



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

**МСЭ-Т**

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ  
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

**G.695**

(02/2004)

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

Характеристики среды передачи – Характеристики  
оптических компонентов и подсистем

---

**Оптические интерфейсы для приложений,  
использующих грубое мультиплексирование  
с разделением по длине волны**

Рекомендация МСЭ-Т G.695

---

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
ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	G.500–G.599
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
<b>Характеристики оптических компонентов и подсистем</b>	<b>G.660–G.699</b>
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.*

## **Рекомендация МСЭ-Т G.695**

### **Оптические интерфейсы для приложений, использующих грубое мультиплексирование с разделением по длине волны**

#### **Резюме**

В настоящей Рекомендации приводятся значения оптических параметров для интерфейсов физического уровня приложений, использующих грубое мультиплексирование с разделением по длине волны (CWDM), с не более чем 16 каналами и скоростью до 2,5 Гбит/с. Приложения описываются с помощью двух различных методов: один с использованием параметров многоканальных интерфейсов, другой – параметров одноканальных интерфейсов. Специфицируются как однонаправленные, так и двунаправленные интерфейсы.

#### **Источник**

Рекомендация МСЭ-Т G.695 утверждена 22 февраля 2004 года 15-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 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.

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

## ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

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

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

© ITU 2004

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

## СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
1	Сфера применения .....	1
2	Ссылки .....	1
	2.1 Нормативные ссылки .....	1
	2.2 Информативные ссылки .....	2
3	Термины и определения .....	2
	3.1 Термины, определенные в настоящей Рекомендации .....	2
	3.2 Термины, определенные в других Рекомендациях .....	2
4	Сокращения .....	3
5	Классификация оптических интерфейсов .....	4
	5.1 Приложения .....	4
	5.2 Эталонные точки .....	4
	5.3 Номенклатура .....	6
	5.4 Многоканальные интерфейсы в эталонных точках MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub> .....	7
	5.5 Одноканальные интерфейсы в эталонных точках S <sub>S</sub> и R <sub>S</sub> .....	9
6	Поперечная совместимость .....	9
7	Определение параметров .....	10
	7.1 Общая информация .....	12
	7.2 Интерфейс в точке MPI-S <sub>M</sub> или S <sub>S</sub> .....	13
	7.3 Общие параметры оптического тракта (один пролет) от точки MPI-S <sub>M</sub> до MPI-R <sub>M</sub> или от точки S <sub>S</sub> до R <sub>S</sub> .....	14
	7.4 Интерфейс в точке MPI-R <sub>M</sub> или R <sub>S</sub> .....	16
	7.5 Дополнительные параметры для оптического тракта от точки S <sub>S</sub> до R <sub>S</sub> .....	17
8	Значения параметров .....	18
9	Соображения оптической безопасности .....	28
	Добавление I – Зависимость затухания и хроматической дисперсии от длины волны .....	28
	I.1 Затухание .....	28
	I.2 Хроматическая дисперсия .....	29
	Добавление II – Оптический тракт от точки RP <sub>S</sub> до точки RP <sub>R</sub> .....	30
	Добавление III – Значения параметров для 16-канальных приложений .....	31



# Рекомендация МСЭ-Т G.695

## Оптические интерфейсы для приложений, использующих грубое мультиплексирование с разделением по длине волны

### 1 Сфера применения

Настоящая Рекомендация применима к оптическим интерфейсам оптических линейных систем, использующих грубое мультиплексирование с разделением по длине волны (CWDM), для сетевых приложений, использующих одномодовое волокно. В настоящей Рекомендации определяются и приводятся значения параметров оптических интерфейсов физических приложений систем CWDM с топологией "точка–точка". Их основное назначение – обеспечить поперечную (в условиях нескольких поставщиков оборудования) совместимость интерфейсов.

Приложения описываются с помощью двух различных методов: один с использованием параметров многоканальных интерфейсов, другой – параметров одноканальных интерфейсов. Специфицируются как однонаправленные, так и двунаправленные интерфейсы.

В настоящей Рекомендации описываются оптические линейные системы, которые имеют следующие особенности:

- Максимальное число каналов: до 16.
- Скорость сигнала в канале: до 2,5 Гбит/с с кодом NRZ.

Сетка длин волн CWDM при этом соответствует Рекомендации МСЭ-Т G.694.2.

Спецификации организуются в соответствии с прикладными кодами.

В будущем могут быть включены приложения, обеспечивающие возможность полной поперечной совместимости в точках как многоканальных, так и одноканальных интерфейсов.

### 2 Ссылки

#### 2.1 Нормативные 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.

- ITU-T Recommendation G.652 (2003), *Characteristics of a single-mode optical fibre and cable.*
- ITU-T Recommendation G.653 (2003), *Characteristics of a dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable.*
- ITU-T Recommendation G.655 (2003), *Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable.*
- ITU-T Recommendation G.664 (2003), *Optical safety procedures and requirements for optical transport systems.*
- ITU-T Recommendation G.671 (2002), *Transmission characteristics of optical components and subsystems.*
- ITU-T Recommendation G.691 (2003), *Optical interfaces for single-channel STM-64 and other SDH systems with optical amplifiers.*

- ITU-T Recommendation G.692 (1998), *Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers*.
- ITU-T Recommendation G.694.2 (2003), *Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid*.
- ITU-T Recommendation G.709/Y.1331 (2003), *Interfaces for the optical transport network (OTN)*.
- ITU-T Recommendation G.957 (1999), *Optical interfaces for equipments and systems relating to the synchronous digital hierarchy*.
- ITU-T Recommendation G.959.1 (2003), *Optical transport network physical layer interfaces*.
- IEC 60825-1:2001, *Safety of laser products – Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide*.
- IEC 60825-2:2000, *Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fibre communication systems*.

## **2.2 Информативные ссылки**

- ITU-T G-series Recommendations – Supplement 39 (2003), *Optical system design and engineering considerations*

## **3 Термины и определения**

### **3.1 Термины, определенные в настоящей Рекомендации**

(Отсутствуют).

### **3.2 Термины, определенные в других Рекомендациях**

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в Рекомендации МСЭ-Т G.671:

- грубое мультиплексирование с разделением по длине волны (CWDM);
- оптический волновой мультиплексор/демультиплексор;
- канальные вносимые потери;
- разнос каналов;
- дифференциальная групповая задержка;
- коэффициент отражения.

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в Рекомендации МСЭ-Т G.692:

- оптические перекрестные помехи.

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в Рекомендации МСЭ-Т G.694.2:

- сетка длин волн.

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в Рекомендации МСЭ-Т G.709/Y.1331:

- полностью стандартизованные OTUk (OTUk).

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в Рекомендации МСЭ-Т G.872:

- интерфейсы между доменами (IrDI);
- регенерация 3R.



В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в Рекомендации МСЭ-Т G.957:

- комплексное инженерное решение;
- чувствительность приемника;
- поперечная совместимость.

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в Рекомендации МСЭ-Т G.959.1:

- минимальная эквивалентная чувствительность;
- оптический компонентный сигнал класса NRZ 1,25 Гбит/с;
- оптический компонентный сигнал класса NRZ 2,5 Гбит/с.

#### 4 Сокращения

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения:

3R	(Регенерация) Усиление, восстановление формы, восстановление синхронизации
КОБ	Коэффициент ошибок по битам
DGD	Дифференциальная групповая задержка
EX	Коэффициент ослабления сигнала
ffs	Для дальнейшего изучения
IdDI	Интерфейс между доменами
MPI	Интерфейс основного тракта
MPI-R <sub>M</sub>	Эталонная точка MPI на агрегатном входе сетевого элемента CWDM
MPI-S <sub>M</sub>	Эталонная точка MPI на агрегатном выходе сетевого элемента CWDM
NA	Не применимо
NE	Сетевой элемент
NRZ	Без возвращения к нулю
OУ	Оптический усилитель
OD	Оптический демультиплексор
OM	Оптический мультиплексор
ONE	Оптический сетевой элемент
OTU <sub>k</sub>	(Полностью стандартизованный) оптический канальный транспортный блок – k
PMD	Поляризационная модовая дисперсия
RP <sub>R</sub>	Эталонная точка звена на агрегатном входе сетевого элемента CWDM
RP <sub>S</sub>	Эталонная точка звена на агрегатном выходе сетевого элемента CWDM
R <sub>S</sub>	Одноканальная эталонная точка на компонентном выходе сетевого элемента CWDM
S <sub>S</sub>	Одноканальная эталонная точка на компонентном входе сетевого элемента CWDM
WDM	Мультиплексирование с разделением по длине волны; волновое мультиплексирование

## 5 Классификация оптических интерфейсов

### 5.1 Приложения

В настоящей Рекомендации приводятся параметры физического уровня и значения для многоканальных и одноканальных интерфейсов в физических приложениях CWDM с топологией "точка–точка". Системы CWDM позволяют реализовать экономически эффективные приложения благодаря использованию сочетания неохлаждаемых одномодовых лазеров, свободного выбора допусков несущих длин волн лазеров и широкополосных фильтров. Системы CWDM могут быть использованы в транспортных сетях для различных клиентов, услуг и протоколов.

Метод спецификации, используемый в настоящей Рекомендации, разбивается на два типа.

Первый метод является методом "черного ящика", который означает, что не предполагается ограничивать или определять внутренние элементы и/или соединения между этими элементами внутри "черного ящика". Существуют, однако, функциональные требования для "черного ящика", наиболее важным из которых является включение регенерации 3R. Этот метод позволяет обеспечивать поперечную совместимость в эталонных точках многоканальных систем.

Второй метод – это метод "черного звена", который означает, что в его рамках указываются параметры оптических интерфейсов только для (одноканальных) оптических компонентных сигналов. Дополнительные информативные описания даются для параметров волоконно-оптического звена многоканального участка, таких как максимальное затухание, хроматическая дисперсия и поляризационная модовая дисперсия. Этот метод позволяет обеспечить поперечную совместимость в одноканальных эталонных точках, использующих непосредственную конфигурацию волнового мультиплексирования. Однако он не позволяет обеспечить поперечную совместимость в многоканальных эталонных точках. При этом методе OM и OD рассматриваются как единый набор оптических устройств.

В настоящей Рекомендации рассматриваются только многоканальные интерфейсы без усиления, однако в будущем могут быть включены интерфейсы с усилением.

### 5.2 Эталонные точки

#### 5.2.1 Однонаправленные приложения

На рисунке 5-1 показан набор эталонных точек только для многоканального соединения (MPI-S<sub>M</sub> и MPI-R<sub>M</sub>) при использовании метода "черного ящика". Здесь сетевой элемент CWDM включает мультиплексор OM и передатчики или демультиплексор OD и приемники.

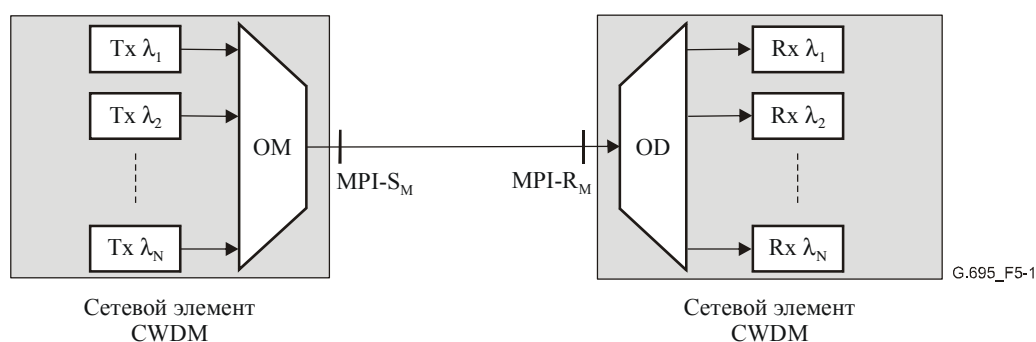
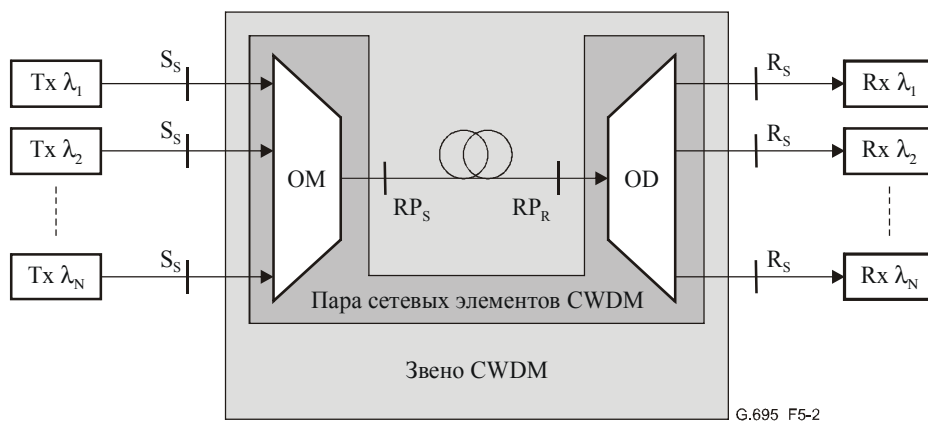


Рисунок 5-1/G.695 – Метод "черного ящика"

На рисунке 5-2 показан набор эталонных точек только для одноканального соединения (S<sub>S</sub> и R<sub>S</sub>) между передатчиками (Tx) и приемниками (Rx) при использовании метода "черного звена". Здесь сетевой элемент CWDM включает мультиплексор OM или демультиплексор OD, который используется как пара "противоположного" элемента.



**Рисунок 5-2/G.695 – Метод "черного звена"**

Эти эталонные модели не содержат каких-либо оптических усилителей в системе CWDM. Однако в будущем могут быть внедрены приложения, использующие оптические усилители.

Эталонные точки на рисунках 5-1 и 5-2 определяются следующим образом:

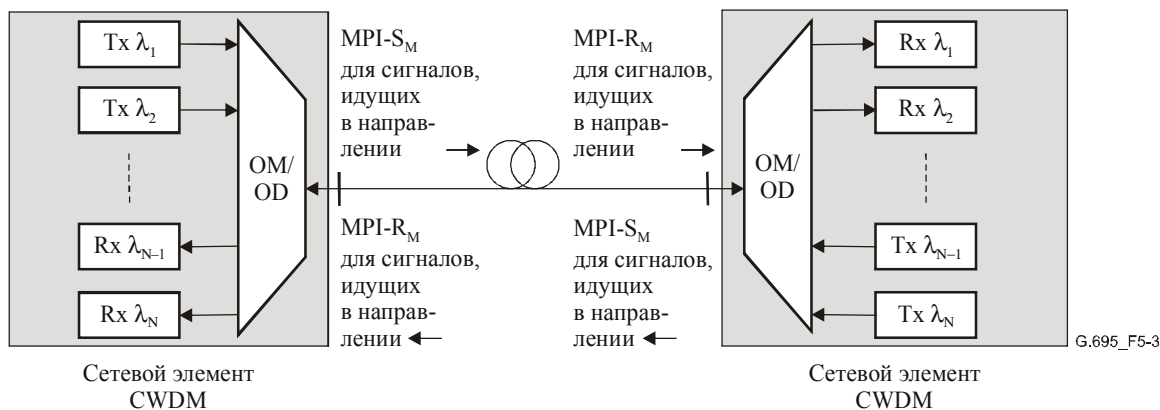
- $S_S$  является одноканальной эталонной точкой на компонентном входе сетевого элемента CWDM;
- $R_S$  является одноканальной эталонной точкой на компонентном выходе сетевого элемента CWDM;
- $MPI-S_M$  является многоканальной эталонной точкой на агрегатном выходе сетевого элемента CWDM;
- $MPI-R_M$  является многоканальной эталонной точкой на агрегатном входе сетевого элемента CWDM;
- $RP_S$  – является эталонной точкой звена на агрегатном выходе сетевого элемента CWDM;
- $RP_R$  – является эталонной точкой на агрегатном входе сетевого элемента CWDM.

Здесь одноканальные эталонные точки  $S_S$  и  $R_S$  применяются к системам в рамках метода "черного звена". Многоканальные эталонные точки  $MPI-S_M$  и  $MPI-R_M$  применяются к системам в рамках метода "черного ящика". Эталонные точки звена  $RP_S$  и  $RP_R$  применяются только к системам в рамках метода "черного звена".

Следует отметить, что точки  $MPI-S_M$  и  $MPI-R_M$  определяются, чтобы обеспечить нормативные спецификации для оптических интерфейсов. С другой стороны, точки  $RP_S$  и  $RP_R$  определяются только для того, чтобы обеспечить информацию для волоконно-оптического звена, а не для того, чтобы обеспечить характеристики сигнала в этих точках.

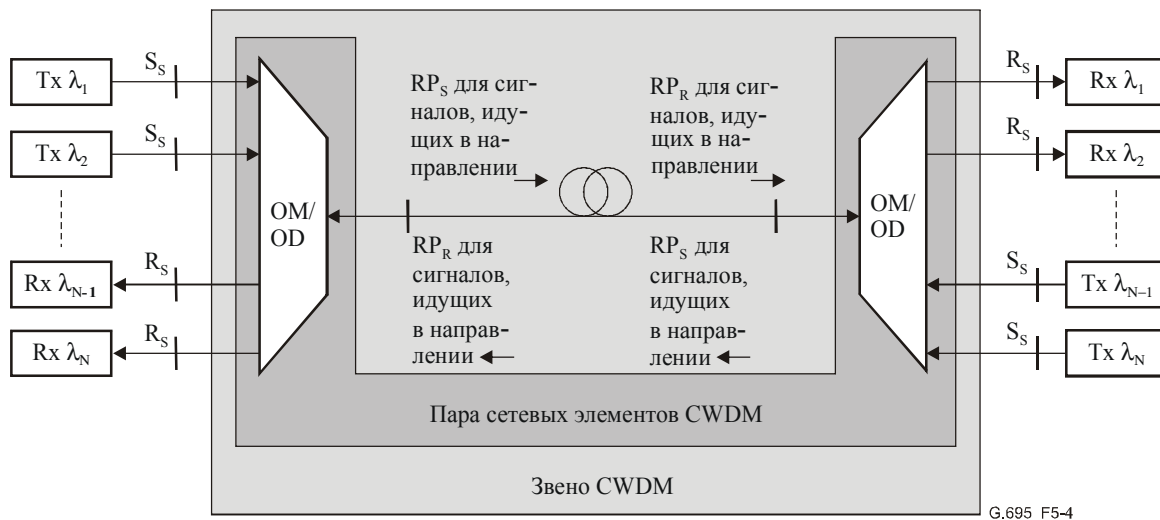
### 5.2.2 Двухнаправленные приложения

На рисунке 5-3 показан набор эталонных точек только для многоканального соединения ( $MPI-S_M$  и  $MPI-R_M$ ) при использовании метода "черного ящика" и для одноволоконных двухнаправленных приложений. Здесь сетевой элемент CWDM включает OM/OD, передатчики и приемники.



**Рисунок 5-3/G.695 – Метод "черного ящика" для двунаправленных приложений**

На рисунке 5-4 показан набор эталонных точек для одноканального соединения ( $S_S$  и  $R_S$ ) между передатчиками (Tx) и приемниками (Rx) при использовании метода "черного звена" для одноволоконных двунаправленных приложений. Здесь сетевой элемент CWDM включает один OM/OD, который используется как пара "противоположного" элемента.



**Рисунок 5-4/G.695 – Метод "черного звена" для двунаправленных приложений**

Эталонные точки на рисунках 5-3 и 5-4 определяются в подразделе 5.2.1.

### 5.3 Номенклатура

Прикладной код идентифицирует сеть, реализацию и архитектурные характеристики приложения.

Нотация прикладного кода строится следующим образом:

$$CnWx-ytz$$

где:

**C** – указатель приложений CWDM,

**n** – максимальное число каналов, поддерживаемых данным прикладным кодом,

**W** – указатель длины пролета (расстояния), а именно:

- **S** указывает на короткое расстояние;
- **L** указывает на большое расстояние.

**x** – максимальное число пролетов, поддерживаемое данным прикладным кодом;

**y** – указатель самого высокого класса поддерживаемых оптических компонентных сигналов:

- **0** указывает на класс NRZ 1,25 Мбит/с;
- **1** указывает на класс NRZ 2,5 Мбит/с.

**t** – указатель конфигурации, поддерживаемой данным прикладным кодом:

- **A** указывает, что в конфигурации используются только два оптических усилителя (ОУ): один как бустерный усилитель мощности, а второй – как предусилитель;
- **B** указывает, что в конфигурации используется только бустерный усилитель мощности;
- **C** указывает, что в конфигурации используется только предусилитель;
- **D** указывает, что в конфигурации вообще не используются усилители.

**z** – указатель типа используемого волокна:

- **2** указывает на использование волокна типа G.652;
- **3** указывает на использование волокна типа G.653;
- **5** указывает на использование волокна типа G.655.

Прикладной код для двунаправленной системы CWDM формируется добавлением буквы **B** перед общим прикладным кодом, т. е. для CWDM он будет иметь следующий вид :

B-CnWx-ytz

Прикладной код для системы CWDM, использующий метод "черного звена", формируется добавлением буквы **S** перед общим прикладным кодом, т. е. для CWDM он будет иметь следующий вид:

S-CnWx-ytz

#### 5.4 Многоканальные интерфейсы в эталонных точках MPI-S<sub>M</sub> и MPI-R<sub>M</sub>

Многоканальные интерфейсы, описанные в подразделах 5.4.1 и 5.4.2, предназначены для обеспечения поперечной совместимости. Эти интерфейсы могут функционировать на оптическом волокне типа G.652, G.653 и G.655 для одновременной передачи до 16 каналов с использованием оптических компонентных сигналов 1,25 или 2,5 Гбит/с с кодировкой NRZ, в зависимости от конкретного прикладного кода.

Дополнительные требования, связанные с поперечной совместимостью, можно найти в разделе 6.

В таблицах 5-1–5-4 приведены многоканальные прикладные коды, которые структурированы в соответствии с номенклатурой, описанной в подразделе 5.3.

**Таблица 5-1/G.695 – Классификация 4-канальных интерфейсов**

Приложение	Короткое расстояние (S)	Большое расстояние (L)	
		G.652	G.653
Тип волокна	G.652	G.652	G.653
Оптический компонентный сигнал класса NRZ 1,25 Гбит/с	–	B-C4L1-0D2	B-C4L1-0D3
Плановое расстояние для класса NRZ 1,25 Гбит/с (км) (примечание)	–	90	90
Оптический компонентный сигнал класса NRZ 2,5 Гбит/с	–	B-C4L1-1D2	B-C4L1-1D3
Плановое расстояние для класса NRZ 2,5 Гбит/с (км) (примечание)	–	80	83
ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти плановые расстояния служат только для классификации, а не для спецификации.			

**Таблица 5-2/G.695 – Классификация 8-канальных интерфейсов**

Приложение	Короткое расстояние (S)	Большое расстояние (L)	
		G.652	G.653
Тип волокна	G.652	G.652	G.653
Оптический компонентный сигнал класса NRZ 1,25 Гбит/с	–	B-C8L1-0D2	B-C8L1-0D3
Плановое расстояние для класса NRZ 1,25 Гбит/с (км) (примечание)	–	64	64
Оптический компонентный сигнал класса NRZ 2,5 Гбит/с	C8S1-1D2 B-C8S1-1D2	C8L1-1D2 B-C8L1-1D2	B-C8L1-1D3
Плановое расстояние для класса NRZ 2,5 Гбит/с (км) (примечание)	27	55	58
ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти плановые расстояния служат только для классификации, а не для спецификации.			

**Таблица 5-3/G.695 – Классификация 12-канальных интерфейсов**

Приложение	Короткое расстояние (S)	Большое расстояние (L)	
		G.652	G.653
Тип волокна	G.652	G.652	G.653
Оптический компонентный сигнал класса NRZ 1,25 Гбит/с	–	B-C12L1-0D2	–
Плановое расстояние для класса NRZ 1,25 Гбит/с (км) (примечание)	–	42	–
Оптический компонентный сигнал класса NRZ 2,5 Гбит/с	–	B-C12L1-1D2	–
Плановое расстояние для класса NRZ 2,5 Гбит/с (км) (примечание)	–	38	–
ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти плановые расстояния служат только для классификации, а не для спецификации.			

**Таблица 5-4/G.695 – Классификация 16-канальных интерфейсов**

Приложение	Короткое расстояние (S)	Большое расстояние (L)	
		Г.652	Г.653
Тип волокна	G.652	G.652	G.653
Оптический компонентный сигнал класса NRZ 1,25 Гбит/с	–	–	–
Плановое расстояние для класса NRZ 1,25 Гбит/с (км) (примечание)	–	–	–
Оптический компонентный сигнал класса NRZ 2,5 Гбит/с	C16S1-1D2 B-C16S1-1D2	C16L1-1D2 B-C16L1-1D2	–
Плановое расстояние для класса NRZ 2,5 Гбит/с (км) (примечание)	20	42	–
ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти плановые расстояния служат только для классификации, а не для спецификации.			

#### 5.4.1 Многоканальные интерфейсы без усиления

Многоканальные интерфейсы без усиления определены в настоящей Рекомендации в таблицах с 8.1–8.8.

#### 5.4.2 Многоканальные интерфейсы с усилением

Многоканальные интерфейсы с усилением могут оказаться необходимыми в будущем.

#### 5.5 Одноканальные интерфейсы в эталонных точках S<sub>S</sub> и R<sub>S</sub>

Одноканальные интерфейсы, описанные в подразделе 5.5.1, предназначены для обеспечения поперечной совместимости в одноканальных интерфейсах на любом конце звена CWDM (OM, волокно и OD), как показано на рисунках 5-2 и 5-4.

Дополнительные требования, связанные с поперечной совместимостью, можно найти в разделе 6.

В таблице 5-5 приведены одноканальные прикладные коды, которые структурированы в соответствии с номенклатурой, описанной в подразделе 5.3. Ожидаемые расстояния для различных значений вносимых потерь OM/OD указаны в Добавлении II.

**Таблица 5-5/G.695 – Классификация многоканальных систем с одноканальными интерфейсами**

Приложение	Короткое расстояние (S)	Большое расстояние (L)
Тип волокна	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655
Оптический компонентный сигнал класса NRZ 2,5 Гбит/с	S-C8S1-1D2, S-C8S1-1D3, S-C8S1-1D5	S-C8L1-1D2, S-C8L1-1D3, S-C8L1-1D5

#### 5.5.1 Многоканальные системы без усиления с одноканальными интерфейсами

Многоканальные системы без усиления с одноканальными интерфейсами определены в настоящей Рекомендации в таблице 8-9.

#### 5.5.2 Многоканальные системы с усилением и одноканальными интерфейсами

Многоканальные системы с усилением и одноканальными интерфейсами могут оказаться необходимыми в будущем.

### 6 Поперечная совместимость

В настоящей Рекомендации определяются параметры, для того чтобы сделать возможной поперечную совместимость (в условиях нескольких поставщиков оборудования) в многоканальных эталонных точках MPI-S<sub>M</sub> и MPI-R<sub>M</sub> сетевых элементов (NE) CWDM при использовании

метода "черного ящика" и в одноканальных эталонных точках  $S_S$  и  $R_S$  сетевых элементов (NE) CWDM при использовании метода "черного звена".

Многоканальные эталонные точки  $MPI-S_M$  и  $MPI-R_M$  предназначены для соединения двух агрегатных интерфейсов сетевых элементов CWDM, которые могут быть получены от разных поставщиков.

Одноканальные эталонные точки  $S_S$  и  $R_S$  предназначены для обеспечения поперечной совместимости нескольких компонентных интерфейсов сетевых элементов CWDM. В этом случае передатчики ( $T_x \lambda_i$ ) и приемники ( $R_x \lambda_i$ ) многоканальных компонентных сигналов могут быть получены от многих различных поставщиков. Отметим, что сетевые элементы CWDM (OM и OD) при методе "черного звена" получены от одного поставщика и рассматриваются как единый набор оптических устройств.

Возможность поперечной совместимости (в условиях нескольких поставщиков оборудования) обеспечивается во всех:

- многоканальных эталонных точках  $MPI-S_M$  и  $MPI-R_M$  для NE CWDM в рамках метода "черного ящика", имеющих одинаковый прикладной код.

Соединение агрегатных интерфейсов с различными прикладными кодами требует комплексного инженерного решения. Нужно быть особенно внимательным по отношению к критическим параметрам, которые должны быть согласованы, как, например, выходная мощность  $MPI-S_M$ , входная мощность  $MPI-R_M$  и т. д.;

- одноканальных эталонных точках  $S_S$  и  $R_S$  для NE CWDM в рамках метода "черного звена", имеющих одинаковый прикладной код.

Сосуществование компонентных интерфейсов с различными прикладными кодами требует комплексного инженерного решения. Нужно быть особенно внимательным по отношению к критическим параметрам, которые должны быть согласованы, как, например, выходная мощность  $S_S$  и входная мощность  $R_S$ , битовая скорость/линейное кодирование  $S_S$  и битовая скорость/линейное кодирование  $R_S$ , и т. д.

## 7 Определение параметров

Параметры в таблицах 7-1 и 7-2 определяются в точках интерфейсов, а сами определения приводятся в подразделах, указанных ниже.

**Таблица 7-1/G.695 – Параметры физического уровня и значения для приложений CWDM, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	Определен в
<b>Общая информация</b>		
Максимальное число каналов	–	7.1.1
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	7.1.2
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	7.1.3
Тип волокна	–	7.1.4
<b>Интерфейс в точке <math>MPI-S_M</math></b>		
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	7.2.1
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	7.2.1
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	7.2.2
Центральная длина волны	нм	7.2.3
Разнос каналов	нм	7.2.4
Максимальное отклонение центральной длины волны	нм	7.2.5
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	7.2.6
Глазковая диаграмма	–	7.2.7



**Таблица 7-1/G.695 – Параметры физического уровня и значения для приложений CWDM, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	Определен в
<b>Оптический тракт от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальное затухание	дБ	7.3.1
Минимальное затухание	дБ	7.3.2
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	7.3.3
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	7.3.4
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	7.3.5
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	7.3.6
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	7.4.1
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	7.4.2
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	7.4.3
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	7.4.4
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	7.4.7
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	7.4.5

**Таблица 7-2/G.695 – Параметры физического уровня и значения для приложений CWDM, использующих метод "черного звена"**

Параметр	Единицы	Определен в
<b>Общая информация</b>		
Максимальное число каналов	–	7.1.1
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	7.1.2
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	7.1.3
Тип волокна	–	7.1.4
<b>Интерфейс в точке S<sub>S</sub></b>		
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	7.2.1
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	7.2.1
Центральная длина волны	нм	7.2.3
Разнос каналов	нм	7.2.4
Максимальное отклонение центральной длины волны	нм	7.2.5
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	7.2.6
Глазковая диаграмма	–	7.2.7

**Таблица 7-2/G.695 – Параметры физического уровня и значения для приложений CWDM, использующих метод "черного звена"**

Параметр	Единицы	Определен в
<b>Оптический тракт от точки S<sub>S</sub> до точки R<sub>S</sub></b>		
Максимальные вносимые потери канала	дБ	7.5.1
Минимальные вносимые потери канала	дБ	7.5.1
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	7.3.3
Минимальные оптические возвратные потери в точке S <sub>S</sub>	дБ	7.3.4
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками S <sub>S</sub> и R <sub>S</sub>	дБ	7.3.5
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	7.3.6
Максимальные оптические перекрестные помехи в точке R <sub>S</sub>	дБ	7.5.2
<b>Интерфейс в точке R<sub>S</sub></b>		
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	7.4.1
Чувствительность приемника	дБм	7.4.6
Максимальные потери оптического тракта	дБ	7.4.4
Максимальный коэффициент отражения приемника	дБ	7.4.5

## 7.1 Общая информация

### 7.1.1 Максимальное число каналов

Максимальное число оптических каналов, которое может одновременно присутствовать на некотором интерфейсе.

Для двунаправленных приложений максимальное число каналов выражается в виде  $n/2 + n/2$ , где  $n$  – максимальное число каналов, поддерживаемых данным прикладным кодом, а  $n/2$  – число каналов в каждом направлении.

### 7.1.2 Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов

Оптический компонентный сигнал класса NRZ 1,25 Гбит/с применяется к непрерывным цифровым сигналам с линейным кодированием по схеме без возвращения к нулю, имеющим номинальную скорость от 622 Мбит/с до 1,25 Гбит/с. Оптический компонентный сигнал класса NRZ 2,5 Гбит/с применяется к непрерывным цифровым сигналам с линейным кодированием по схеме без возвращения к нулю, имеющим номинальную скорость от 622 Мбит/с до 2,67 Гбит/с.

### 7.1.3 Максимальный коэффициент ошибок по битам

Все параметры специфицируются относительно целевого показателя ошибок при проектировании оптического участка – коэффициента ошибок по битам (КОБ), который не должен быть хуже значения, указанного в прикладном коде. Это значение применяют к каждому оптическому каналу в экстремальных случаях затухания оптического тракта и наличия дисперсии, характерных для каждого приложения. Возможное влияние на определение этого параметра, обусловленное наличием упреждающей коррекции ошибок (например, в OTUk), в настоящей версии данной Рекомендации не рассматривается.

### 7.1.4 Тип волокна

Типы одномодового оптического волокна выбираются из числа тех типов, которые определены в Рекомендациях МСЭ-Т G.652, G.653 и G.655.

## 7.2 Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub> или S<sub>S</sub>

### 7.2.1 Максимальная и минимальная средняя выходная мощность канала

Средняя вводимая мощность каждого оптического канала в эталонной точке MPI-S<sub>M</sub> или S<sub>S</sub> является средней мощностью псевдослучайной последовательности данных, связанных с волокном или звеном CWDM. Она задается как диапазон (максимальное и минимальное значения) с учетом некоторой оптимизации затрат и для охвата допусков в стандартных эксплуатационных условиях, ухудшения оптических соединителей, допустимых отклонений при измерениях и эффектов старения.

### 7.2.2 Максимальная средняя полная выходная мощность

Максимальное значение средней введенной оптической мощности в точке MPI-S<sub>M</sub>.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При определении значений, указанных в настоящей Рекомендации, учитывались вопросы безопасности волоконно-оптической связи, поскольку это желательно, чтобы избежать необходимости использования автоматического снижения мощности (APR), автоматического гашения мощности (APSD) или автоматического отключения лазера (ALS), по экономическим соображениям.

### 7.2.3 Центральная длина волны

Номинальная длина волны одного канала, которая модулируется цифровой кодированной информацией конкретных оптических каналов путем использования линейного кода NRZ (как определено в Рекомендациях МСЭ-Т G.957 и G.691).

Центральная длина волны базируется на сетке длин волн, приведенной в Рекомендации МСЭ-Т G.694.2. Допустимые центральные длины волн для многоканального сетевого элемента CWDM определяются в таблицах 8-1–8-9.

Следует отметить, что значение "с" (скорости света в вакууме), которое должно быть использовано для преобразования между частотой и длиной волны, равно  $2,99792458 \times 10^8$  м/с.

### 7.2.4 Разнос каналов

Номинальная разница в длине волны между двумя соседними каналами. Все возможные допуски фактических длин волн рассматриваются в подразделе 7.2.5.

### 7.2.5 Максимальное отклонение центральной длины волны

Разность между номинальной центральной длиной волны и фактической центральной длиной волны. Отклонение центральной длины волны определяется в основном двумя факторами. Во-первых, производителям лазеров разрешены вариация номинальной длины волны, чтобы достичь более высокого выхода, и/или расширение допусков на изготовление. Во-вторых, использование неохлаждаемых лазеров приводит к изменению длины волны с изменением температуры в пределах определенного температурного диапазона, характерного для таких лазеров.

В отклонение центральной длины волны также вносят вклад все другие процессы, которые влияют на мгновенное значение центральной длины волны источника в интервале измерений, соответствующем битовой скорости в канале. Эти процессы и факторы включают сжатие импульсов источника с использованием линейной частотной модуляции, полосу частот информационного канала, уширение за счет фазовой самомодуляции и эффекты старения.

Максимальное отклонение центральной длины волны для систем CWDM с топологией "точка–точка" приводится в таблицах 8-1–8-9.

### 7.2.6 Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале

Коэффициент ослабления сигнала (EX) определяется в Рекомендации МСЭ-Т G.693 как одноканальный параметр:

$$EX = 10\log_{10}(A/B).$$

В вышеприведенном определении коэффициента EX А – средний уровень оптической мощности в центре интервала логической "1", а В – средний уровень оптической мощности в центре интервала логического "0". Для оптических логических уровней принято следующее соглашение:

– эмиссия (испускание) света соответствует логической "1";

- отсутствие эмиссии света соответствует логическому "0".

Для многоканальных интерфейсов могут быть использованы два альтернативных метода проверки этого параметра, как указано в Рекомендации МСЭ-Т G.959.1:

- метод А может быть использован, если одноканальные эталонные точки доступны для проверки на передающем конце звена. При этом методе используются процедуры, описанные в Рекомендациях МСЭ-Т G.957 и G.691. Схема использования этого метода приведена в Приложении А/G.959.1;
- при методе В используется эталонный оптический полосовой фильтр для изоляции отдельно передаваемого сигнала. Характеристики эталонного оптического полосового фильтра приведены в Приложении В/G.959.1.

### 7.2.7 Глазковая диаграмма

Определение и пределы этого параметра приведены в Рекомендации МСЭ-Т G.691. Это определение может быть непосредственно применено к одноканальным интерфейсам в рамках метода "черного звена". В случае многоканальных интерфейсов в рамках метода "черного ящика" могут быть использованы два альтернативных метода, изложенных в Рекомендации МСЭ-Т G.959.1:

- метод А может быть использован, если одноканальные эталонные точки доступны для проверки на передающем конце звена. При этом методе используются процедуры, описанные в Рекомендациях МСЭ-Т G.957 и G.691. Схема использования этого метода приведена в Приложении А/G.959.1;
- при методе В используется эталонный оптический полосовой фильтр для изоляции отдельно передаваемого сигнала, а также эталонный приемник. Характеристики эталонного оптического полосового фильтра и эталонного приемника приведены в Приложении В/G.959.1.

## 7.3 Общие параметры оптического тракта (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до MPI-R<sub>M</sub> или от точки S<sub>S</sub> до R<sub>S</sub>

### 7.3.1 Максимальное затухание

Максимальное затухание тракта для всех длин волн, используемых данным приложением, когда рассматриваемая система работает в условиях конца срока службы при КОБ=10<sup>-12</sup> (или при значении BER, заданном прикладным кодом) и при наихудших сигнале на передающей стороне и дисперсии. Определение эффектов, влияющих на максимальное затухание, приводится в подразделе 6.3.1/G.691.

Плановые расстояния для каждого приложения базируются на наборе предполагаемых максимальных коэффициентов затухания, приведенных в Добавлении I. Указанные значения отражают потери в установленном волокне (включая сростки и допуски на (ремонт) кабеля). Следует отметить, что этот метод дает теоретическое значение. Потери из-за соединителей и сростков, а также потери из-за изгибов кабеля или оптического мониторинга, которые могут присутствовать при практической реализации, могут привести к другим плановым расстояниям.

### 7.3.2 Минимальное затухание

Минимальное затухание тракта, при котором рассматриваемая система, работающая в наихудших условиях передачи, может достичь уровня КОБ не хуже чем 10<sup>-12</sup> (или значения, заданного прикладным кодом).

### 7.3.3 Максимальная хроматическая дисперсия

Этот параметр определяет максимальное значение хроматической дисперсии, которое данная система может допустить на оптическом тракте. Оно рассматривается как значение дисперсии для худшего случая. Применение метода худшего случая для данного параметра предназначено для получения некоторых запасов для других чувствительных параметров, а также для обеспечения возможности увеличить расстояние передачи для волоконных кабелей с меньшими потерями.

Допустимые дополнительные потери оптического тракта учитывают все детерминистские эффекты, вызванные хроматической дисперсией, а также дополнительные потери, вызванные максимальной дифференциальной групповой задержкой.

### 7.3.4 Минимальные оптические возвратные потери в точках MPI-S<sub>M</sub> или S<sub>S</sub>

Отражения вызваны неоднородностями показателя преломления на оптическом тракте. Если не управлять ими, они могут вызвать ухудшение качественных показателей системы из-за возмущающего воздействия на работу оптического источника или из-за многократных отражений, которые приводят к интерферометрическим шумам в приемнике. Отражения от оптического тракта управляются путем определения:

- минимального уровня возвратных потерь кабеля в эталонных точках источника (т. е. MPI-S<sub>M</sub> и S<sub>S</sub>), включая любые оптические соединители; и
- максимального дискретного коэффициента отражения между эталонными точками источника (т. е. MPI-S<sub>M</sub> и S<sub>S</sub>) и эталонными точками приемника (т. е. MPI-R<sub>M</sub> и R<sub>S</sub>).

Коэффициент отражения учитывает отражения от любой одиночной дискретной точки отражения, тогда как оптические возвратные потери являются отношением падающей оптической мощности к полной возвращенной оптической мощности всего волокна, включая как дискретные отражения, так и распределенное обратное рассеяние, такое как рэлеевское рассеяние.

Методы измерения отражений описаны в Добавлении I/G.957. Для измерения коэффициента отражения и возвратных потерь предполагается, что точки S<sub>S</sub> и R<sub>S</sub> совпадают с конечной оптической поверхностью каждой вилки соединителя. Известно, что это не включает фактические характеристики отражения соответствующих соединителей в действующей системе. Предполагается, что эти отражения имеют номинальные значения отражения для определенного типа используемого оптического соединителя.

### 7.3.5 Максимальные дискретные коэффициенты отражения между точками MPI-S<sub>M</sub> и MPI-R<sub>M</sub> или между точками S<sub>S</sub> и R<sub>S</sub>

Оптический коэффициент отражения определяется как отношение отраженной оптической мощности, присутствующей в некоторой точке, к оптической мощности, падающей в эту точку. Управление отражениями широко обсуждается в Рекомендации МСЭ-Т G.957. Максимальное число оптических соединителей или других дискретных точек отражения, которые могут быть включены в рассматриваемый оптический тракт (например, распределительный кросс или компоненты WDM), должно быть таким, чтобы можно было достичь определенного в спецификации уровня общих оптических возвратных потерь. Если этого нельзя достичь с использованием оптических соединителей, удовлетворяющих уровню максимальных дискретных отражений, приведенному в таблицах раздела 8, то должны использоваться оптические соединители, имеющие лучшие характеристики отражения. Как вариант, число оптических соединителей должно быть уменьшено. Также может оказаться необходимым ограничить число оптических соединителей или использовать оптические соединители с улучшенными характеристиками отражения, чтобы избежать неприемлемых ухудшений, вызванных многократными отражениями.

Приведенные в таблицах раздела 8 значения максимального дискретного коэффициента отражения между эталонными точками источника и эталонными точками приемника предназначены для минимизации влияния многократных отражений (например, интерферометрического шума). Значение максимального коэффициента отражения приемника выбирается из расчета получения приемлемого уровня дополнительных потерь, вызванных многократными отражениями, для всех вероятных конфигураций систем, включающих большое количество оптических соединителей и т. д. Системы, применяющие меньшее число соединителей или соединители более высокого качества, создают меньше многократных отражений и, следовательно, могут работать с приемниками, демонстрирующими более высокий коэффициент отражения.

### 7.3.6 Максимальная дифференциальная групповая задержка

Дифференциальная групповая задержка (DGD) – это разница во времени между частями импульса, которые передаются в двух основных состояниях поляризации оптического сигнала. Для расстояний, превышающих несколько километров, в предположении (строго) случайного характера связки поляризационных мод, DGD в волокне может быть статистически смоделирована как имеющая распределение Максвелла.

В настоящей Рекомендации максимальная дифференциальная групповая задержка определяется как величина DGD, которую система может допустить с максимальным ухудшением чувствительности в 1 дБ.

Благодаря статистической природе поляризационной модовой дисперсии (PMD) соотношение между максимальной и средней DGD может быть определено только на вероятностной основе. Вероятность превышения мгновенной DGD любого заданного значения может быть логически получена из

статистики распределения Максвелла. Поэтому, если нам известно максимальное значение DGD, которое допустимо для данной системы, мы можем вывести эквивалентное среднее значение DGD путем деления отношения максимума к среднему значению, которое соответствует приемлемой вероятности. Некоторые примеры таких отношений приведены в таблице 7-3.

**Таблица 7-3/G.695 – Средние значения и вероятности DGD**

Отношение максимума к среднему значению	Вероятность превышения максимума
3,0	$4,2 \times 10^{-5}$
3,5	$7,7 \times 10^{-7}$
4,0	$7,4 \times 10^{-9}$

#### **7.4 Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub> или R<sub>S</sub>**

##### **7.4.1 Максимальная средняя входная мощность канала**

Максимальное приемлемое значение средней принятой мощности канала в точке MPI-R<sub>M</sub> или R<sub>S</sub> для достижения определенного максимального значения КОБ, соответствующего прикладному коду.

##### **7.4.2 Минимальная средняя входная мощность канала**

Минимальное приемлемое значение средней принятой мощности канала в точке MPI-R<sub>M</sub> или R<sub>S</sub>. Минимальная средняя входная мощность канала является минимальной средней выходной мощностью канала минус максимальное затухание для данного приложения без учета дополнительных потерь оптического тракта.

##### **7.4.3 Максимальная средняя полная входная мощность**

Максимальная приемлемая полная входная мощность в точке MPI-R<sub>M</sub>.

##### **7.4.4 Максимальные дополнительные потери оптического тракта**

Дополнительные потери тракта представляют собой явное снижение чувствительности приемника (или эквивалентной чувствительности в случае использования метода "черного ящика") вследствие искажения формы сигнала во время его передачи по тракту. Это проявляется как сдвиг кривых КОБ системы в направлении более высоких уровней мощности входного сигнала. Это соответствует положительным дополнительным потерям тракта. При определенных обстоятельствах также могут существовать отрицательные дополнительные потери тракта, но они должны быть невелики. (Отрицательные дополнительные потери тракта указывают на то, что не совсем совершенная глазковая диаграмма передачи была частично улучшена за счет искажений, зависящих от тракта передачи.) В идеале кривые КОБ должны только передаваться, но вариации их формы не так уж редки и могут указывать на появление пьедестала кривой КОБ. Поскольку дополнительные потери тракта состоят в изменении чувствительности приемника, они измеряются при КОБ =  $10^{-12}$ .

Для приложений, определенных в настоящей Рекомендации, дополнительные потери тракта ограничиваются максимальным значением 1,5 дБ для систем связи на короткие расстояния и 2,5 дБ – для систем связи на большие расстояния. Эти пределы выше, чем в других Рекомендациях вследствие дополнительных потерь, вызванных оптическими перекрестными помехами.

В будущем могут быть использованы системы, применяющие методы адаптации дисперсии, основанные на предсказании сигнала в передатчике. В этом случае дополнительные потери тракта в смысле того, что было сказано выше, могут быть определены только между точками с неискаженными сигналами. Эти точки, однако, не совпадают с интерфейсами основного тракта и, следовательно, даже не могут быть доступны. Определение дополнительных потерь в этом случае требует дальнейшего изучения.

Среднее значение случайных дисперсионных дополнительных потерь из-за PMD включается в допустимые дополнительные потери тракта. В связи с этим требуется комбинация передатчик/приемник, чтобы допустить фактическую задержку DGD на уровне 0,3 битового периода с максимальным ухудшением чувствительности 1 дБ (при 50% оптической мощности в каждом из основных состояний поляризации). Для хорошо сконструированных приемников это соответствует дополнительным потерям 0,1–0,2 дБ для DGD на уровне 0,1 битового периода. Фактическая DGD, которая может встретиться при эксплуатации, является произвольно изменяющимся свойством волокна/кабеля и не может быть определена в настоящей Рекомендации. Эта тема более подробно обсуждается в Добавлении I/G.691.

Следует отметить, что уменьшение отношения сигнал–шум вследствие оптического усиления не рассматривается как дополнительные потери тракта.

Для приложений, использующих метод "черного ящика", дополнительные потери тракта включают дополнительные потери от перекрестных помех.

Для многоканальных интерфейсов могут быть использованы два альтернативных метода проверки этих параметров:

- метод А может быть использован, если одноканальные эталонные точки доступны для проверки на приемном конце звена. При этом методе используются процедуры, описанные в Рекомендациях МСЭ-Т G.957 и G.691. Схема использования этого метода приведена в Приложении А/G.959.1;
- при методе В используется эталонный оптический полосовой фильтр для изоляции отдельно передаваемого сигнала, а также эталонный приемник. Характеристики эталонного оптического полосового фильтра и эталонного приемника приведены в Приложении В/G.959.1.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Потери оптического тракта, существующие в эталонном приемнике, могут отличаться от наблюдаемых в принимающей аппаратуре и зависят от конкретного исполнения.

#### **7.4.5 Максимальный коэффициент отражения сетевого элемента CWDM или приемника**

Отражения от оборудования обратно в кабель или от приемника обратно в звено CWDM определяются максимально допустимыми коэффициентами отражения оборудования или приемника, измеренными в эталонной точке  $MPI-R_M$  или  $R_S$ , соответственно. Оптические коэффициенты отражения определяются в Рекомендации МСЭ-Т G.671.

#### **7.4.6 Чувствительность приемника**

Чувствительность приемника определяется как минимальное допустимое значение средней принимаемой мощности в точке  $R_S$ , необходимое для достижения КОБ =  $10^{-12}$ . Она учитывает дополнительные потери мощности, вызванные использованием передатчика в стандартных условиях эксплуатации со значениями худшего случая для коэффициента ослабления сигнала, времени нарастания и спада импульсов, оптических возвратных потерь в точке  $S_S$ , ухудшения оптических соединителей приемника и допустимых отклонений при измерениях. Чувствительность приемника не включает дополнительные потери мощности, связанные с дисперсией, отражениями от оптического тракта или перекрестными помехами; эти эффекты определяются отдельно в распределении максимальных дополнительных оптических потерь. Эффекты старения не определяются отдельно, поскольку они, как правило, обсуждаются между сетевым оператором и производителем оборудования.

#### **7.4.7 Минимальная эквивалентная чувствительность**

Это минимальная чувствительность, которая потребовалась бы приемнику, расположенному в точке  $MPI-R_M$ , для достижения определенного максимального КОБ в соответствии с прикладным кодом, если бы все, за исключением одного, каналы были удалены (с помощью идеального фильтра без потерь) в точке  $MPI-R_M$ . Она учитывает дополнительные потери мощности, вызванные использованием передатчика в стандартных условиях эксплуатации со значениями худшего случая для коэффициента ослабления сигнала, времени нарастания и спада импульсов, оптических возвратных потерь в точке  $MPI-S_M$ , ухудшения оптических соединителей, перекрестных помех на передающей стороне, шумов оптических усилителей и допустимых отклонений при измерениях. Такая чувствительность не включает дополнительные потери мощности, связанные с дисперсией, фазовым дрожанием, нелинейностями, отражениями от оптического тракта или перекрестными помехами; эти эффекты определяются отдельно в распределении максимальных дополнительных потерь оптического тракта. Следует отметить, однако, что минимальная средняя входная мощность канала в точке  $MPI-R_M$  должна быть выше, чем минимальная эквивалентная чувствительность на величину дополнительных потерь оптического тракта. Эффекты старения не определяются отдельно. Как правило, специфицируются значения худшего случая для конца срока эксплуатации.

### **7.5 Дополнительные параметры для оптического тракта от точки $S_S$ до $R_S$**

#### **7.5.1 Минимальные и максимальные вносимые потери в канале**

Канальные вносимые потери определяются в Рекомендации МСЭ-Т G.671.

## 7.5.2 Максимальные оптические перекрестные помехи

Этот параметр предъявляет требование по изоляции звена, соответствующего методу "черного звена", с тем чтобы в наихудших эксплуатационных условиях оптические перекрестные помехи в любой эталонной точке  $R_S$  были меньше максимального значения таких помех.

В частности, изоляция такого звена должна быть больше, чем то количество, которое требуется, чтобы оптические перекрестные помехи в соответствующей точке  $R_S$  были меньше максимального значения таких помех, когда какой-либо один канал работает при минимальной средней выходной мощности в точке  $S_S$ , а все другие – при максимальной средней выходной мощности.

## 8 Значения параметров

Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов для систем, использующих метод "черного ящика", приведены в таблицах 8-1–8-8.

Параметры физического уровня и значения для одноканальных интерфейсов для систем, использующих метод "черного звена", приведены в таблице 8-9.

**Таблица 8-1/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 4-канальных двунаправленных приложений систем связи на большие расстояния, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	B-C4L1-0D2	B-C4L1-0D3	B-C4L1-1D2	B-C4L1-1D3
<b>Общая информация</b>					
Максимальное число каналов	–	2 + 2	2 + 2	2 + 2	2 + 2
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 1,25 Гбит/с	NRZ 1,25 Гбит/с	NRZ 2,5 Гбит/с	NRZ 2,5 Гбит/с
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$
Тип волокна	–	G.652	G.653	G.652	G.653
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>					
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	+5 (примечание 2)	+5 (примечание 2)	+5 (примечание 2)	+5 (примечание 2)
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	0 (примечание 2)	0 (примечание 2)	0 (примечание 2)	0 (примечание 2)
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	+8	+8	+8	+8
Центральная длина волны	нм	1531 + 20 м м = 0–3	1531 + 20 м м = 0–3	1531 + 20 м м = 0–3	1531 + 20 м м = 0–3
Разнос каналов	нм	20	20	20	20
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание 1)	нм	±6,5	±6,5	±6,5	±6,5
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2	8,2	8,2	8,2
Глазковая диаграмма	–	STM-4, G.957	STM-4, G.957	STM-16, G.957	STM-16, G.957
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>					
Максимальное затухание	дБ	25,5	25,5	22,5	23,5
Минимальное затухание	дБ	12	12	12	12
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	2400	–	2000	–
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	24	24	24	24
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	–27	–27	–27	–27
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120	120	120	120



**Таблица 8-1/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 4-канальных двунаправленных приложений систем связи на большие расстояния, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	В-C4L1-0D2	В-C4L1-0D3	В-C4L1-1D2	В-C4L1-1D3
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>					
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	-7	-7	-7	-7
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	-25,5	-25,5	-22,5	-23,5
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	-4	-4	-4	-4
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	1,5	1,5	2,5	1,5
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	-27	-27	-25	-25
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	-27	-27	-27	-27
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны <math>\pm 7</math> нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением <math>\pm 6,5</math> нм без комплексного инженерного решения.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Уровни передаваемой мощности для двунаправленных приложений с числом каналов 2 + 2 выше, чем для других приложений в настоящей Рекомендации, поэтому плановое расстояние 80 км является достижимым для сигнала класса NRZ 2,5 Гбит/с.</p>					

**Таблица 8-2/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 8-канальных приложений, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	C8S1-1D2	В-C8S1-1D2	C8L1-1D2
<b>Общая информация</b>				
Максимальное число каналов	–	8	4 + 4	8
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	RZ 2,5 Гбит/с	NRZ 2,5 Гбит/с	NRZ 2,5 Гбит/с
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$
Тип волокна	–	G.652	G.652	G.652
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	+4	+4	+4
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	-3,5	-3,5	-3,5
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	+13	+10	+13
Центральная длина волны	нм	1471 + 20 м м = 0–7	1471 + 20 м м = 0–7	1471 + 20 м м = 0–7
Разнос каналов	нм	20	20	20
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	$\pm 6,5$	$\pm 6,5$	$\pm 6,5$
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2	8,2	8,2
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957	STM-16, G.957	STM-16, G.957

**Таблица 8-2/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 8-канальных приложений, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	C8S1-1D2	B-C8S1-1D2	C8L1-1D2
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальное затухание	дБ	9	9	18
Минимальное затухание	дБ	3	3	12
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	800	800	1600
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	24	24	24
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	-27	-27	-27
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120	120	120
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	+1	+1	-8
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	-12,5	-12,5	-21,5
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	+10	+7	+1
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	1,5	1,5	2,5
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	-14	-14	-24
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	-27	-27	-27
ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны $\pm 7$ нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением $\pm 6,5$ нм без комплексного инженерного решения.				

**Таблица 8-3/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 8-канальных двунаправленных приложений систем связи на большие расстояния, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	B-C8L1-0D2	B-C8L1-0D3	B-C8L1-1D2	B-C8L1-1D3
<b>Общая информация</b>					
Максимальное число каналов	–	4 + 4	4 + 4	4 + 4	4 + 4
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 1,25 Гбит/с	NRZ 1,25 Гбит/с	NRZ 2,5 Гбит/с	NRZ 2,5 Гбит/с
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$	$10^{-12}$
Тип волокна	–	G.652	G.653	G.652	G.653
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>					
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	+4	+4	+4	+4
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	-3,5	-3,5	-3,5	-3,5
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	+10	+10	+10	+10
Центральная длина волны	нм	1471 + 20 м м = 0–7	1471 + 20 м м = 0–7	1471 + 20 м м = 0–7	1471 + 20 м м = 0–7
Разнос каналов	нм	20	20	20	20
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	$\pm 6,5$	$\pm 6,5$	$\pm 6,5$	$\pm 6,5$
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2	8,2	8,2	8,2
Глазковая диаграмма	–	STM-4, G.957	STM-4, G.957	STM-16, G.957	STM-16, G.957

**Таблица 8-3/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 8-канальных двунаправленных приложений систем связи на большие расстояния, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	B-C8L1-0D2	B-C8L1-0D3	B-C8L1-1D2	B-C8L1-1D3
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>					
Максимальное затухание	дБ	21	21	18	19
Минимальное затухание	дБ	12	12	12	12
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	2000	–	1600	–
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	24	24	24	24
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	–27	–27	–27	–27
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120	120	120	120
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>					
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	–8	–8	–8	–8
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	–24,5	–24,5	–21,5	–22,5
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	–2	–2	–2	–2
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	1,5	1,5	2,5	1,5
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	–26	–26	–24	–24
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	–27	–27	–27	–27
ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны $\pm 7$ нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением $\pm 6,5$ нм без комплексного инженерного решения.					

**Таблица 8-4/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 12-канальных двунаправленных приложений систем связи на большие расстояния, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	B-C12L1-0D2		B-C12L1-1D2	
		1291–1351	1471–1611	1291–1351	1471–1611
Блок длин волн	нм	1291–1351	1471–1611	1291–1351	1471–1611
<b>Общая информация</b>					
Максимальное число каналов	–	6 + 6		6 + 6	
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 1,25 Гбит/с		NRZ 2,5 Гбит/с	
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	10 <sup>-12</sup>		10 <sup>-12</sup>	
Тип волокна	–	G.652		G.652	

**Таблица 8-4/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 12-канальных двунаправленных приложений систем связи на большие расстояния, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	B-C12L1-0D2		B-C12L1-1D2			
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>							
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	+3,5		+1,5	+3,5		+1,5
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	-4		-6	-4		-6
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	+10,7		+10,7			
Центральная длина волны	нм	1291 + 20 м м = 0-3		1471 + 20 м м = 0-7	1291 + 20 м м = 0-3		1471 + 20 м м = 0-7
Разнос каналов	нм	20		20			
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	±6,5		±6,5			
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2		8,2			
Глазковая диаграмма	-	STM-4, G.957		STM-16, G.957			
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>							
Максимальное затухание	дБ	20		14,7	18		13,3
Минимальное затухание	дБ	11		7	11		7
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	310		1200	280		1100
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	24		24			
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	-27		-27			
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120		120			
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>							
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	-7,5		-5,5	-7,5		-5,5
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	-24		-20,7	-22		-19,3
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	+2,3		+2,3			
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	1		1	1		1,5
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	-25		-21,7	-23		-20,8
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	-27		-27			
ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.							

**Таблица 8-5/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 16-канальных приложений C16S1-1D2, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	C16S1-1D2
Блок длин волн	нм	ffs
<b>Общая информация</b>		
Максимальное число каналов	–	16
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 2,5 Гбит/с
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$
Тип волокна	–	G.652.C или G.652.D
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>		
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	ffs
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	ffs
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	ffs
Центральная длина волны	нм	ffs
Разнос каналов	нм	20
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	±6,5
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальное затухание	дБ	ffs
Минимальное затухание	дБ	ffs
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	ffs
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	ffs
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	ffs
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	ffs
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	ffs
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	ffs
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	ffs
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	ffs
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	ffs
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.</p>		

**Таблица 8-6/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 16-канальных приложений C16L1-1D2, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	C16L1-1D2
Блок длин волн	нм	ffs
<b>Общая информация</b>		
Максимальное число каналов	–	16
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 2,5 Гбит/с
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$
Тип волокна	–	G.652.C или G.652.D
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>		
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	ffs
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	ffs
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	ffs
Центральная длина волны	нм	ffs
Разнос каналов	нм	20
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	±6,5
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальное затухание	дБ	ffs
Минимальное затухание	дБ	ffs
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	ffs
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	ffs
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	ffs
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	ffs
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	ffs
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	ffs
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	ffs
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	ffs
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	ffs
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.</p>		

**Таблица 8-7/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 16-канальных приложений В-С16S1-1D2, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	В-С16S1-1D2
Блок длин волн	нм	ffs
<b>Общая информация</b>		
Максимальное число каналов	–	8 + 8
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 2,5 Гбит/с
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$
Тип волокна	–	G.652.C или G.652.D
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>		
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	ffs
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	ffs
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	ffs
Центральная длина волны	нм	ffs
Разнос каналов	нм	20
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	±6,5
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальное затухание	дБ	ffs
Минимальное затухание	дБ	ffs
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	ffs
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	ffs
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	ffs
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	ffs
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	ffs
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	ffs
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	ffs
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	ffs
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	ffs
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.</p>		

**Таблица 8-8/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 16-канальных приложений В-С16L1-1D2, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	В-С16L1-1D2
Блок длин волн	нм	ffs
<b>Общая информация</b>		
Максимальное число каналов	–	8 + 8
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 2,5 Гбит/с
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$
Тип волокна	–	G.652.C или G.652.D
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>		
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	ffs
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	ffs
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	ffs
Центральная длина волны	нм	ffs
Разнос каналов	нм	20
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	±6,5
Минимальный коэффициент уменьшения сигнала в канале	дБ	8,2
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальное затухание	дБ	ffs
Минимальное затухание	дБ	ffs
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	ffs
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	ffs
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	ffs
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>		
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	ffs
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	ffs
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	ffs
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	ffs
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	ffs
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	ffs
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.</p>		



**Таблица 8-9/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных систем с одноканальными интерфейсами и 8-канальных приложений, использующих метод "черного звена"**

Параметр	Единицы	S-C8S1-1D2 S-C8S1-1D3 S-C8S1-1D5	S-C8L1-1D2 S-C8L1-1D3 S-C8L1-1D5
<b>Общая информация</b>			
Максимальное число каналов	–	8	8 (примечание 2)
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 2,5 Гбит/с	NRZ 2,5 Гбит/с
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$	$10^{-12}$
Тип волокна	–	G.652, G.653, G.655	G.652, G.653, G.655
<b>Интерфейс в точке S<sub>S</sub></b>			
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	+5	+5
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	0	0
Центральная длина волны	нм	1471 + 20 м м = 0–7	1471 + 20 м м = 0–7
Разнос каналов	нм	20	20
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание 1)	нм	±6,5	±6,5
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2	8,2
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957	STM-16, G.957
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки S<sub>S</sub> до точки R<sub>S</sub></b>			
Максимальные вносимые потери канала	дБ	16,5	25,5
Минимальные вносимые потери канала	дБ	5	14
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	1000	1600
Минимальные оптические возвратные потери в точке S <sub>S</sub>	дБ	24	24
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками S <sub>S</sub> и R <sub>S</sub>	дБ	–27	–27
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120	120
Максимальные оптические перекрестные помехи	дБ	20	20
<b>Интерфейс в точке R<sub>S</sub></b>			
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	0	–9
Минимальная чувствительность приемника	дБм	–18	–28
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	1,5	2,5
Максимальный коэффициент отражения приемника	дБ	–27	–27
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Канал с длиной волны 1471 нм не может быть использован со старым волокном типа G.655, которое имеет максимальную длину волны отсечки 1480 нм.</p>			

## 9 Соображения оптической безопасности

Соображения оптической безопасности приведены в Рекомендации МСЭ-Т G.664 и стандартах МЭК 60825-1 и МЭК 60825-2.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Доступные уровни эмиссии для длин волн выше и ниже 1400 нм различны. Поэтому необходимо соответствующим образом рассмотреть, какой вклад длины волн в каждой из указанных областей вносят в классификацию опасных уровней для приложений CWDM.

### Добавление I

#### Зависимость затухания и хроматической дисперсии от длины волны

##### I.1 Затухание

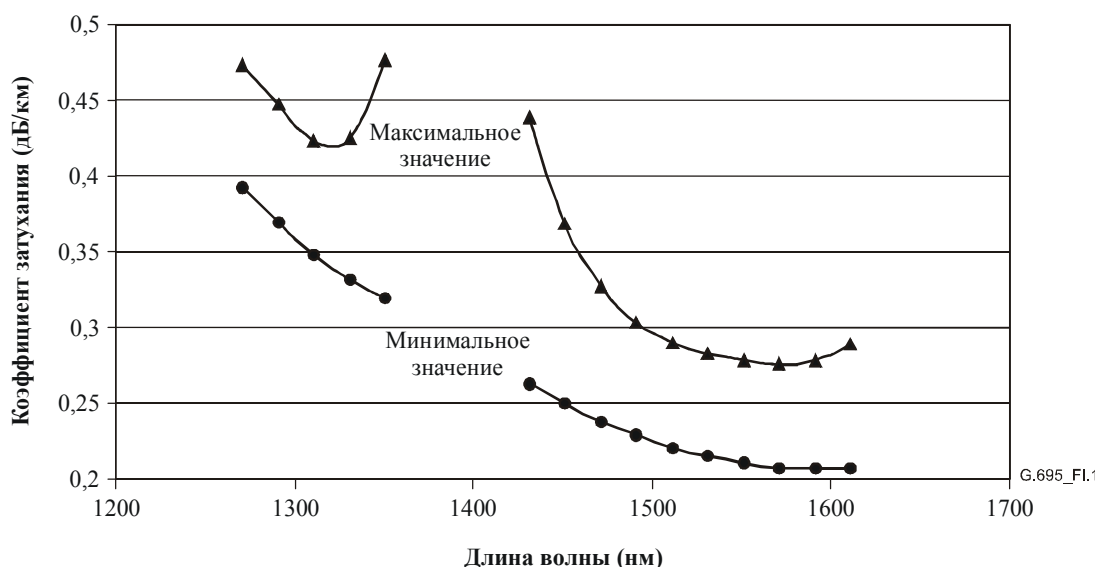
Коэффициент затухания установленного волоконно-оптического кабеля зависит от длины волны, причем его значение на определенной длине волны зависит от характеристик некаблированного волокна и дополнительных потерь, вызываемых оптическими соединителями, сростками и изгибами.

В таблице I.1 содержатся предполагаемые значения минимального и максимального коэффициентов затухания для каждой длины волны CWDM. Эти значения также представлены в графическом виде на рисунках I.1 и I.2. Они были получены путем комбинирования измерений коэффициента затухания подземных или проложенных непосредственно в грунте оптических кабелей на длинах волн 1550 и 1625 нм с полными спектральными измерениями некаблированных волокон с учетом пределов, указанных в Рекомендации МСЭ-Т G.652.

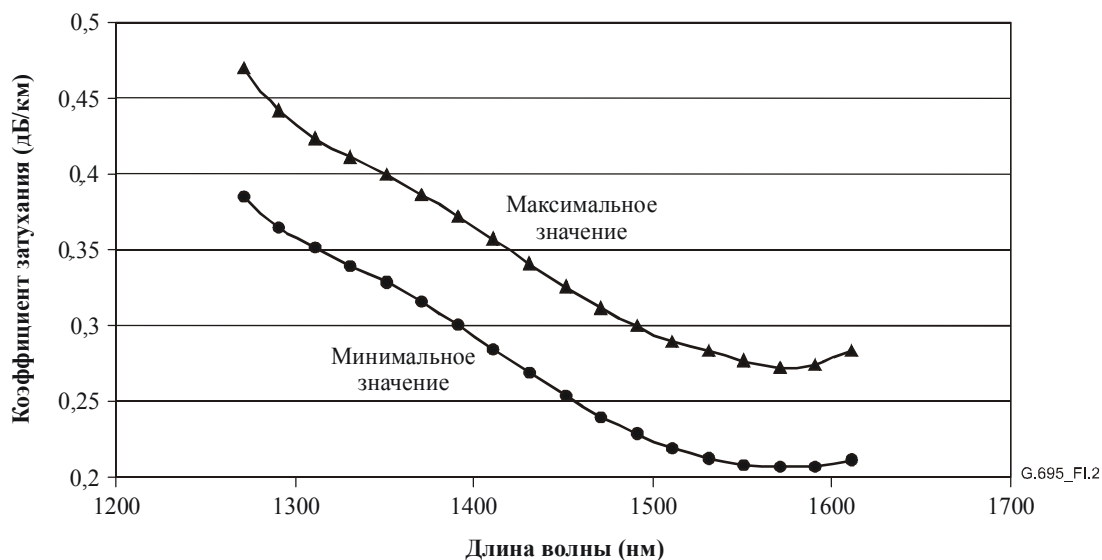
Таблица I.1/G.695 – Предполагаемые значения коэффициентов затухания

Номинальная центральная длина волны (нм)	Кабели по Рек. G.652 (Прил. А и В)		Кабели по Рек. G.652 (Прил. С и D)	
	Минимальный коэффициент затухания (дБ/км)	Максимальный коэффициент затухания (дБ/км)	Минимальный коэффициент затухания (дБ/км)	Максимальный коэффициент затухания (дБ/км)
1271	0,392	0,473	0,385	0,470
1291	0,370	0,447	0,365	0,441
1311	0,348	0,423	0,352	0,423
1331	0,331	0,425	0,340	0,411
1351	0,320	0,476	0,329	0,399
1371			0,316	0,386
1391			0,301	0,372
1411			0,285	0,357
1431	0,263	0,438	0,269	0,341
1451	0,250	0,368	0,254	0,326
1471	0,238	0,327	0,240	0,312
1491	0,229	0,303	0,229	0,300
1511	0,221	0,290	0,220	0,290
1531	0,215	0,283	0,213	0,283
1551	0,211	0,278	0,209	0,277
1571	0,208	0,276	0,208	0,273
1591	0,208	0,278	0,208	0,275
1611	0,208	0,289	0,212	0,283

ПРИМЕЧАНИЕ. – Эти значения коэффициентов включают допуск на максимальное отклонение центральной длины волны.



**Рисунок I.1/G.695 – Предполагаемые значения коэффициентов затухания кабеля по Рекомендации G.652 (Приложения А и В)**



**Рисунок I.2/G.695 – Предполагаемые значения коэффициентов затухания кабеля по Рекомендации G.652 (Приложения С и D)**

Эти значения коэффициентов затухания основаны на результатах измерения спектра ограниченного числа волокон в предположении, что максимальный коэффициент затухания на длине волны 1550 нм составляет 0,275 дБ/км, а минимальный коэффициент затухания на длине волны 1550 нм – 0,210 дБ/км. Фактические значения затухания установленного кабеля являются статистическими по природе и не могут рассматриваться в качестве пределов в спецификациях на отдельные волокна, кабельные секции или сростки. В фактически установленных волоконно-оптических кабелях значения коэффициентов затухания будут отличаться от тех, что приведены в таблице I.1 и на рисунке I.1, завися от таких факторов, как потери в оптических соединителях, потери при сращивании волокон и их изгибе или потери из-за оптического мониторинга.

## I.2 Хроматическая дисперсия

Поскольку коэффициент хроматической дисперсии зависит от длины волны, то некоторые приложения будут ограничены дисперсией наибольшей длины волны, используемой в данном

приложении. В таблице I.2 содержатся предполагаемые значения коэффициентов хроматической дисперсии для наибольших центральных несущих длин волн (плюс максимально допустимое отклонение) для каждого блока длин волн, используемого в настоящей Рекомендации. Эти значения хроматической дисперсии были вычислены с использованием уравнений 10.7а и 10.7б со значением сигмы 1 из Дополнения 39 к Рекомендациям МСЭ-Т серий G.600 и G.900.

**Таблица I.2/G.695 – Предполагаемые значения коэффициентов хроматической дисперсии**

Блок длин волн (нм)	Коэффициент дисперсии (пс/нм/км)
1291–1351	5,7
1311–1371	6,8
1391–1451	11,5
1531–1591	19,9
1471–1611	21,1

## Добавление II

### Оптический тракт от точки $RP_S$ до точки $RP_R$

В таблице 8-9 приведены рекомендованные значения параметров физического уровня для оптического тракта от точки  $S_S$  до точки  $R_S$  и приложений, использующих метод "черного звена". Данный оптический тракт от точки  $S_S$  до точки  $R_S$  включает модулятор ОМ, оптический тракт от точки  $RP_S$  до точки  $RP_R$  и демультиплексор ОД. Полные вносимые потери и общая хроматическая дисперсия пары ОМ/ОД и оптического тракта от точки  $RP_S$  до точки  $RP_R$  не должны превышать значений, определенных для оптического тракта от точки  $S_S$  до точки  $R_S$ .

Распределение (зависящих от длины волны) вносимых потерь между парой ОМ/ОД и оптическим трактом от точки  $RP_S$  до точки  $RP_R$  будет зависеть от характеристик пары ОМ/ОД и оптического тракта от точки  $RP_S$  до точки  $RP_R$ . Предполагаемые значения максимальных коэффициентов затухания в Добавлении I могут быть использованы для оценки предполагаемых максимальных значений вносимых потерь каждого канала для оптического тракта от точки  $RP_S$  до точки  $RP_R$ , а также для оценки ожидаемых расстояний для волокна с высокими потерями. Аналогичным образом для волокон с низкими потерями могут быть использованы минимальные значения коэффициентов затухания в Добавлении I. В некоторых случаях ожидаемое расстояние может быть целиком ограничено дисперсией.

В таблицах II.1 и II.2 содержатся информативные значения параметров для оптического тракта от точки  $RP_S$  до точки  $RP_R$  для различных значений вносимых потерь пары ОМ/ОД.

**Таблица П.1/G.695 – Параметры и значения для оптического тракта от точки RP<sub>S</sub> до точки RP<sub>R</sub> и прикладных кодов S-C8S1-1D2, -1D3 и -1D5**

Параметр	Единицы	Полные вносимые потери OM и OD				
		7,5 дБ	6,5 дБ	5,5 дБ	4,5 дБ	3,5 дБ
<b>Оптический тракт от точки RP<sub>S</sub> до точки RP<sub>R</sub></b>						
Максимальное затухание	дБ	9	10	11	12	13
Минимальное затухание	дБ	0	0	0	0,5	1,5
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	1000	1000	1000	1000	1000
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120	120	120	120	120
Ожидаемое расстояние для волокна с высокими потерями (примечание 1)	км	27	30	33	36	39
Ожидаемое расстояние для волокна с низкими потерями (примечание 1)	км	38	42	46	50 (прим. 2)	55 (прим. 2)
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В фактически установленных волоконно-оптических кабелях ожидаемое расстояние может отличаться от приведенных значений в зависимости от вариаций таких факторов, как потери в оптических соединителях, потери на сращивание и изгибы.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для прикладного кода S-C8S1-1D2, основанного на волокне G.652, ожидаемое расстояние ограничено из-за дисперсии примерно 47 км.</p>						

**Таблица П.2/G.695 – Параметры и значения для оптического тракта от точки RP<sub>S</sub> до точки RP<sub>R</sub> и прикладных кодов S-C8L1-1D2, -1D3 и -1D5**

Параметр	Единицы	Полные вносимые потери OM и OD				
		7,5 дБ	6,5 дБ	5,5 дБ	4,5 дБ	3,5 дБ
<b>Оптический тракт от точки RP<sub>S</sub> до точки RP<sub>R</sub></b>						
Максимальное затухание	дБ	18	19	20	21	22
Минимальное затухание	дБ	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	1600	1600	1600	1600	1600
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120	120	120	120	120
Ожидаемое расстояние для волокна с высокими потерями (примечание 1)	км	55	58	61	64	67
Ожидаемое расстояние для волокна с низкими потерями (примечание 1)	км	75	79 (прим. 2)	84 (прим. 2)	88 (прим. 2)	92 (прим. 2)
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В фактически установленных волоконно-оптических кабелях ожидаемое расстояние может отличаться от приведенных значений в зависимости от вариаций таких факторов, как потери в оптических соединителях, потери на сращивание и изгибы.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Для прикладного кода S-C8L1-1D2, основанного на волокне G.652, ожидаемое расстояние ограничено из-за дисперсии примерно 75 км.</p>						

### Добавление III

#### Значения параметров для 16-канальных приложений

В настоящем Добавлении приведены значения начальных параметров для 16-канальных приложений. Предполагается, что по мере развития технологии эти значения, возможно, потребуются пересматривать.

**Таблица III.1/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 16-канальных приложений с прикладным кодом C16S1-1D2, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	C16S1-1D2		
		1311–1371	1391–1451	1471–1611
Блок длин волн	нм	1311–1371	1391–1451	1471–1611
<b>Общая информация</b>				
Максимальное число каналов	–	16		
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 2,5 Гбит/с		
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$		
Тип волокна	–	G.652.C или G.652.D		
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	+3,5	+2,5	+1
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	–4	–5	–6,5
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	+14.2		
Центральная длина волны	нм	1311 + 20 м м = 0–3	1391 + 20 м м = 0–3	1471 + 20 м м = 0–7
Разнос каналов	нм	20		
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	±6,5		
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2		
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957		
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальное затухание	дБ	8,5	7,5	6,5
Минимальное затухание	дБ	3,5	2,5	0,5
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	160	300	510
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	24		
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	–27		
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120		
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	0	0	+0,5
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	–12,5	–12,5	–13
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	+12.3		
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	1	1	1
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	–13,5	–13,5	–14
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	–27		
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.</p>				

**Таблица III.2/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 16-канальных приложений с прикладным кодом C16L1-1D2, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	C16L1-1D2		
		1311–1371	1391–1451	1471–1611
Блок длин волн	нм	1311–1371	1391–1451	1471–1611
<b>Общая информация</b>				
Максимальное число каналов	–	16		
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 2,5 Гбит/с		
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$		
Тип волокна	–	G.652.C или G.652.D		
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	+3,5	+1,5	–0,5
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	–4	–6	–8
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	+13,4		
Центральная длина волны	нм	1311 + 20 м м = 0–3	1391 + 20 м м = 0–3	1471 + 20 м м = 0–7
Разнос каналов	нм	20		
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	±6,5		
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2		
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957		
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальное затухание	дБ	18	15,8	13,3
Минимальное затухание	дБ	11	9	7
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	350	650	1100
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	24		
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	–27		
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120		
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	–7,5		
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	–22	–21,8	–21,3
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	+4,5		
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	1	1,5	2
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	–23	–23,3	–23,3
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	–27		
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.</p>				

**Таблица П.3/G.695 – Параметры физического уровня и значение для многоканальных интерфейсов и 16-канальных приложений с прикладным кодом В-С16S1-1D2, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	В-С16S1-1D2		
		1311–1371	1391–1451	1471–1611
Блок длин волн	нм	1311–1371	1391–1451	1471–1611
<b>Общая информация</b>				
Максимальное число каналов	–	8 + 8		
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 2,5 Гбит/с		
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$		
Тип волокна	–	G.652.C или G.652.D		
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	+3,5	+2	+1
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	–4	–5	–6,5
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	+11,8		
Центральная длина волны	нм	1311 + 20 м м = 0–3	1391 + 20 м м = 0–3	1471 + 20 м м = 0–7
Разнос каналов	нм	20		
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	±6,5		
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2		
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957		
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальное затухание	дБ	8,5	7,5	6,3
Минимальное затухание	дБ	3,5	2,5	0,5
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	160	300	510
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	24		
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	–27		
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120		
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	0	–0,5	+0,5
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	–12,5	–12,5	–12,8
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	+9,5		
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	1	1	1
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	–13,5	–13,5	–13,8
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	–27		
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.</p>				



**Таблица III.4/G.695 – Параметры физического уровня и значения для многоканальных интерфейсов и 16-канальных приложений с прикладным кодом В-С16L1-1D2, использующих метод "черного ящика"**

Параметр	Единицы	В-С16L1-1D2		
		1311–1371	1391–1451	1471–1611
Блок длин волн	нм	1311–1371	1391–1451	1471–1611
<b>Общая информация</b>				
Максимальное число каналов	–	8 + 8		
Битовая скорость/линейное кодирование оптических компонентных сигналов	–	NRZ 2,5 Гбит/с		
Максимальный коэффициент ошибок по битам	–	$10^{-12}$		
Тип волокна	–	G.652.C или G.652.D		
<b>Интерфейс в точке MPI-S<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя выходная мощность канала	дБм	+3,5	+1,5	–0,5
Минимальная средняя выходная мощность канала	дБм	–4	–6	–8
Максимальная средняя полная выходная мощность	дБм	+11,6		
Центральная длина волны	нм	1311 + 20 м м = 0–3	1391 + 20 м м = 0–3	1471 + 20 м м = 0–7
Разнос каналов	нм	20		
Максимальное отклонение центральной длины волны (примечание)	нм	±6,5		
Минимальный коэффициент ослабления сигнала в канале	дБ	8,2		
Глазковая диаграмма	–	STM-16, G.957		
<b>Оптический тракт (один пролет) от точки MPI-S<sub>M</sub> до точки MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальное затухание	дБ	18	15,8	13,3
Минимальное затухание	дБ	11	9	7
Максимальная хроматическая дисперсия	пс/нм	350	650	1100
Минимальные оптические возвратные потери в точке MPI-S <sub>M</sub>	дБ	24		
Максимальный дискретный коэффициент отражения между точками MPI-S <sub>M</sub> и MPI-R <sub>M</sub>	дБ	–27		
Максимальная дифференциальная групповая задержка	пс	120		
<b>Интерфейс в точке MPI-R<sub>M</sub></b>				
Максимальная средняя входная мощность канала	дБм	–7,5		
Минимальная средняя входная мощность канала	дБм	–22	–21,8	–21,3
Максимальная средняя полная входная мощность	дБм	+1,5		
Максимальные дополнительные потери оптического тракта	дБ	1	1,5	2
Минимальная эквивалентная чувствительность	дБм	–23	–23,3	–23,3
Максимальный коэффициент отражения оптического сетевого элемента	дБ	–27		
<p>ПРИМЕЧАНИЕ. – Система с максимальным отклонением центральной длины волны ±7 нм, которая соответствует всем другим значениям параметров Рекомендации G.695 для соответствующих прикладных кодов, является поперечно совместимой для любых приложений, охватываемых данным кодом, за исключением того, что она не обеспечивает поперечной совместимости с системами с отклонением ±6,5 нм без комплексного инженерного решения.</p>				





## СЕРИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
<b>Серия G</b>	<b>Системы и среда передачи, цифровые системы и сети</b>
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 межсетевого протокола (IP) и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи