



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

G.671

(01/2005)

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

Характеристики среды передачи – Характеристики
оптических компонентов и подсистем

**Характеристики передачи оптических
компонентов и подсистем**

Рекомендация МСЭ-Т G.671

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

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ТЕЛЕФОННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ЦЕПИ	G.100–G.199
ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, ОБЩИЕ ДЛЯ ВСЕХ АНАЛОГОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ	G.200–G.299
ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ТЕЛЕФОННЫХ СИСТЕМ СВЯЗИ ПО МЕТАЛЛИЧЕСКИМ ЛИНИЯМ	G.300–G.399
ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЖДУНАРОДНЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕФОННОЙ СВЯЗИ ПО РАДИОРЕЛЕЙНЫМ ИЛИ СПУТНИКОВЫМ ЛИНИЯМ И СОЕДИНЕНИЕ С МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ	G.400–G.449
КООРДИНАЦИЯ РАДИОТЕЛЕФОНИИ И ПРОВОДНОЙ ТЕЛЕФОНИИ	G.450–G.499
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.600–G.699
Общие положения	G.600–G.609
Симметричные кабельные пары	G.610–G.619
Наземные коаксиальные кабельные пары	G.620–G.629
Подводные кабели	G.630–G.649
Волоконно-оптические кабели	G.650–G.659
Характеристики оптических компонентов и подсистем	G.660–G.699
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.700–G.799
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.800–G.899
ЦИФРОВЫЕ УЧАСТКИ И СИСТЕМА ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ	G.900–G.999
КАЧЕСТВО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ – ОБЩИЕ АСПЕКТЫ И АСПЕКТЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К ПОЛЬЗОВАТЕЛЮ	G.1000–G.1999
ХАРАКТЕРИСТИКИ СРЕДЫ ПЕРЕДАЧИ	G.6000–G.6999
ЦИФРОВОЕ ОКОНЕЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.7000–G.7999
ЦИФРОВЫЕ СЕТИ	G.8000–G.8999

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

Характеристики передачи оптических компонентов и подсистем

Резюме

В настоящей рекомендации описываются параметры передачи всех типов оптических компонентов используемых в сетях дальней связи и сетях доступа. В настоящую рекомендацию включен широкий спектр типов оптических компонентов. Настоящая рекомендация также содержит характеристики передачи оптических компонентов при всех условиях эксплуатации, но она не определяет эксплуатационные условия обслуживания, аспекты установки и другие параметры компонентов, не влияющие на характеристики тракта передачи. В настоящей рекомендации также, при необходимости, используются соответствующие определения и методы испытаний МЭК.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т G.671 утверждена 13 января 2005 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2005–2008 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

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

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ

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

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

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

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

© ITU 2005

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

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Область применения	1
2 Ссылки	2
3 Термины и определения	3
3.1 Определения компонентов.....	3
3.2 Определения параметров	6
3.3 Определения терминов.....	18
4 Сокращения и акронимы	22
5 Методы измерения параметров и их значения	22
5.1 Подсистемы оптического динамического мультиплексора (OADM) (для WDM).....	23
5.2 Компонент асимметричного разветвления (не избирательный по длине волны)	24
5.3 Оптический аттенюатор.....	25
5.4 Оптический компонент разветвления (не избирательный по длине волны)....	25
5.5 Оптический соединительный элемент.....	26
5.6 Динамический канальный эквалайзер (DCE).....	27
5.7 Оптический фильтр	27
5.8 Оптический изолятор	28
5.9 Пассивный (хроматический) компенсатор дисперсии	28
5.10 Оптическое соединение	30
5.11 Оптический переключатель	30
5.12 Оптическое завершение	31
5.13 Перестраиваемый фильтр	31
5.14 Мультиплексор (MUX)/демультиплексор (DMUX) оптических сигналов	32
5.15 Пассивный (хроматический) компенсатор дисперсии в одном оптическом канале.....	33
5.16 Перестраиваемый (хроматический) компенсатор дисперсии.....	34

Рекомендация МСЭ-Т G.671

Характеристики передачи оптических компонентов и подсистем

1 Область применения

Целью настоящей Рекомендации является определить параметры передачи для каждого из нижеперечисленных компонентов и определить значения этих параметров, свойственные для каждого из наиболее часто применяемых системных приложений. Везде, где применимо, будут использованы определения МЭК. Предполагается, что соответствующие системы рассмотрены в следующих рекомендациях МСЭ-Т:

- Наземные сети дальней связи: Сети, использующие оборудование с интерфейсами, соответствующими требованиям Рек. МСЭ-Т G.957 и рекомендаций по оптическим интерфейсам для одноканальных и многоканальных систем с оптическими усилителями, включая Рекомендации МСЭ-Т G.691, G.692 и G.959.1.
- Сети доступа: Сети, использующие оборудование в соответствии с Рек. МСЭ-Т G.982, и рекомендациями по оптическим сетям доступа для обеспечения услуг лучше, чем ЦСИС с первичной скоростью (после опубликования).

Настоящая Рекомендация касается оптических компонентов, используемых в оптических сетях, описанных в вышеперечисленных рекомендациях. Везде, где возможно, значения общеизвестных параметров будут определены для всех приложений, но при необходимости для каждой группы приложений могут быть указаны конкретные значения.

Настоящая Рекомендация описывает характеристики передачи в различных условиях эксплуатации следующих оптических компонентов (перечислены в алфавитном порядке):

- подсистема оптического динамического мультиплексора (OADM);
- компонент асимметричного разветвления;
- оптический аттенюатор;
- оптический компонент разветвления (не избирательный по длине волны);
- оптический соединительный элемент;
- динамический канальный эквалайзер (DCE);
- оптический фильтр;
- оптический изолятор;
- пассивный компенсатор дисперсии;
- оптическое соединение;
- оптический переключатель;
- оптическое завершение;
- перестраиваемый фильтр;
- оптический мультиплексор (MUX)/демультиплексор (DMUX);
 - устройство грубого мультиплексирования с разделением по длине волны;
 - устройство высокоплотного мультиплексирования с разделением по длине волны;
 - устройство широкополосного мультиплексирования с разделением по длине волны.

Настоящая рекомендация не описывает:

- Аспекты установки, условия обслуживания, характеристики внешней среды и механические характеристики различных оптических компонентов, не влияющие на оптический тракт передачи.
- Подробности методов измерений. В соответствии с соглашением с 86-м техническим комитетом МЭК (ТС 86) и его подкомитетами, рекомендации по измерениям большинства параметров, определенных в разделе 5, приводятся в стандарте IEC 61300-3 серии "Передача и

геометрические методы измерений". Таблицы в разделе 5 указывают рекомендуемые методы измерений, сводят параметры испытаний в однородные группы и указывает для каждой группы соответствующие номера базовых спецификаций МЭК.

2 Ссылки

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

- [1] ITU-T Recommendation G.650.1 (2004), *Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable.*
- [2] ITU-T Recommendation G.650.2 (2005), *Definitions and test methods for statistical and non-linear related attributes of single-mode fibre and cable.*
- [3] ITU-T Recommendation G.652 (2003), *Characteristics of a single-mode optical fibre and cable.*
- [4] ITU-T Recommendation G.653 (2003), *Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable.*
- [5] ITU-T Recommendation G.654 (2004), *Characteristics of a cut-off shifted single-mode optical fibre and cable.*
- [6] ITU-T Recommendation G.655 (2003), *Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable.*
- [7] ITU-T Recommendation G.661 (1998), *Definition and test methods for the relevant generic parameters of optical amplifier devices and subsystems.*
- [8] ITU-T Recommendation G.662 (1998), *Generic characteristics of optical amplifier devices and subsystems.*
- [9] ITU-T Recommendation G.691 (2003), *Optical interfaces for single-channel STM-64 and other SDH systems with optical amplifiers.*
- [10] ITU-T Recommendation G.692 (1998), *Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers.*
- [11] ITU-T Recommendation G.693 (2005), *Optical interfaces for intra-office systems.*
- [12] ITU-T Recommendation G.694.1 (2002), *Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid.*
- [13] ITU-T Recommendation G.694.2 (2003), *Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid.*
- [14] ITU-T Recommendation G.957 (1999), *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy.*
- [15] ITU-T Recommendation G.959.1 (2003), *Optical transport network physical layer interfaces.*
- [16] ITU-T Recommendation G.982 (1996), *Optical access networks to support services up to the ISDN primary rate or equivalent bit rates.*
- [17] IEC 61300-3 *series of Transmission and geometrical parameters.*

- [18] IEC 61300-3-2 (1999-06), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-2: Examinations and measurements – Polarization dependence of attenuation in a single-mode fibre optic device.*
- [19] IEC 61300-3-4 (2001-01), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-4: Examinations and measurements – Attenuation.*
- [20] IEC 61300-3-6 (2005-01), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-6: Examinations and measurements – Return loss.*
- [21] IEC 61300-3-7 (2004-02), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-7: Examinations and measurements – Wavelength dependence of attenuation and return loss.*
- [22] IEC 61300-3-12 (1997-02), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-12: Examinations and measurements – Polarization dependence of attenuation of a single-mode fibre optic component: Matrix calculation method.*
- [23] IEC 61300-3-19 (1997-03), *Fibre optic interconnecting devices and passive components – Basic test and measurement procedures – Part 3-19: Examinations and measurements – Polarization dependence of return loss of a single-mode fibre optic component.*

3 Термины и определения

Определения большинства параметров, описанных в настоящей Рекомендации, для каждого из вышеупомянутых пассивных компонентов, приводятся в соответствующих общих спецификациях МЭК, указанных далее:

IEC 60869-1 (1999), *Generic specification for fibre optic attenuators.*

IEC 60875-1 (2000), *Generic specification for fibre optic branching devices.*

IEC 60876-1 (2001), *Generic specification for fibre optic switches.*

IEC 61202-1 (2000), *Generic specification for fibre optic isolators.*

IEC 61931-1 (1998), *Fibre optic terminology.*

Когда используются определения МЭК, так и указано в определениях. Дополнительные изучаемые параметры, не определенные в документах МЭК, приведены в данном разделе.

3.1 Определения компонентов

3.1.1 подсистема оптического динамического мультиплексора (OADM): Избирательный по длине волны разветвитель (используемый в системах мультиплексирования с разделением по длине волны (WDM)), обладающий функцией "сбрасывания", при которой один или несколько оптических сигналов могут передаваться с входного порта либо на выходной порт, либо на порт(ы) сбрасывания, в зависимости от длины волны сигнала, а также обладающий функцией "добавления", при которой на выходной порт передаются также и оптические сигналы, подведенные к порту(ам) добавления, как показано на рисунке 1.

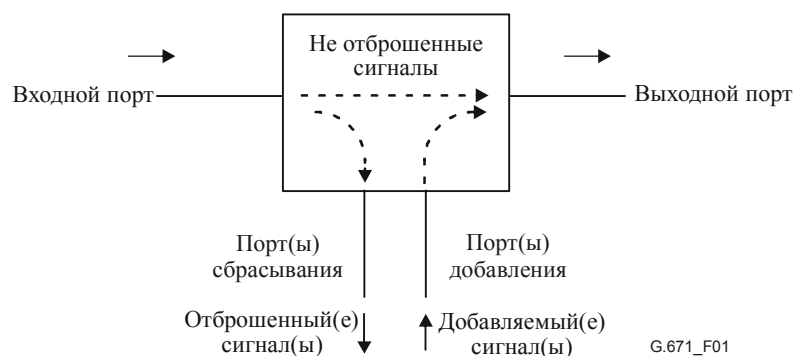


Рисунок 1/G.671 – Оптический динамический мультиплексор (OADM)

3.1.2 компонент асимметричного разветвления: Пассивный компонент (не избирательный по длине волны), имеющий три или более портов, который распределяет оптическую энергию между своими портами в соответствии с заранее установленными правилами, без какого-либо усиления, переключения или иных активных изменений (1.1/IEC 60875-1). В качестве синонима асимметричного разветвителя используется термин "согласующий ответвитель".

Большая часть оптической энергии, как правило, передается на главный порт согласующего ответвителя, а небольшая ее часть (1%–20%) – на порт ответвления. Отношение оптической энергии на главном порту и на порту ответвления называется степенью согласования F.

Оптические разветвители можно разделить на симметричные и асимметричные. Асимметричный разветвитель – это устройство, матрица передачи которого асимметрична по диагонали, т. е., в которой все i и o , t_{io} и t_{oi} не равны (1.3.19/IEC 60875-1).

3.1.3 оптический аттенюатор: Пассивный компонент, который создает регулируемое ослабление сигнала в оптоволоконной линии передачи (1.3.1/IEC 60869-1).

3.1.4 оптический компонент разветвления (не избирательный по длине волны): Пассивный компонент (не избирательный по длине волны), имеющий три или более портов, распределяющий оптическую энергию между портами в соответствии с заранее установленными правилами, без какого-либо усиления, переключения или иных активных изменений (1.1/IEC 60875-1). В качестве синонима для разветвителя используется термин "ответвитель" (делитель-объединитель). Этот термин используется также для определения структуры разделения оптической энергии между двумя волокнами или между активным устройством и волокном (1.3.2/IEC 60875-1).

Оптические разветвители можно разделить на симметричные и асимметричные. Симметричный компонент разветвления – это устройство, матрица передачи которого симметрична по диагонали, т. е., в котором все i и o , t_{io} и t_{oi} равны (1.3.18/IEC 60875-1).

3.1.5 оптический соединительный элемент: Компонент, как правило, присоединенный к оптическому кабелю или элементу аппаратуры с целью обеспечения возможности частого оптического соединения/разъединения оптических волокон или кабелей (6.01/IEC 61931-1).

3.1.6 динамический каналный эквалайзер (DCE): Устройство, способное превращать, за счет внутреннего или внешнего автоматического управления, многоканальный входной сигнал с изменяющейся во времени средней мощностью в выходной сигнал, в котором значения мощности во всех рабочих каналах, как правило, равны или выставлены в соответствии с заранее определенным уровнем предыскажений.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Это устройство может обеспечить также подавление одного или нескольких входных каналов.

3.1.7 оптический фильтр: Пассивный компонент, используемый для изменения проходящего через него оптического излучения, как правило, за счет изменения спектрального распределения (6.35/IEC 61931-1). Альтернатива: Оптические фильтры, обычно используются для подавления или поглощения оптического излучения определенных длин волн, не препятствуя при этом передаче оптического излучения других длин волн.

ПРИМЕЧАНИЕ – Перестраиваемый оптический фильтр способен отслеживать изменение длины волны сигнала в пределах своего рабочего диапазона длин волн. Неперестраиваемый оптический фильтр имеет фиксированное значение рабочего диапазона длин волн.

3.1.8 оптический изолятор: Оптическое устройство необратимого действия, предназначенное для подавления обратных отражений вдоль оптоволоконной линии передачи, внося при этом минимальные потери в передачу в прямом направлении (1.3.1/IEC 61202-1).

3.1.9 пассивный (хроматический) компенсатор дисперсии: Пассивный компонент, используемый для компенсации хроматической дисперсии в оптическом тракте передачи.

3.1.10 оптическое соединение: Постоянное или полупостоянное соединение для передачи оптической энергии между двумя оптическими волокнами (6.08/IEC 61931-1).

Соединение сплавлением: соединение, при котором концы волокон соединяются при помощи сплавления (без возможности разъединения) (6.09/IEC 61931-1).

Механическое соединение: соединение, при котором концы волокон соединяются с возможностью разъединения или без таковой, любым способом, кроме сплавления (6.10/IEC 61931-1).

3.1.11 оптический переключатель: Пассивный компонент, имеющий два или более порта, который избирательно передает, перенаправляет или блокирует оптическую энергию в волоконно-оптической линии передачи (1.3.1/IEC 60876-1).

3.1.12 оптическое завершение: Компонент, устанавливаемый на конце волокна (оснащенного или не оснащенного соединительными элементами) с целью подавления отражений.

3.1.13 перестраиваемый фильтр: См. 3.1.7.

3.1.14 мультиплексор/демультиплексор оптических сигналов: Устройство WDM: Избирательный по длине волны разветвитель (используемый в системах передачи WDM), в котором оптические сигналы могут передаваться между двумя заранее определенными портами, в зависимости от длины волны сигнала (6.51/IEC 61931-1).

'Устройствами WDM', как правило, называют и мультиплексоры, и демультиплексоры оптических сигналов, поскольку зачастую одно и то же устройство может использоваться и для мультиплексирования, и для демультиплексирования каналов.

Мультиплексор оптических сигналов: Разветвитель с двумя или более портами и одним выходным портом, в котором длины волны светового сигнала с каждого входного порта ограничивается до заранее выбранной величины, а выходной сигнал представляет собой комбинацию световых потоков со всех входных портов (6.52/IEC 61931-1).

Демультиплексор оптических сигналов: Устройство, которое выполняет операцию, обратную мультиплексированию, где входной оптический сигнал состоит из нескольких сигналов с разными диапазонами длин волн, а выходной сигнал на каждом порту имеет свой заранее определенный диапазон длин волн (6.53/IEC 61931-1).

3.1.14.1 устройство грубого мультиплексирования с разделением по длине волны (CWDM): Класс WDM устройств, в котором разнос каналов менее 50 нм, но более чем для частоты 1000 ГГц (около 8 нм при окне в 1550 нм и 5,7 нм при окне в 1310 нм). Устройства этого класса могут охватывать несколько спектральных полос.

3.1.14.2 устройство высокоплотного мультиплексирования с разделением по длине волны (DWDM): Класс WDM устройств, в котором разнос каналов меньше или равен 1000 ГГц. Устройства этого класса могут охватывать одну или несколько спектральных полос.

3.1.14.3 устройство широкополосного мультиплексирования с разделением по длине волны (WWDM): Класс WDM устройств, в котором разнос каналов больше или равен 50 нм. Устройства этого класса, как правило, отделяют канал в одном конвенциональном окне передачи (например, 1310 нм) от другого (например, 1550 нм).

3.1.15 пассивный (хроматический) компенсатор дисперсии в одном оптическом канале: Пассивный компонент, используемый для компенсации хроматической дисперсии оптического тракта, от которого требуется, чтобы параметры не выходили за пределы диапазона частот одного оптического канала.

3.1.16 перестраиваемый (хроматический) компенсатор дисперсии: Компонент, используемый для компенсации хроматической дисперсии оптического тракта, где величина компенсации дисперсии может регулироваться в пределах определенного диапазона.

3.2 Определения параметров

ПРИМЕЧАНИЕ – Не все определения данного раздела относятся ко всем устройствам. Применимость конкретного определения к определенному типу устройств определена в разделе 5.

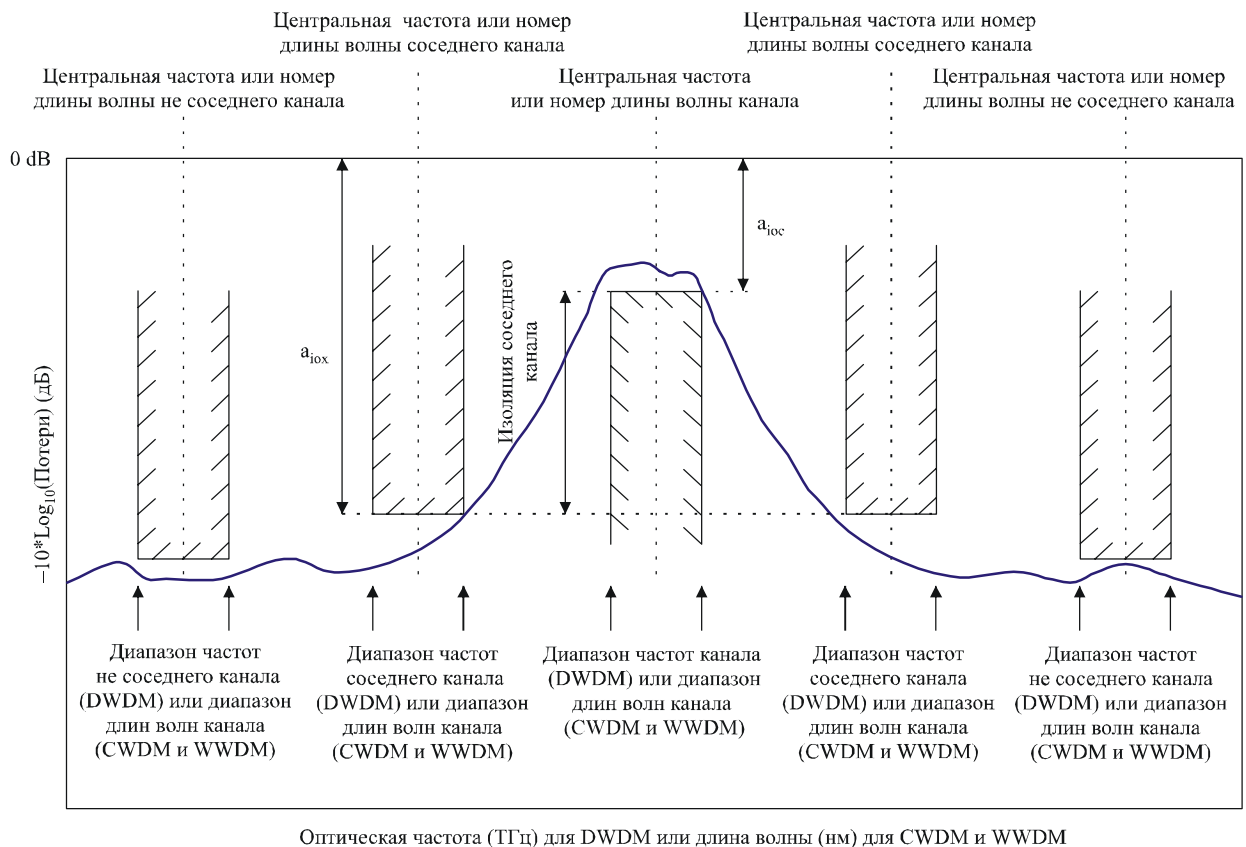
3.2.1 Ширина полосы пропускания по уровню 1 дБ или 3 дБ: Ширина полосы пропускания оптического фильтра по уровню 1 дБ (D_1) – это диапазон частот, в пределах которого фильтр должен обеспечивать затухание менее 1 дБ относительно минимального затухания в этом диапазоне. Полоса пропускания по уровню 1 дБ является симметричной относительно номинальной центральной частоты f_c фильтра, т. е. требуется, чтобы потери не превышали 1 дБ от уровня минимальных потерь на всех частотах между $f_c - D_1/2$ и $f_c + D_1/2$. Это показано на рисунке 2.

Ширина полосы пропускания оптического фильтра по уровню 3 дБ (D_3) – это диапазон частот, в пределах которого фильтр должен обеспечивать затухание менее 3 дБ относительно минимального затухания в этом диапазоне. Полоса пропускания по уровню 3 дБ является симметричной относительно номинальной центральной частоты f_c фильтра, т. е., требуется, чтобы потери не превышали 3 дБ от уровня минимальных потерь на всех частотах между $f_c - D_3/2$ и $f_c + D_3/2$. Это показано на рисунке 2.



Рисунок 2/G.671 – Иллюстрация ширины полосы пропускания по уровню 1 дБ и 3 дБ

3.2.2 изоляция соседнего канала: Изоляция соседнего канала (в WDM устройстве) определена как равная однонаправленной изоляции (на дальнем конце) этого же устройства с тем ограничением, что номер (канала) длины волны изоляции x точно соответствует номеру (канала) длины волны соседнего канала, соединенного с портом o . Это показано на рисунке 3.



G.671_F03

Рисунок 3/G.671 – Иллюстрация изоляции соседнего канала для WDM устройства

3.2.3 диапазон ослабления (только для переменных аттенюаторов): Диапазон ослабления (переменного аттенюатора) – это разница (в дБ) между максимальным и минимальным значениями вносимого затухания.

3.2.4 обратные потери (изоляция) (для оптического изолятора): Величина уменьшения оптической энергии (дБ), произошедшего в результате установки изолятора в обратном направлении. Источником сигнала является выходной порт, а приемником – входной порт изолятора. Эта величина рассчитывается по следующей формуле:

$$BL = -10 \log \left(\frac{P_{ob}}{P_{ib}} \right),$$

где:

P_{ob} – оптическая энергия, излучаемая входным портом изолятора, когда в выходной порт попадает P_{ib} . В условиях эксплуатации P_{ib} – это оптическая энергия, отраженная в обратном направлении, измеряемая на выходном порту изолятора (1.3.10/IEC 61202-1).

3.2.5 двунаправленное (на ближнем конце) перекрестное ослабление (для WDM устройства): В двунаправленном мультиплексоре/демультиплексоре двунаправленное (на ближнем конце) перекрестное ослабление определяется следующим образом:

$$BCA = a_{mox},$$

где:

a_{mox} – элемент логарифмической матрицы передачи, где m – номер входного порта мультиплексора (MUX), o – номер выходного порта демультиплексора (DMUX), а x – номер длины волны, связанный с портом m .

3.2.6 двунаправленное (на ближнем конце) перекрестное ослабление (для устройства):

Поскольку в двунаправленном мультиплексоре/демультиплексоре и входные, и выходные каналы располагаются на одной и той же стороне устройства, входной световой поток в одном направлении может появиться на выходном порте другого направления.

В приведенном ниже примере двунаправленной системы с четырьмя длинами волн, волны 1 и 2 передаются слева направо, а волны 3 и 4 справа налево.

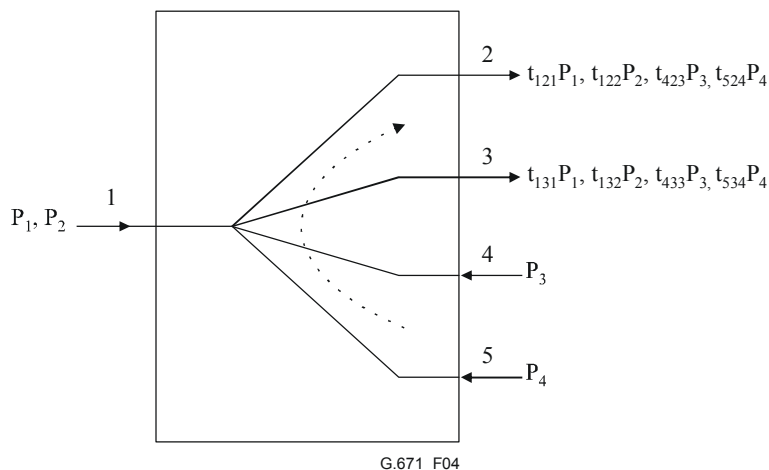


Рисунок 4/G.671 – Пример двунаправленной (на ближнем конце) изоляции

Следовательно, двунаправленная (на ближнем конце) изоляция определяется как:

$$I_B = a_{mox} - a_{doc},$$

a_{mox} и a_{doc} – это элементы логарифмической матрицы передачи, где d – номер входного порта DMUX, o – номер выходного порта DMUX, c – номер длины волны (канала), связанной с портом o , m – номер входного порта MUX, а x – номер длины волны, связанной с портом m .

Для этого примера, двунаправленная изоляция порта 2 по длине волны 3 составляет $a_{423} - a_{121}$.

3.2.7 гашение канала: В пределах рабочего диапазона длин волн разница (в дБ) между максимальным уменьшением коэффициента передачи непогашенных (неблокированных) каналов и минимальным уменьшением коэффициента передачи для погашенных (блокированных) каналов. Эта величина определяется по следующей формуле:

$$CE = a_{ioe} - a_{iox},$$

a_{ioe} и a_{iox} – это элементы логарифмической матрицы передачи (определена в 3.3), где i – номер входного порта, o – номер выходного порта, e – номер длины волны погашенного канала, а x – номер длины волны не погашенного канала с наибольшими потерями. Это показано на рисунке 5.

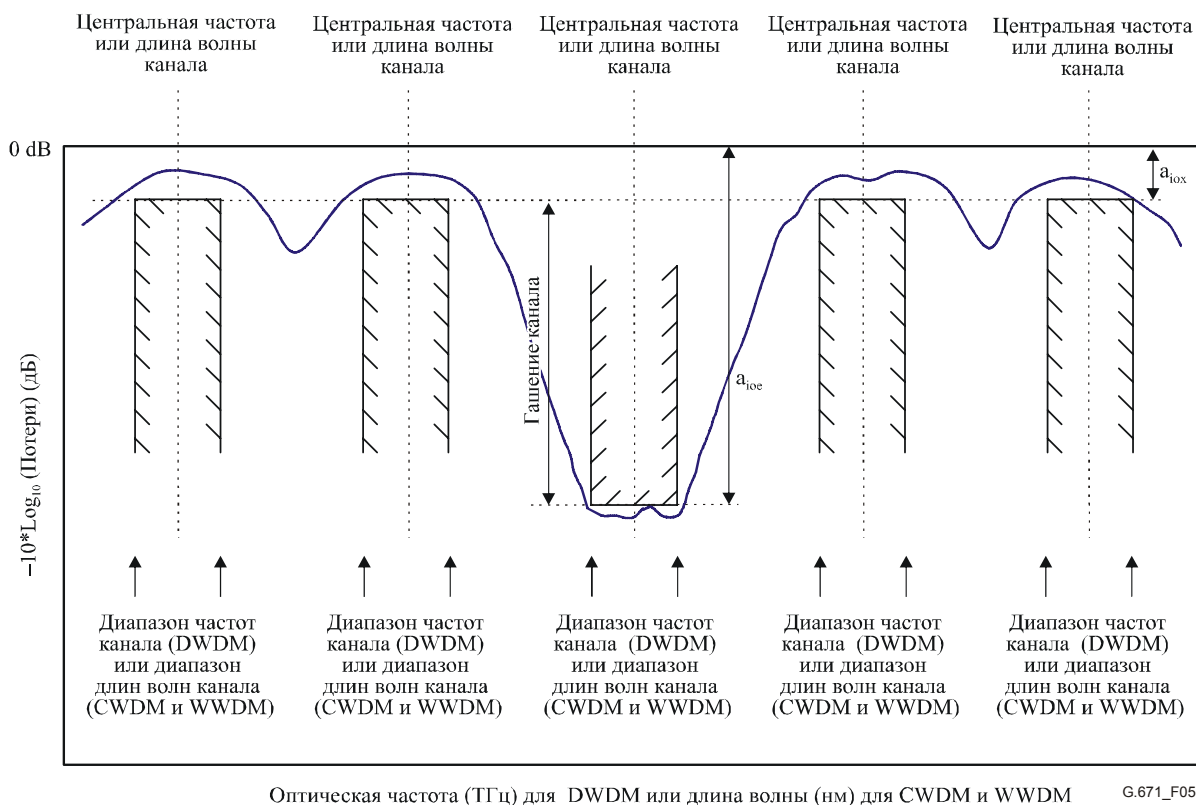


Рисунок 5/G.671 – Иллюстрация затухание канала WDM устройства

ПРИМЕЧАНИЕ. – Иногда используется определение затухания канала, отличное от вышеприведенного, и представляющее собой разницу между уменьшением коэффициента передачи непогашенного (неблокированного) канала и минимальным уменьшением коэффициента передачи в том же канале, когда он погашен (блокирован). Затухание канала, оцененное по такому методу, может иметь более высокое значение, но при некоторых условиях интерферометрические переходные помехи, оцененные с использованием этого значения затухания, могут не соответствовать наилучшему случаю.

3.2.8 диапазон частот канала: Диапазон частот, в пределах которого устройство DWDM должно работать с определенным качеством. Для конкретной номинальной центральной частоты канала f_{nomi} этот диапазон частот находится между $f_{imin}=(f_{nomi} - \Delta f_{max})$ и $f_{imax}=(f_{nomi} + \Delta f_{max})$, где Δf_{max} – максимальное отклонение центральной частоты канала. Номинальная центральная частота канала и максимальное отклонение центральной частоты канала определены в рекомендации МСЭ-Т G.692.

3.2.9 уменьшение коэффициента передачи канала (WDM устройства): Это уменьшение оптической энергии между входным и выходными портами устройства WDM выраженное в децибелах (дБ). Эта величина определяется как:

$$IL = -10 \log \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right),$$

где:

P_{in} – оптическая энергия, поданная на входной порт, а P_{out} — оптическая энергия, полученная на выходном порту.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Для WDM устройства, это элемент a_{iow} логарифмической матрицы передачи $n \times n \times k$. Здесь i – это номер входного порта, o – номер выходного порта, w - номер длины волны, связанной с портом i или o , n – общее число входных и выходных портов, а k – общее количество длин волн. Для WWDM устройства, эта величина должна быть определена как максимальная величина и минимальная величина каждого рабочего диапазона длин волн. Для устройств DWDM и CWDM, эта величина должна быть определена как максимальная величина и минимальная величина в пределах диапазона частот (или длин волн) канала, как показано на рисунке 6.

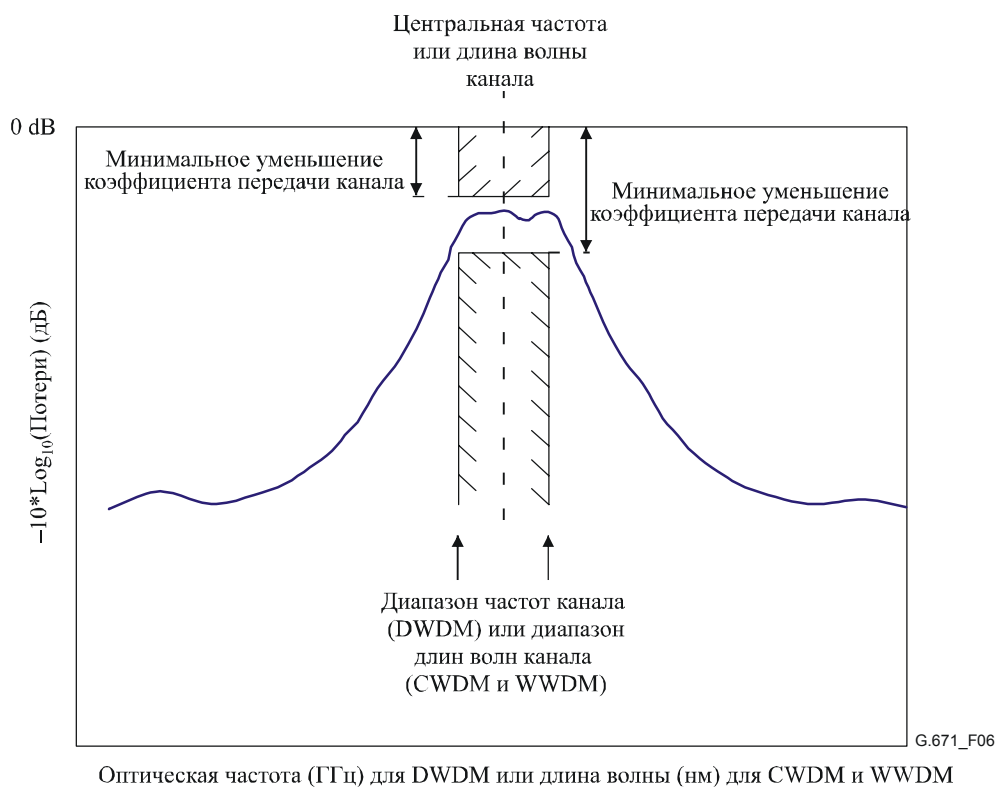
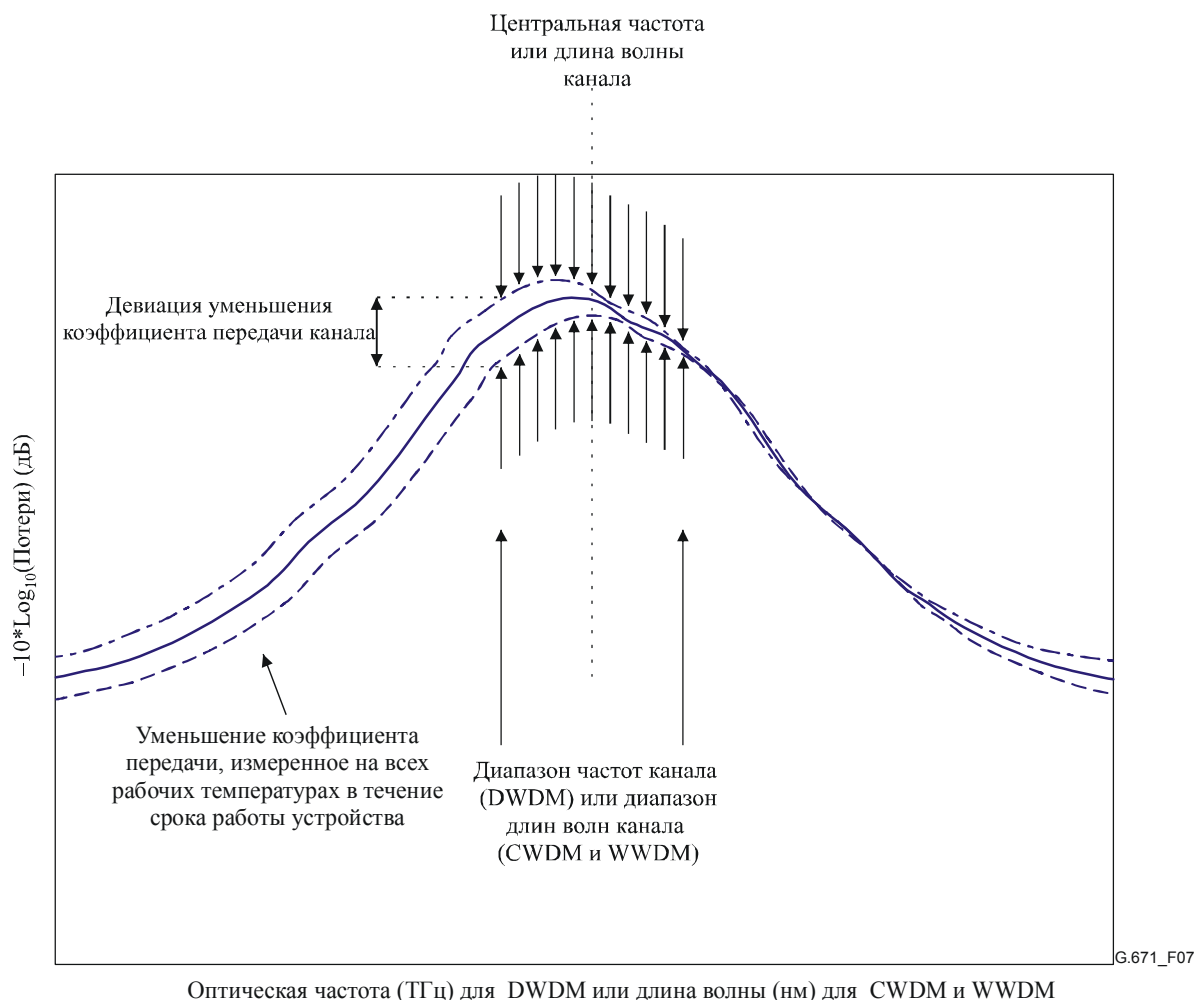


Рисунок 6/G.671 – Иллюстрация максимального и минимального уменьшения коэффициента передачи устройства WDM

3.2.10 девиация уменьшения коэффициента передачи канала (WDM устройства): Это максимальное изменение величины уменьшения коэффициента передачи канала в пределах диапазона частот канала (для DWDM устройства) или диапазона длин волн канала (CWDM и WWDM устройства). Это показано на рисунке 7.



Оптическая частота (ТГц) для DWDM или длина волны (нм) для CWDM и WWDM

Рисунок 7/G.671 – Иллюстрация изменения величины уменьшения коэффициента передачи канала устройства WDM

3.2.11 неоднородность каналов: Разница (в дБ) между энергией в канале с наибольшей энергией (в дБм) и в канале с наименьшей энергией (в дБм). Применяется к многоканальному сигналу в диапазоне рабочих длин волн.

3.2.12 время отклика канала: Время, требуемое для того, чтобы устройство перевело канал из исходного состояния с определенным уровнем энергии в желаемое состояние с требуемым уровнем энергии, при условии соблюдения допуска на неоднородность каналов, измеренного с момента времени, когда подается или отключается энергия возбуждения.

3.2.13 разнос каналов: Разница по частоте или длине волны между центрами соседних каналов в WDM устройстве. В DWDM устройстве разнос каналов определяется сеткой, описанной в Рекомендации МСЭ-Т G.694.1. В CWDM устройстве разнос каналов определяется сеткой, описанной в Рекомендации МСЭ-Т G.694.2.

3.2.14 диапазон длин волн канала: Диапазон, в пределах которого требуется обеспечить работу устройств CWDM или WWDM с заданным качеством. Для определенной номинальной величины центральной длины волны, λ_{nomi} , этот диапазон длин волн простирается от $\lambda_{imin} = (\lambda_{nomi} - \Delta\lambda_{max})$ до $\lambda_{imax} = (\lambda_{nomi} + \Delta\lambda_{max})$, где $\Delta\lambda_{max}$ – максимальная девиация длины волн в канале.

3.2.15 коэффициент направленного действия: Для оптического компонента разветвления или оптического переключателя это элемент a_{sr} логарифмической матрицы передачи, где s и r – номера двух номинально изолированных портов (1.3.11/IEC 60875-1).

3.2.16 постепенно нарастающее ослабление (только для переменных аттенуаторов): Применимо только для переменных аттенуаторов. Разница между номинальным ослаблением компонента в данном состоянии и минимальным номинальным ослаблением (1.3.6/IEC 60869-1).

3.2.17 уменьшение коэффициента передачи (не WDM устройства): Это уменьшение оптической энергии между входным и выходным портами пассивного компонента, выраженное в децибелах. Эта величина определяется как:

$$IL = -10 \log \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right),$$

где:

P_{in} – оптическая энергия, поданная на входной порт, а P_{out} – оптическая энергия, оптическая энергия, полученная на выходном порту.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для оптического компонента разветвления это – элемент a_{io} логарифмической матрицы передачи (где i – номер входного порта, а o – номер выходного порта), (1.3.7/IEC 60875-1).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для оптического переключателя это – элемент a_{io} логарифмической матрицы передачи (где I – номер входного порта, а o – номер выходного порта). Оно зависит от состояния переключателя (1.3.9/IEC 60876-1).

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Для оптического фильтра оно должен определяться как максимальное значение и минимальное значение в пределах каждого рабочего диапазона длин волн.

3.2.18 допуск на уменьшение коэффициента передачи (только для оптических аттенуаторов): Разница между номинальным и реальным уменьшением коэффициента передачи аттенуатора.

3.2.19 изоляция оптического переключателя: Изоляция оптического переключателя – это минимальное значение отношения коэффициента передачи переключателя во включенном состоянии к его коэффициенту передачи в выключенном состоянии в пределах рабочего диапазона длин волн. Эта величина определяется как:

$$IOS = 10 \log \left(\frac{t_{io}}{t_{io}^o} \right),$$

где t_{io} – коэффициент передачи (определен в 3.3) от порта i до порта o с трассой io в состоянии "вкл", t_{io}^o – коэффициент передачи от порта i до порта o с трассой io в состоянии "выкл".

3.2.20 изоляция не соседнего канала: Изоляция не соседнего канала (WDM устройства) определяется как величина, равная однонаправленной (дальней конец) изоляции этого устройства, при условии, что номер волны изолирования x таков, что для каждого канала он **не** соответствует каналу, непосредственно примыкающему к каналу, связанному с портом o . Это показано на рисунке 8.

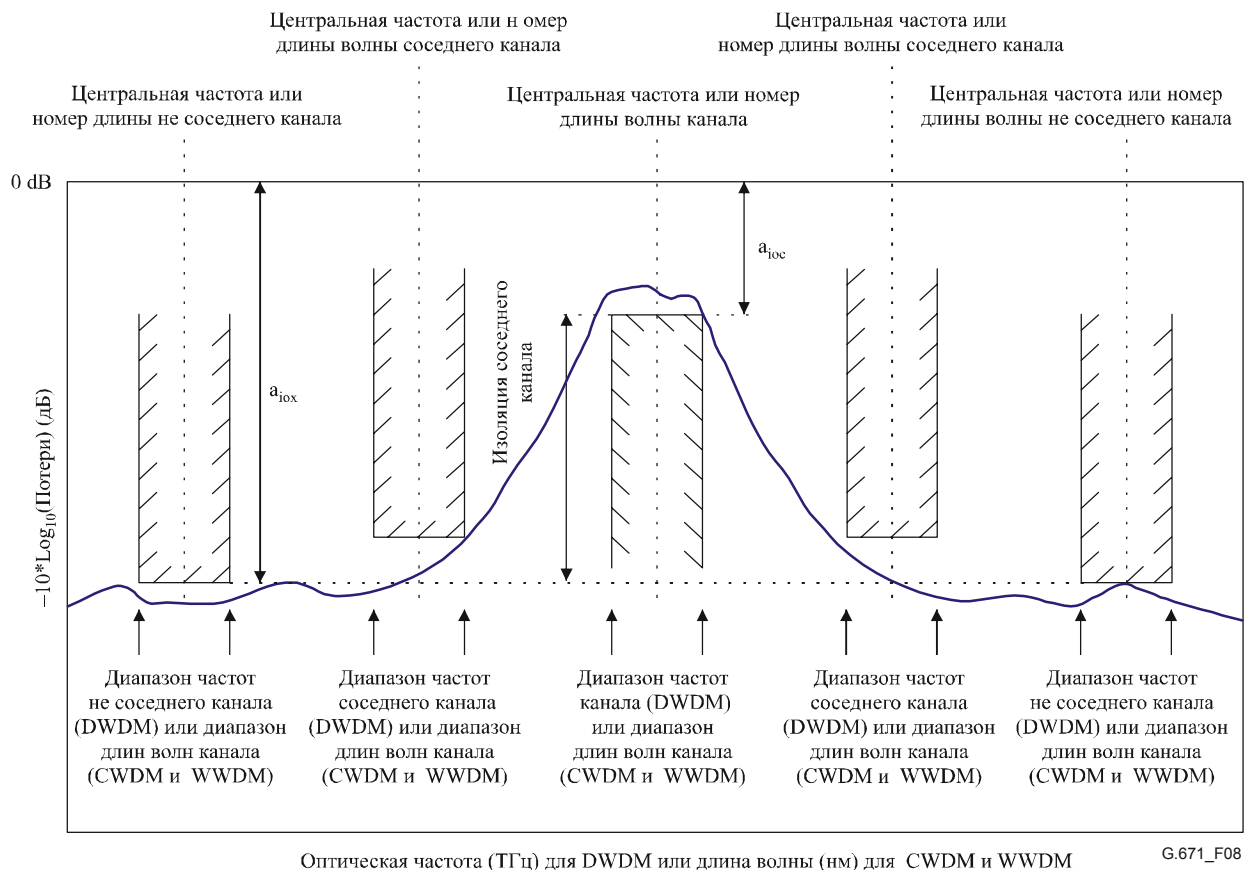


Рисунок 8/G.671 – Иллюстрация изоляции не соседнего канала для WDM устройство

3.2.21 рабочий диапазон длин волн: Заданный диапазон длин волн от λ_{imin} до λ_{imax} вокруг номинальной рабочей длины волны λ_s , в пределах которого пассивный компонент должен работать с заданным качеством (1.3.21/IEC 60875-1).

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Для оптического компонента разветвления с несколькими рабочими длинами волн, соответствующие диапазоны длин волн не обязательно являются одинаковыми (1.3.21/IEC 60875-1).

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Такие компоненты, как аттенюаторы, завершения, соединители и разветвители могут работать с заданным или допустимым качеством даже вне заданного диапазона длин волн.

3.2.22 внеполосное ослабление: Минимальное ослабление (в дБ) в каналах, расположенных за пределами рабочего диапазона длин волн.

3.2.23 затухание, зависящее от поляризации (PDL): Максимальное изменение величины уменьшения коэффициента передачи из-за изменения вида поляризации (SOP) во всем диапазоне поляризаций.

3.2.24 отражательная способность, зависящая от поляризации: Максимальное изменение отражательной способности из-за изменения вида поляризации (SOP) во всем диапазоне поляризаций.

3.2.25 дисперсия моды поляризации (PMD): Дисперсия поляризации обычно описывается в единицах дифференциальной групповой задержки (Differential Group Delay – DGD), которая представляет собой разницу между основными видами поляризации оптического сигнала для конкретных значений длины волн и времени.

В настоящей Рекомендации PMD определена с целью уточнения единственного для каждого компонента параметра, который может быть заменен в нижеприведенном уравнении, вычисляющем максимальное значение дифференциальной групповой задержки в линии (содержащей один или несколько рассматриваемых компонентов), которая будет превышена с заданной вероятностью.

$$DGD \max_{link} = \left[DGD \max_F^2 + S^2 \sum_i PMD_{Ci}^2 \right]^{1/2},$$

где:

$DGD \max_{link}$: максимальная дифференциальная групповая задержка в линии (пс)

$DGD \max_F$: максимальная дифференциальная групповая задержка в присоединенном волоконно-оптическом кабеле (пс)

S : поправочный коэффициент Максвелла (см. таблицу 1)

PMD_{Ci} : значение PMD для i -того компонента (пс)

В этом уравнении предполагается, что статистические значения мгновенных величин дифференциальной групповой задержки аппроксимируются распределением Максвелла, в котором вероятность того, что мгновенное значение DGD превысит $DGD \max_{link}$, определяется поправочным коэффициентом Максвелла, взятым из таблицы 1.

Таблица 1/G.671 – значения S и вероятности

Отношение максимального значения S к среднему	Вероятность превышения максимального значения	Отношение максимального значения S к среднему	Вероятность превышения максимального значения
3	$4,2 \times 10^{-5}$	4	$7,4 \times 10^{-9}$
3,2	$9,2 \times 10^{-6}$	4,2	$9,6 \times 10^{-10}$
3,4	$1,8 \times 10^{-6}$	4,4	$1,1 \times 10^{-10}$
3,6	$3,2 \times 10^{-7}$	4,6	$1,2 \times 10^{-11}$
3,8	$5,1 \times 10^{-8}$		

В этой Рекомендации величина PMD оптического компонента определяется как максимальная дифференциальная групповая задержка в пределах рабочего диапазона длин волн, если только нельзя показать, что характеристики компонента таковы, что используемое альтернативное определение PMD не позволяет получить величину $DGD \max_{link}$, предварительно рассчитанную из вышеприведенного уравнения, и оказывается заниженным для любой рабочей длины волны.

В тех случаях, когда можно установить, что для некоторого компонента распределение дифференциальной групповой задержки во времени соответствует распределению Максвелла, то PMD может быть определена, как усредненная по времени дифференциальная групповая задержка для наихудшей длины волны. Если можно показать также, что распределение дифференциальной групповой задержки по длинам волн соответствует распределению Максвелла, а его среднее значение примерно равно среднему значению распределения дифференциальной групповой задержки во времени, то PMD может быть определена, как дифференциальная групповая задержка, усредненная по длинам волн. Можно ожидать, что это условие выполняется для всех волоконных компонентов, например, для волокна с компенсацией дисперсии.

В качестве альтернативы, для компонентов, где дифференциальная групповая задержка может меняться с изменением длины волны, но во времени заметно не меняется, причем распределение дифференциальной групповой задержки в зависимости от изменения длины волны таково, что распределение Максвелла не приводит к недооценке ее максимальной величины для вероятностей менее 4.2×10^{-5} , то PMD можно определить как дифференциальную групповую задержку, усредненную для всех длин волн. Однако здесь требуется также, чтобы зависимость друг от друга дифференциальных групповых задержек в разных устройствах с одинаковой длиной волны была бы незначительной.

Некоторые оптические компоненты состоят из множества оптических трактов. Например, мультиплексоры/демультиплексоры WDM или гибридные двухполосные (C-диапазонов/L-диапазонов) усилители или компенсаторы. Если такие многотрактовые компоненты определяются одной единственной величиной, то PMD должна определяться по отдельности для каждого отдельно взятого оптического тракта, а результирующим значением PMD для целого компонента будет максимальное из полученных значений.

3.2.26 отражательная способность: Отношение мощности отраженной волны P_r к мощности падающей волны P_i на данном порту пассивного компонента, для данного спектрального состава, поляризации и геометрического распределения. Как правило, выражается в дБ следующим образом:

$$R = 10 \log \left(\frac{P_r}{P_i} \right) \quad (1.34/IEC 61931-1)$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1. –

- Для оптического компонента разветвления это – элемент a_{ii} логарифмической матрицы передачи (где i – номер входного порта) (1.3.8/IEC 60875-1).
- Для WDM устройства это – элемент a_{iiv} логарифмической матрицы передачи (где i – номер входного порта, w – номер длины волны). Для WWDM устройства она должна определяться как максимальное значение в каждом рабочем диапазоне длин волн. Для CWDM устройства она должна определяться как максимальное значение в пределах диапазона длин волн канала. Для DWDM устройства она должна определяться как максимальное значение в пределах диапазона частот канала.
- Для оптического переключателя это – элемент a_{ii} логарифмической матрицы передачи (где i – номер входного порта). Она зависит от состояния переключателя (1.3.10/IEC 60876-1).
- Для оптического фильтра она должна определяться в каждом рабочем диапазоне длин волн.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Поясним, отражательная способность оптического устройства не учитывает отражений, создаваемых соединительными элементами или рассогласованными оптическими портами. Отражательная способность соединительных элементов будет рассмотрена отдельно.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Как правило, в документах МСЭ-Т компоненты определяются по величине их отражательной способности (отрицательное значение в дБ), тогда как системы определяются с использованием термина "потери на отражение" (положительное значение в дБ). В некоторых документах МЭК компоненты (имеющие несколько интерфейсов) обычно определяются в величинах потерь на отражение.

3.2.27 стабильность позиционирования оптического переключателя: Требуется изучения.

3.2.28 воспроизводимость параметров полосы пропускания: Разброс отклонений требуемой центральной частоты и центральной частоты полосы пропускания перестраиваемого фильтра по уровню 3 дБ, при многократной повторной установке заданных параметров.

3.2.29 неравномерность: Для устройств WDM и перестраиваемых фильтров, размах уменьшения коэффициента передачи в пределах диапазона частот (или длин волн) канала. Необходима разработка возможных дополнительных спецификаций по использованию этого параметра для нескольких устройств, соединенных каскадно. Это показано на рисунке 9.

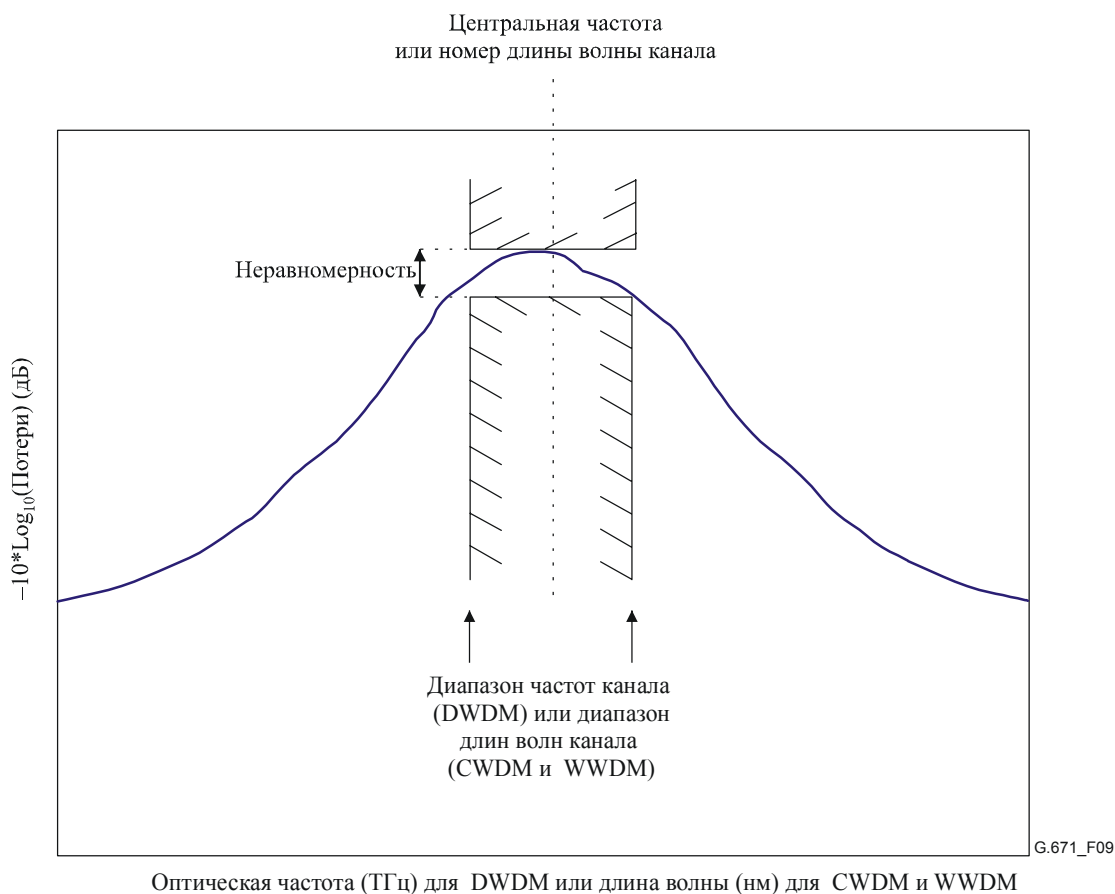


Рисунок 9/G.671 – Иллюстрация неравномерности для WDM устройства

3.2.30 время переключения: Время, в течение которого переключатель осуществляет переключение тракта i_o в положение "включен" или "выключен" из соответствующего исходного положения, измеренное с момента подачи или отключения энергии возбуждения (1.3.19/IEC 60876-1).

3.2.31 время настройки (установления сигнала): Время настройки (установления сигнала) перестраиваемого фильтра определяется как промежуток времени с момента начала перестройки частоты до момента, когда затухание перестраиваемого фильтра в пределах некоторого отклонения в дБ от заданной величины на требуемой центральной частоте фильтра \pm половина от полосы пропускания по уровню 3 дБ достигает значения (требующего дальнейших исследований).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Предлагается значение 0,1 дБ.

3.2.32 однонаправленное (дальний конец) затухание по соседнему каналу (для WDM устройства): WDM устройство способно разделить излучения с k длинами волн ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$) приходящее с одного входного порта на k выходных портов, каждый из которых, по определению, пропускает излучение только одной определенной длины волны. Однонаправленное (дальний конец) затухание по соседнему каналу – это величина той части выходящей с порта оптической энергии на каждой длине волны, которая отличается от номинальной длины волны. Эта величина определяется по следующей формуле:

$$UCA = a_{iox}$$

Термин a_{iox} – это элемент логарифмической матрицы передачи, где i – номер входного порта, o – номер выходного порта, а x – номер длины изолируемой волны, причем x – любой номер, не равный номеру длины волны (канала) связанной с портом o . Для каждого выходного порта o имеется $k - 1$ изолируемых волн λ_x .

3.2.33 однонаправленное (дальний конец) затухание (для WDM устройства): WDM устройство способно разделить излучения с k длинами волн ($\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$) приходящее с одного входного порта на k выходных портов, каждый из которых, по определению, пропускает излучение только одной определенной длины волны. Однонаправленное (дальний конец) затухание по соседнему каналу – это величина той части выходящей с порта оптической энергии на каждой длине волны, которая отличается от номинальной длины волны относительно мощности на номинальной длине волны. Эта величина определяется по следующей формуле:

$$I_U = a_{iox} - a_{ioc},$$

a_{iox} и a_{ioc} это – элементы логарифмической матрицы передачи (определенной 3.3), где i – номер входного порта, o – номер выходного порта, c – номер длины волны (канала) связанной с портом o , а x – номер длины изолируемой волны, причем x – любой номер длины, не равный c . Для каждого выходного порта o имеется одна длина волны канала λ_c и $k - 1$ длин изолируемой волны λ_x . Это показано на рисунке 10.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В настоящей рекомендации символ λ_c используется для обозначения длины волны канала, а не длины волны отсечки в волокне.

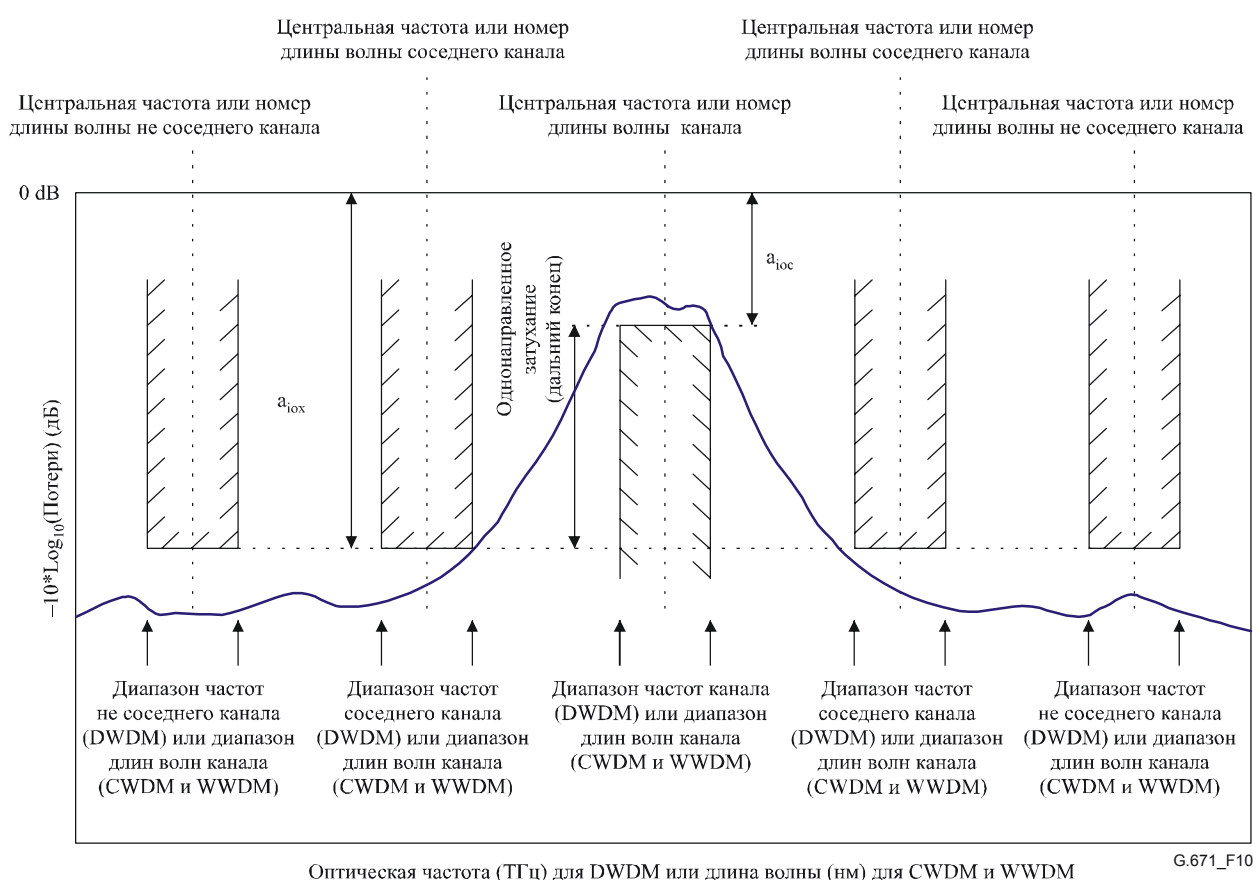


Рисунок 10/G.671 – Иллюстрация однонаправленного (дальний конец) затухания для устройства WDM

В примере, показанном на рисунке 11, используется матрица передачи, определенная в 3.3, если в демультиплексор WDM подать сигналы с мощностями $P_1, P_2, P_3, \dots, P_k$ и с длинами волн 1, 2, 3, ... k соответственно, то сигналы, появившиеся на порту x будут:

$$t_{1x1}P_1, t_{1x2}P_2, t_{1x3}P_3, \dots, t_{1xk}P_k$$

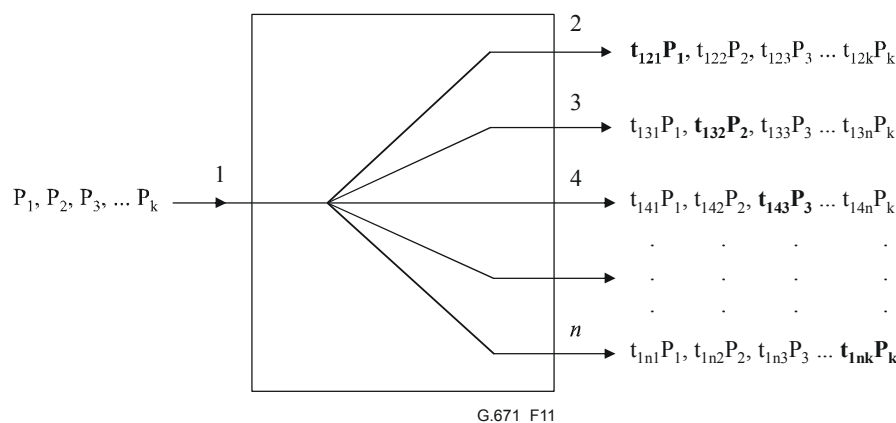


Рисунок 11/G.671 – Пример WDM демультиплексора

Следовательно, затухание порта 2 для сигнала длиной волны 3 составит $a_{123} - a_{121}$.

3.2.34 однородность: Логарифмическая матрица передачи любого компонента может содержать определенный набор коэффициентов, которые, как правило, конечны и единообразны. В таком случае, диапазон значений этих коэффициентов a_{io} , выраженный в децибелах, определяет однородность этого компонента (1.3.16/IEC 60875-1).

3.2.35 диапазон настройки компенсации дисперсии (для перестраиваемого компенсатора дисперсии): Разница между максимальной и минимальной дисперсией (в пс/нм), которые могут быть получены при помощи перестраиваемого компенсатора дисперсии в пределах диапазона частот канала.

3.2.36 неравномерность группового времени задержки: Неравномерность группового времени задержки оптического устройства – это максимальное изменение группового времени задержки устройства в пределах диапазона частот канала (DWDM устройства) или диапазона длин волн канала (CWDM и WWDM устройства).

В группе сигналов, которые слегка отличаются друг от друга по частоте, групповое время задержки – это время, требуемое для прохождения сквозь устройство любой определенной точки огибающей (т. е., огибающей, определенной как сумма сигналов группы).

Соотношение между неравномерностью группового времени задержки и потерями в оптическом тракте, которые она вызывает, зависит, например, от того, насколько быстро изменяется групповое время задержки с изменением оптической частоты (длины волны), скорости передачи сигнала, формата модуляции, и т. д. Это означает, что величина этого параметра должна быть определена из рекомендации для соответствующей системы передачи.

3.2.37 диапазон динамического ослабления в канале (только для динамических канальных эквалайзеров): Для динамического канального эквалайзера это – разница (в дБ) между уменьшением коэффициента передачи и наибольшим значением ослабления в канале, при котором выполняются остальные спецификации параметров.

3.2.38 разрешение ослабления в канале (только для динамических канальных эквалайзеров): Разрешение ослабления в канале – это максимальная разница между уменьшением коэффициента передачи в пределах диапазона частот (или длин волн) канала для любых двух соседних установок в пределах диапазона динамического ослабления динамического канального эквалайзера (в дБ).

3.3 Определения терминов

Для определения параметров в разделе 3.2 используются следующие термины.

3.3.1 проводящий порт: Два порта i и o , между которыми t_{io} , как правило, больше нуля (1.3.12/IEC 60875-1).

3.3.2 коэффициент связи: Для данного входного порта i это – отношение света на данном выходном порту o к общему свету на всех выходных портах. Эта величина определяется как:

$$CR_{io} = \frac{t_{io}}{\sum_n t_{in}},$$

где n – рабочие выходные порты (1.3.17/IEC 60875-1).

3.3.3 пара входной/выходной порт: проводящие порты i и o (t_{io} , как правило, больше нуля), которые изолированы от всех остальных портов j (a_{ij} , как правило, бесконечно).

На рисунке 12 показан пример шестипортового устройства с двумя входными и четырьмя выходными портами. Порты пронумерованы последовательно, так что создана матрица передачи, показывающая все порты и все возможные комбинации. Нумерация портов произвольная.

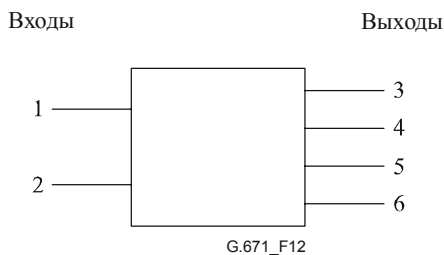


Рисунок 12/G.671 – Пример распределения портов для матрицы передачи

В этом примере с четырьмя рабочими длинами волн результирующая матрица передачи превращается в матрицу $6 \times 6 \times 4$: для обозначения затухания на волне λ_1 при передаче с порта 1 до порта 6 будем использовать обозначение a_{161} . Для обозначения отражательной способности порта 2 для волны λ_4 будем использовать обозначение a_{224} . Для обозначения затухания на волне λ_3 при передаче с порта 5 на порт 2 будем использовать обозначение a_{523} .

3.3.4 изолированный порт: Два порта i и o , между которыми t_{io} номинально равно нулю, а a_{io} , номинально бесконечно (1.3.13/IEC 60875-1).

3.3.5 логарифмическая матрица передачи (для оптического переключателя): Общая логарифмическая матрица передачи показана на рисунке 13.

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & a_{io} & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Рисунок 13/G.671 – Логарифмическая матрица передачи для оптического переключателя

где a_{io} – ослабление оптической энергии, выраженное в децибелах на выходном порту o , при подаче единичной мощности в порт i , т. е.:

$$a_{io} = -10 \log(t_{io}),$$

где t_{io} – коэффициент матрицы передачи.

Аналогично, для состояния "выключено" $a_{io}^o = -10 \log(t_{io}^o)$. Эта матрица предназначена только для целей определения (1.3.8/IEC 60876-1).

3.3.6 коэффициент логарифмической матрицы передачи (для оптического разветвителя и WDM устройств): Общая логарифмическая матрица передачи показана на рисунке 14.

$$A = \begin{pmatrix} \begin{matrix} a_{11k} & a_{12k} & \dots & a_{1nk} \\ a_{21k} & a_{22k} & \dots & a_{2nk} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{k1k} & a_{k2k} & \dots & a_{knk} \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \dots \\ n \end{matrix} \\ \begin{matrix} a_{112} & a_{122} & \dots & a_{1n2} \\ a_{212} & a_{222} & \dots & a_{2n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n12} & a_{n22} & \dots & a_{nn2} \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \dots \\ n \end{matrix} \\ \begin{matrix} a_{111} & a_{121} & \dots & a_{1n1} \\ a_{211} & a_{221} & \dots & a_{2n1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n11} & a_{n21} & \dots & a_{nn1} \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ \dots \\ n \end{matrix} \end{pmatrix}$$

G.671_F14

Рисунок 14/G.671 – Логарифмическая матрица передачи

где a_{srw} – ослабление оптической энергии, выраженное в децибелах на выходном порту номер r , при подаче на порт номер s сигнала единичной мощности с длиной волны номер w , т. е.:

$$a_{srw} = -10 \log t_{srw}$$

где t_{srw} – коэффициент матрицы, s – номер порта, в который поступает оптическая энергия, направляемая в устройство для измерения, r – номер порта, используемого для измерения и возврата, и w – номер длины волны измерения (т. е. измерение выполняется на длине волны λ_w). Эта матрица предназначена только для целей определения (1.3.9/IEC 60875-1).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если устройство не чувствительно к длине волны, то A превращается в матрицу $n \times n$ с элементами a_{sr} .

3.3.7 рабочая длина волны: Номинальная длина волны λ , на которой пассивный компонент должен работать с заданным качеством (1.3.20/IEC 60875-1).

3.3.8 порт: Волоконно-оптический кабель или волоконно-оптический соединительный элемент, соединенный с оптическим компонентом и предназначенный для ввода или вывода оптической энергии (1.3.1/IEC 60875-1).

3.3.9 Определяется приложением (sba): В таблицах значений параметров в разделе 5 некоторые параметры даны как "sba". Это означает, что значение этого параметра для данного компонента должно быть определено, из рекомендации для соответствующей системы передачи, а не в данном документе.

3.3.10 матрица времени переключения (для оптического переключателя): Матрица коэффициентов, в которой каждый коэффициент s_{io} – это наибольшее время переключения тракта io в положение "включено" или "выключено" из любого исходного состояния, как показано на рисунке 15. Эта матрица предназначена только для целей определения (1.3.20/IEC 60876-1).

$$S = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \dots & \dots & s_{io} & \dots \\ s_{n1} & s_{n2} & \dots & s_{nn} \end{pmatrix}$$

Рисунок 15/G.671 – Матрица времени переключения для оптического переключателя

3.3.11 коэффициент передачи (для оптического разветвителя и WDM устройств): Элемент t_{io} матрицы передачи (1.3.8/IEC 60875-1).

3.3.12 коэффициент передачи (для оптического переключателя): Элемент t_{io} или t_{io}^o матрицы передачи. Каждый коэффициент t_{io} - это часть энергии, для наихудшего случая (минимальная), переданная с порта i на порт o вне зависимости от их состояния, при условии, что тракт io установлен в состояние "включено" Каждый коэффициент t_{io}^o это часть энергии, для наихудшего случая (минимальная), переданная с порта i на порт o вне зависимости от их состояния, при условии, что тракт io установлен в состояние "выключено" (1.3.7/IEC 60876-1).

3.3.13 матрица передачи (для оптического разветвителя и WDM устройств): Оптические свойства оптического разветвителя могут быть определены в значениях матрицы коэффициентов $n \times n \times k$, где n - общее количество портов (входных и выходных), k - число длин волн. Эти коэффициенты представляют собой части оптической энергии, передаваемые между соответствующими портами. Общая матрица передачи T показана на рисунке 16.

$$T = \begin{matrix} & \begin{matrix} \text{1} & \text{2} & \dots & \text{k} \end{matrix} \\ \begin{matrix} \text{1} \\ \text{2} \\ \dots \\ \text{n} \end{matrix} & \begin{matrix} \left(\begin{matrix} t_{11k} & t_{12k} & \dots & t_{1nk} \\ t_{21k} & t_{22k} & \dots & t_{2nk} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n1k} & t_{n2k} & \dots & t_{nnk} \end{matrix} \right) \\ \left(\begin{matrix} t_{112} & t_{122} & \dots & t_{1n2} \\ t_{212} & t_{222} & \dots & t_{2n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n12} & t_{n22} & \dots & t_{nn2} \end{matrix} \right) \\ \left(\begin{matrix} t_{111} & t_{121} & \dots & t_{1n1} \\ t_{211} & t_{221} & \dots & t_{2n1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n11} & t_{n21} & \dots & t_{nn1} \end{matrix} \right) \end{matrix} \end{matrix}$$

G.671_F16

Рисунок 16/G.671 – Матрица передачи

где t_{srw} – отношение оптической энергии P_{out} , выходе порта номер r к входной мощности P_{in} на порте номер s на волне с длиной номер w , т. е.:

$$t_{srw} = P_{out}/P_{in} \text{ на волне с длиной номер } w.$$

Первый индекс символа t_{srw} всегда используется для обозначения номера порта, на который подается в устройство оптическая энергия для измерения, второй индекс всегда обозначает номер порта, используемого для измерения возврата, и третий индекс всегда – номер длины волны измерений (т. е., измерение выполняется при длине волны λ_w). Эта матрица предназначена только для целей определения.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если устройство не чувствительно к длине волны, то T превращается в матрицу $n \times n$ с элементами t_{sr} .

3.3.14 матрица передачи (для оптического переключателя): Оптические свойства оптического переключателя могут быть определены в значениях матрицы коэффициентов $n \times n$ (n – общее количество портов). Матрица T представляет собой тракты во включенном состоянии (наихудший случай передачи), а матрица T^o представляет собой тракты во выключенном состоянии (наихудший случай изоляции). Общие матрицы передачи показаны на рисунке 17. Эта матрица предназначена только для целей определения (1.3.6/IEC 60876-1).

$$T = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & \dots & t_{io} \\ t_{21} & t_{22} & \dots & t_{nn} \\ \dots & \dots & t_{io} & \dots \\ t_{n1} & t_{n2} & \dots & t_{nn} \end{pmatrix}$$

$$T^o = \begin{pmatrix} t_{11}^o & t_{12}^o & \dots & t_{1n}^o \\ t_{21}^o & t_{22}^o & \dots & t_{2n}^o \\ \dots & \dots & t_{io}^o & \dots \\ t_{n1}^o & t_{n2}^o & \dots & t_{nn}^o \end{pmatrix}$$

Рисунок 17/G.671 – Матрица передачи для оптического переключателя

4 Сокращения и акронимы

В настоящей рекомендации используются следующие сокращения:

CWDM	Грубое мультиплексирование с разделением по длине волны
DCE	Динамический канальный эквалайзер
DGD	Дифференциальная групповая задержка
DWDM	Высокоплотное мультиплексирование с разделением по длине волны
ffs	Для дальнейшего исследования
IL	Уменьшение коэффициента передачи
ЦСИС	Цифровая сеть с интеграцией служб
MUX/DMUX	Мультиплексор/демультиплексор
na	Неприменимо
OADM	Оптический динамический мультиплексор
PDL	Потери, зависящие от поляризации
PMD	Дисперсия моды поляризации
sba	Определяется приложением
SOP	Состояние поляризации
WDM	Мультиплексирование с разделением по длине волны
WWDM	Широкополосное мультиплексирование с разделением по длине волны

5 Методы измерения параметров и их значения

Как правило, в настоящей рекомендации, не рассматриваются методы измерения параметров. Однако в последующих таблицах даны все необходимые ссылки на существующие основные спецификации МЭК. Для эксплуатационных параметров указаны процедуры измерений и испытаний на воздействие окружающей среды, которые описаны в Общих спецификациях МЭК, упомянутых в разделе 3, и в Базовом стандарте IEC 61300 по процедурам испытаний и измерений для соединительных устройств и пассивных компонентов.

Значения для статистического подхода требуют дальнейшего изучения, и с течением времени будут приведены в приложении.

Все величины в таблицах представляют собой наихудшие значения для конца эксплуатации при всех указанных значениях температуры, влажности и всех возмущающих факторах.

Для определенных приложений могут накладываться более жесткие ограничения на отражательную способность, чем значения, приведенные в этих таблицах.

Введение параметров отражательной способности, зависящей от поляризации, требует дальнейшего изучения.

Для некоторых компонентов (например, компоненты разветвления, волоконно-оптические фильтры, пассивные компенсаторы дисперсии, оптические соединительные элементы и перестраиваемые фильтры) значения максимального уменьшения коэффициента передачи соответствуют современному состоянию технологии. Дальнейшее снижение величины максимального уменьшения коэффициента передачи зависит от прогресса технологии и достижений инженерной науки в области соединительных устройств.

В нижеприведенных таблицах, X = номер порта, соответствующего данной длине волны.

Нижеследующие примечания относятся к таблицам:

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Предполагает работу как в одной, так и в обеих полосах пропускания, но если в полосе пропускания имеется ограниченный диапазон длин волн, то значения параметров затухания относятся только к этой ограниченной полосе.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Максимальное значение допустимой входной мощности еще обсуждается. Величина +20 дБм выбрана в качестве начального значения. При подаче в оптические компоненты большой мощности, необходимо позаботиться об устранении с поверхностей соединительного элемента посторонних веществ, например, пыли или твердых частиц.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Методы измерения, описанные в Рекомендации МСЭ-Т G.650, могут использоваться только в том случае, когда можно показать, что используемое значение дифференциальной групповой задержки, усредненное по длинам волн, не приводит к недооценке суммарной дифференциальной групповой задержки в канале.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Двойственные значения (a|b) указывают величины для "медленных" и "быстрых" переключателей, соответственно.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – Для некоторых пассивных компенсаторов дисперсии рабочий диапазон длин волн может быть уже, но должен перекрывать диапазон используемого источника оптического сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ 6. – Значения, полученные из предположений о компенсации определенной длины волокна типа G.652, с использованием уравнения из I.2/G.652, хотя длины других волокон и предположения еще находятся в стадии изучения. Значения для компенсаторов длины кабелей G.653 и G.655 находятся в стадии изучения.

ПРИМЕЧАНИЕ 7. – При использовании в более широких диапазонах температур, эти значения могут быть превышены, но эта проблема еще находится в стадии изучения.

ПРИМЕЧАНИЕ 8. – Для сетей, отличных от тех, что описаны в рекомендации МСЭ-Т G.982, включая иные сети доступа, допускается значение –27 дБ; однако необходимо постараться обеспечить функционирование систем, где используется несколько оптических компонентов с отражательной способностью, равной или близкой к этому пределу. С учетом будущего развития сетей, рассматривается величина –40 дБ.

ПРИМЕЧАНИЕ 9. – Эти значения предполагают соединение волокон типов, описанных в одной и той же рекомендации. Это значения для наихудшего случая при всех внешних факторах и для образца большой длины. Типичное значение уменьшения коэффициента передачи для механических соединений составляет 0,15 дБ, для активно отрегулированных соединений сплавлением 0,08 дБ, и для пассивно отрегулированных соединений сплавлением 0,15 дБ.

5.1 Подсистемы оптического динамического мультиплексора (OADM) (для WDM)

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
	Уменьшение коэффициента передачи канала (дБ)			
5.1.1	Со входа на выход	sba	sba	
5.1.2	Со входа до ответвления	sba	sba	
5.1.3	Добавление к выходному сигналу	sba	sba	
5.1.4	Девияция уменьшения коэффициента передачи канала (дБ)	ffs	ffs	ffs
5.1.5	Отражательная способность (дБ)	ffs	na	
5.1.6	Потери, зависящие от поляризации(PDL) (дБ)	ffs	na	
5.1.7	Тип подсистемы OADM	sba	sba	
5.1.8	Номер каналов добавления/ответвления/передачи	sba	sba	

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.1.9	Тип профиля полосы пропускания (плоская или Гауссова)	ffs	ffs	
5.1.10	Диапазон длин волн канала (нм) (CWDM и WWDM устройства)	sba	sba	
5.1.11	Диапазон частот канала (ГГц) (DWDM устройства)	sba	sba	
5.1.12	Ширина полосы пропускания по уровню 1 дБ (нм)	sba	sba	
5.1.13	Ширина полосы пропускания по уровню 3 дБ (нм)	sba	sba	
5.1.14	Неравномерность (дБ)	ffs	na	
	Изоляция соседнего канала (дБ)			
5.1.15	Со входа до ответвления	na	sba	
	Non-изоляция соседнего канала (дБ)			
5.1.16	Со входа до ответвления	na	sba	
	Затухание канала (дБ)			
5.1.17	Со входа на выход	na	sba	
5.1.18	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	
5.1.19	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)

5.2 Компонент асимметричного разветвления (не избирательный по длине волны)

Ответители с коэффициентами связи $F = 20\%$, 10% , 5% , 2% и 1% .

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.2.1	Уменьшение коэффициента передачи – главный порт (дБ)	См. таблицу далее	См. таблицу далее	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.2.2	Уменьшение коэффициента передачи – порт ответвления (дБ)	См. таблицу далее	См. таблицу далее	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.2.3	Отражательная способность (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-6
	Рабочий диапазон длин волн (нм) (Примечание 1)			
5.2.4	окно 1310 нм	1360	1260	IEC 61300-3-7
5.2.5	окно 1550 нм	1580	1480	IEC 61300-3-7
5.2.6	Потери, зависящие от поляризации (PDL) – главный порт (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.2.7	Потери, зависящие от поляризации (PDL) – порт ответвления (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.2.8	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.2.9	Допустимая входная мощность (дБм)	Ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.2.10	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.2.11	Коэффициент направленного действия (дБ)	na	ffs	ffs

F	Главный порт		Порт ответвления	
	Мин. IL (дБ)	Макс. IL (дБ)	Мин. IL (дБ)	Макс. IL (дБ)
80/20	ffs	ffs	ffs	ffs
90/10	ffs	ffs	ffs	ffs
95/5	ffs	ffs	ffs	ffs
98/2	ffs	ffs	ffs	ffs
99/1	ffs	ffs	ffs	ffs

5.3 Оптический аттенуатор

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.3.1	Уменьшение коэффициента передачи (дБ) (фиксированный аттенуатор)	sba	sba	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.3.2	Отражательная способность (дБ)	-40	na	IEC 61300-3-6
	Рабочий диапазон длин волн (нм) (Примечание 1)			
5.3.3	Окно 1310 нм	1360	1260	IEC 61300-3-7
5.3.4	Окно 1550 нм	1580	1480	IEC 61300-3-7
5.3.5	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	0.3	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.3.6	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.3.7	Допустимая входная мощность (дБм)	Ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.3.8	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.3.9	Допустимое уменьшение коэффициента передачи (дБ)	±15%	±15%	ffs
5.3.10	Диапазон ослабления (переменный аттенуатор) (дБ)	sba	sba	ffs
5.3.11	Постепенно нарастающее ослабление (переменный аттенуатор) (дБ)	sba	sba	ffs

5.4 Оптический компонент разветвления (не избирательный по длине волны)

Порты $1 \times X$ и $2 \times X$, где $X = 2, 3, 4, 6, 8, 12, 16, 24$ и 32 .

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.4.1	Уменьшение коэффициента передачи (дБ)	См. таблицу далее	См. таблицу далее	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.4.2	Отражательная способность (дБ)	-40	na	IEC 61300-3-6
	Рабочий диапазон длин волн (нм) (Примечание 1)			
5.4.3	Окно 1310 нм	1360	1260	IEC 61300-3-7
5.4.4	Окно 1550 нм	1580	1480	IEC 61300-3-7
5.4.5	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	0,1 (1 + log ₂ X)	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.4.6	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.4.7	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.4.8	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.4.9	Коэффициент направленного действия (дБ)	na	50	ffs
5.4.10	Равномерность (дБ)	$1,0 \log_2 X$	na	ffs

В данной таблице предполагается симметричное распределение мощности между выходными портами разветвителя.

X	1 × X		2 × X	
	Мин. ПЛ (дБ)	Макс. ПЛ (дБ)	Мин. ПЛ (дБ)	Макс. ПЛ (дБ)
2	2,6	4,2	2,5	4,5
3	4,1	6,3	4,0	6,6
4	5,4	7,8	5,3	8,1
6	6,8	9,9	6,7	10,2
8	8,1	11,4	8,0	11,7
12	9,5	13,5	9,4	13,8
16	10,8	15,0	10,7	15,3
24	12,0	17,1	11,95	17,4
32	13,1	18,6	13,1	18,9

5.5 Оптический соединительный элемент

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.5.1	Уменьшение коэффициента передачи (дБ)	0,5	na	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
	Для одного волокна (Примечание 7)			
5.5.2	Для множества волокон (Примечание 7)	1,0	na	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.5.3	Отражательная способность (дБ)	-35 (Примечания 7 и 8)	na	IEC 61300-3-6
5.5.4	Рабочий диапазон длин волн (нм) (Примечание 1)	1360	1260	IEC 61300-3-7
	Окно 1310 нм			
5.5.5	Окно 1550 нм	1580	1480	IEC 61300-3-7
5.5.6	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	0,1	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.5.7	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.5.8	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.5.9	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
ПРИМЕЧАНИЕ. – Уменьшение значений коэффициента передачи и отражательной способности учитывают также прочность соединения.				

5.6 Динамический канальный эквалайзер (DCE)

Раздел	Параметр	Макс.	Ми н.	Метод измерений
5.6.1	Уменьшение коэффициента передачи (дБ)	6	ffs	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.6.2	Отражательная способность (дБ)	na	-45	IEC 61300-3-6
5.6.3	Рабочий диапазон длин волн (нм)	sba	sba	IEC 61300-3-7
	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)			
5.6.4	Во всем динамическом диапазоне ослабления канала	0,4	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.6.5	В уменьшенном на 10 дБ динамическом диапазоне ослабления канала	0,2	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.6.6	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.6.7	Допустимая входная мощность (дБм)	Ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.6.8	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.6.9	Затухание канала (дБ)	na	40	
5.6.10	Внеполосное ослабление (дБ)	na	40	
5.6.11	Разрешение ослабления канала (дБ)	0.2	na	
5.6.12	Динамический диапазон ослабления канала (дБ)	na	20	
5.6.13	Неравномерность (дБ)	0.2	na	
5.6.14	Время отклика канала (мс)	30	na	
5.6.15	Разнос каналов (нм)	sba	sba	
5.6.16	Количество каналов	sba	sba	

5.7 Оптический фильтр

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
	Уменьшение коэффициента передачи (дБ)			
5.7.1	Полоса пропускания	sba	sba	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.7.2	Полоса заграждения	na	sba	
5.7.3	Отражательная способность (дБ)	-40	na	IEC 61300-3-6
5.7.4	Рабочий диапазон длин волн (нм)	sba	sba	IEC 61300-3-7
5.7.5	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.7.6	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.7.7	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.7.8	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.7.9	Неравномерность (дБ)	ffs	na	ffs

5.8 Оптический изолятор

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.8.1	Уменьшение коэффициента передачи (дБ)	ffs	na	
5.8.2	Потери в обратном направлении (изоляция)	na	sba	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.8.3	Отражательная способность (дБ)	-40	na	IEC 61300-3-6
	Рабочий диапазон длин волн (нм) (Примечание 1)			
5.8.4	Окно 1310 нм	1360	1260	IEC 61300-3-7
5.8.5	Окно 1550 нм	1580	1480	IEC 61300-3-7
5.8.6	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.8.7	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.8.8	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.8.9	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)

5.9 Пассивный (хроматический) компенсатор дисперсии

Раздел	Параметр (км от эквивалентной компенсации G.652)	Макс.	Мин.	Метод измерений
	Уменьшение коэффициента передачи (дБ)			IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.9.1	2,5	ffs	na	
5.9.2	5	ffs	na	
5.9.3	7,5	ffs	na	
5.9.4	10	ffs	na	
5.9.5	20	3,6	ffs	
5.9.6	30	ffs	ffs	
5.9.7	40	5,5	ffs	
5.9.8	50	ffs	ffs	
5.9.9	60	7,5	ffs	
5.9.10	70	ffs	ffs	
5.9.11	80	9,5	ffs	
5.9.12	90	ffs	ffs	
5.9.13	100	11,5	ffs	
5.9.14	110	ffs	ffs	
5.9.15	120	13,5	ffs	
5.9.16	Отражательная способность (дБ)	-27	na	IEC 61300-3-6
5.9.17	Рабочий диапазон длин волн (нм) (Примечание 5)	1565	1525	IEC 61300-3-7
5.9.18	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12

Раздел	Параметр (км от эквивалентной компенсации G.652)	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.9.19	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.9.20	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
	Дисперсия в пределах рабочего диапазона длин волн (Примечание 6) (пс/нм)			ffs
5.9.21	2,5	ffs	ffs	
5.9.22	5	ffs	ffs	
5.9.23	7,5	ffs	ffs	
5.9.24	10	ffs	ffs	
5.9.25	20	-310	-360	
5.9.26	30	ffs	ffs	
5.9.27	40	-620	-710	
5.9.28	50	ffs	ffs	
5.9.29	60	-930	-1070	
5.9.30	70	ffs	ffs	
5.9.31	80	-1240	-1420	
5.9.32	90	ffs	ffs	
5.9.33	100	-1550	-1780	
5.9.34	110	ffs	ffs	
5.9.35	120	-1860	-2140	
	Дисперсия моды поляризации (PMD) (Примечание 7) (пс)			Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.9.36	2,5	ffs	na	
5.9.37	5	ffs	na	
5.9.38	7,5	ffs	na	
5.9.39	10	ffs	na	
5.9.40	20	ffs	na	
5.9.41	40	ffs	na	
5.9.42	60	ffs	na	
5.9.43	80	ffs	na	
5.9.44	100	ffs	na	
5.9.45	120	ffs	na	

5.10 Оптическое соединение

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
	Уменьшение коэффициента передачи (дБ) (Примечание 9)			IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.10.1	Механическое соединение	0,50	na	
5.10.2	Соединение сплавлением (Активное регулирование)	0,30	na	
5.10.3	Соединение сплавлением (Пассивное регулирование)	0,50	na	
	Отражательная способность (дБ)			IEC 61300-3-6
5.10.4	Механическое соединение	-40	na	
5.10.5	Соединение сплавлением	-70	na	
	Рабочий диапазон длин волн (нм) (Примечание 1)			
5.10.6	Окно 1310 нм	1360	1260	IEC 61300-3-7
5.10.7	Окно 1550 нм	1580	1480	IEC 61300-3-7
5.10.8	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.10.9	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.10.10	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.10.11	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)

5.11 Оптический переключатель

Раздел	Параметр	1 × X переключатели		2 × 2 переключатели		Метод измерений
		Макс.	Мин.	Макс.	Станд.	
5.11.1	Уменьшение коэффициента передачи (дБ)	2.5 log ₂ X (Примечание 4)	na	ffs	na	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.11.2	Отражательная способность (дБ)	-40	na	-40	na	IEC 61300-3-6
5.11.3	Рабочий диапазон длин волн (нм)	ffs	ffs	ffs	ffs	IEC 61300-3-7
5.11.4	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs 0.1 (1 + log ₂ X) (Примечание 4)	na	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.11.5	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.11.6	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.11.7	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.11.8	Время переключения	10 с 20 мс (Примечание 4)	na	ffs	na	ffs
5.11.9	Повторяемость (дБ)	0.25	na	ffs	na	ffs

Раздел	Параметр	1 × X переключатели		2 × 2 переключатели		Метод измерений
		Макс.	Мин.	Макс.	Станд.	
5.11.10	Равномерность (дБ)	ffs $0,4 \log_2 X$ (Примечание 4)	na	ffs	na	ffs
5.11.11	Изоляция (дБ)	sba	na	sba	na	ffs
5.11.12	Коэффициент направленного действия (дБ)	na	50	na	ffs	ffs

ПРИМЕЧАНИЕ. – 2 × X переключатели - находятся в стадии изучения.

5.12 Оптическое завершение

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.12.1	Отражательная способность (дБ)	-50	na	IEC 61300-3-6
	Рабочий диапазон длин волн (нм) (Примечание 1)			
5.12.2	Окно 1310 нм	1360	1260	IEC 61300-3-7
5.12.3	Окно 1550 нм	1580	1480	IEC 61300-3-7
5.12.4	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.12.5	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs

5.13 Перестраиваемый фильтр

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
	Уменьшение коэффициента передачи (дБ)			IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.13.1	Полоса пропускания	sba	sba	
5.13.2	Полоса задержания	na	sba	
5.13.3	Отражательная способность (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-6
5.13.4	Рабочий диапазон длин волн (нм)	sba	sba	IEC 61300-3-7
5.13.5	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.13.6	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.13.7	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.13.8	Дисперсия моды поляризации(PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.13.9	Ширина полосы пропускания по уровню 1 дБ (нм)	sba	sba	ffs
5.13.10	Ширина полосы пропускания по уровню 3 дБ (нм)	sba	sba	ffs
5.13.11	Неравномерность (дБ)	ffs	na	ffs
5.13.12	Повторяемость параметров полосы пропускания (нм)	ffs	na	ffs
5.13.13	Время настройки (установки) (с)	sba	sba	ffs
5.13.14	Девиация уменьшения коэффициента передачи канала (дБ)	ffs	ffs	ffs

5.14 Мультиплексор (MUX)/демультиплексор (DMUX) оптических сигналов

5.14.1 Устройство грубого мультиплексирования с разделением по длине волны (CWDM)

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.14.1.1	Уменьшение коэффициента передачи канала (дБ)	ffs	ffs	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.14.1.2	Девияция уменьшения коэффициента передачи канала (дБ)	ffs	ffs	ffs
5.14.1.3	Отражательная способность (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-6
5.14.1.4	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.14.1.5	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.14.1.6	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.14.1.7	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.14.1.8	Диапазон длин волн канала (нм)	sba	sba	
5.14.1.9	Неравномерность (дБ)	ffs	ffs	
5.14.1.10	Изоляция соседнего канала (дБ)	na	sba	
5.14.1.11	Не изоляция соседнего канала (дБ)	na	sba	
5.14.1.12	Однонаправленное (дальний конец) ослабление (дБ)	na	sba	
5.14.1.13	Однонаправленное (дальний конец) перекрестное ослабление (дБ)	na	sba	
5.14.1.14	Двунаправленное (ближний конец) перекрестное ослабление (дБ)	na	sba	

5.14.2 Устройство высокоплотного мультиплексирования с разделением по длине волны (DWDM) 1 × X

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.14.2.1	Уменьшение коэффициента передачи канала (дБ)	sba	sba	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.14.2.2	Девияция уменьшения коэффициента передачи канала (дБ)	ffs	ffs	ffs
5.14.2.3	Отражательная способность (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-6
5.14.2.4	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.14.2.5	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.14.2.6	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.14.2.7	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.14.2.8	Диапазон частот канала (ГГц)	sba	sba	ffs
5.14.2.9	Неравномерность (дБ)	ffs	na	ffs
5.14.2.10	Изоляция соседнего канала (дБ)	na	sba	
5.14.2.11	Не изоляция соседнего канала (дБ)	na	sba	ffs

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.14.2.12	Двунаправленное (ближний конец) ослабление (дБ)	na	sba	ffs
5.14.2.13	Однонаправленное (дальний конец) перекрестное ослабление (дБ)	na	sba	ffs
5.14.2.14	Двунаправленное (ближний конец) перекрестное ослабление (дБ)	na	sba	ffs

5.14.3 Устройство широкополосного мультиплексирования с разделением по длине волны (WWDM) 1 × X

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.14.3.1	Уменьшение коэффициента передачи канала (дБ)	$1,5 \log_2 X$	ffs	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.14.3.2	Девияция уменьшения коэффициента передачи канала (дБ)	ffs	ffs	ffs
5.14.3.3	Отражательная способность (дБ)	-40	na	IEC 61300-3-6
Рабочий диапазон длин волн (нм) (Примечание 1)				
5.14.3.4	Окно 1310 нм	1360	1260	IEC 61300-3-7
5.14.3.5	Окно 1550 нм	1580	1480	IEC 61300-3-7
5.14.3.6	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	$0,1 (1 + \log_2 X)$	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.14.3.7	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.14.3.8	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.14.3.9	Дисперсия моды поляризации (PMD) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.14.3.10	Однонаправленное (дальний конец) ослабление (дБ)	na	sba	ffs
5.14.3.11	Двунаправленное (ближний конец) ослабление (дБ)	na	sba	ffs
5.14.3.12	Однонаправленное (дальний конец) перекрестное ослабление (дБ)	na	sba	ffs
5.14.3.13	Двунаправленное (ближний конец) перекрестное ослабление (дБ)	na	sba	ffs

5.15 Пассивный (хроматический) компенсатор дисперсии в одном оптическом канале

Раздел	Параметр (км от эквивалентной компенсации G.652)	Макс.	Мин.	Метод измерений
Дисперсия в диапазоне частот канала (пс/нм)				
5.15.1	10	-168	-178	ffs
5.15.2	20	-337	-356	
5.15.3	30	-506	-533	
5.15.4	40	-675	-711	
5.15.5	50	-844	-888	
5.15.6	60	-1013	-1066	
5.15.7	70	-1182	-1244	
5.15.8	80	-1351	-1421	
5.15.9	Уменьшение коэффициента передачи	ffs	ffs	
5.15.10	Отражательная способность (дБ)	-27	na	IEC 61300-3-6
5.15.11	Диапазон частот канала (ТГц)	192,14	192,06	

Раздел	Параметр (км от эквивалентной компенсации G.652)	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.15.11	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.15.12	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.15.13	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.15.14	Дисперсия моды поляризации (PMD) (Примечание 7) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)

5.16 Перестраиваемый (хроматический) компенсатор дисперсии

Раздел	Параметр	Макс.	Мин.	Метод измерений
5.16.1	Диапазон настройки компенсации дисперсии (пс/нм)	na	400	ffs
5.16.2	Диапазон частот канала (ТГц)	sba	sba	
5.16.3	Уменьшение коэффициента передачи	ffs	ffs	IEC 61300-3-4, IEC 61300-3-7
5.16.4	Отражательная способность (дБ)	-27	na	IEC 61300-3-6
5.16.5	Потери, зависящие от поляризации (PDL) (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-2, IEC 61300-3-12
5.16.6	Отражательная способность, зависящая от поляризации (дБ)	ffs	na	IEC 61300-3-19
5.16.7	Допустимая входная мощность (дБм)	ffs (Примечание 2)	na	ffs
5.16.8	Дисперсия моды поляризации (PMD) (Примечание 7) (пс)	ffs	na	Рек. МСЭ-Т G.650 (Примечание 3)
5.16.9	Неравномерность группового времени задержки	sba	na	ffs

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

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