обращаться к самым последним изданиям перечисленных ниже Рекомендаций и других источников. Перечень действующих Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется.

- [1] Рекомендация МСЭ-Т G.692 (1998 г.), *Оптические интерфейсы для многоканальных систем с оптическими усилителями.*
- [2] Рекомендация МСЭ-Т G.983.1 (1998), *Системы широкополосного оптического доступа на основе пассивных оптических сетей (PON) плюс Список опечаток 1 (1999 г.).*

- [3] Рекомендация МСЭ-Т G.983.2 (2000 г.), *Спецификация интерфейса управления и контроля ONT для сети ATM PON.*
- [4] Рекомендация МСЭ-Т G.959.1 (2001 г.), *Интерфейсы физического уровня оптической транспортной сети.*

3 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

| | |
|---------|---|
| AF | Функция адаптации |
| AM-VSB | Амплитудная модуляция – частично подавленная боковая полоса |
| APS | Автоматическая защитная коммутация |
| ATM | Асинхронный режим передачи |
| КОБ | Коэффициент ошибок по битам |
| ПЧБ | Паритет чередующихся битов |
| ПП-ЦСИС | Широкополосная цифровая сеть с интеграцией служб |
| BPON | Широкополосная пассивная оптическая сеть |
| CID | Последовательный идентичный разряд |
| ОНШ | Отношение сигнала несущей к шуму |
| CPE | Фазовая погрешность ячейки |
| ЦПИ | Циклическая проверка по избыточности |
| DSL | Цифровая абонентская линия |
| DWDM | Уплотнение с разделением по плотности длины волны |
| Е/О | Электрический/оптический |
| E-OLT | Диапазон расширения-Терминал оптической линии |
| E-ONU | Диапазон расширения-Модуль оптической сети |
| FP-LD | Лазерный диод Фабри-Перо |
| FTTB/C | Волокно к зданию/обочине тротуара |
| FTTCab | Волокно в шкаф, стойку |
| FTTH | Волокно в дом |
| HEC | Контроль ошибок в заголовке |
| МЭК | Международная электротехническая комиссия |
| ЦСИС | Цифровая сеть с интегрированием служб |
| LAN | Локальная сеть |
| LCD | Искажение рисунка ячейки |
| LCF | Поле управления лазером |
| LSB | Младший значащий бит |
| LT | Линейный терминал |
| MAC | Управление доступом к физическим средствам соединения |
| MLM | Многоосевой режим |
| MSB | Старший значащий бит |
| NRZ | Без возврата к нулю |

| | |
|-------|---|
| NT | Сетевой терминал |
| O/E | Оптический/электрический |
| ЭУТО | Эксплуатация, управление и техническое обслуживание |
| OAN | Оптическая сеть доступа |
| ODF | Цикл оптического распределения |
| ODN | Оптическая распределительная сеть |
| OLT | Терминал оптической линии |
| ONT | Терминал оптической сети |
| ONU | Модуль оптической сети |
| OpS | Операционная система |
| ORL | Обратные потери при оптической передаче |
| PLOAM | Управление, эксплуатация и обслуживание физического уровня |
| PON | Пассивная оптическая сеть |
| PRBS | Псевдослучайная двоичная последовательность |
| PST | След секции PON |
| KTСOП | Коммутируемая телефонная сеть общего пользования |
| КАМ | Квадратурная амплитудная модуляция |
| QoS | Качество службы |
| КФМН | Квадратурная фазовая манипуляция |
| RAU | Блок доступа по запросу |
| RIN | Относительная интенсивность шума |
| RMS | Среднеквадратичное значение |
| RXCF | Поле управления приемником |
| SCM | Уплотнение поднесущей |
| СЦИ | Синхронная цифровая иерархия |
| SLM | Многоосевой режим |
| SN | Последовательный номер |
| SNI | Интерфейс узла службы |
| TC | Конвергенция передачи |
| МДВР | Многостанционный доступ с временным разделением |
| ЕИ | Единичный интервал |
| UNI | Интерфейс пользователь-сеть |
| UPC | Управление параметром пользования |
| VC | Виртуальный канал |
| VP | Виртуальный тракт |
| VPI | Идентификатор виртуального тракта |
| WDM | Уплотнение по длинам волн |
| WF1 | Функции 1 уплотнения по длинам волн и/или оптического объединения |
| WF2 | Функции 2 уплотнения по длинам волн и/или оптического разделения |

4 Определения

В настоящей Рекомендации даются определения следующих терминов:

- 4.1 Дуплексный режим:** Двусторонняя связь с использованием различной длины волны для каждого направления передачи по одиночному волокну.
- 4.2 Дуплексный режим:** Двусторонняя связь с использованием одной и той же длины волны для обоих направлений передачи по одиночному волокну.
- 4.3 Логическая область:** Логическая область – это максимально достижимое расстояние передачи для конкретной системы, независимое от оптического ресурса.
- 4.4 Оптическая сеть доступа (OAN):** Пучок линий доступа, пользующихся одними и теми же интерфейсами со стороны сети и поддерживаемых системами оптической передачи. OAN может включать ряд ODN, связанных с одним и тем же OLT.
- 4.5 Оптическая распределительная сеть (ODN):** ODN предоставляет средства оптической передачи от OLT к пользователям и наоборот. Использует пассивные оптические компоненты.
- 4.6 Терминал оптической линии (OLT):** OLT предоставляет OAN интерфейс со стороны сети; связан с одной или несколькими ODN.
- 4.7 Терминал оптической сети (ONT):** ONU, который используется FTTH и включает функцию Пользовательского порта.
- 4.8 Модуль оптической сети (ONU):** ONU предоставляет пользователю (напрямую или дистанционно) интерфейс OAN; связан с ODN.
- 4.9 Функция пользовательского порта:** Функция пользовательского порта (UPF) приспособливает требования конкретного UNI к базовым функциям и функциям управления. AN может поддерживать ряд различных типов доступа и интерфейсов сеть-пользователь, которые требуют конкретных функций в соответствии со спецификацией интерфейса и требованиями к возможностям носителя доступа, т.е. носителям информации и протоколам.
- 4.10 Верификация:** Недобросовестный пользователь может выдать себя за другой ONU и незаконно воспользоваться сетью, если он знает, что данный ONU в настоящий момент выключен. Верификация – это проверка того, что подключенный ONU не замаскирован под другой.
- 4.11 Уплотнение по длинам волн (WDM):** Двустороннее уплотнение с использованием различной оптической длины волны для сигналов, направленных по линии вниз и по линии вверх, а также уплотнение с использованием различной оптической длины волны для сигналов основного диапазона, диапазона расширения и будущего диапазона.
- 4.12 Основной диапазон:** Область длин волн, выделенная для ATM-PON передачи по линии вниз.
- 4.13 Диапазон расширения:** Область длин волн, выделенная для новых дополнительных услуг, включающих, как минимум, видеослужбы и услуги уплотнения с разделением по плотности длины волны (DWDM).
- 4.14 Будущий диапазон:** Область резервных длин волн для будущего использования.
- 4.15 E-OLT:** OLT, который предоставляет возможности дополнительных услуг, включая видеослужбы и услуги DWDM, в диапазоне расширения.
- 4.16 E-ONU:** ONU, который предоставляет возможности дополнительных услуг, включая видеослужбы и услуги DWDM, в диапазоне расширения.
- 4.17 WF1:** WDM и/или функции оптического объединения/разделения, которые разделяют/собирают длины волн и/или расщепляют/суммируют оптическую мощность для транспортной службы ATM-PON и дополнительных служб. Расположены между ODN и OLT

4.18 WF2: WDM и/или функции оптического объединения/разделения, которые разделяют/собирают длины волн и/или расщепляют/суммируют оптическую мощность для транспортной службы ATM-PON и дополнительных служб. Расположены между ODN и ONU.

4.19 WDM-L: WDM, которое разделяет/собирает область 1.3 мкм и 1.5 мкм; расположено со стороны OLT.

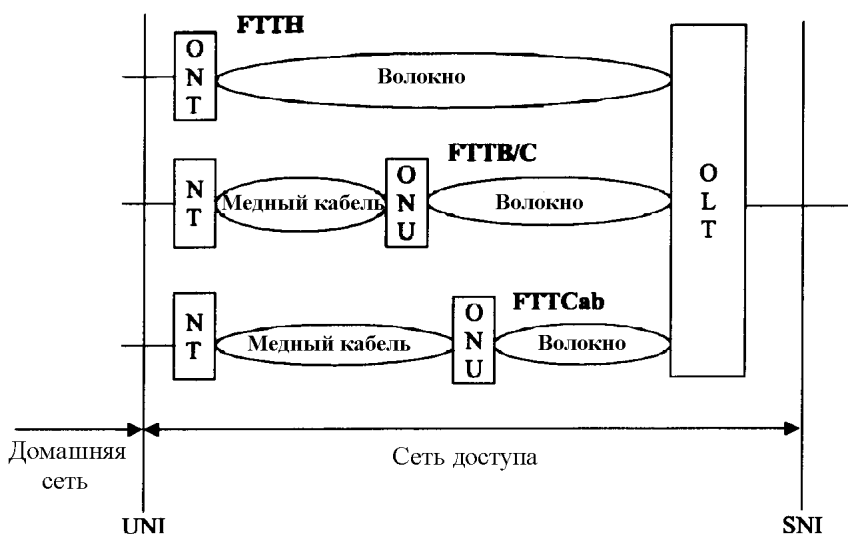
4.20 WDM-N: WDM, которое разделяет/распределяет зоны 1.3 мкм и 1.5 мкм; расположено со стороны ONU.

4.21 BPON: Широкополосная пассивная оптическая сеть (BPON). Сети BPON представляют собой широкополосные оптические системы передачи типа «один к n». Способны прозрачно доставлять данные любого вида, например, голосовые, видео, данные IP и т.д. Сеть BPON может переносить данные независимо от типа кадра звена данных (т.е. не только кадры ATM, но и кадры HDL Ethernet, и др.).

5 Архитектура оптической сети доступа

5.1 Сетевая архитектура

Оптическая секция системы локальной сети доступа может иметь либо активную («точка-точка»), либо пассивную («точка - многоточие») архитектуру. Эти типы архитектуры показаны на рис.1 и включают такие типы систем, как: «волокно в дом» (FTTH), «волокно к зданию/обочине тротуара» (FTTB/C) и «волокно в шкаф» (FTTCab). Оптическая сеть доступа (OAN) - общая для всех архитектур, показанных на рис.1, и эта общность потенциально может способствовать развитию очень больших систем в глобальных масштабах. Варианты сетей FTTB/C FTTCab отличаются в основном только исполнением, поэтому в настоящей Рекомендации их можно рассматривать как одинаковые.



- ONU Модуль оптической сети
- ONT Терминал оптической сети
- OLT Терминал оптической линии
- NT Сетевой терминал

Рисунок 1/G.983.1 - Сетевая архитектура

5.1.1 Сценарий FTTCab\C\B

См. 5.1.1/G.983.1.

5.1.2 Сценарий FTTH

Движущие механизмы сценария «волокно в дом» аналогичны движущим механизмам предыдущего сценария и определяются следующими факторами:

- Модули ONU, находящиеся внутри дома, оказываются в более благоприятных условиях эксплуатации.
- Могут потребоваться некоторые изменения промежуточного ONU с целью модернизации возможностей сети доступа и приспособления к последующему развитию широкополосных и мультимедийных услуг.
- Техническое обслуживание легкое, поскольку сводится к обслуживанию только оптоволоконных систем, а они надежнее волоконно-металлических.
- FTTH – это движущая сила развития продвинутых оптоэлектронных технологий. Возрастающий объем производства оптических модулей будет также способствовать сокращению затрат.

Когда все эти факторы будут задействованы полностью, они позволят компенсировать небольшое повышение стоимости в расчете на линию. В данной ситуации сценарий FTTH экономически может осуществиться даже в самые короткие сроки.

5.2 Эталонная конфигурация

На рис.2а показана основная эталонная конфигурация из Рекомендации МСЭ-Т G.983.1.

Конкретная эталонная конфигурация для настоящей Рекомендации показана на рис.2b, где разъясняются особенности новой спецификации, основанной на пересмотренном распределении длин волн.

ODN предлагает один или несколько оптических трактов между одним OLT и одним или более ONU. Каждый оптический тракт проходит между опорными точками S и R в конкретном окне длин волн. Два направления оптической передачи в ODN определяются следующим образом:

- направление по линии вниз – для сигналов, проходящих от OLT к одному или более ONU.
- направление по линии вверх – для сигналов, проходящих от одного или более ONU к OLT.

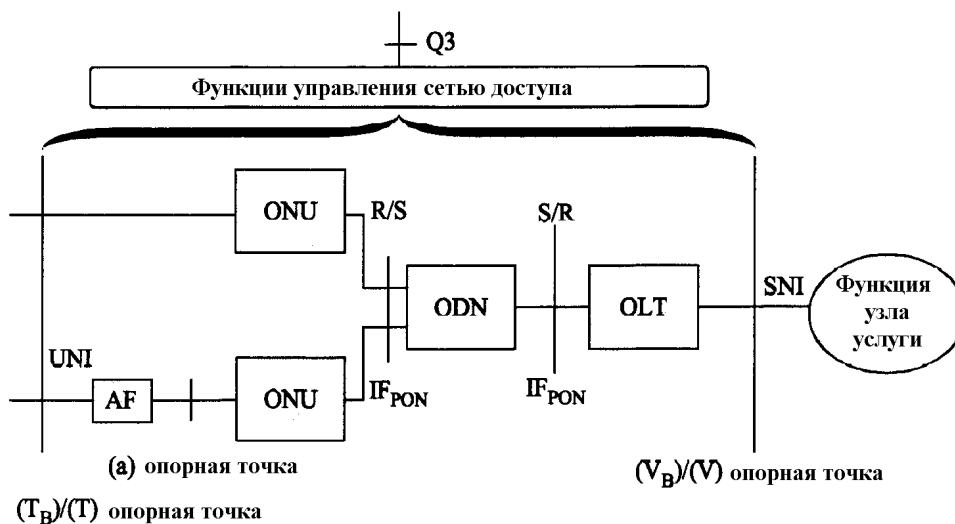
В этом разделе описывается эталонная архитектура для поддерживающей широкополосной передачи через PON. Эта система состоит из Терминала оптической линии (OLT), Модуля оптической сети (ONU), Функций уплотнения по длинам волн и/или оптического объединения/разделения (WF1 и WF2) для нового плана распределения длин волн, определенного в настоящей Рекомендации, и волоконного кабеля имеющего конфигурацию Пассивной оптической сети (PON) с пассивным оптическим делителем.

Одно волокно пассивно разделяется между несколькими ONU, которые совместно используют емкость волокна. Из-за этого пассивного разделения необходимы специальные меры для обеспечения конфиденциальности и безопасности. Кроме того, в направлении по линии вверх требуется протокол МДВР.

WF1 и WF2 используются для разделения/объединения длин волн и/или расщепления/суммирования оптической мощности транспортной службы ATM-PON и дополнительных служб, например, видеовещания. Их можно интегрировать в систему или предоставлять как внешние оптические элементы, соединенные с OLT и ONU. Поэтому WF1

и WF2 можно рассматривать как часть OLT и ONU. При интеграции в OLT или ONU опорные точки (с) и (е) на рис.2b следует рассматривать как внутренние опорные точки OLT и ONU, соответственно.

Набор функциональных возможностей WF1 и WF2 может варьироваться в зависимости от конфигурации конкретной системы, норм и правил, стратегии услуги и географических условий для каждого оператора электросвязи. Эти конфигурации на основе операторских сценариев описаны в Приложении II.



ONU Модуль оптической сети

ODN Оптическая распределительная сеть

OLT Терминал оптической линии

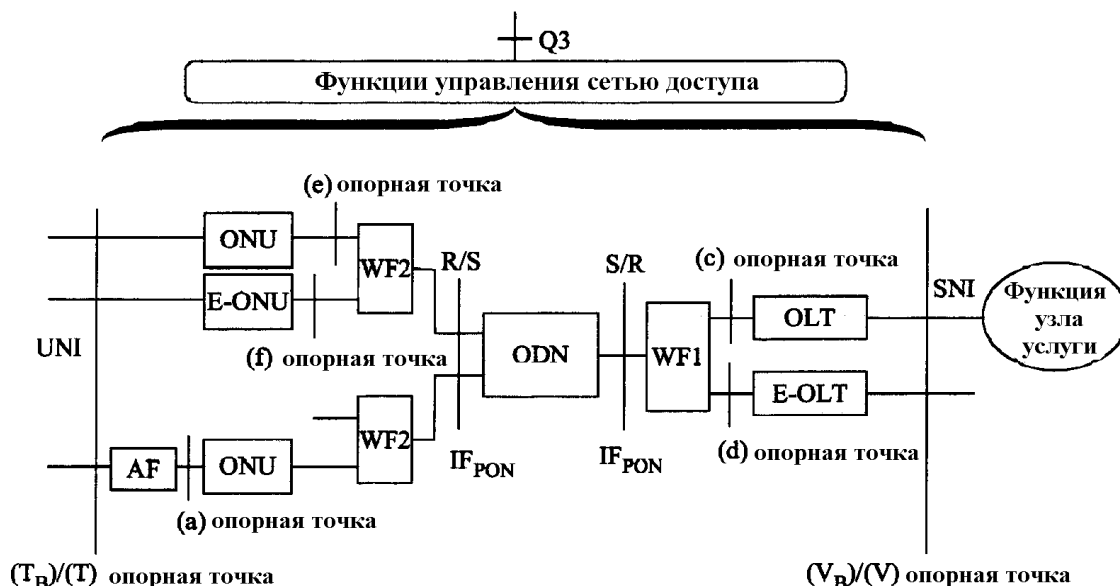
AF Функция адаптации

S Точка на оптическом волокне, которая следует непосредственно за точкой оптического соединения (т.е. оптического соединителя или стыка) OLT [Нисходящее направление]/ONU [Восходящее направление].

R Точка на оптическом волокне, которая находится непосредственно перед точкой оптического соединения (т.е. оптического соединителя или стыка) OLT [Нисходящее направление]/ONU [Восходящее направление].

(a) Опорная точка – эта опорная точка добавлена, чтобы отличить AF от ONU.

Рисунок 2а/МСЭ-Т G.983.3 – Эталонная конфигурация для АТМ на базе PON



- ONU Модуль оптической сети
- E-ONU Модуль оптической сети для пользования Диапазоном расширения (который можно интегрировать ONU)
- ODN Оптическая распределительная сеть
- OLT Терминал оптической линии
- E-OLT Терминал оптической сети для пользования Диапазоном расширения (который можно интегрировать в OLT)
- AF Функция адаптации
- WF1 Функция уплотнения по длинам волн и/или делителя/сумматора оптической мощности со стороны OLT
- WF2 Функция уплотнения по длинам волн и/или делителя/сумматора оптической мощности со стороны ONU
- S Точка на оптическом волокне, которая следует непосредственно за точкой оптического соединения (т.е. оптического соединителя или стыка) OLT [Нисходящее направление]/ONU [Восходящее направление] при условии, что WF1 и WF2 включены соответственно в OLT и ONU.
- R Точка на оптическом волокне, которая находится непосредственно перед точкой оптического соединения (т.е. оптического соединителя или стыка) OLT [Нисходящее направление]/ONU [Нисходящее направление] при условии, что WF1 и WF2 включены соответственно в OLT и ONU.
- (a) Опорная точка – эта опорная точка добавлена, чтобы отличить AF от ONU.
- (b) Буква намеренно не используется, дабы ее не путали с обозначением понятия «широкополосный»
- (c) Опорная точка – эта опорная точка добавлена, чтобы отличить WF1 от OLT.
- (d) Опорная точка – эта опорная точка добавлена, чтобы отличить WF1 от E-OLT.
- (e) Опорная точка – эта опорная точка добавлена, чтобы отличить WF2 от ONU.
- (f) Опорная точка – эта опорная точка добавлена, чтобы отличить WF2 от E-ONU.

Рисунок 2b/МСЭ-Т G.983.1 – Эталонная конфигурация для широкополосной PON

5.2.1 Интерфейс узла услуги

См. Рекомендацию МСЭ-Т G.902.

5.2.2 Интерфейс в опорных точках S/R и R/S

Интерфейс в опорных точках S/R и R/S определяется как IF_{PON}. Это особый PON-интерфейс, который поддерживает все элементы протокола, необходимые для разрешения передачи между OLT и модулями ONU.

5.3 Функциональные блоки

См. 5.3/G.983.1.

5.4 Функциональный блок ONU

Например, FTTH ONU – активный и развязывает механизм подачи сетевого доступа от внутреннего распределения. Как показано на рис.3, ONU состоит из интерфейса ODN, Пользовательского порта, Передачи, Услуг, Функций мультиплексирования (MUX)/демультиплексирования на стороне клиента и источника питания.

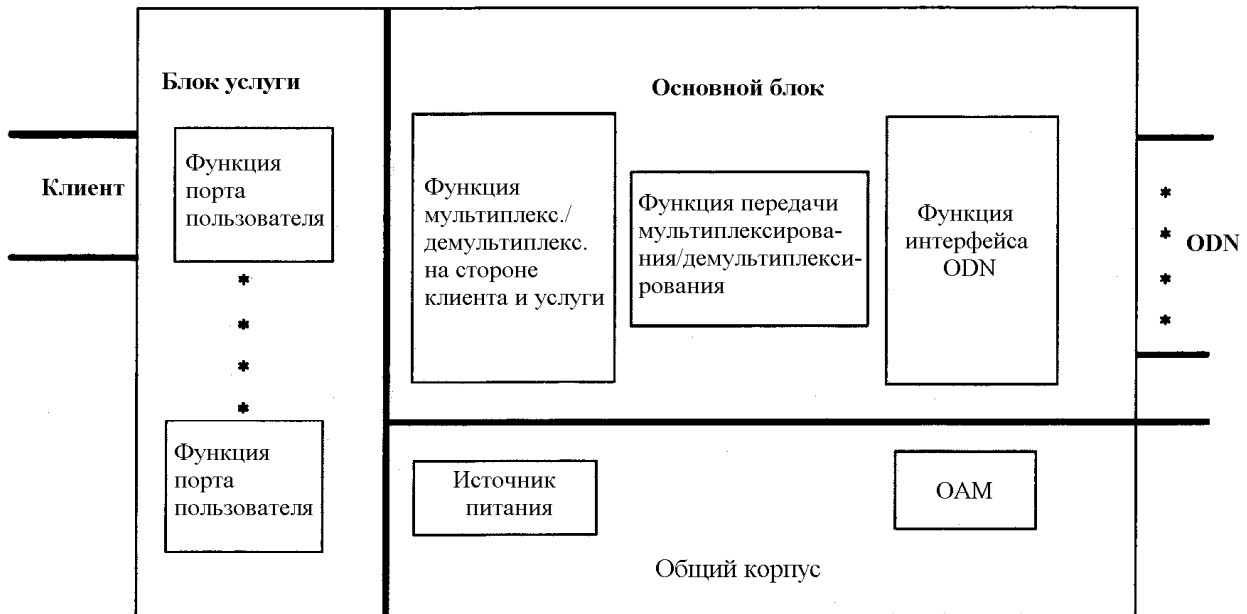


Рисунок 3/МСЭ-Т G.983.1 – Пример функциональных блоков ONU

5.4.1 Интерфейс оптической распределительной сети

Интерфейс ODN управляет процессом оптоэлектронного преобразования. Интерфейс ODN извлекает ячейки ATM из полезной нагрузки PON по линии вниз и вставляет ячейки ATM в полезную нагрузку PON по линии вверх в соответствии с цикловой синхронизацией по линии вниз.

Интерфейс ODN может управлять разделением/соединением выделенных длин волн и/или оптическим делителем/сумматором.

5.4.2 Уплотнение

Мультиплексор (MUX) объединяет интерфейсы услуги в интерфейс ODN. Через MUX могут проходить только неповрежденные ячейки ATM, с тем чтобы многочисленные VP могли эффективно распределять выделенную полосу по линии вверх.

5.4.3 Пользовательский порт

Пользовательский порт по UNI соединяется с терминалом. Пользовательский порт может управлять вставкой ячеек ATM в полезную нагрузку по линии вверх и извлечением ячеек ATM из полезной нагрузки по линии вниз. Кроме того, пользовательский порт может соединять OLT с потребителями для доставки видеослужбы и/или дополнительной услуги.

5.4.4 Питание ONU

Питание ONU может быть независимым.

5.5 Функциональный блок терминала оптической линии

OLT связан с коммутируемыми сетями через стандартные интерфейсы (VB5.x, V5.x, NNI's). С точки зрения распределения он предоставляет оптический доступ в соответствии с предъявляемыми требованиями к битовой скорости передачи данных, бюджету мощности и т.п.

OLT состоит из трех частей: функции порта услуги, интерфейса ODN и MUX для работы с VP (см. рис.4). Это сочетание не означает, что функция уровня Виртуального канала (VC) в OLT упраздняется. Функция уровня VC – это предмет дальнейшего изучения.

1) *Функция порта услуги*

Функция соединяет узлы услуги. Функция порта услуги может управлять вставкой ячеек ATM в полезную нагрузку SDH по линии вверх и извлечением ячеек ATM из полезной нагрузки SDH по линии вниз. Функцию можно дублировать, но тогда необходима защитная коммутация.

2) *MUX*

MUX обеспечивает VP соединение между функцией порта услуги и интерфейсом ODN; для различных услуг в IP_{PON} выделены различные VP. При помощи виртуальных каналов VP происходит обмен разнообразной информацией – основным содержимым, служебными сигналами, потоками сигналов UATC.

3) *Интерфейс ODN*

Интерфейс ODN управляет процессом оптоэлектронного преобразования. Интерфейс ODN управляет вставкой ячеек ATM в полезную нагрузку PON по линии вниз и извлечением ячеек ATM из полезной нагрузки PON по линии вверх. Кроме того, интерфейс ODN может управлять разделением/объединением выделенных длин волн и/или оптическим делителем/сумматором.

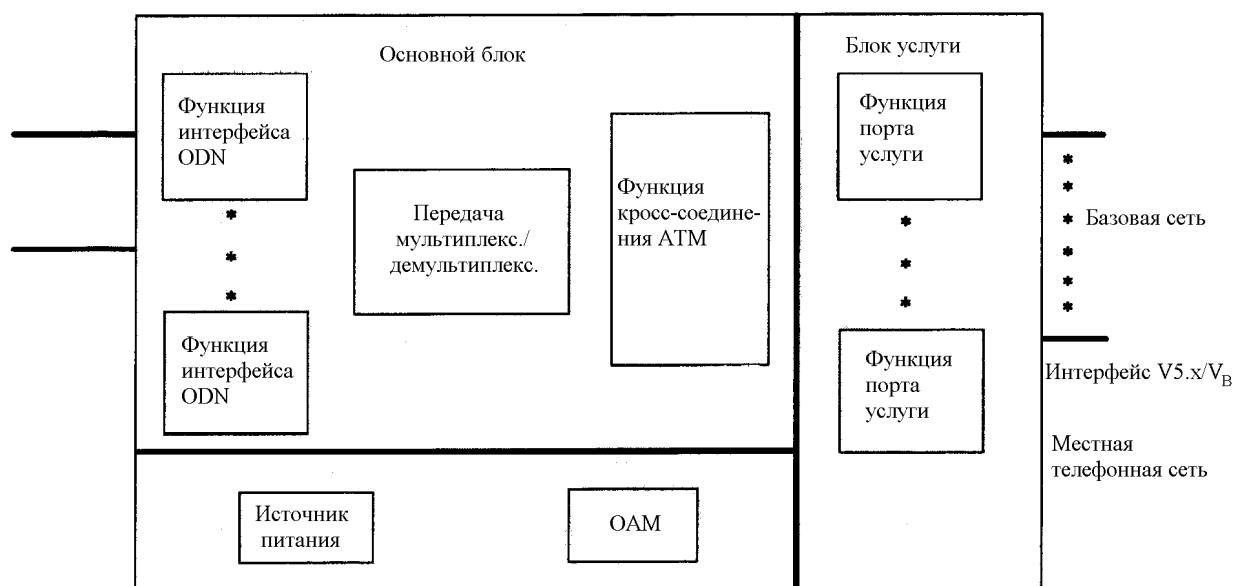


Рисунок 4/G.983.3 – Пример функциональных блоков OLT

5.6 Функциональный блок оптической распределительной сети

См. 5.6/G.983.1.

6 Услуги

Такая система высокоскоростного доступа могла бы предоставлять абонентам, работающим в домашних условиях и на производстве, полный спектр всех известных на данный момент услуг и новых услуг, которые только обсуждаются. Здесь следует уделить должное внимание независимости транспортной услуги.

Эти услуги охватывают широкий спектр требований к сети, таких как битовая скорость передачи данных, симметрия/асимметрия или запаздывание, и спектр услуг от видеораспределения с различной степенью интерактивности до электронной передачи данных, межсоединения LAN, прозрачных виртуальных трактов и т.п.

Некоторые операторы имеют более полное представление о том, какие конкретно услуги они должны предоставлять. Это зависит в основном от конкретных правовых условий рынка услуг каждого оператора и от собственного потенциала рынка. Предоставление данных услуг наиболее эффективным в финансовом отношении способом зависит не только от законодательных норм, но и от других факторов, включая существующую инфраструктуру электросвязи, проникновение в жилые дома, соотношение между частными и бизнес-клиентами.

Несмотря на такое разнообразие рыночных условий, существует ряд общих положений. Их можно свести к следующим пунктам:

- некоторые услуги требуют большей битовой скорости передачи данных по сравнению со скоростью, которую поддерживают сети КТСОП и базовая ЦСИС. Для предоставления таких услуг больше подходят сети на волоконной основе и волоконно-гибридные сети;
- поскольку сфера услуг развивается и появляются все новые и новые услуги, возрастают требования к ширине полосы и техническому обслуживанию. Поэтому сеть доступа должна быть гибкой и легко поддаваться модернизации;
- такие дополнительные услуги, как услуга видеораспределения с на основе ATM-PON, при необходимости можно предоставлять с использованием схемы WDM. Выбор типа модуляции видеосигнала влияет на требования к системе, однако этот вопрос выходит за рамки настоящей Рекомендации.

7 Интерфейс «пользователь-сеть» и интерфейс узла услуги

В эталонной конфигурации приводится примерное расположение UNI и SNI (см. табл.1).

Другие типы услуг, такие как видеовещание, являются предметом дальнейшего исследования.

Таблица 1/G.983.3 – UNI и SNI

| Тип услуги | Стандарт UNI | Стандарт SNI |
|--|---------------------------|---------------|
| Определен в МСЭ-Т G.982 | МСЭ-Т G.902 | МСЭ-Т G.902 |
| - Цифровая широкополосная видеосистема | МСЭ-Т I.432 IEEE 802.3 | МСЭ-Т G.967.1 |
| - Услуги мультимедиа | | МСЭ-Т G.967.2 |
| - Выделенная линия VP | | |
| - ATM SVC | | |

8 Требования к оптической сети

8.1 Структура уровня оптической сети

См. 8.1/G.983.1.

8.2 Требования к распределению по длинам волн, определяемые физическими средствами передачи

Длины волн нисходящего сигнала ATM-PON (одноволоконная система) расположены в диапазоне 1.5 мкм, а длины волн восходящего сигнала ATM-PON – в диапазоне 1.3 мкм в соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.983.1. В настоящей Рекомендации вводится новое распределение по длинам волн, позволяющее добавить новые услуги, используя полосу длин волн, определенную в Рекомендации МСЭ-Т G.983.1. Полоса длин волн нисходящего сигнала ATM-PON будет сжата внутри исходной полосы 1.5 мкм, а новые полосы длин волн будут использоваться для новых услуг.

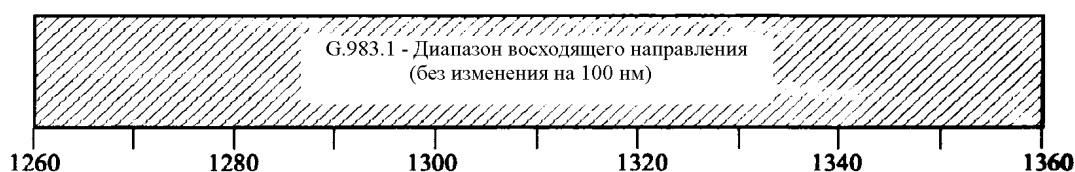
На рис. 5 и в табл. 2 показано новое распределение по длинам волн. Оно сокращает ныне действующее в соответствии с МСЭ-Т G.983.1 распределение нисходящего сигнала ATM-

PON до доступного участка оптического спектра нисходящего сигнала. Эту часть спектра по отношению к ATM-PON будем называть «основной полосой». Тогда появится дополнительная полоса длин волн, которую мы назовем «полосой расширения». Применение полосы расширения включает, как минимум, видеослужбы и услуги с уплотнением по длинам волн (WDM). Защитный частотный интервал отделяет основную полосу от полосы расширения. Интерференция сигналов на этих двух полосах вызывает их взаимное искажение, которое должно оставаться незначительным. Требуемая степень изоляции этих двух полос зависит от уровня оптической мощности, схемы модуляции и т.п. В Приложении III приведен пример фильтров WDM.

Спецификация полосы L в диапазоне 1.5 мкм, предназначенной для будущего использования, и полосы, «зарезервированной для распределения МСЭ-Т» в промежуточном диапазоне, является предметом дальнейших исследований.

ПРИМЕЧАНИЕ – В схеме WDM длины волн в полосе расширения могут использоваться для передачи не только нисходящего, но и восходящего сигнала.

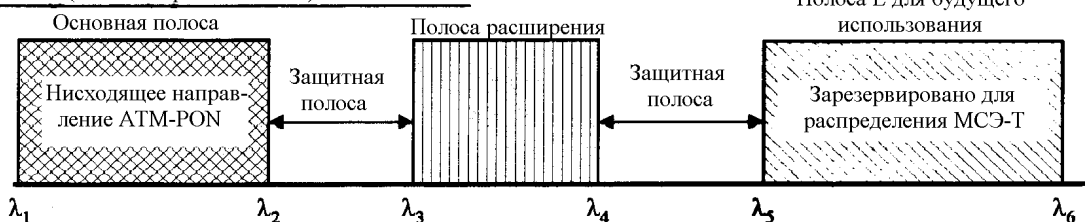
Диапазон 1.3 мкм (Линия вверх)



Промежуточный диапазон (линия вверх и/или вниз)



Диапазон 1.5 мкм (линия вверх и/или вниз)



- Окно восходящего сигнала (без изменения)
- Основная полоса (ограниченная полоса APON)
- Полоса расширения (другие применения)
- Для будущего использования

λ_1 - λ_6 Определены в таблице 2

Рисунок 5/G.983.1 – Распределение по длинам волн

Таблица 2/G.983.3 – Параметры распределения по длинам волн на рис.5

| Пункты | Обозначение | Единицы измерения | Номинальное значение | Примеры применения |
|--|-------------|-------------------|--------------------------|--|
| Полоса длин волн 1.3 мкм | | | | Для использования в восходящем сигнале системы ATM-PON. |
| Нижняя граница | – | нм | 1260 | |
| Верхняя граница | – | нм | 1360 | |
| Промежуточная полоса длин волн | | | | Для использования в будущем – Зарезервировано для распределения МСЭ-Т (включая защитные частотные интервалы). |
| Нижняя граница | – | нм | 1360 | |
| Верхняя граница | λ_1 | нм | 1480 | |
| Основная полоса | | | | Для использования в нисходящем сигнале системы ATM-PON. |
| Нижняя граница | λ_1 | нм | 1480 | |
| Верхняя граница | λ_2 | нм | 1500 | |
| Полоса расширения (опция 1) | | | | Для дополнительной цифровой услуги. |
| Нижняя граница | λ_3 | нм | 1539 | |
| Верхняя граница | λ_4 | нм | 1565 | |
| Полоса расширения (опция 2) | | | | Для услуги видеораспределения. |
| Нижняя граница | λ_3 | нм | 1550 | |
| Верхняя граница | λ_4 | нм | 1560 | |
| Резервная полоса L | | | | Для использования в будущем – Зарезервировано для распределения МСЭ-Т. |
| Нижняя граница | λ_5 | нм | Для дальнейшего изучения | |
| Верхняя граница | λ_6 | нм | | |
| <p>ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Центральные частоты в полосе расширения для применения DWDM базируются на сетке частот, приведенной в Рекомендациях МСЭ-Т G.959.1 и G.692.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Величина коэффициента развязки сигналов основной полосы и полосы расширения определяется по-разному, так как конфигурация системы изменяется в зависимости от норм и правил, стратегии предоставления услуги, географических условий и услуг, предлагаемых в полосе расширения.</p> <p>Под коэффициентом развязки здесь понимается как отношение сигнала утечки из основной полосы к сигналу, который поступает из этой полосы на E-ONU или E-OLT, так и отношение сигнала утечки из полосы расширения к сигналу, который поступает из этой полосы на ONU или OLT, в WF1 или WF2. Каждый тип коэффициента развязки следует определять отдельно.</p> <p>Для сокращения расходов при большом объеме производства предполагается совместное использование фильтров WDM. В Приложении III приводятся примеры коэффициентов развязки для типичных случаев.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Рекомендуемый коэффициент развязки сигналов основной полосы и полосы расширения (опция 1) является предметом дальнейших исследований.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 4 – Рекомендуемый коэффициент развязки сигналов основной полосы и полосы расширения (опция 2) является предметом дальнейших исследований.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 5 – У применяемого фильтра есть свои характеристики потерь, которые позволяют достичь необходимого коэффициента развязки. Однако характеристики потерь за пределами диапазона 1480-1580 нм (например, в зарезервированной для будущего использования полосе L) являются предметом дальнейшего изучения.</p> | | | | |

8.3 Требования к системе ATM-PON, определяемые физическими средствами передачи

8.3.1 Номинальная битовая скорость передачи цифрового сигнала

Скорость передачи данных должна быть кратной 8 кГц. Целевая стандартизированная система может иметь следующие номинальные значения скорости:

- Опция 1: Симметричная 155.52 Мбит/с для FTTCab/C/B/N.
- Опция 2: Асимметричная 155.52 Мбит/с по линии вверх/622.08 Мбит/с по линии вниз для FTTCab/C/B.

Определяемые параметры распределены по категориям в зависимости от направления передачи (нисходящее или восходящее) и номинальной битовой скорости передачи данных, как показано в табл.3.

Таблица 3/G.983.3 – Соответствие категории параметра и таблицы

| Направление передачи | Номинальная битовая скорость передачи данных | Таблица |
|----------------------|--|-----------------------------------|
| Нисходящее | 155.52 Мбит/с | Табл. 4b (нисходящее, 155 Мбит/с) |
| | 622.08 Мбит/с | Табл. 4c (нисходящее, 622 Мбит/с) |
| Восходящее | 155.52 Мбит/с | Табл. 4d (восходящее, 155 Мбит/с) |

Спецификация всех параметров приводится ниже. Параметры должны соответствовать спецификациям, указанным в таблицах: 4a (ODN), 4b (нисходящее, 155 Мбит/с), 4c (нисходящее, 622 Мбит/с) и 4d (восходящее, 155 Мбит/с). В настоящей Рекомендации обычно употребляется общее для всех этих таблиц название – таблица 4 (если не требуется уточнение). Существует 6 типов модулей ONU, которые различаются по битовой скорости передачи данных (155.52 Мбит/с или 622.08 Мбит/с) и по потерям на оптическом тракте (Класс А, Класс В, или Класс С; определение приводится в Рекомендации МСЭ-Т G.982). Некоторые параметры, описанные в табл. 4, приводятся в Приложении I как практические примеры.

В спецификацию табл. 4 не включены максимальная отражательная способность оборудования, измеряемая на длине волны передатчика, и максимальная отражательная способность оборудования, измеряемая на длине волны приемника модуля E-ONU и терминала E-OLT. Отражение от модуля E-ONU и терминала E-OLT может вызвать ухудшение сигнала при передаче по сети ATM-PON. Спецификация отражательной способности модуля E-ONU и терминала E-OLT на длине волны 1.3 мкм восходящего направления и в основной полосе нисходящего направления является предметом дальнейших исследований.

Значения всех параметров установлены для наихудших вариантов, с учетом эффекта старения. Предполагается, что они удовлетворяются в широком диапазоне рабочих условий (например, для разных температур и влажности). Параметры установлены, исходя из предположения, что расчетные значения коэффициента ошибок по битам (КОБ) для оптической секции будут не хуже 1×10^{-10} в экстремальных условиях ослабления и рассеяния на оптической трассе.

Все параметры установлены для I_{PON} и соответствуют оптическим параметрам опорных точек (с) и (е) на рис.2b, описанным в Приложении V.

Диапазон ослабления в сети ODN можно сократить для некоторых приложений, например, связанных с созданием нового поля или работой в ограниченной области. В таких случаях требования к оптическим параметрам могут быть снижены, а сфера применения оптических модулей, соответствующих Рекомендации МСЭ-Т G.983.1, расширится. В Приложении V также описан пример сокращенного диапазона ослабления в сети ODN.

Таблица 4а/G.983.3 – Параметры уровня сети ODN, определяемые физическими средствами передачи

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация |
|--|-------------------|--|
| Тип волокна | – | МСЭ-Т G.652 |
| Диапазон ослабления (МСЭ-Т G.982) | дБ | Класс А: 5-20 Класс В: 10-25 Класс С: 15-30 |
| Дифференциальные потери распространения на оптической трассе | дБ | 15 |
| Максимальный штраф на оптической трассе | дБ | 1 |
| Максимальная дифференциальная логическая область | км | 20 |
| Максимальная протяженность волокна между точками S/R и R/S | км | 20 |
| Минимальный коэффициент поддерживаемого расщепления | – | Ограничен потерями на трассе и границами адресации модуля ONU. Сеть PON с пассивными делителями (расщепление на 16 или 32) |
| Двусторонняя передача | – | Одноволоконное уплотнение WDM (двухволоконная система выходит за рамки настоящей Рекомендации) |
| Длина волны технического обслуживания | нм | Должна быть определена |

Таблица 4б/G.983.3 – Параметры оптического интерфейса на линии вниз со скоростью передачи данных 155 Мбит/с в основной полосе

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация | | |
|--|-------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| Передатчик терминала OLT (оптический интерфейс O_{1d}) | | | | |
| Номинальная битовая скорость передачи данных | Мбит/с | 155.52 | | |
| Рабочая длина волны | нм | 1480-1500 | | |
| Код линии | – | NRZ со скремблированием | | |
| Маска диаграммы глаза передатчика | – | См. рис. 6/G.983.1 | | |
| Максимальная отражательная способность оборудования, измеряемая на длине волны передатчика | дБ | Не используется | | |
| Минимальное ORL сети ODN в точках O _{1d} и O _{1u} (Примеч. 1 и 2) | дБ | Больше 32 | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимум средней выходной мощности | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Максимум средней мощности возбуждения | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Выходная оптическая мощность, которая не поступает в передатчик | дБм | Не используется | | |
| Коэффициент затухания | дБ | Больше 10 | | |
| Допуск на мощность световой волны, падающей на передатчик | дБ | Больше –15 | | |
| При наличии лазера MLM – Максимальная ширина RMS | нм | 1.8 | | |
| При наличии лазера SLM – Максимальная ширина –20 дБ (Примечание 3) | нм | 1 | | |
| При наличии лазера SLM – Минимальный коэффициент подавления соседней моды | дБ | 30 | | |

Таблица 4b/G.983.3 – Параметры оптического интерфейса на линии вниз со скоростью передачи данных 155 Мбит/с в основной полосе (окончание)

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация | | |
|---|-------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Приемник модуля ONU (оптический интерфейс O_{rd}) | | | | |
| Максимальная отражательная способность оборудования, измеряемая на длине волны приемника | дБ | Меньше –20 | | |
| Коэффициент ошибок по битам | – | Меньше 10 ⁻¹⁰ | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимальная чувствительность | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Минимальная перегрузка | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Устойчивость последовательных идентичных разрядов | бит | Больше 72 | | |
| Допуск на джиттер | – | См. рис. 9/G.983.1 | | |
| Допуск на мощность отраженного оптического сигнала | дБ | Меньше 10 | | |
| <p>ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В отдельных случаях, описанных в Приложении I/G.983.1, значение параметра «минимальное ORL сети ODN в точках O_{ru} и O_{rd}, O_{lu} и O_{ld}» должно быть больше 20 дБ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В Приложении IV приводятся значения отражательной способности передатчика модуля ONU для случая, когда значение параметра «минимальное ORL сети ODN в точках O_{ru} и O_{rd}, O_{lu} и O_{ld}» равно 20 дБ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Значения максимальной ширины –20 дБ и минимального коэффициента подавления соседней моды взяты из Рекомендации МСЭ-Т G.957.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 4 – В Приложении I приводятся ориентировочные значения параметров.</p> | | | | |

Таблица 4с/G.983.3 – Параметры оптического интерфейса на линии вниз со скоростью передачи данных 622 Мбит/с в основной полосе

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация | | |
|--|-------------------|-------------------------|-----------|-----------|
| Передатчик терминала OLT (оптический интерфейс O_{ld}) | | | | |
| Номинальная битовая скорость передачи данных | Мбит/с | 622.08 | | |
| Рабочая длина волны | нм | 1480-1500 | | |
| Код линии | – | NRZ со скремблированием | | |
| Маска диаграммы глаза передатчика | – | См. рис. 6/G.983.1 | | |
| Максимальная отражательная способность оборудования, измеряемая на длине волны передатчика | дБ | Не используется | | |
| Минимальное ORL сети ODN в точках O _{ld} и O _{lu} (Примеч. 1 и 2) | дБ | Больше 32 | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимум средней мощности возбуждения | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Максимум средней мощности возбуждения | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Выходная оптическая мощность, которая не поступает в передатчик | дБм | Не используется | | |
| Коэффициент затухания | дБ | Больше 10 | | |
| Допуск на мощность световой волны, падающей на передатчик | дБ | Больше –15 | | |
| При наличии лазера MLM – Максимальная ширина RMS | нм | Не используется | | |

Таблица 4с/G.983.3 – Параметры оптического интерфейса на линии вниз со скоростью передачи данных 622 Мбит/с в основной полосе (окончание)

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация | | |
|---|-------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| При наличии лазера SLM – Максимальная ширина –20 дБ (Примечание 3) | нм | 1 | | |
| При наличии лазера SLM – Минимальный коэффициент подавления соседней моды | дБ | 30 | | |
| Приемник модуля ONU (оптический интерфейс O_{rd}) | | | | |
| Максимальная отражательная способность оборудования, измеряемая на длине волны приемника | дБ | Меньше –20 | | |
| Коэффициент ошибок по битам | – | Меньше 10 ⁻¹⁰ | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимальная чувствительность | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Минимальная перегрузка | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Устойчивость последовательных идентичных разрядов | бит | Меньше 72 | | |
| Допуск на джиттер | – | См. рис. 9/G.983.1 | | |
| Допуск на мощность отраженного оптического сигнала | дБ | Меньше 10 | | |
| <p>ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В отдельных случаях, описанных в Приложении I/G.983.1, значение параметра «минимальное ORL сети ODN в точках O_{ru} и O_{rd}, O_{lu} и O_{ld}» должно быть больше 20 дБ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В Приложении IV приводятся значения отражательной способности передатчика модуля ONU для случая, когда значение параметра «минимальное ORL сети ODN в точках O_{ru} и O_{rd}, O_{lu} и O_{ld}» равно 20 дБ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Значения максимальной ширины –20 дБ и минимального коэффициента подавления соседней моды взяты из Рекомендации МСЭ-Т G.957.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 4 – В Приложении I приводятся ориентировочные значения параметров.</p> | | | | |

Таблица 4д/G.983.3 – Параметры оптического интерфейса на линии вверх со скоростью передачи данных 155 Мбит/с

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация | | |
|--|-------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|
| Передатчик терминала OLT (оптический интерфейс O_{ru}) | | | | |
| Номинальная битовая скорость передачи данных | Мбит/с | 155.52 | | |
| Рабочая длина волны | нм | 1260-1360 | | |
| Код линии | – | NRZ со скремблированием | | |
| Маска диаграммы глаза передатчика | – | См. рис. 7/G.983.1 | | |
| Максимальная отражательная способность оборудования, измеряемая на длине волны передатчика | дБ | Меньше –6 | | |
| Минимальное ORL сети ODN в точках O _{ru} и O _{rd} (Примеч. 1 и 2) | дБ | Больше 32 | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимум средней мощности возбуждения | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Максимум средней мощности возбуждения | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Выходная оптическая мощность, которая не поступает в передатчик | дБм | Меньше, чем мин. чувствительность –10 | | |
| Коэффициент затухания | дБ | Больше 10 | | |

Таблица 4d/G.983.3 – Параметры оптического интерфейса на линии вверх со скоростью передачи данных 155 Мбит/с (окончание)

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация | | |
|---|-----------------------|--------------------------|-----------|-----------|
| Допуск на мощность световой волны, падающей на передатчик | дБ | Больше –15 | | |
| При наличии лазера MLM – Максимальная ширина RMS | нм | 5.8 | | |
| При наличии лазера SLM – Максимальная ширина –20 дБ (Примечание 3) | нм | 1 | | |
| При наличии лазера SLM – Минимальный коэффициент подавления соседней моды | дБ | 30 | | |
| Передача джиттера | – | См. рис. 8/G.983.1 | | |
| Возникновение джиттера в диапазоне от 0.5 кГц до 1.3 МГц | Размах амплитуды в ЕИ | 0.2 | | |
| Приемник терминала OLT (оптический интерфейс O_{lu}) | | | | |
| Максимальная отражательная способность оборудования, измеряемая на длине волны приемника | дБ | Меньше –20 | | |
| Коэффициент ошибок по битам | – | Меньше 10 ⁻¹⁰ | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимальная чувствительность | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Минимальная перегрузка | дБм | Примеч. 4 | Примеч. 4 | Примеч. 4 |
| Устойчивость последовательных идентичных разрядов | бит | Больше 72 | | |
| Допуск на джиттер | – | Не используется | | |
| Допуск на мощность отраженного оптического сигнала | дБ | Меньше 10 | | |
| <p>ПРИМЕЧАНИЕ 1 – В отдельных случаях, описанных в Приложении I/G.983.1, значение параметра «минимальное ORL сети ODN в точках O_{ru} и O_{rd}, O_{lu} и O_{ld}» должно быть больше 20 дБ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2 – В Приложении IV приводятся значения отражательной способности передатчика модуля ONU для случая, когда значение параметра «минимальное ORL сети ODN в точках O_{ru} и O_{rd}, O_{lu} и O_{ld}» равно 20 дБ.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Значения максимальной ширины –20 дБ и минимального коэффициента подавления соседней моды взяты из Рекомендации МСЭ-Т G.957.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 4 – В Приложении I приводятся ориентировочные значения параметров.</p> | | | | |

8.3.2 Физические средства и способ передачи

8.3.2.1 Средства передачи

Данная спецификация основана на спецификации волокна, приведенной в Рекомендации МСЭ-Т G.652.

8.3.2.2 Направление передачи

Сигнал передается и в восходящем, и в нисходящем по отношению к средствам передачи направлениях.

8.3.2.3 Технология передачи

Двусторонняя передача осуществляется при помощи технологии уплотнения с разделением по длинам волн (WDM) в диапазоне 1310 нм и в диапазоне основной полосы (1480-1500 нм) по единственному волокну.

8.3.3 Битовая скорость передачи данных

См. 8.2.3/G.983.1

8.3.4 Код линии

См. 8.2.4/G.983.1.

8.3.5 Рабочие длины волн

8.3.5.1 Нисходящее направление

В одноволоконных системах рабочие длины волн в нисходящем направлении должны находиться в диапазоне 1480-1500 нм.

8.3.5.2 Восходящее направление

Для восходящего направления рабочие длины волн должны находиться в диапазоне 1260-1360 нм.

8.3.6 Передатчик в точках O_{ld} и O_{ru}

Все параметры специфицированы, как указано ниже, и должны соответствовать табл. 4.

По каждому пункту см. следующие параграфы Рекомендации МСЭ-Т G.983.1:

8.2.6.1 для типа источника

8.2.6.2 для спектральных характеристик

8.2.6.3 для средней мощности возбуждения

8.2.6.3.1 для оптической мощности возбуждения, которая не поступает в передатчик

8.2.6.4 для минимального коэффициента ослабления

8.2.6.6 для маски диаграммы глаза передатчика

8.2.6.6.1 для передатчика терминала OLT; и

8.2.6.6.2 для передатчика модуля ONU.

8.3.6.1 Максимальная отражательная способность оборудования, измеряемая на длине волны передатчика

Отражение от оборудования (ONU/OLT), возвращающееся в кабель, определяется максимальной допустимой отражательной способностью оборудования, измеряемой в точках O_{ld}/O_{ru} . Оно должно соответствовать табл.4.

8.3.6.2 Допуск на мощность отраженного оптического сигнала

Специфицированные рабочие характеристики передатчика должны удовлетворяться при наличии в точке S уровня оптического отражения, специфицированного в табл.4.

8.3.7 Оптическая трасса между точками O_{ld}/O_{ru} и O_{rd}/O_{lu}

По каждому пункту см. следующие параграфы Рекомендации МСЭ-Т G.983.1:

8.2.7.2 для минимальных обратных потерь в точке R/S кабелепровода, включая любой соединитель; и

8.2.7.3 для максимальной дискретной отражательной способности между точками S и R.

8.3.7.1 Диапазон ослабления

В соответствии с Рекомендацией МСЭ-Т G.982 были специфицированы три класса диапазонов ослабления:

– 5-20 дБ: Класс А;

- 10-25 дБ: Класс В;
- 15-30 дБ: Класс С.

Ослабление специфицируется исходя из наихудшего случая – включая потери, связанные со стыками, соединителями, оптическими аттенюаторами (при их наличии) или другими пассивными оптическими элементами, а также дополнительные запасы для покрытия допусков на:

- 1) будущую модификацию конфигурации кабеля (дополнительные стыки, увеличение длины кабеля и т.п.);
- 2) изменение рабочих характеристик волоконного кабеля, обусловленные факторами окружающей среды; и
- 3) ухудшение работы любого соединителя, оптических аттенюаторов (при их наличии) или других пассивных оптических средств между точками S и R.

8.3.7.2 Дисперсия

Для систем, характеристики которых ограничены наличием дисперсии, должны быть специфицированы максимальные значения дисперсии (в пс/нм), указанные в табл. 4. Эти значения соответствуют специфицированным максимальным штрафам при оптической передаче. В них учтены тип передатчика и коэффициент дисперсии волокна в диапазоне рабочих длин волн.

Для систем, характеристики которых ограничены наличием ослабления, максимальные значения дисперсии не специфицируются, что отмечается в соответствующей графе табл. 4 как «не применяется».

8.3.8 Приемник в точках O_{rd} и O_{lu}

Все параметры специфицированы, как указано ниже, и должны соответствовать табл. 4.

По каждому пункту см. следующие параграфы Рекомендации МСЭ-Т G.983.1:

- 8.2.8.1 для минимальной чувствительности;
- 8.2.8.2 для минимальной перегрузки;
- 8.2.8.3 для максимального штрафа на оптической трассе;
- 8.2.8.5 для дифференциальных потерь на оптической трассе;
- 8.2.8.6 для возможности извлечения тактовых импульсов;
- 8.2.8.7 для характеристик джиттера;
- 8.2.8.7.1 для передачи джиттера;
- 8.2.8.7.2 для допуска на джиттер;
- 8.2.8.7.3 для возникновения джиттера;
- 8.2.8.8 для устойчивости последовательных идентичных разрядов (CID);
- 8.2.8.9 для допуска на мощность отраженного сигнала; и
- 8.2.8.10 для качества передачи и характеристик ошибок.

8.3.8.1 Максимальная отражательная способность оборудования приемника, измеряемая на длине волны приемника

Отражение от оборудования (ONU/OLT), возвращающееся в кабелепровод, определяется максимальной допустимой отражательной способностью оборудования, измеряемой в точках O_{rd} и O_{lu} . Оно должно соответствовать табл. 4.

8.4 Требования к полосе расширения, определяемые физическими средствами передачи

Рассмотрение оптических параметров, кода линии, схемы модуляции и тому подобных факторов, относящихся к полосе расширения, выходит за рамки настоящей Рекомендации.

Однако отражение от модуля ONU и терминала OLT может вызвать искажение сигнала в полосе расширения. Поэтому следует специфицировать в диапазоне длин волн полосы расширения максимальную отражательную способность оборудования, измеряемую на длинах волн передатчика, и максимальную отражательную способность оборудования, измеряемую на длинах волн приемника для модуля ONU и терминала OLT. Спецификация отражательной способности модуля ONU и терминала OLT являются предметом дальнейших исследований.

9 Функции эксплуатации, управления и технического обслуживания (ЭУТО)

См. параграф 9/G.983.1.

10 Рабочие характеристики

См. параграф 10/G.983.1.

11 Условия окружающей среды

Для терминала OLT и внутреннего модуля ONU рекомендуются условия согласно стандарту МЭК 60721-3-3. Для наружного модуля ONU рекомендуются условия согласно стандарту МЭК 60721-3-4 с расширенным спектром окружающих условий (4.1E), специфицированных в стандарте ETS 300 019-1-4.

Для электромагнитной совместимости рекомендуются условия согласно стандарту МЭК 60801-2 и 60801-3.

В табл. 5 приведены допустимые значения температуры и относительной влажности для терминала OLT и модуля ONU. Другие условия окружающей среды, такие как наличие в окружающей среде загрязнителей и химических веществ, являются предметом дальнейших исследований.

Таблица 5/G.983.1 – Примеры условий окружающей среды

| Примеры | Температура (С) | | Относительная влажность (%) | | Ссылки |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | Нормальная | Краткосрочная | Нормальная | Краткосрочная | |
| Терминал OLT | от 5 до 40 | от 0 до 50 (Примеч. 1) | от 5 до 85 | от 5 до 90 (Примеч. 1) | МЭК 60721-3-3 класс 3k3 |
| Внутренний модуль ONU | от -5 до 45 | – | от 5 до 95 | – | МЭК 60721-3-3 класс 3k5 |
| Наружный модуль ONU (Примеч. 2) | от -45 до 5 (Примеч. 3) | – | от 8 до 100 | – | ETS 300 019-1-4 класс 4.1E |

ПРИМЕЧАНИЕ 1 – Опция 1: краткосрочным считается период не более 72 часов подряд и не более 15 дней в сумме за год.
Опция 2: краткосрочным считается период не более 12 часов подряд и не более четырех дней в сумме за год.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 – Условия окружающей среды для модуля ONU – это условия относительно оболочки модуля ONU в предположении, что модуль ONU (включая корпус/стойку) предоставляется единственным поставщиком и расположен в определенном месте внутри помещения или снаружи. Условия окружающей среды для модулей ONU, расположенных в других местах (например, внутри операторской стойки или в нестандартном помещении типа чердака или гаража) являются предметом дальнейших исследований.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 – Во многих случаях операторы сети готовы ослабить требования к нижней температурной границе до -40 градусов.

12 Безопасность

Показатели безопасности определены в Рекомендации МСЭ-Т G.983.1.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Примеры параметров оптического интерфейса для сети ODN

I.1 Введение

Ниже приводятся ориентировочные оптические параметры для сети ODN (см. табл. 4), которые можно рассматривать как практические примеры. Если эти параметры будут утверждены и войдут в табл. 4, данное Приложение будет удалено.

I.2 Примеры

В нижеследующей таблице приведены числовые значения, которые являются ориентировочными значениями параметров, описанных в табл. 4.

Таблица I.1/G.983.3 – Параметры оптического интерфейса на линии вниз со скоростью передачи данных 155 Мбит/с в основной полосе

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация | | |
|---|-------------------|--------------|---------|---------|
| Передатчик терминала OLT (оптический интерфейс O_{ld}) | | | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимум средней мощности возбуждения | дБм | -7.5 | -2.5 | -0.5 |
| Максимум средней мощности возбуждения | дБм | -3 | +2 | +4 |
| Приемник модуля ONU (оптический интерфейс O_{rd}) | | | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимальная чувствительность | дБм | -28.5 | -28.5 | -31.5 |
| Минимальная перегрузка | дБм | -8 | -8 | -11 |

Таблица I.2/G.983.3 – Параметры оптического интерфейса на линии вниз со скоростью передачи данных 622 Мбит/с в основной полосе

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация | | |
|---|-------------------|--------------|---------|---------|
| Передатчик терминала OLT (оптический интерфейс O_{ld}) | | | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимум средней мощности возбуждения | дБм | -5.5 | -0.5 | -0.5 |
| Максимум средней мощности возбуждения | дБм | -1 | +4 | +4 |
| Приемник модуля ONU (оптический интерфейс O_{rd}) | | | | |
| Класс сети ODN | | Класс А | Класс В | Класс С |
| Минимальная чувствительность | дБм | -26.5 | -26.5 | -31.5 |
| Минимальная перегрузка | дБм | -6 | -6 | -11 |

Таблица I.3/G.983.3 – Параметры оптического интерфейса на линии вверх со скоростью передачи данных 155 Мбит/с в основной полосе

| Пункты | | | Единицы измерения | Спецификация | | |
|---|---------|----------|-------------------|--------------|---------|-------------------|
| Передатчик модуля ONU (оптический интерфейс O_{ru}) | | | | | | |
| Класс сети ODN | | | | Класс А | Класс В | Класс С (Примеч.) |
| Минимум | средней | мощности | дБм | -7.5 | -5.5 | -3.5 |
| Максимум | средней | мощности | дБм | 0 | +2 | +4 |
| Приемник терминала OLT (оптический интерфейс O_{tu}) | | | | | | |
| Класс сети ODN | | | | Класс А | Класс В | Класс С (Примеч.) |
| Минимальная чувствительность | | | дБм | -28.5 | -31.5 | -34.5 |
| Минимальная перегрузка | | | дБм | -5 | -8 | -11 |
| ПРИМЕЧАНИЕ – Предлагаемые значения параметров для Класса С восходящего направления являются приближенными, поэтому в дальнейшем они будут изменяться. | | | | | | |

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Сценарии развертывания

II.1 Введение

Предполагается, что операторы электросвязи будут внедрять различные системные конфигурации, или сценарии. На эти системные конфигурации (сценарии) оказывают влияние условия, в которых находятся операторы электросвязи: правовые отношения, стратегия предоставления услуги, географические условия. Данные конфигурации включают и чистые оверлеи на основе уплотнения WDM, и системы на основе уплотнения ЧРК с целью разделения сигналов основной полосы и полосы расширения.

Ниже приводятся примеры таких конфигураций.

II.2 Примеры конфигураций

II.2.1 Случай 1: Прием только в основной полосе

Если пользователи не требуют дополнительных услуг, например, видеослужбы и прочих услуг, предоставляемых в полосе расширения при распределении по длинам волн согласно рис. 5, то конфигурация этих двух систем будет такой, как показано на рис. II.1 и II.2. В первом случае (рис. II.1) может понадобиться блокирующий фильтр WDM, чтобы сигнал в полосе расширения не попал на модуль ONU. Во втором случае (рис. II.2) технология на основе уплотнения ЧРК требует применения модулей ONU новейшей модификации, которые снабжены электрическими разделительными фильтрами.

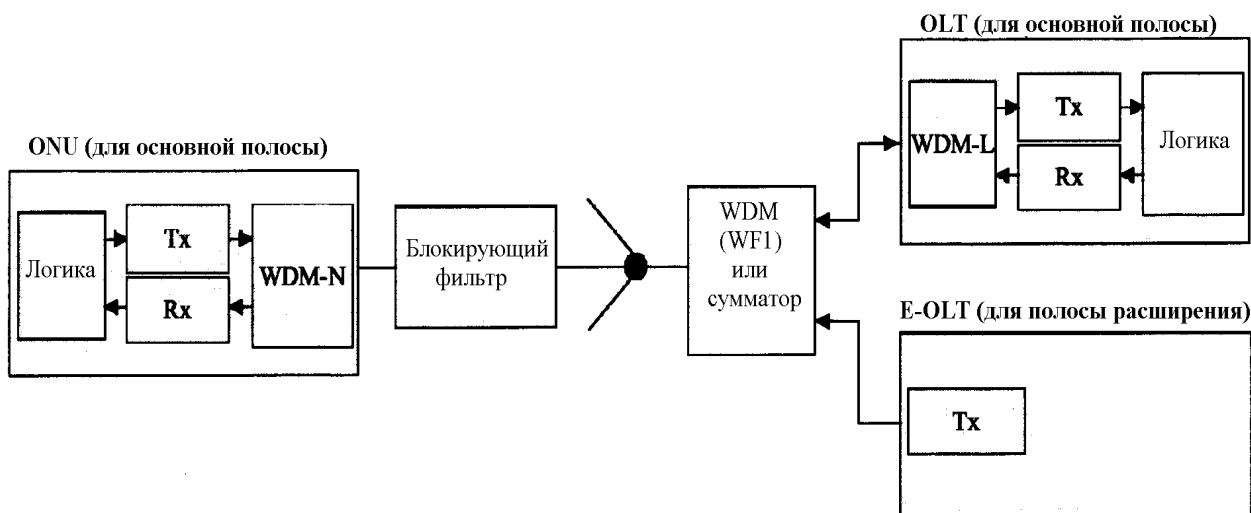


Рисунок П.1/G.983.3 – Прием только в основной полосе при помощи блокирующего фильтра

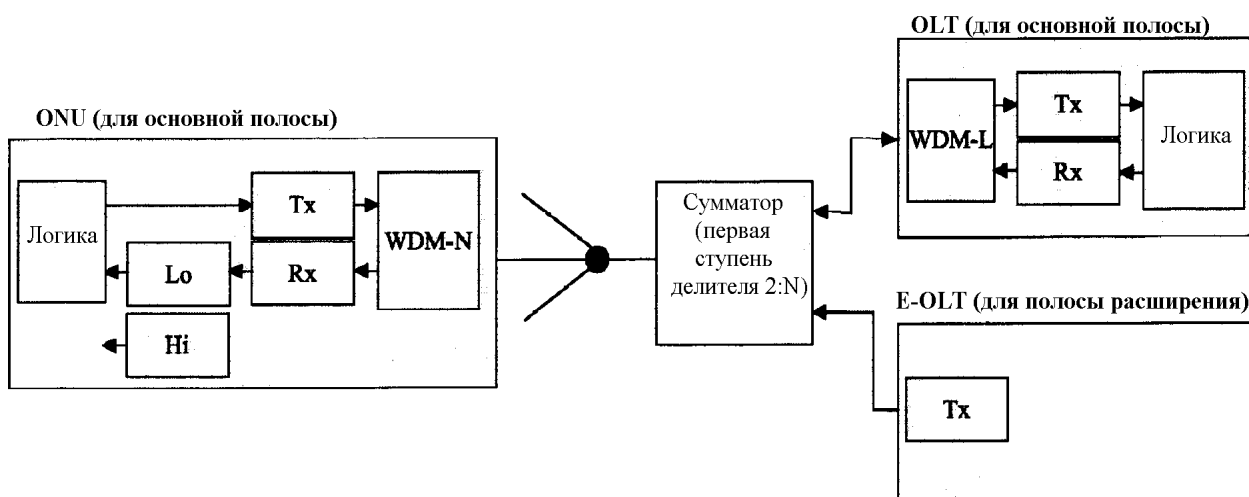


Рисунок П.2/G.983.3 – Прием только в основной полосе при помощи технологии на основе ЧРК

П.2.2 Случай 2: Прием сигналов основной полосы и полосы расширения при помощи отдельных модулей ONU

Если операторы предоставляют как услуги сети ATM-PON, так и дополнительные услуги (например, видеослужбу и т.п.) с помощью отдельных модулей оборудования, то конфигурация системы на основе WDM будет такой, как показано на рис. П3.

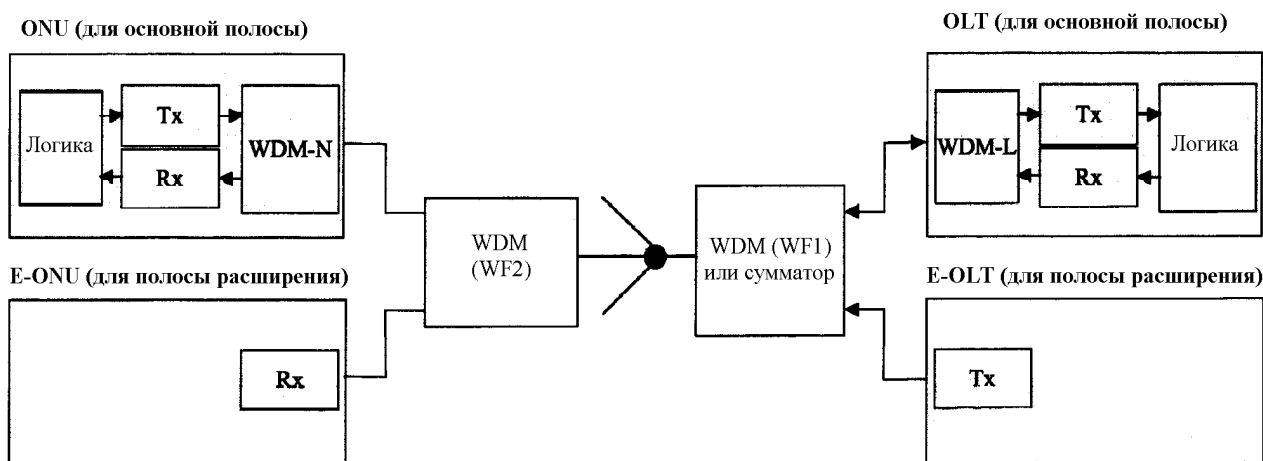


Рисунок П.3/G.983.3 – Прием сигналов основной полосы и полосы расширения при помощи отдельных модулей ONU

П.2.3 Случай 3: Прием сигналов основной полосы и полосы расширения при помощи интегрированных модулей ONU

Если операторы предоставляют как услуги сети ATM-PON, так и дополнительные услуги (например, видеослужбу и т.п.) с помощью одного и того же оборудования, то конфигурация этих двух систем будет такой, как показано на рис. П.4 и П.5. На рис. П.4 показана технология на основе WDM. Модули ONU данного типа снабжены фильтрами WDM. На рис. П.5 показана технология на основе ЧПК. Модули ONU данного типа снабжены электрическими разделительными фильтрами.

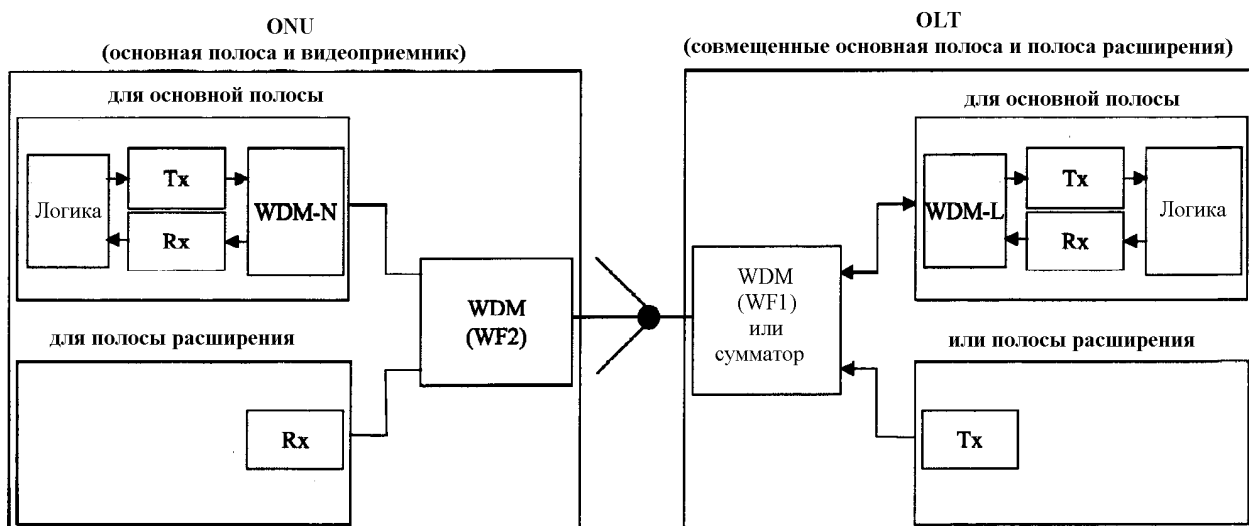


Рисунок П.4/G.983.3 – Прием сигналов основной полосы и полосы расширения при помощи интегрированных модулей ONU (технология на основе WDM)

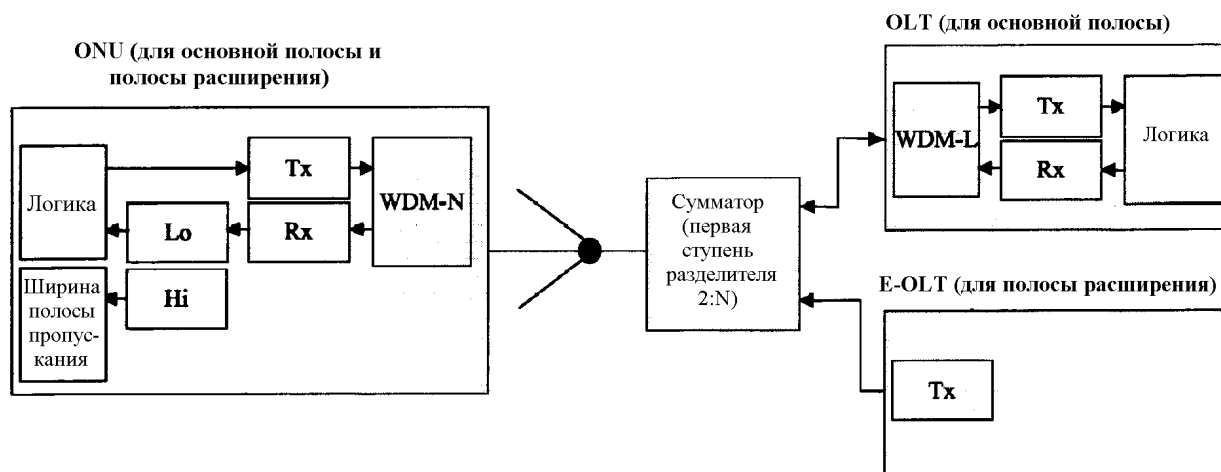


Рисунок П.5/G.983.3 – Прием сигналов основной полосы и полосы расширения при помощи интегрированных модулей ONU (технология на основе ЧРК)

П.2.4 Случай 4: Схема использования технологии WDM для максимального снижения потерь на трассе восходящего направления

Эта схема предназначена для максимального снижения уровня потерь на трассе восходящего направления (в диапазоне 1300 нм) при добавлении полосы расширения. В этом случае WDM-L и WDN разделяют полосы 1300 нм и 1500 нм, а функции WF1 и WF2 расщепляют полосу 1500 нм. Это позволяет использовать существующие передатчики и приемники на линии вверх без изменения величины сквозных потерь на трассе. Необходимо специфицировать рабочие характеристики функций WF1 и WF2 только в полосе 1500 нм, так как сигналы полосы 1300 нм подавляются. Это избавляет от перекрестных помех в окрестности оконечной точки, когда полоса расширения доставляет услугу в нисходящем направлении. Основной полосе не грозят отражения, представляющие серьезную проблему для приемников полосы расширения. Неудобство данной технологии заключается в том, что она не позволяет использовать электрооптические модули основной полосы, которые основаны на WDM (G.983.1).

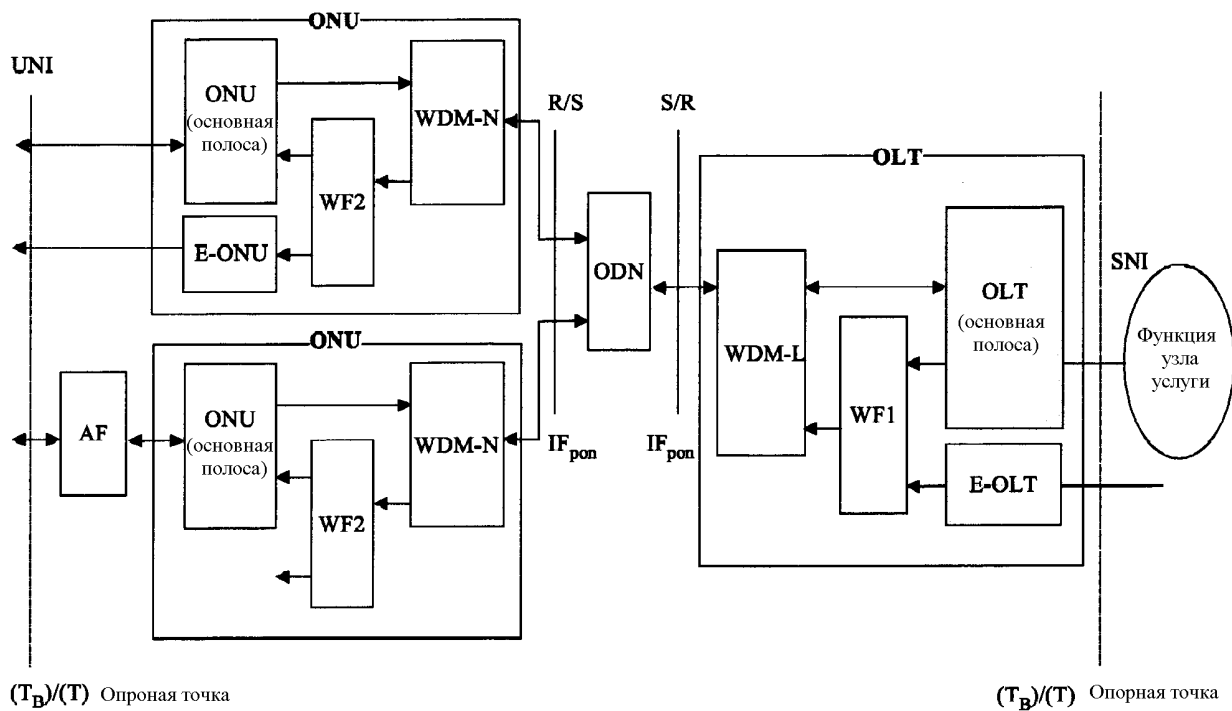


Рисунок П.6/G.983.3 – Схема использования WDM для максимального снижения потерь на трассе восходящего направления

П.2.5 Случай 5: Сети ODN с уменьшенным диапазоном ослабления в полосе расширения

Некоторые операторы сталкиваются с трудностями при развертывании существующей сети ODN Класса С. По спецификации ее потери на трассе составляют 30 дБ в обоих окнах – и 1300 нм, и 1500 нм. Существующим приемопередатчикам основной полосы не хватает запаса мощности при добавлении внешних компонентов уплотнения WDM.

В случае 4 эта проблема решается за счет того, что возможен доступ к передатчикам и приемникам восходящего и нисходящего направлений как к отдельным модулям.

На нисходящей трассе возникают дополнительные потери на модулях WDM в полосе 1500 нм, которые могут достигать 1.5 дБ на каждой оконечной точке. Это значит, что передатчикам и приемникам в окне 1500 нм требуется еще 3 дБ сверх запаса мощности. Один способ компенсировать эти 3 дБ заключается в том, чтобы применить модифицированную сеть класса С, учитывающую дифференциальные потери волокна в окнах 1300 нм и 1500 нм. Максимальная потеря в окне 1300 нм – 30 дБ, а в окне 1500 нм – 27 дБ. Многие существующие сети ODN Класса С и все сети Класса С с уменьшенным диапазоном ослабления могли бы удовлетворять требуемым условиям, поскольку их потери составляют менее 27 дБ в полосе 1480-1580 нм и менее 30 дБ в полосе 1260-1360 нм.

П.2.6 Пример недостаточного запаса на потери на трассе между модулем E-ONU терминалом E-OLT

В случае недостаточного запаса на потери на трассе между модулем E-ONU и терминалом E-OLT можно уменьшить расстояние между модулем E-ONU и терминалом E-OLT. Такой пример показан на рис. П.7. В данном случае выход из терминала E-OLT подводится ко второй ступени делителя.

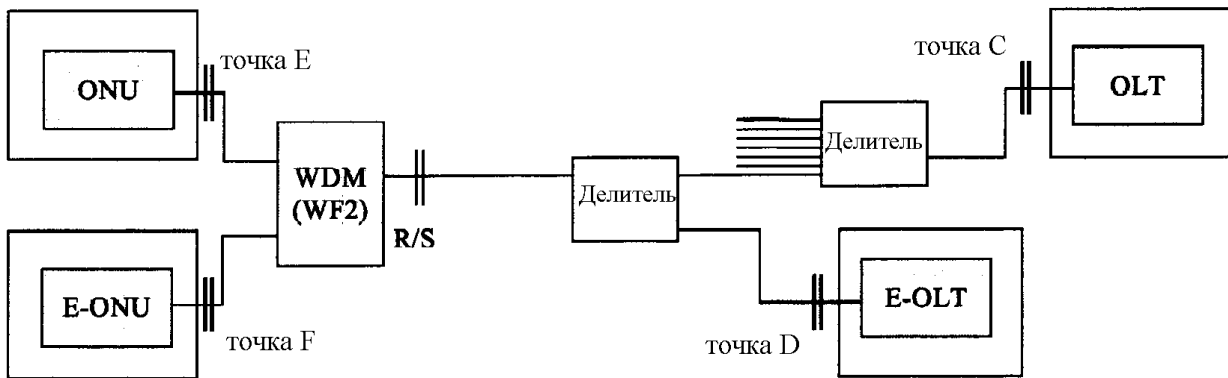


Рисунок П.7/G.983.3 – Пример схемы в случае недостаточного запаса на потери между модулем E-ONU и терминалом E-OLT

ПРИЛОЖЕНИЕ III

Развязка между основной полосой и полосой расширения

III.1 Введение

Полоса расширения может использоваться для самых разных типов услуг, таких как услуги видеораспределения и высокоскоростной передачи цифровых данных.

Для каждой услуги (которую характеризует формат модуляции или битовая скорость передачи данных, количество несущих или количество длин волн) требуются свои показатели чувствительности приемника в полосе расширения и допустимых перекрестных помех от сигнала основной полосы.

В свою очередь эти параметра вместе с суммарной оптической мощностью в полосе расширения определяют необходимую степень развязки приемника полосы расширения от сигнала основной полосы и развязки приемника основной полосы от сигнала полосы расширения.

В целом термин «развязка» определяется как разница потерь, замеренных в одном и том же порту по двум различным длинам волн. Величину развязки, необходимой для таких фильтров уплотнения WDM, как фильтры WF1 и WF2, следует оценивать с учетом отражения от оборудования и/или сети ODN. Влияние отражения описано в Приложении IV.

В настоящем Приложении приведены некоторые начальные результаты расчета оптических характеристик услуг полосы расширения. Они применяются для вычисления примерной величины развязки основной полосы от полосы расширения. Такие параметры могут быть полезны поставщикам услуг при выборе направления развития услуг. Однако точные расчеты величины развязки и определение требуемой развязки сигналов полосы расширения от основной полосы зависят от многих факторов, рассмотрение которых выходит за рамки настоящей Рекомендации. Чтобы составить полную спецификацию оптической развязки при проектировании системы, необходимо учесть все эти факторы. Схема развязки показана на рис. III.1.

Тип услуги и ее характеристики определяют параметры развязки фильтров WF1 и WF1. Поскольку оптическая мощность сигнала основной полосы варьируется в зависимости от класса системы (А, В или С) PON, величина развязки также будет различной для разных классов сети ODN.

Существует много различных сочетаний услуги и класса, поэтому следует выделить несколько классов развязки.

В нижеприведенных таблицах иллюстрируется несколько сценариев услуги. Необходимо рассмотреть эти сценарии для каждого класса сети PON.

В настоящем приложении применяются следующие обозначения:

- L_{ODN-BB} Потери на оптической трассе основной полосы в сети ODN
- L_{ODN-EB} Потери на оптической трассе полосы расширения в сети ODN
- P_{BB} Оптическая мощность сигнала основной полосы на входе в модуль ONU
- P_{EB} Оптическая мощность сигнала полосы расширения на входе в модуль E-ONU
- F.F.S Для будущих исследований

Для данных примеров приняты следующие предположения:

- $L_{ODN-BB}=L_{ODN-EB}$
- Допустимые перекрестные помехи в приемнике основной полосы [в опорных точках (с) и (е)] не менее чем на 10 дБ слабее самого слабого сигнала основной полосы.

ПРИМЕЧАНИЕ – В некоторых случаях значение этого параметра может быть увеличено с 10 дБ до, например, 13 дБ, так как суммарный оптический шум в приемнике состоит из многочисленных отражений и просачивающейся оптической мощности. Допустимый суммарный шум может быть на 10 дБ слабее уровня самого слабого сигнала, но мощность допустимого шума для каждого компонента шума является предметом будущих исследований. Поэтому в дальнейших выкладках предполагается, что каждый компонент шума не менее чем на 10 дБ слабее сигнала.

- Предполагаемые потери, вносимые фильтрами WF1 и WF2: 0 дБ – 1.5 дБ.

III.2 Пример требуемой развязки приемника основной полосы от сигнала полосы расширения

III.2.1 Видеоуслуги

Требуемая развязка зависит от минимальной мощности, необходимой приемнику для того, чтобы произвести полезный сигнал, плюс сумма допусков в системе (потери на передатчике, волокне и оптических элементах). Для видеосистем с уплотнением поднесущей отношение несущей к шуму (ОНШ) вычисляется по формуле (III-1).

$$ОНШ = \frac{1}{2B} \cdot \frac{m^2}{RIN + \frac{2e}{i} + \frac{4kT}{i^2 R}} \quad (III-1)$$

Здесь B – ширина полосы канала, m – индекс модуляции в расчете на канал, RIN – относительная интенсивность шума передатчика, e – заряд электрона, i – принятый фототок, kT – коэффициент Больцмана и R – сопротивление приемника. Предположительные значения всех этих параметров приводятся в таблице:

| | |
|--------------------------------------|--------|
| (дБ/Гц) | -150.0 |
| Температура приемника (К) | 300.0 |
| Сопротивление приемника (Ω) | 75.0 |
| «Отзывчивость» приемника (А/Вт) | 0.85 |
| Индекс ОМІ системы RMS | 25% |

Требуемое отношение ОСШ зависит от формата рассматриваемого сигнала. Предположительные значения приводятся в следующей таблице:

| Формат канала | (дБ) |
|---|-----------------|
| ЧФМН | 16 |
| 16-КАМ | 22 |
| 64-КАМ | 28 |
| 256-КАМ | 34 |
| АМ-ЧПБП | 44 (Примечание) |
| ПРИМЕЧАНИЕ – Значение, приведенное для формата АМ-ЧПБП представляет собой отношение ОНШ | |

Можно использовать индекс оптической модуляции (*ОМ*) системы RMS и количество каналов *N* для подсчета *m* по формуле (III-2). Для преобразования фототока в оптическую мощность используется так называемая «отзывчивость».

$$m = OMI \sqrt{\frac{2}{N}} \quad (\text{III-2})$$

Формулу (III-1) можно записать и по-другому, в виде формулы (III-3). Она представляет собой квадратное уравнение относительно фототока; решение которого можно преобразовать в потребляемую оптическую мощность P_{EV} , указанную в табл. III.1, в точке между модулем E-ONU и фильтром WF2.

$$\left(RIN - \frac{m^2}{2B \cdot CNR} \right) i^2 + 2ei + \frac{4kT}{R} = 0 \quad (\text{III-3})$$

Таблица III.1/G.983.3 – P_{EV} , минимальная мощность сигнала полосы расширения на входе в модуль E-ONU

| Система передачи | Формат несущей | Количество несущих | Ширина полосы несущей (МГц) | Потребляемая мощность (дБм) |
|-------------------|----------------|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| SCM | АМ-ЧПБП | 40 | 4.5 | -7.7 |
| | | | 6.5 | -6.7 |
| | ЧФМН | 60 | 18 | -18.3 |
| | | | 64-КАМ | 110 |
| | 256-КАМ | 110 | 7.0 | -13.0 |
| | | | 5.2 | -10.5 |
| 7.0 | -9.8 | | | |
| ЧМ преобразование | АМ-ЧПБП | 40 | 4.5 | -14.1 |
| | | | 6.5 | -11.5 |
| | 64-КАМ | 110 | 5.2 | -16.7 |
| | | | 7.0 | -14.3 |
| | 256-КАМ | 110 | 5.2 | -13.3 |
| | | | 7.0 | -10.1 |

Величина развязки для фильтра WF2 (отношение сигнала утечки из полосы расширения, в модуль ONU в общем порту фильтра WF2) вычисляется по формуле:

$$\text{Развязка WF2} = P_{\text{EВreq}} + R_{\text{x}\Delta} + T_{\text{x}\Delta} - P_{\text{ВВmin}} + 13 \text{ дБ},$$

где $R_{\text{x}\Delta}$ и $T_{\text{x}\Delta}$ – динамические допуски на диапазон приемника и передатчика. Их предположительные значения: $R_{\text{x}\Delta} = 2$ дБ, $T_{\text{x}\Delta} = 1$ дБ.

Например, если в приемнике модуля E-ONU минимальная потребляемая мощность расширения $P_{\text{EВreq}} = -10$ дБм, а $P_{\text{ВВmin}} = -30$ дБм, то требуемая развязка = 36 дБ.

Результирующая развязка для фильтра WF2 указана в табл. III.2. Здесь предполагается $P_{\text{ВВmin}} = -30$ дБм, что выполняется для оборудования класса В. Отметим, что в вышеприведенных расчетах предполагается, что сигналы полосы расширения и сигналы основной полосы испытывают одни и те же потери, вносимые фильтром WF2.

Таблица III.2/G.983.3 – Требования к развязке приемника основной полосы от полосы расширения

| Система передачи | Формат несущей | Количество несущих | Ширина полосы несущей (МГц) | Требуемая развязка (дБм) |
|------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------------|
| SCM | AM-ЧПБП | 40 | 4.5 | 38.3 |
| | | | 6.5 | 39.3 |
| | ЧФМН | 60 | 18 | 27.7 |
| | | | 64-КАМ | 110 |
| | 256-КАМ | 110 | 7.0 | 33.0 |
| | | | 5.2 | 35.5 |
| 7.0 | 36.2 | | | |
| | ЧМ преобразование | AM-ЧПБП | 40 | 4.5 |
| 6.5 | | | | 34.5 |
| 64-КАМ | | 110 | 5.2 | 29.3 |
| | | | 7.0 | 31.7 |
| 256-КАМ | | 110 | 5.2 | 32.7 |
| | | | 7.0 | 35.9 |

Необходимость развязки для фильтра WF1 вызвана отражениями в сети PON, которые могут достигать -32 дБ или -20 дБ. Вероятно, видеопередатчик будет работать вблизи границы SBS волокна, подразумевающей максимум средней мощности порядка $+17$ дБ. При потерях на отражение -20 дБ отражение может достигать -3 дБм. Если сигнал должен быть на 13 дБ сильнее помехи, то комбинированная развязка фильтра WF1 и дуплексера должна составлять 40 дБ. Если отражательная способность сети PON равна -32 дБ, то развязка фильтра WF1 и дуплексера должна составлять 28 дБ.

Вышеприведенные значения развязки предполагают, что видеосигнал и сигнал основной полосы перекрываются на электрической частоте. Однако это не всегда так, и в некоторых особых случаях, например, при использовании ЧФМН, видеосигнал полностью выходит за пределы полосы. В таких случаях видеосигнал искажает сигнал основной полосы вследствие повышенного выброса и достаточно интенсивного шума. При этом требуемая развязка может существенно снизиться, в некоторых случаях – до точки, где оптическая развязка вообще не требуется.

III.2.2 Услуги на основе технологии DWDM

При предоставлении услуг на основе технологии DWDM по сети PON также возникают определенные требования к развязке фильтров WF1 и WF2. Отправной точкой вновь становится чувствительность приемников, которые будут использоваться для повышения качества DWDM. В табл. III.3 приведены типичные значения параметров оптических приемников и фильтров, необходимых для разуплотнения индивидуальных каналов.

Таблица III.3/G.983.3 – Типичные значения параметров оптических приемников и фильтров

| Таблица а – Скорость передачи данных | SDH-1 | SDH-4 | GbE | SDH-16 |
|--|-------|-------|-----|--------|
| Максимальная перегрузка (фотодиод p-i-n) (дБм) | -8 | -7 | -6 | -4 |
| Минимальная чувствительность (фотодиод p-i-n) (дБм) | -36 | -31 | -25 | -20 |
| Максимальная перегрузка (лавинный фотодиод) (дБм) | NA | -10 | -9 | -9 |
| Минимальная чувствительность (лавинный фотодиод) (дБм) | NA | -38 | -33 | -29 |

| Таблица б – Количество каналов | 1 | 8 | 16 | 32 |
|--|-----|-----|-----|-----|
| Макс. потери на фильтре 200 ГГц (дБ) | 2 | 3.5 | 5 | NA |
| Макс. потери на фильтре 100 ГГц (дБ) | 2.5 | 4.5 | 6.5 | 8.5 |
| Макс. потери на фильтре основной полосы/полосы расширения (дБ) | 1 | NA | NA | NA |

Образовав при помощи этих числовых значений гипотетический бюджет потерь, можно определить максимум средней мощности (на канал) на обоих концах сети PON. Как показано в табл. III.4, результат зависит от скорости и количества каналов. Заметим, что средняя мощность возбуждения на восходящем направлении больше мощности возбуждения на нисходящем направлении, поскольку восходящие каналы должны проходить через многоканальный демультиплексор WDM, вносящий значительные потери, тогда как нисходящие каналы проходят только через единственный фильтр WDM.

Таблица III.4/G.983.3 – Максимальная мощность сигнала полосы расширения на промежуточной частоте $I_{F_{PON}}$

а – сразу же после фильтра WF1 на линии вниз

| Каналы | p-i-n (дБм) | | Лавинный фотодиод (дБм) | |
|--------|-------------|-------|-------------------------|--------|
| | SDH-1 | SDH-4 | GbE | SDH-16 |
| 4 | -4.5 | 0.5 | -1.5 | 2.5 |
| 8 | -4.5 | 0.5 | -1.5 | 2.5 |
| 16 | -4.0 | 1.0 | -1.0 | 3.0 |

б – сразу же после фильтра WF2 на линии вверх

| Каналы | p-i-n (дБм) | | Лавинный фотодиод (дБм) | |
|--------|-------------|-------|-------------------------|--------|
| | SDH-1 | SDH-4 | GbE | SDH-16 |
| 4 | -2.0 | 3.0 | 1.0 | 4.8 |
| 8 | -1.5 | 3.5 | 1.5 | 5.0 |
| 16 | 2.0 | 7.0 | 5.0 | 6.8 |

Величина развязки вычисляется при первом подсчете максимальной мощности полосы расширения, поступающей на фильтр WF1 или WF2. У этой мощности два источника – мощность прямой трассы (в случае фильтра WF1 – линия вверх) и мощность трассы отражения (в случае фильтра WF1 – линия вниз). Эти две мощности складываются с учетом количества используемых каналов, в результате чего получают мощность помехи. Далее мощность помехи для наихудшего случая сравнивают с мощностью сигнала основной полосы также для наихудшего случая. К разности мощностей добавляют 13 дБ и получается требуемая развязка. В табл. III.5 приведены значения развязки для фильтров WF1 и WF2 сети PON класса В. Заметим, что установленная для фильтра WF1 развязка включает также любую развязку, обеспечиваемую дуплексером внутри терминала OLT, следовательно, реальная требуемая для фильтра WF1 развязка фактически будет меньше расчетной.

Таблица III.5/G.983.3 – Требования к развязке приемника основной полосы от полосы расширения

а – для фильтра WF1

| Каналы | p-i-n (дБм) | | Лавинный фотодиод (дБм) | |
|--------|-------------|-------|-------------------------|--------|
| | SDH-1 | SDH-4 | GbE | SDH-16 |
| 4 | 37.3 | 42.3 | 40.3 | 44.0 |
| 8 | 40.7 | 45.7 | 43.7 | 47.3 |
| 16 | 47.1 | 52.1 | 50.1 | 52.0 |

б – для фильтра WF2

| Каналы | p-i-n (дБм) | | Лавинный фотодиод (дБм) | |
|--------|-------------|-------|-------------------------|--------|
| | SDH-1 | SDH-4 | GbE | SDH-16 |
| 4 | 20.8 | 25.8 | 23.8 | 27.8 |
| 8 | 24.0 | 29.0 | 27.0 | 30.8 |
| 16 | 28.6 | 33.6 | 31.6 | 34.6 |

III.3 Примеры классов развязки

В табл. III.6 показаны возможные классы развязки для фильтра WF2 модуля ONU. Очевидно, что развязки в 30 дБ достаточно для большинства усовершенствованных схем на основе технологии DWDM и некоторых видеомодернизаций. Следовательно, это первый класс развязки. В исключительных случаях для усовершенствования DWDM и для многих видеомодернизаций требуется 40 дБ развязки. Это второй класс развязки.

Таблица III.6/G.983.3 – Классы развязки

| | | Гарантированная развязка | |
|----------------|----------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | полосы EB от полосы ВВ (дБ) | полосы ВВ от полосы EB (дБ) |
| Класс развязки | Случай 1 | F.F.S | 30 |
| | Случай 2 | F.F.S | 40 |
| | Случай 3 | F.F.S | F.F.S |

Ш.4 Примеры развертывания

В настоящем параграфе показаны примеры таких характеристик фильтров WDM, как потери мощности и развязка при развертывании системы.

Ш.4.1 Рассматриваемые модели

На рис.Ш.2 показан пример модели.

Чтобы рассчитать величину развязки, надо рассмотреть отношение ОСШ для трех приемников – терминала OLT-Rx, модуля ONU-Rx и E-Rx. Для этого следует рассмотреть все возможные значения оптической мощности помех и мощности полезного сигнала.

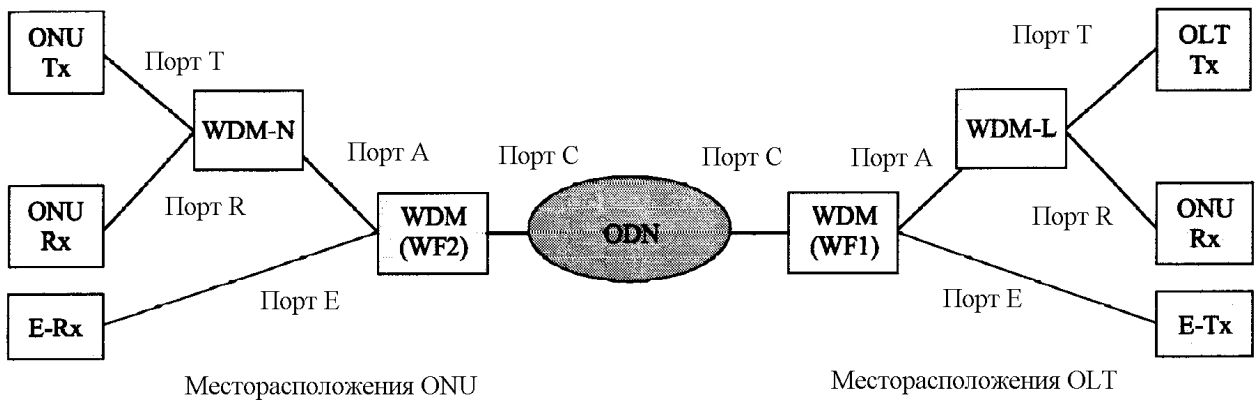
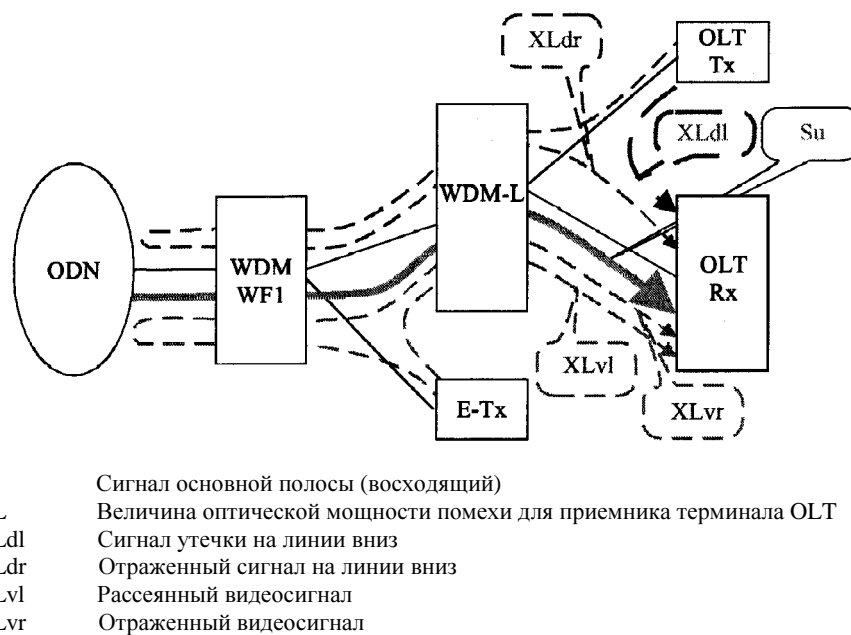


Рисунок Ш.2/G.983.3 – Модель для расчета

Ш.4.1.1 ОСШ приемника терминала OLT-Rx

На рис. Ш.3 показаны шумовые сигналы, принятые приемником терминала OLT-Rx



- | | |
|------|---|
| Su | Сигнал основной полосы (восходящий) |
| XL | Величина оптической мощности помехи для приемника терминала OLT |
| XLdl | Сигнал утечки на линии вниз |
| XLdr | Отраженный сигнал на линии вниз |
| XLvl | Рассеянный видеосигнал |
| XLvr | Отраженный видеосигнал |

Рисунок Ш.3/G.983.3 – Шумовые сигналы приемника терминала OLT-Rx

Величина оптической мощности помехи вычисляется по формуле (III-4).

$$XL[\text{дБм}] = 10 \times \log(XL[\text{мВт}]) \quad (\text{III-4})$$

где:

$$XL[\text{мВт}] = XLdl[\text{мВт}] + XLdr[\text{мВт}] + XLvl[\text{мВт}] + XLvr[\text{мВт}]$$

Если отраженная мощность не менее чем на 10 дБ ниже мощности сигнала, то выполняется соотношение (III-5).

$$Su[\text{дБм}] - XL[\text{дБм}] \geq 10[\text{дБ}] \quad (\text{III-5})$$

III.4.1.2 ОСШ приемника модуля ONU-Rx

На рис. III.4 показаны шумовые сигналы, принятые приемником модуля ONU-Rx.

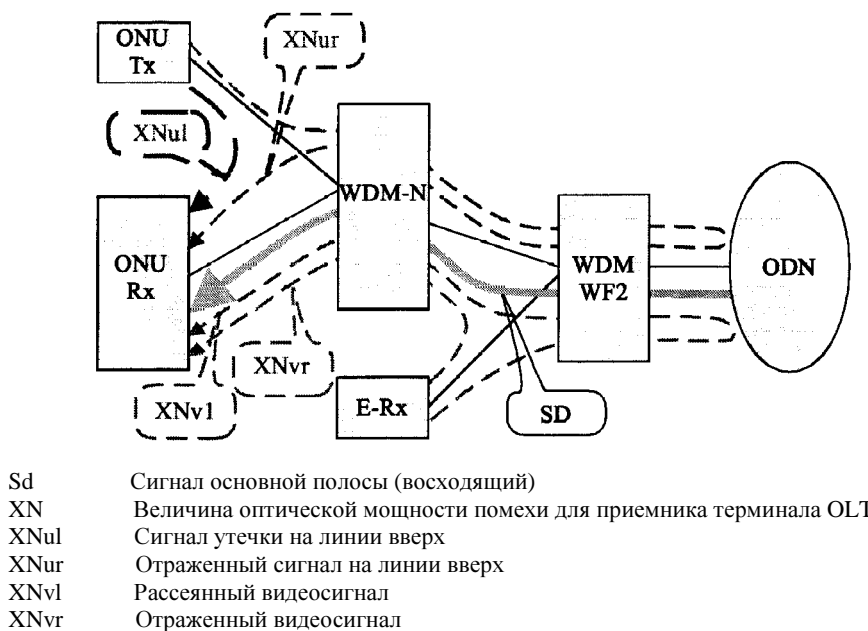


Рисунок III.4/G.983.3 – Шумовые сигналы приемника модуля ONU-Rx

Величина оптической мощности помехи вычисляется по формуле (III-6).

$$XN[\text{дБм}] = 10 \times \log(XN[\text{мВт}]) \quad (\text{III-6})$$

где:

$$XN[\text{мВт}] = XNul[\text{мВт}] + XNur[\text{мВт}] + XNvl[\text{мВт}] + XNvr[\text{мВт}]$$

Если отраженная мощность не менее чем на 10 дБ ниже мощности сигнала, то выполняется соотношение (III-7).

$$Sd[\text{дБм}] - XN[\text{дБм}] \geq 10[\text{дБ}] \quad (\text{III-7})$$

III.4.1.3 ОСШ приемника E-Rx

На рис. III.5 показаны шумовые сигналы, принятые приемником E-Rx.

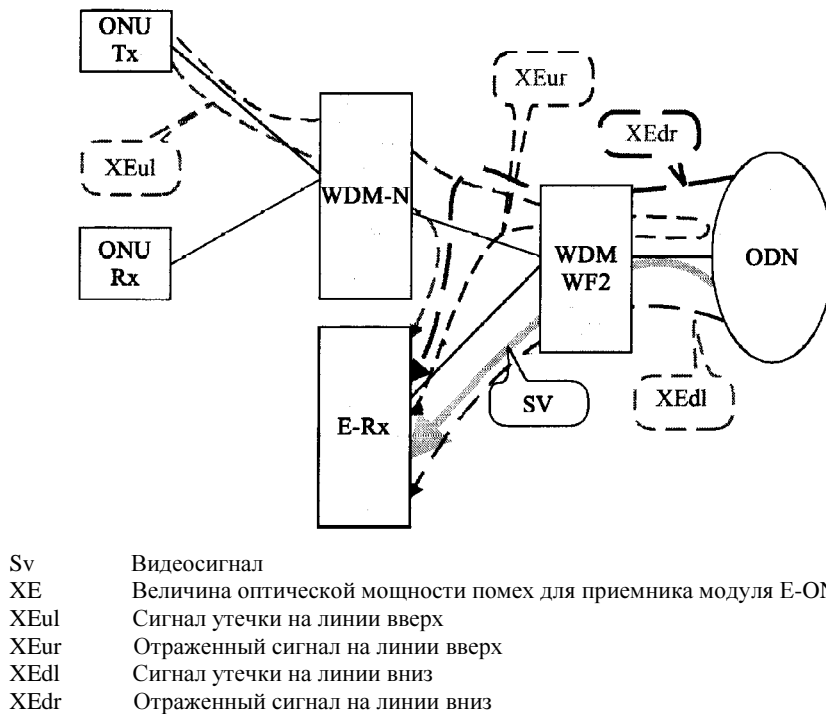


Рисунок III.5/G.983.3 – Шумовые сигналы приемника E-Rx

Величина оптической мощности помех (XE) вычисляется по формуле (III-8).

$$XE[\text{дБм}] = 10 \times \log(XE[\text{мВт}]) \quad (\text{III-8})$$

где:

$$XE[\text{мВт}] = XEul[\text{мВт}] + XEur[\text{мВт}] + XEdl[\text{мВт}] + XEdr[\text{мВт}]$$

Тогда выполняется соотношение (III-9).

$$Sv[\text{дБм}] - XE[\text{дБм}] \geq (*)[\text{дБ}] \quad (\text{III-9})$$

(*) Зависит от спецификации видеосигнала. См. III.4.2.3.

III.4.2 В случае 64-QAM

– Предположительные параметры сигнала основной полосы

- 155 Мбит/с Класс В

Р_{вых.}(ATM-OLT) = от -2.5 до +2 [дБм] @ODN-I/F

Р_{вх.}(ATM-OLT) = от -8 до -31.5 [дБм] @ODN-I/F

Р_{вых.}(ATM-OLT) = от -5.5 до +2 [дБм] @ODN-I/F

Р_{вх.}(ATM-OLT) = от -8 до -28.5 [дБм] @ODN-I/F

- Все потери, вносимые уплотнением WDM при прохождении через порт, для всех длин волн колеблются от 0 до 1.5 дБ
- ORL в сети ODN равно 32 дБ, ORL оборудования на длине волны приемника равно 20 дБ

- Предположительные параметры сигнала 64-КАМ
 - 64-КАМ и 40 несущих видеосигнала (требуемое значение СОШ = 27.4 дБ)
Рвых.(видео) = от +7 до +10 [дБм] @ODN-I/F
Рвх.(видео) = от 0 до –18 [дБм] @ODN-I/F
 - Диапазон частот: 54 МГц ~ 750 МГц
 - Разнос несущих: 6 МГц
 - Требуемое значение СОШ: 28 дБ

III.4.2.1 Расчет параметров приемника терминала OLT-Rx

$$S_u \text{ [дБм]} = -31.5 \text{ [дБм]} - 1.5 \text{ [дБ]} - 1.5 \text{ [дБ]}$$

$$XL_{dl} \text{ [дБм]} = +2 \text{ [дБм]} - LLTR_d \text{ [дБ]}$$

$$XL_{dr} \text{ [дБм]} = +2 \text{ [дБм]} - 32 \text{ [дБ]} - 0 \text{ [дБ]} - LLAR_d \text{ [дБ]}$$

$$XL_{vl} \text{ [дБм]} = +10 \text{ [дБм]} - LWF1E_{av} \text{ [дБ]} - LLAR_v \text{ [дБ]}$$

$$XL_{vr} \text{ [дБм]} = +10 \text{ [дБм]} - 32 \text{ [дБ]} - LWF1C_{av} \text{ [дБ]} - LLAR_v \text{ [дБ]}$$

Ниже приводится пример расчета характеристик WDM по формулам III-4 и III-5:

$$LLTR_d = 50 \text{ [дБ]} \text{ (Потери на линии вниз в WDM-L от порта T до порта R)}$$

$$LLAR_d = 20 \text{ [дБ]} \text{ (Потери на линии вниз в WDM-L от порта A до порта R)}$$

$$LWF1E_{av} = 50 \text{ [дБ]} \text{ (Потери видеосигнала в WDM-L от порта E до порта A)}$$

$$LLAR_v = 20 \text{ [дБ]} \text{ (Потери видеосигнала в WDM-L от порта E до порта R)}$$

$$LWF1C_{av} = 20 \text{ [дБ]} \text{ (Потери видеосигнала в WDM-L от Порта C до Порта A)}$$

III.4.2.2 Расчеты параметров приемника модуля ONU-Rx

$$S_d \text{ [дБм]} = -28.5 \text{ [дБм]} - 1.5 \text{ [дБ]} - 1.5 \text{ [дБ]}$$

$$XN_{ul} \text{ [дБм]} = +2 \text{ [дБм]} - LNTR_u \text{ [дБ]}$$

$$XN_{ur} \text{ [дБм]} = +2 \text{ [дБм]} - 32 \text{ [дБ]} - 0 \text{ [дБ]} - LNAR_u \text{ [дБ]}$$

$$XN_{vl} \text{ [дБм]} = (-18 \text{ [дБм]} + 3 \text{ [дБ]} - LWF1C_{av} \text{ [дБ]} - 0 \text{ [дБ]})$$

$$XN_{vr} \text{ [дБм]} = (-18 \text{ [дБм]} + 3 \text{ [дБ]} - 0 \text{ [дБ]} - 20 \text{ [дБ]} - LWF2E_{av} \text{ [дБ]} - 0 \text{ [дБ]})$$

$$3 \text{ [дБ]} = +10 \text{ [дБм]} - (+7 \text{ [дБм]})$$

Ниже приводится пример расчета характеристик WDM по формулам III-6 и III-7:

$$LNTR_u = 50 \text{ [дБ]} \text{ (Потери на линии вверх в WDM-N от порта T до порта R)}$$

$$LNAR_u = 20 \text{ [дБ]} \text{ (Потери на линии вверх в WDM-N от порта A до порта R)}$$

$$LWF2C_{av} = 29 \text{ [дБ]} \text{ (Потери видеосигнала в WDM-WF2 от порта C до порта A)}$$

$$LWF2E_{av} = 20 \text{ [дБ]} \text{ (Потери видеосигнала в WDM-WF2 от порта E до порта A)}$$

III.4.2.3 Расчеты параметров приемника E-Rx

Отношение S/X для видеоприемника должно составлять 27.4 дБ для передачи 40 несущих с принимаемой мощностью –18 дБ. Таким образом, выполняется соотношение (III-9 бис)

$$S_v \text{ [дБм]} - X_E \text{ [дБм]} \geq 27.4 \text{ [дБ]} \quad \text{(III-9 бис)}$$

$$S_v \text{ [дБм]} = -18 \text{ [дБм]} - 1.5 \text{ [дБ]}$$

$$XE_{ul} [\text{дБм}] = +2 [\text{дБм}] - LWF2AE_{u} [\text{дБ}]$$

$$XE_{ur} [\text{дБм}] = +2 [\text{дБм}] - 32 [\text{дБ}] - LWF2CE_{u} [\text{дБ}]$$

$$XE_{dl} [\text{дБм}] = (-27.5 [\text{дБм}] + 4.5 [\text{дБ}]) - LWF2CE_{d} [\text{дБ}]$$

$$XE_{dr} [\text{дБм}] = (-27.5 [\text{дБм}] + 4.5 [\text{дБ}]) - 0 [\text{дБ}] - 20 [\text{дБ}] - LWF2AE_{d} [\text{дБ}]$$

$$4.5 [\text{дБ}] = +2 [\text{дБм}] - (-2.5 [\text{дБм}])$$

Следующие примерные характеристики уплотнения WDM рассчитываются по формулам (III-8) и (III-9 бис):

$$LWF2AE_{u} = 50 [\text{дБ}] \text{ (Потери восходящего направления в уплотнении WDM-WF2 от Порта А до Порта Е)}$$

$$LWF2CE_{u} = 31.5 [\text{дБ}] \text{ (Потери восходящего направления в уплотнении WDM-WF2 от Порта С до Порта Е)}$$

$$LWF2CE_{d} = 31.5 [\text{дБ}] \text{ (Потери нисходящего направления в уплотнении WDM-WF2 от Порта С до Порта Е)}$$

$$LWF2AE_{d} = 20 [\text{дБ}] \text{ (Потери восходящего направления в уплотнении WDM-WF2 от Порта А до Порта Е)}$$

III.4.3 Характеристики фильтра

В табл. III.7 и III.8 показаны требуемые характеристики фильтра, полученные по оценкам, приведенным в параграфах III.4.2.1, III.4.2.2 и III.4.2.3.

Таблица III.7/G.983.3 – Требуемые характеристики фильтров (со стороны OLT)

| WF1 | | | | | WDM-L | | | | |
|---------|------|-------------|------|-------|-------|------|-------------|------|-------|
| | Порт | Длина волны | Мин. | Макс. | | Порт | Длина волны | Мин. | Макс. |
| LWF1ACd | A→C | Нисход. | 0 | 1.5 | LLTAd | T→A | Нисход. | 0 | 1.5 |
| LWF1CAu | C→A | Восход. | 0 | 1.5 | LLARu | A→R | Восход. | – | 1.5 |
| LWF1CEv | C→E | Видео | 0 | 1.5 | LLATv | A→T | Видео | – | – |
| LWF1CEd | C→E | Нисход. | – | – | LLARd | A→R | Нисход. | 20 | – |
| LWF1CEu | C→E | Восход. | – | – | LLATu | A→T | Восход. | – | – |
| LWF1CAv | C→A | Видео | 20 | – | LLARv | A→R | Видео | 20 | – |
| LWF1AEd | A→E | Нисход. | – | – | LLTRd | T→R | Нисход. | 50 | – |
| LWF1AEu | A→E | Восход. | – | – | LLRTu | R→T | Восход. | – | – |
| LWF1EAv | E→A | Видео | 50 | – | LLTRv | T→R | Видео | – | – |

Таблица III.8/G.983.3 – Требуемые характеристики фильтров (со стороны ONU)

| WF1 | | | | | WDM-N | | | | |
|---------|------|-------------|------|-------|-------|------|-------------|------|-------|
| | Порт | Длина волны | Мин. | Макс. | | Порт | Длина волны | Мин. | Макс. |
| LWF1ACu | A→C | Восход. | 0 | 1.5 | LLTAu | T→A | Восход. | 0 | 1.5 |
| LWF1ACd | C→A | Нисход. | 0 | 1.5 | LLARd | A→R | Нисход. | – | 1.5 |
| LWF1CEv | C→E | Видео | 0 | 1.5 | LLATv | A→T | Видео | 0 | – |
| LWF1CEu | C→E | Восход. | 31.5 | – | LLARu | A→R | Восход. | 20 | – |

Таблица III.8/G.983.3 – Требуемые характеристики фильтров (со стороны ONU) (окончание)

| WF1 | | | | | WDM-N | | | | |
|---------|------|-------------|------|------|-------|------|-------------|-----|------|
| | Порт | Длина волны | Мин | Макс | | Порт | Длина волны | Мин | Макс |
| LWF1CEd | C→E | Нисход. | 31.5 | – | LLATd | A→T | Нисход. | – | – |
| LWF1CAv | C→A | Видео | 29 | – | LLARv | A→R | Видео | – | – |
| LWF1AEd | A→E | Восход. | 50 | – | LLTRu | T→R | Восход. | 50 | – |
| LWF1AEu | A→E | Нисход. | 20 | – | LLRTd | R→T | Нисход. | – | – |
| LWF1EAv | E→A | Видео | 20 | – | LLTRv | T→R | Видео | – | – |

Под развязкой понимается разница потерь на двух длинах волн, измеренных в одном и том же порту. Следовательно, «Развязку» можно рассчитать при помощи таблиц III.7 и III.8.

Развязка WDM – WF1: Развязывает восходящий сигнал основной полосы и сигнал полосы расширения.

$$LWF1CAv(\min) [\text{дБ}] - LWF1CAu(\max) [\text{дБ}] = 20 [\text{дБ}] - 1.5 [\text{дБ}] = \mathbf{18.5 [\text{дБ}]}$$

Развязка WDM – WF2: Развязывает сигнал полосы расширения и восходящий сигнал основной полосы.

$$LWF2CEu(\min) [\text{дБ}] - LWF2CEv(\max) [\text{дБ}] = 31.5 [\text{дБ}] - 1.5 [\text{дБ}] = \mathbf{30 [\text{дБ}]}$$

Развязка WDM – WF2: Развязывает сигнал полосы расширения и нисходящий сигнал основной полосы.

$$LWF2CEd(\min) [\text{дБ}] - LWF2CEv(\max) [\text{дБ}] = 31.5 [\text{дБ}] - 1.5 [\text{дБ}] = \mathbf{30 [\text{дБ}]}$$

Развязка WDM – WF2: Развязывает нисходящий сигнал основной полосы и сигнал полосы расширения.

$$LWF2CAv(\min) [\text{дБ}] - LWF2CAu(\max) [\text{дБ}] = 29 [\text{дБ}] - 1.5 [\text{дБ}] = \mathbf{27.5 [\text{дБ}]}$$

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

Влияние обратных потерь на оптической линии сети ODN

IV.1 Введение

Каждая модель предусматривает определенные обратные потери на оптической линии (ORL) сети ODN, а сеть BPON чувствительна к потерям ORL сети ODN. В настоящем Приложении описывается взаимосвязь между некоторыми отражательной способностью, развязкой модуля уплотнения WDM модуля ONU и терминала OLT и отражательной способностью оборудования модуля ONU для передатчика и приемника и двух случаев – с потерями ORL сети ODN, равными 32 дБ, и с потерями ORL сети ODN, равными 20 дБ.

Этот вопрос уже был подробно освещен в Приложении II/G.983.1. Точно такой же способ описания используется и для сети BPON ODN, включая влияние полосы расширения, модуля E-ONU и терминала E-OLT.

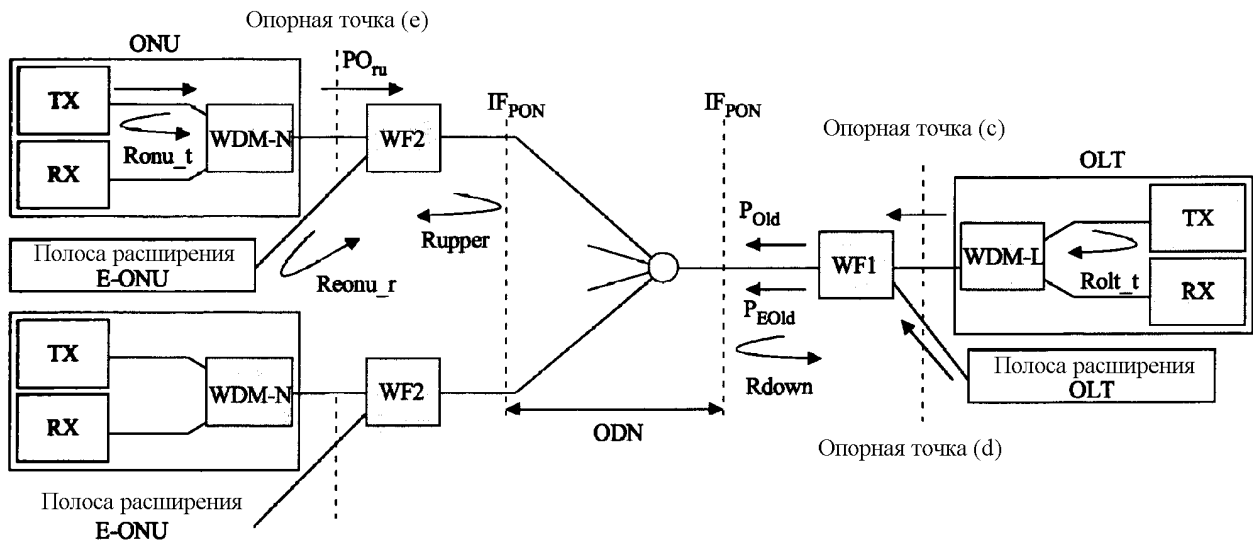
При расчете оптических параметров предполагается, что отражательная способность оборудования модулей ONU и E-ONU приемника равна –20 дБ и отражательная способность оборудования терминалов OLT и E-OLT приемника –20 дБ. В настоящем Приложении приводятся уравнения и результаты расчетов отражательной способности, ограничивающие данные параметры.

ПРИМЕЧАНИЕ – Допустимый суммарный шум в приемнике, состоящий из многократных отражений и просачивающейся оптической мощности, может быть на 10 дБ ниже уровня самого слабого сигнала. Поскольку мощность допустимого шума для каждой его составляющей требует дальнейшего изучения, то в примерах, приводимых в параграфах IV.2 и IV.3, делается предположение, что каждая составляющая шума не менее чем на 10 дБ слабее данного сигнала. В некоторых случаях это значение

может быть больше 10 дБ, скажем 13 дБ, в зависимости от допустимой мощности каждой составляющей шума, например, отраженной или просачивающейся мощности.

IV.2 Влияние обратных потерь на оптической линии сети ODN в основной полосе

IV.2.1 Рассматриваемая модель отражательной способности



минимальное ослабление:
 5 дБ для Класса А
 10 дБ для Класса В
 15 дБ для Класса С

Рисунок IV.1/G.983.3 – Рассматриваемая модель отражательной способности

В настоящем Приложении используются следующие обозначения:

- P_{Oru_n} Выходная оптическая мощность n-го передатчика модуля ONU в точке O_{ru}
- P_{Old} Выходная оптическая мощность передатчика терминала OLT в точке O_{ld}
- P_{EOld} Выходная оптическая мощность передатчика терминала E-OLT в точке O_{ld}
- R_{onu_t} Отражательная способность оборудования передатчика модуля ONU
- R_{olt_t} Отражательная способность оборудования передатчика терминала OLT
- R_{eonu_r} Отражательная способность оборудования приемника модуля E-ONU
- R_{upper} Потери ORL сети ODN в точках O_{ru} и O_{rd}
- R_{down} Потери ORL сети ODN в точках O_{ld} и O_{lu}
- L_{ODN-BB} Потери на на оптической линии сети ODN в основной полосе
- L_{ODN-EB} Потери на оптической линии сети ODN в полосе расширения
- L_{WF1} Потери, вносимые фильтром WF1
- L_{WF2} Потери, вносимые фильтром WF2
- I_{olt_t} Развязка WDM для передатчика терминала OLT
- I_{olt_r} Развязка WDM для приемника терминала OLT
- I_{onu_r} Развязка WDM для приемника модуля ONU
- I_{WF1} Развязка фильтра WF1 для основной полосы
- I_{WF2} Развязка фильтра WF2 для основной полосы

В настоящем Приложении эти значения считаются положительными.

Для данных примеров приняты следующие предположения:

- $L_{ODN-BB} = L_{ODN-EB}$
- Минимальные потери, вносимые фильтрами WF1 и WF2, равны 0 дБ.
- Потери, вносимые фильтром WF1 между портом в опорной точке (с) и портом со стороны IF_{PON} , идентичны потерям для длин волн 1.3 мкм восходящего/нисходящего направления и 1.5 мкм восходящего/нисходящего направления основной полосы.
- Потери, вносимые фильтром WF2 между портом в опорной точке (е) и портом со стороны IF_{PON} , идентичны потерям для длин волн 1.3 мкм восходящего/нисходящего направления и 1.5 мкм восходящего/нисходящего направления Основной полосы.

IV.2.2 Влияние отражательной способности в приемнике модуля ONU

На рис. IV.2 показана трасса распространения отраженного сигнала. Должно выполняться условие (IV-1):

$$P_{ONU_1} - R_{upper} - I_{ONU_r} < (\text{допустимая оптическая мощность помехи}) \quad (IV-1)$$

Предположив, что допустимая оптическая мощность помехи равна минимальной чувствительности минус 10 дБ, получим, что допустимая оптическая мощность помехи = $P_{min}(A,B,C) - 10$ дБ. $P_{min}(A,B,C)$ обозначает минимальную чувствительность в опорной точке (е) для Классов А, В, С, описанных в табл. V.1.

Тогда можно оценить I_{ONU_r} , значения которой сведены в табл. IV.1.

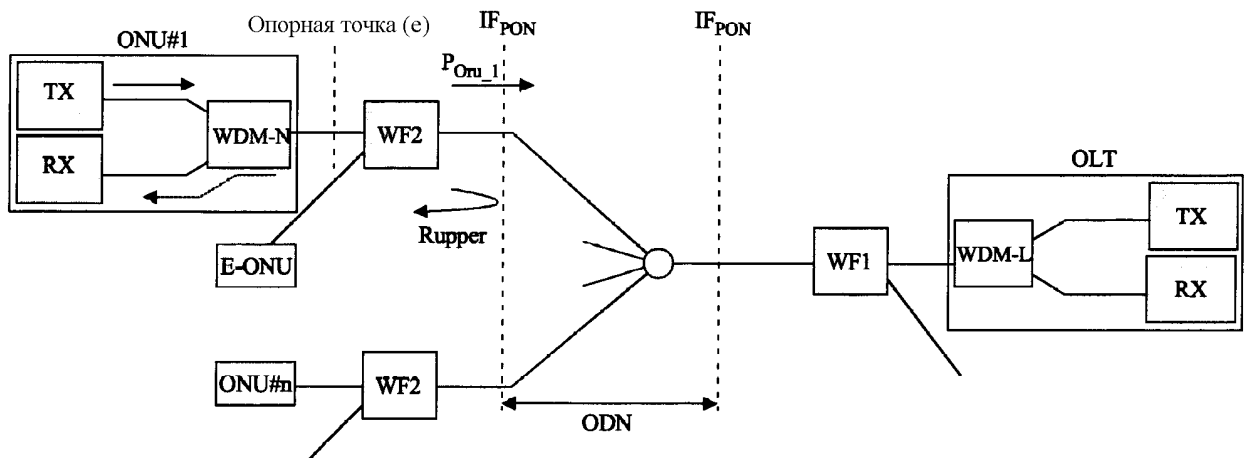


Рисунок IV.2/G.983.3 – Модель, описывающая падение излучения на приемник модуля ONU

IV.2.3 Влияние отражательной способности в приемнике терминала OLT (в области сигнала)

Анализ влияния отражательной способности в приемнике терминала OLT проводится при наличии двух условий. Первое – отраженный сигнал перекрывает область вспышки сигнала на линии вверх, второе – отраженный сигнал находится в окне измерения задержки, где сигнал отсутствует.

Следует рассмотреть следующие три случая в области сигнала.

IV.2.3.1 Случай 1

На рис. IV.3 показана трасса отраженных сигналов. Должно выполняться условие (IV-2):

$$(\text{максимальная разница оптических уровней сигнала вспышки}) - R_{\text{upper}} - 2 L_{\text{WF2}} - R_{\text{onu_t}} < (\text{допустимой оптической мощности помехи}) \quad (\text{IV-2})$$

Предположив, что допустимая оптическая мощность помехи равна -10 дБ, получим искомые результаты (см. табл. IV.1). Здесь вносимые потери L_{WF2} предполагаются равными 0 дБ для оценки наихудшего случая.

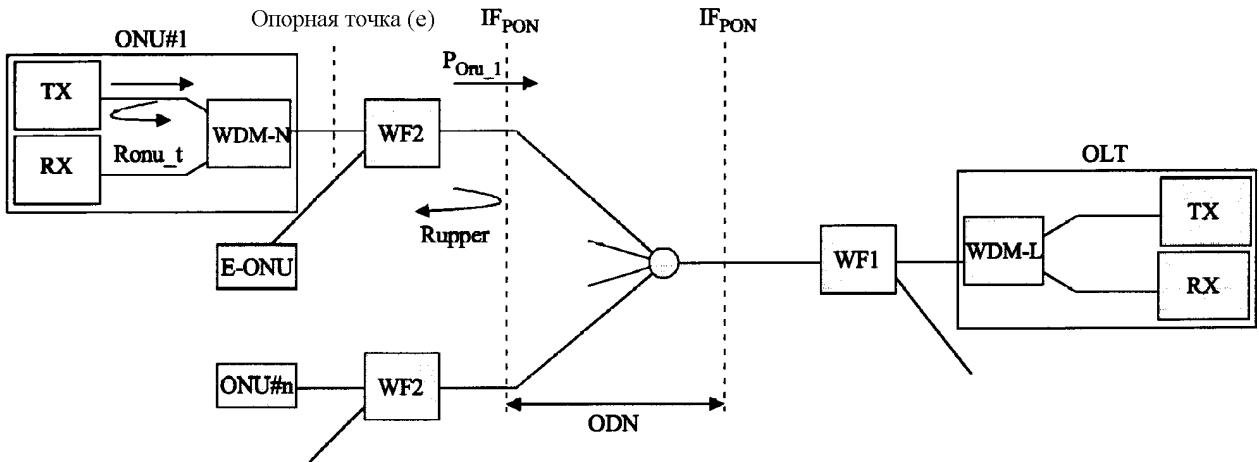


Рисунок IV.3/G.983.3 – Модель 1, описывающая падение излучения на приемник терминала OLT

IV.2.3.2 Случай 2

На рис. IV.4 показана трасса отраженных сигналов. Должно выполняться условие (IV-3):

$$(\text{максимальная разница оптических уровней сигнала вспышки}) - R_{\text{olt_t}} - R_{\text{down}} - 2L_{\text{WF2}} - 2I_{\text{olt_t}} < (\text{допустимой оптической мощности помехи}) \quad (\text{IV-3})$$

Предположив, что допустимая оптическая мощность помехи равна -10 дБ, получим искомые результаты (см. табл. IV.1). Для оценки наихудшего случая $I_{\text{olt_t}}$ вносимые потери L_{WF1} предполагаются равными 0 дБ.

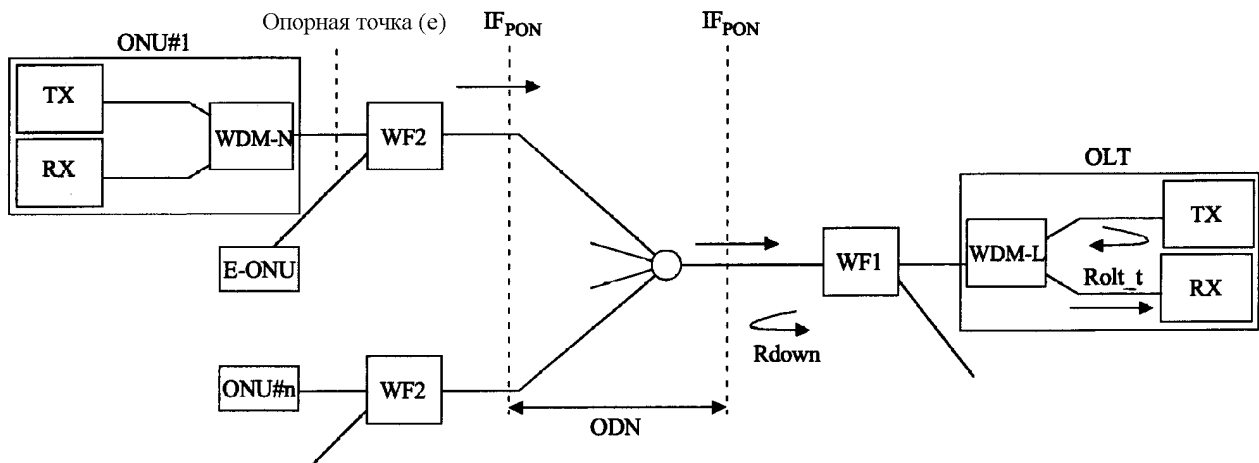


Рисунок IV.4/G.983.3 – Модель 2, описывающая падение излучения на приемник терминала OLT

IV.2.3.3 Случай 3

На рис. IV.5 показана трасса отраженных сигналов. Должно выполняться условие (IV-4):

$$P_{Old} - R_{down} - I_{olt_t} < (\text{допустимой оптической мощности помехи}) \quad (IV-2)$$

Предположив, что допустимая оптическая мощность помехи равна минимальной чувствительности – 10 дБ, получим искомые результаты (см. табл. IV.1).

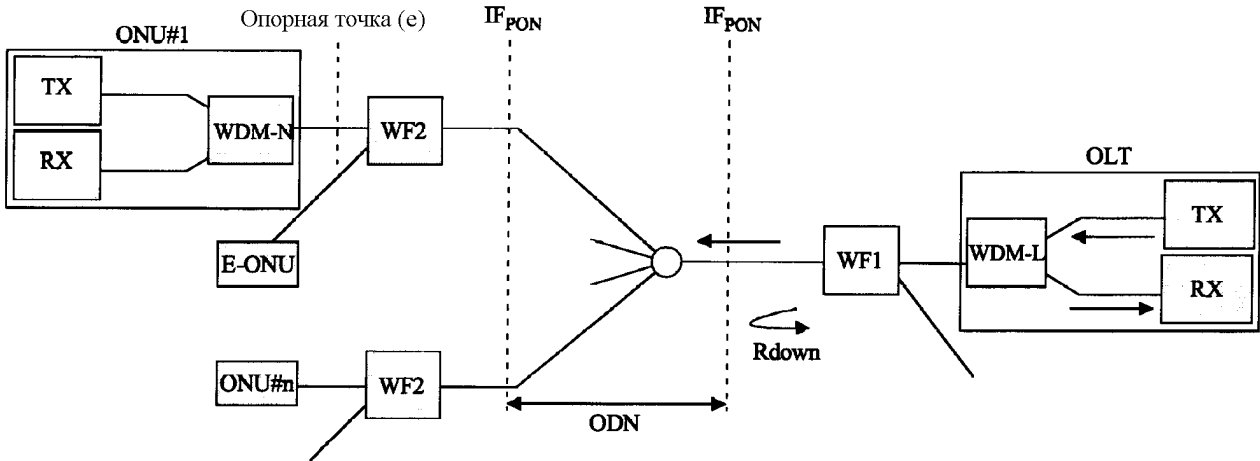


Рисунок IV.5/G.983.3 – Модель 3, описывающая падение излучения на приемник терминала OLT

IV.2.4 Влияние отражательной способности в приемнике терминала OLT (в области отсутствия сигнала)

В области отсутствия сигнала следует рассмотреть два основных случая отражения.

IV.2.4.1 Случай 1

На рис. IV.3 показана трасса отраженных сигналов. Должно выполняться условие (IV-5):

$$P_{Oru_n} - R_{upper} - 2L_{WF2} - R_{onu_t} < (\text{минимальное ослабление на оптической трассе}) < (\text{уровень, определяемый как отсутствие сигнала}) \quad (IV-5)$$

Предположив, что уровень, определяемый как отсутствие сигнала, равен минимальной чувствительности – 10 дБ, получим искомые результаты (см. табл. IV.1). Для оценки наихудшего случая R_{onu_t} вносимые потери L_{WF2} предполагаются равными 0 дБ.

IV.2.4.2 Случай 2

На рис. IV.5 показана трасса отраженных сигналов. Должно выполняться условие (IV-6):

$$P_{Old} - R_{down} - I_{olt_r} < (\text{уровень, определяемый как отсутствие сигнала}) \quad (IV-6)$$

Предположив, что уровень, определяемый как отсутствие сигнала, равен минимальной чувствительности – 10 дБ, получим искомые результаты (см. табл. IV.1).

IV.2.5 Результаты оценки воздействия обратных потерь на оптической линии сети ODN в основной полосе

Описанные выше методы расчета применимы для случая, когда отражательная способность сети ODN равна –20 дБ. В табл. IV.1 приведены требования к оптическим параметрам, когда минимальное ослабление ORL сети ODN равно 32 дБ и 20 дБ.

Параметры развязки уплотнения WDM в настоящий момент находятся в стадии разработки, поэтому приведенные в табл. IV.1 значения носят чисто информативный характер. В настоящее Приложение включены значения отражательной способности оборудования модуля ONU и терминала OLT. С учетом характеристик WDM значение параметра R_{onu_t} равно отражательной способности модуля ONU, измеренной на длине волны передатчика.

Если ослабление ORL сети ODN равно 32 дБ, отражательная способность оборудования передатчика модуля ONU должна быть меньше оптической мощности падающего излучения. Она должна составлять 6 дБ, что и выполняется в обычном модуле FP-LD.

Если ослабление ORL сети ODN равно 20 дБ, отражательная способность оборудования передатчика модуля ONU должна быть меньше 13.5 дБ.

Как упоминалось выше, максимальная отражательная способность оборудования передатчика модуля ONU чувствительна к величине ослабления ORL сети ODN, которое зависит от сетевых компонент с общей несущей. Если ослабление ORL сети ODN равно 32 дБ или 20 дБ, используют значения отражательной способности оборудования для передатчика модуля ONU из табл. IV.1. В других случаях требуемые значения получают с помощью вышеприведенного метода расчета.

Таблица IV.1/G.983.3 – Значения отражательной способности оборудования передатчика модуля ONU

| Мин. ORL сети ODN | Класс | Оптические параметры | Требуемые характеристики | | | | | |
|--|-------|---|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | | A ^{a)} | B ^{a)} | C ^{a)} | D ^{a)} | E ^{a)} | F ^{a)} |
| 32 дБ | A | Развязка WDM для приемника модуля ONU | 6.5 | | | | | |
| | | Развязка WDM для передатчика модуля ONU | | | | | | |
| | | Развязка WDM для приемника терминала OLT | | | | 3.5 | | 3.5 |
| | | Развязка WDM для передатчика терминала OLT | | | Не исп. | | | |
| | | Отражательная способность оборудования передатчика модуля ONU | | 0.5 | | | 1.5 | |
| | B | Развязка WDM для приемника модуля ONU | 8.5 | | | | | |
| | | Развязка WDM для передатчика модуля ONU | | | | | | |
| | | Развязка WDM для приемника терминала OLT | | | | 11.5 | | 11.5 |
| | | Развязка WDM для передатчика терминала OLT | | | Не исп. | | | |
| | | Отражательная способность оборудования для передатчика модуля ONU | | 0.5 | | | 1.5 | |
| | C | Развязка WDM для приемника модуля ONU | 13.5 | | | | | |
| | | Развязка WDM для передатчика модуля ONU | | | | | | |
| | | Развязка WDM для приемника терминала OLT | | | | 16.5 | | 16.5 |
| | | Развязка WDM для передатчика терминала OLT | | | Не исп. | | | |
| | | Отражательная способность оборудования передатчика модуля ONU | | 0.5 | | | 1.5 | |
| 20 дБ | A | Развязка WDM для приемника модуля ONU | 18.5 | | | | | |
| | | Развязка WDM для передатчика модуля ONU | | | | | | |
| | | Развязка WDM для приемника терминала OLT | | | | 15.5 | | 15.5 |
| | | Развязка WDM для передатчика терминала OLT | | | 3.3 | | | |
| | | Отражательная способность оборудования передатчика модуля ONU | | 12.5 | | | 13.5 | |
| | B | Развязка WDM для приемника модуля ONU | 20.5 | | | | | |
| | | Развязка WDM для передатчика модуля ONU | | | | | | |
| | | Развязка WDM для приемника терминала OLT | | | | 23.5 | | 23.5 |
| | | Развязка WDM для передатчика терминала OLT | | | 3.3 | | | |
| | | Отражательная способность оборудования передатчика модуля ONU | | 12.5 | | | 13.5 | |
| | C | Развязка WDM для приемника модуля ONU | 25.5 | | | | | |
| | | Развязка WDM для передатчика модуля ONU | | | | | | |
| | | Развязка WDM для приемника терминала OLT | | | | 28.5 | | 28.5 |
| | | Развязка WDM для передатчика терминала OLT | | | 3.3 | | | |
| | | Отражательная способность оборудования передатчика модуля ONU | | 12.5 | | | 13.5 | |
| ^{a)} A, B, C, D, E и F представляют собой уравнения (IV-1), (IV-2), (IV-3), (IV-4), (IV-5) и (IV-6) соответственно. | | | | | | | | |

IV.3 Влияние отражения от полосы расширения на основную полосу

IV.3.1 Влияние отражения от полосы расширения в приемнике терминала OLT

Услуга, доставляемая в полосе расширения, может ухудшать качество услуги основной полосы (сеть ATM-PON), и наоборот. Рассматриваются три типа отражения сигналов полосы расширения. Первый тип – отражение от сети ODN, второй и третий – отражения от модуля E-ONU и блокирующего фильтра.

IV.3.1.1 Случай 1

На рис. IV.6 показана трасса сигналов, отраженных от сети ODN. Должно выполняться условие (IV-7):

$$P_{EOld} - R_{down} - I_{olt_r} - I_{WF1} < (\text{уровень, определяемый как отсутствие сигнала}) \quad (IV-7)$$

Предположив, что уровень, определяемый как отсутствие сигнала, равен минимальной чувствительности – 10 дБ, получим условие для развязки I_{WF1} . Пример требуемой развязки I_{WF1} приведен в табл. IV.2. Условия для примера взяты из табл. IV.1 и V.1.

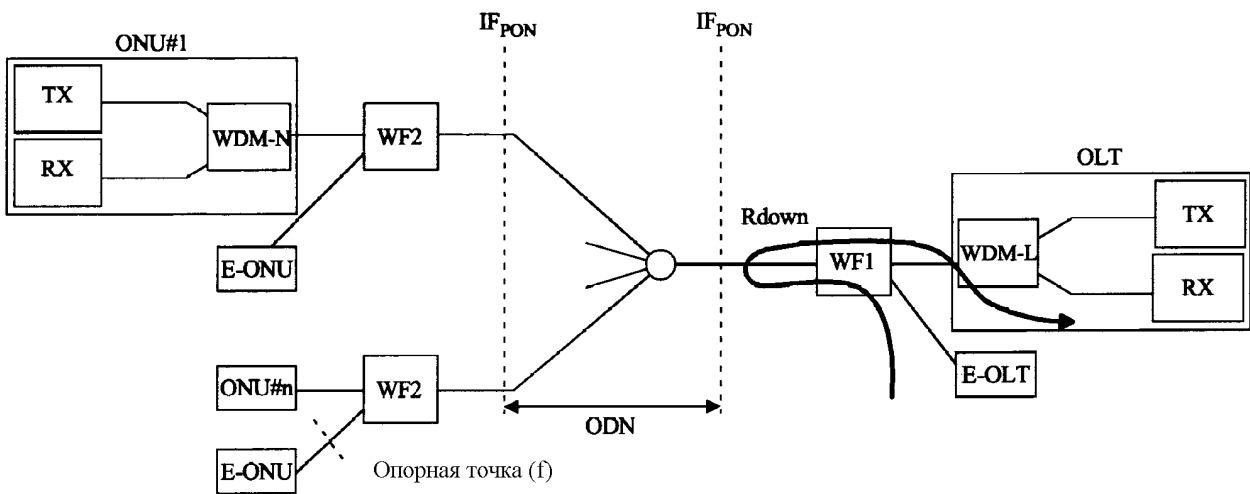


Рисунок IV.6/G.983.3 – Модель 4, описывающая падение излучения на приемник терминала OLT

Таблица IV.2/G.983.3 – Потери ORL в зависимости от развязки WF1

| Мин. потери ORL сети ODN | Класс | Условия примера | | | Требуемая развязка I_{WF1} (дБ) |
|--------------------------|-------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------------|
| | | P_{EOld} (дБм) | I_{olt_r} (дБ) | P_{min} (дБм) | |
| 32 дБ | A | +16 | 3.5 | -28.5 | 19 |
| | B | | 11.5 | -31.5 | 14 |
| | C | | 16.5 | -34.5 | 12 |
| 20 дБ | A | | 15.5 | -28.5 | 19 |
| | B | | 23.5 | -31.5 | 14 |
| | C | | 28.5 | -34.5 | 12 |

IV.3.1.2 Случай 2

На рис. IV.7 показана трасса сигналов, отраженных от модуля E-ONU. Должно выполняться условие (IV-8):

$$\Sigma(P_{EOld} - 2L_{ODN-EB} - Reonu_r) - Iolt_r - I_{WF1} < \text{(уровень, определяемый как отсутствие сигнала)} \quad (IV-8)$$

Здесь первый символ суммирования Σ обозначает суммарное отражение от всех присоединенных модулей E-ONU. Иначе говоря,

$$P_{EOld} - 2L_{ODN-EB} - Reonu_r + 10 \times \text{Log } N - Iolt_r - I_{WF1} < \text{(уровень, определяемый как отсутствие сигнала)}$$

Где N обозначает число модулей E-ONU.

Предположив, что уровень, определяемый как отсутствие сигнала, равен минимальной чувствительности – 10 дБ, получим условие для развязки I_{WF1} . Пример требуемой развязки I_{WF1} приведен в табл. IV.2. Предполагаются минимальные потери в сети ODN при соответствующем значении N. Условия для примера взяты из табл. IV.1 и V.1.

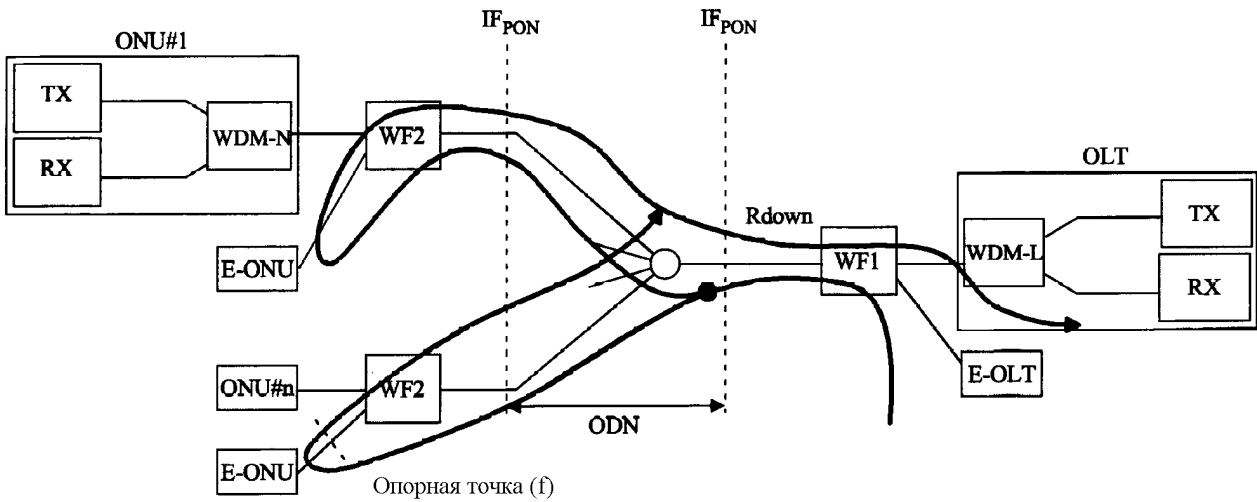


Рисунок IV.7/G.983.3 – Модель 5, описывающая падение излучения на приемник терминала OLT

Таблица IV.3/G.983.3 – Потери ORL в зависимости от развязки WF1

| Мин. потери ORL в сети ODN | Предположительные условия | | | | | | | Требуемая развязка I_{WF1} (дБ) |
|----------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------|----------------|--------------|-----------------|-----------------------------------|
| | Класс сети ODN | Потери в сети ODN (дБ) | Кол-во N модулей E-ONU | P_{EOld} (дБм) | $Iolt_r$ (дБ) | $Pmin$ (дБм) | $Reonu_r$ (дБ) | |
| 32 дБ | A | 5 | 2 | +16 | 3.5 | -28.5 | 20 | 24 |
| | B | 10 | 8 | | 11.5 | -31.5 | | 15 |
| | C | 15 | 32 | | 16.5 | -34.5 | | 9 |
| 20 дБ | A | 5 | 2 | | 15.5 | -28.5 | | 12 |
| | B | 10 | 8 | | 23.5 | -31.5 | | 3 |
| | C | 15 | 32 | | 28.5 | -34.5 | | Не исп. |

IV.3.1.3 Случай 3

Описанные в Приложении II сценарии развертывания демонстрируют образец конфигурации, когда используются модули ONU, обслуживаемые только основной полосой, и модули ONU, обслуживаемые как основной полосой, так и полосой расширения. В этом случае блокирующие фильтры можно использовать только для основной полосы. Некоторые типы блокирующих фильтров могут вызывать отражения, ухудшающие качество сигнала.

На рис. IV.8 показана трасса сигналов, отраженных от блокирующих фильтров. Должно выполняться условие (IV-9):

$$\Sigma(P_{EOld} - 2 L_{ODN-EB} - R_{WF2_r}) - I_{olt_r} - I_{WF1} < \text{(уровень, определяемый как отсутствие сигнала)} \quad (IV-9)$$

Здесь через R_{WF2_r} обозначена отражательная способность блокирующего фильтра, а первый символ суммирования Σ обозначает суммарное отражение от всех присоединенных блокирующих фильтров. Иначе говоря,

$$P_{EOld} - 2 L_{ODN-EB} - R_{WF2_r} + 10 \times \log N - I_{olt_r} - I_{WF1} < \text{(уровень, определяемый как отсутствие сигнала)}$$

Здесь N обозначает количество блокирующих фильтров.

Предположив, что уровень, определяемый как отсутствие сигнала, равен минимальной чувствительности – 10 дБ, получим условие для отражательной способности R_{WF2_r} . Пример требуемой отражательной способности R_{WF2_r} приведен в табл. IV.2. Предполагаются минимальные потери сети в ODN при соответствующем значении N . Предполагается, что значение развязки I_{WF1} – наибольшее из таковых в табл. IV.2 и IV.3. Условия для примера взяты из табл. IV.1 и V.1.

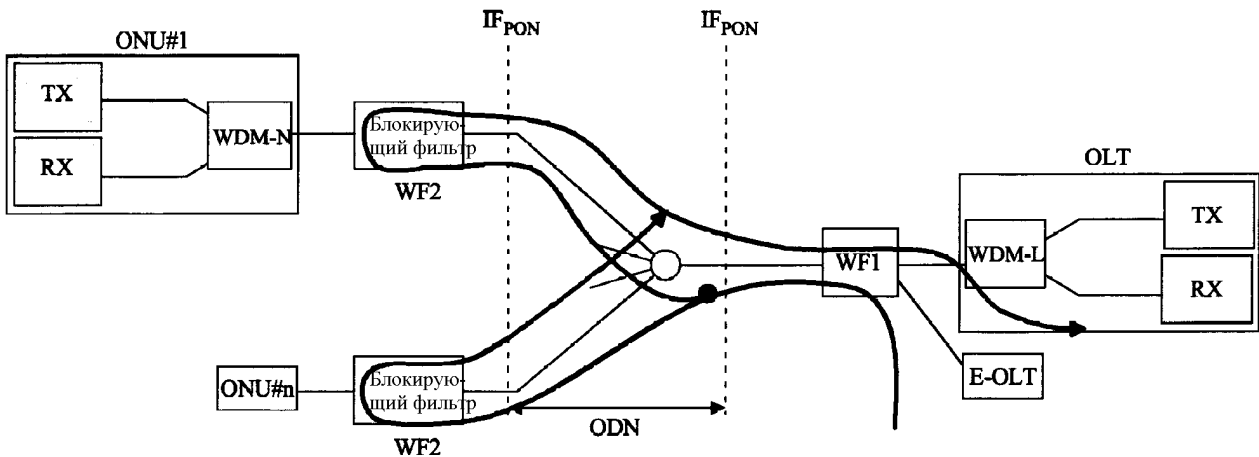


Рисунок IV.8/G.983.3 – Модель 6, описывающая падение излучения на приемник терминала OLT

Таблица IV.4/G.983.3 – Потери ORL в зависимости от развязки WF1

| Мин. потери ORL в сети ODN | Предположительные условия | | | | | | | Требуемая отражат. способность R_{WF2_r} (дБ) |
|----------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|--|
| | Класс сети ODN | Потери сети ODN (дБ) | Кол-во N модулей E-ONU | P_{EOld} (дБм) | I_{olt_r} (дБ) | P_{min} (дБм) | Развязка I_{WF1} (дБ) | |
| 32 дБ | A | 5 | 2 | +16 | 3.5 | -28.5 | 24 | 20 |
| | B | 10 | 8 | | 11.5 | -31.5 | 15 | 20 |
| | C | 15 | 32 | | 16.5 | -34.5 | 12 | 17 |
| 20 дБ | A | 5 | 2 | | 15.5 | -28.5 | 19 | 13 |
| | B | 10 | 8 | | 23.5 | -31.5 | 14 | 9 |
| | C | 15 | 32 | | 28.5 | -34.5 | 12 | 5 |

ПРИЛОЖЕНИЕ V

Оптические параметры для опорных точек (с) и (е) и два примера сценариев развертывания

V.1 Введение

Приведенные здесь параметры оптической мощности для опорных точек (с) и (е) служат примером для выбора направления разработки.

V.2 Пример диаграмм оптического уровня

V.2.1 Случай 1: Центральный план оптических параметров сети ODN

Предполагается, что примеры оптических параметров для I_{PON} те же, что описаны в Приложении I, а диапазон ослабления сети ODN соответствует диапазону, указанному в Рекомендации МСЭ-Т G.982.

Ниже приведены примерные диаграммы уровня оптической мощности для этого случая:

Потери уплотнения WDM на фильтре WF1 = от 0 дБ до 1.5 дБ,
потери уплотнения WDM на фильтре WF2 = от 0 дБ до 1.5 дБ.

В опорных точках R/S и S/R на промежуточной частоте I_{PON} учитывается штраф на оптической трассе в размере 1 дБ.

Таблица V.1/G.983.3 – Диаграмма уровня оптической мощности (пример)

| | Опорная точка (е) | | I_{PON} (O_{ru} , O_{rd}) | | Потери в сети ODN | | I_{PON} (O_{lu} , O_{ld}) | | Опорная точка (с) | |
|-------------------------------|-------------------|------|--------------------------------------|------|-------------------|------|--------------------------------------|------|-------------------|------|
| Единицы измерения | дБм | | дБм | | дБ | | дБм | | дБм | |
| Диапазон | Мин | Макс | Мин | Макс | Мин | Макс | Мин | Макс | Мин | Макс |
| Нисходящее направление | | | | | | | | | | |
| 155М Класс А | -30 | -8 | -28.5 | -8 | 5 | 20 | -7.5 | -3 | -6 | -3 |
| 155М Класс В | -30 | -8 | -28.5 | -8 | 10 | 25 | -2.5 | 2 | -1 | 2 |
| 155М Класс С | -33 | -11 | -31.5 | -11 | 15 | 30 | -0.5 | 4 | 1 | 4 |
| 622М Класс А | -28 | -6 | -26.5 | -6 | 5 | 20 | -5.5 | -1 | -4 | -1 |
| 622М Класс В | -28 | -6 | -26.5 | -6 | 10 | 25 | -0.5 | 4 | 1 | 4 |
| 622М Класс С | -33 | -11 | -31.5 | -11 | 15 | 30 | -0.5 | 4 | 1 | 4 |
| Восходящее направление | | | | | | | | | | |
| 155М Класс А | -6 | 0 | -7.5 | 0 | 5 | 20 | -28.5 | -5 | -30 | -5 |
| 155М Класс В | -4 | 2 | -5.5 | 2 | 10 | 25 | -31.5 | -8 | -33 | -8 |
| 155М Класс С | -2 | 4 | -3.5 | 4 | 15 | 30 | -34.5 | -11 | -36 | -11 |

V.2.2 Случай 1: Центральный план оптических параметров оборудования

Оптические параметры опорных точек (с) и (е) те же, что специфицированы в Рекомендации МСЭ-Т G.983.1, а диапазон ослабления сети ODN взят из Рекомендации МСЭ-Т G.982.

Цель настоящего параграфа – проанализировать, соответствует ли сеть оптических модулей ВРОН Рекомендации МСЭ-Т G.983.1. Верхняя граница диапазона ослабления в сети ODN снижена для компенсации сверхдинамического диапазона, создаваемого фильтрами WF1 и WF2. Соответствующие параметры сети ODN приведены в табл.V.2.

Что касается Класса А сети ODN, то ее оптические параметры не специфицированы в Рекомендации МСЭ-Т G.983.1, поэтому этот случай здесь не описывается.

Таблица V.2/G.983.3 – Параметры сети ODN, определяемые уровнем физических средств передачи

| Пункты | Единицы измерения | Спецификация |
|--|-------------------|--|
| Тип волокна | – | Рекомендация МСЭ-Т G.652 |
| Диапазон ослабления | дБ | Класс В с сокращенным диапазоном ослабления: 10-22 Класс С с сокращенным диапазоном ослабления: 15-27 |
| Дифференциальные потери распространения на оптической трассе | дБ | 12 |
| Максимальный штраф на оптической трассе | дБ | 1 |
| Максимальная дифференциальная логическая область | км | 20 |
| Максимальная протяженность волокна между точками S/R и R/S | км | 20 |
| Минимальный коэффициент расщепления | – | Ограничен потерями на трассе и границами адресации модуля ONU. Сеть PON с пассивными делителями (расщепление на 16 или 32) |
| Двусторонняя передача | – | Одноволоконная передача с WDM (двухволоконная система выходит за рамки настоящей Рекомендации) |
| Длина волны технического обслуживания | нм | Требует определения |

Ниже приведены примерные диаграммы уровня оптической мощности для этого случая:

Потери уплотнения WDM на фильтре WF1 = от 0 дБ до 1.5 дБ,
потери уплотнения WDM на фильтре WF2 = от 0 дБ до 1.5 дБ.

В опорных точках R/S и S/R на промежуточной частоте I_{PON} учитывается штраф на оптической трассе в размере 1 дБ.

Таблица V.3/G.983.3 – Диаграмма уровня оптической мощности (пример)

| | Опорная точка (e) | | I_{PON} (O_{ru} , O_{rd}) | | Потери в сети ODN | | I_{PON} (O_{lu} , O_{ld}) | | Опорная точка (c) | |
|-------------------------------|-------------------|------|-----------------------------------|------|-------------------|------|-----------------------------------|------|-------------------|------|
| Единицы измерения | дБм | | дБм | | дБ | | дБм | | дБм | |
| Диапазон | Мин | Макс | Мин | Макс | Мин | Макс | Мин | Макс | Мин | Макс |
| Нисходящее направление | | | | | | | | | | |
| 155М сокращенный Класс В | -30 | -8 | -28.5 | -8 | 10 | 22 | -5.5 | 2 | -4 | 2 |
| 155М сокращенный Класс С | -33 | -11 | -31.5 | -11 | 15 | 27 | -3.5 | 4 | -2 | 4 |
| 622М сокращенный Класс В | -28 | -6 | -26.5 | -6 | 10 | 22 | -3.5 | 4 | -2 | 4 |
| 622М сокращенный Класс С | -33 | -11 | -31.5 | -11 | 15 | 27 | -3.5 | 4 | -2 | 4 |
| Восходящее направление | | | | | | | | | | |
| 155М сокращенный Класс В | -4 | 2 | -5.5 | 2 | 10 | 22 | -28.5 | -8 | -33 | -8 |
| 155М сокращенный Класс С | -2 | 4 | -3.5 | 4 | 15 | 27 | -31.5 | -11 | -36 | -11 |

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

- Серия А Организация работы МСЭ-Т
- Серия В Средства выражения: определения, символы, классификация
- Серия С Основные статистические данные электросвязи
- Серия D Основные принципы тарификации
- Серия Е Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
- Серия F Нетелефонные службы электросвязи
- 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 цепей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и выделенные каналы
- Серия N Техническое обслуживание: международные сети передачи звуковых и телевизионных программ
- Серия O Требование 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 протокола (IP)
- Серия Z Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи

