ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УЗБЕКИСТАНА

Волоконно-оптические сети телекоммуникаций

ПАССИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ УЗЛЫ

Общие требования

Издание официальное

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

Узбекское агентство стандартизации, метрологии и сертификации

Ташкент

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Общество с ограниченной ответственностью Центр технологий связи и чистой энергии – «АТЕТМ» (ООО «АТЕТМ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации в сфере связи и информатизации № 7

3 УТВЕРЖДЕН постановлением Узбекского агентства стандартизации, метрологии и сертификации (агентство «Узстандарт») от 29.03.2012г. № 05-377

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории Узбекистана публикуется в указателе, издаваемом агентством «Узстандарт». В случае пересмотра или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в информационном указателе, издаваемом агентством «Узстандарт»

Исключительное право официального опубликования настоящего стандарта на территории Узбекистана принадлежит агентству «Узстандарт»

Содержание

1 Область применения..... 1
2 Нормативные ссылки..... 1
3 Термины и определения 2
4 Обозначения и сокращения 2
5 Основные технические характеристики 3
6 Требования по безопасности 17
7 Требования к устойчивости 18
8 Требования к конструкции 18
9 Транспортировка и хранение 19
10 Требования к комплектности 19
11 Требования к маркировке и упаковке 20
Приложение А (справочное) Определения параметров, применяемых в пассивных компонентах ВОСП 21
Библиография 39

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УЗБЕКИСТАНА

Толали оптик телекоммуникациялар тармоқлари
ПАССИВ ОПТИК ТУГУНЛАР
Умумий талаблар

Волоконно-оптические сети телекоммуникаций
ПАССИВНЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ УЗЛЫ
Общие требования

Fiber-optic telecommunication networks. Passive optical node
General requirements

Дата введения 29.03.2012
29.03.2017

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает основные технические характеристики и общие требования к пассивным оптическим узлам, а также определяет требования по безопасности, устойчивости, конструкции, комплектности, маркировке и упаковке.

Требования настоящего стандарта распространяются на пассивные оптические компоненты волоконно-оптических сетей телекоммуникаций, в частности в технологических сетях и сетях телекоммуникаций специального назначения.

Настоящий стандарт должен использоваться при проектировании и проведении измерений основных параметров пассивных оптических узлов волоконно-оптических сетей телекоммуникаций.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

Издание официальное

O'ZSTANDART AGENTLIGI
_____ son bilan
«____»_____20 yilda
Davlat ro'yxatiga olindi

ГОСТ 23216-78 Изделия электротехнические. Общие требования к хранению, транспортированию, противокоррозионной защите и упаковке

O‘z DSt 2141:2011 Волоконно-оптические системы передачи. Термины и определения

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на территории Узбекистана по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применятся в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по O‘z DSt 2141, а также следующие термины с соответсвующими опередедениями:

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

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

3.2 **узел:** Узел определяется как точка вмешательства в сеть, например, каждое начало или окончание защитного покрытия волоконно-оптического кабеля.

Примечания

1 «Пассивный» применяется к узлам, которые не содержат работающей электроники или других устройств, которые рассеивают тепло.

2 «Действующий» применяется к волоконно-оптической линии, оптическому каналу или узлу в тот момент, когда они переносят оптический сигнал.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

APC	Angled physical contact – угловой физический контакт
PC	Physical contact – физический контакт
SPC	Super Physical Contact – супер физический контакт
UPC	Ultra Physical Contact – ультра физический контакт
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplexing – грубое мультиплексирование с разделением по длине волны
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing – высокоплотное мультиплексирование с разделением по длине волны
IL	Insertion lost – уменьшение коэффициента передачи

OADM	Optical add/drop multiplexer – оптический динамический мультиплексор
WWDM	Wide Wavelength Division Multiplexing – широкополосное мультиплексирование с разделением по длине волны
ВОСП	волоконно-оптическая система передачи
ТУ	– технические условия
н/о	– не определен
н/д	– нет данных
о/п	– определяется приложением или ТУ

5 Основные технические характеристики

5.1 В настоящем стандарте рассматриваются следующие пассивные оптические компоненты ВОСП:

- оптическое соединение;
- оптический соединительный элемент;
- оптические аттенюаторы;
- оптические разветвители (ответвители);
- оптические мультиплексоры (демультиплексоры);
- оптические циркуляторы;
- оптические переключатели;
- подсистема оптического динамического мультиплексора;
- компонент асимметричного разветвления;
- оптический компонент разветвления (не избирательный по длине волны);
- динамический канальный эквалайзер;
- оптический фильтр;
- оптический изолятор;
- пассивный компенсатор дисперсии;
- оптическое завершение;
- перестраиваемый фильтр;
- оптический мультиплексор/демультиплексор;
- устройство грубого мультиплексирования с разделением по длине волны;
- устройство высокоплотного мультиплексирования с разделением по длине волны;
- устройство широкополосного мультиплексирования с разделением по длине волны.

5.2 Основные технические характеристики пассивных оптических компонентов приведены в таблицах 1-25. Все величины в таблицах представляют собой максимальное или минимальное значения на весь период эксплуатации при всех указанных значениях температуры, влажности и всех возмущающих факторах в соответствии с Рекомендацией ITU-T G.671[1].

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

Определения параметров, применяемых в пассивных компонентах ВОСП, приведены в приложениях А.

Таблица 1 – Основные технические характеристики оптического соединения

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи, dB [1]:		
- механическое соединение	0,50	н/д
- соединение сплавлением (активное регулирование)	0,30	н/д
- соединение сплавлением (пассивное регулирование)	0,50	н/д
Отражательная способность, dB:		
- механическое соединение	-40	н/д
- соединение сплавлением	-70	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm [2]:		
- окно 1310 nm	1360	1260
- окно 1550 nm	1580	1480
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о[3]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д

[1] Уменьшение коэффициента передачи для минимально удовлетворительного случая при всех внешних факторах и для образца большой длины. Типовое значение уменьшения коэффициента передачи для механических соединений составляет 0,15 dB, для активно отрегулированных соединений сплавлением 0,08 dB, и для пассивно отрегулированных соединений сплавлением 0,15 dB.

[2] Рабочий диапазон длин волн предполагает работу как в одной, так и в обеих полосах пропускания, но если в полосе пропускания имеется ограниченный диапазон длин волн, то значения параметров затухания относятся только к этой ограниченной полосе.

[3] Величина +20 dBm выбрана в качестве начального значения допустимой входной мощности. При подаче в оптические компоненты большой мощности необходимо устранить с поверхностей соединительного элемента посторонние вещества, например, пыль или твёрдые частицы.

Таблица 2 – Основные технические характеристики оптического соединительного элемента

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи, dB:		
- для одного волокна [1]	0,5	н/д
- для множества волокон [1]	1,0	н/д
Отражательная способность, dB	-35[1), 2)]	н/д

Окончание таблицы 2

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Рабочий диапазон длин волн, nm [3]:		
- окно 1310 nm	1360	1260
- окно 1550 nm	1580	1480
Потери, зависящие от поляризации, dB	0,1	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [4]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д

[1] При использовании в более широких диапазонах температур эти значения могут быть превышены.

[2] Для сетей, отличных от тех, что описаны в Рекомендации ITU-T G.982 [2], включая иные сети доступа, допускается значение –27 dB, однако необходимо обеспечить функционирование систем, где используется несколько оптических компонентов с отражательной способностью, равной или близкой к этому пределу. С учетом будущего развития сетей рассматривается величина – 40 dB.

[3] аналогично сноске [2] таблицы 1.

[4] аналогично сноске [3] таблицы 1.

Примечание – Для параметров уменьшение значений коэффициента передачи и отражательная способность учитывается также прочность соединения.

Таблица 3 – Основные технические характеристики оптических соединителей

Наименование соединителя	Тип соединителя	Вносимое затухание, не более, dB	Затухание отражения			
			PC	SPC	UPC	APC
Соединитель разъемный	Многомодовый	0,5; 0,3; 0,2	≥ 30	≥ 40	-	-
	Одномодовый	0,5; 0,3	≥ 30	≥ 40	≥ 50	≥ 60
Соединитель механический	Многомодовый	0,3; 0,2	≥ 40			
	Одномодовый	0,3; 0,2; 0,1	≥ 50			

Таблица 4 – Основные технические характеристики оптического аттенюатора

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи, dB (фиксированный аттенюатор)	о/п	о/п
Отражательная способность, dB	-40	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm [1]:		
- окно 1310 nm	1360	1260
- окно 1550 nm	1580	1480
Потери, зависящие от поляризации, dB	0,3	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [2]	н/д

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

Окончание таблицы 4

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д
Допустимое уменьшение коэффициента передачи, dB	±15%	±15%
Диапазон ослабления (переменный аттенюатор), dB	о/п	о/п
Постепенно нарастающее ослабление (переменный аттенюатор), dB	о/п	о/п
[1)] Аналогично сноске [2)] таблицы 1. [2)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1.		

Таблица 5 – Основные технические характеристики оптических аттенюаторов (для многомодовых и одномодовых)

Наименование параметра	Значение параметра	
	многомодовый	одномодовый
Длина волны, nm	850; 1300	1310 ± (50; 40; 20; 10) 1550 ± (50; 40; 20; 10)
Вносимое затухание, dB	для аттенюаторов с фиксированным значением затухания	
	5 ± 1,5; 10 ± 2,0; 15 ± 2,5; 20 ± 3,0	3 ± 0,5; 5 ± 0,5; 10 ± 1,0; 20 ± 1,5; 25 ± 2,0
Вносимое затухание, dB	для аттенюаторов с переменной регулировкой затухания	
	(3 - 60) ± 3,0	(3 - 60) ± 2,0

Таблица 6 – Основные технические характеристики оптических разветвителей (ответвителей)

Наименование параметра	Значение параметра[1)]	
	многомодовый	одномодовый
Диапазон длин волн, nm	850; 1300	1310 ± (50; 40; 20; 10) 1550 ± (50; 40; 20; 10)
Вносимое затухание, не более, dB, для конфигурации полюсов:		
1×2; 2×2	≤ 5,0	≤ 4,4
1×3; 2×3; 3×3	≤ 7,0	≤ 6,0
1×4; 2×4; 3×4; 4×4	≤ 10,0	≤ 9,0
1×8; 2×8	≤ 13,0	≤ 11,5
1×12	≤ 15,0	≤ 13,0
1×16; 16×16	≤ 17,0	≤ 15,0
1×32; 32×32	≤ 22,0	≤ 20,0
Затухание отражения, dB	≥ 330	≥ 350
[1)] При пропорциональном распределении мощности между полюсами.		

Таблица 7 – Основные технические характеристики оптических мультиплексоров (демультиплексоров)

Наименование параметра	Значение параметра	
	многомодовый	одномодовый
Диапазон длин волн, nm	850; 1300	1310 ± (50; 40; 20;10) 1550 ± (50; 40; 20;10)
Вносимое затухание, dB	≤ 0,9	≤ 0,9
Переходное затухание между полюсами пропускания, dB:		
850 ± 50 nm; 1300 ± 50 nm	≥ 35,0	-
1310 ± 50 nm; 1550 ± 50 nm	-	≥ 35,0
1310 ± 40 nm; 1550 ± 40 nm	-	≥ 30,0
1310 ± 20 nm; 1550 ± 20 nm	-	≥ 20,0
1310 ± 15 nm; 1550 ± 15 nm	-	≥ 20,0
1310 ± 10 nm; 1550 ± 10 nm	-	≥ 20,0
Переходное затухание между полюсами раздельных направлений, dB	≥ 45	≥ 55
Затухание отражения, dB	≥ 35	≥ 50

Таблица 8 – Основные технические характеристики оптического изолятора

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи, dB	н/о	н/д
Потери в обратном направлении (изоляция)	н/д	о/п
Отражательная способность, dB	-40	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm [1]:		
- окно 1310 nm	1360	1260
- окно 1550 nm	1580	1480
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [2]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д

[1] Аналогично сноске [2] таблицы 1.
[2] Аналогично сноске [3] таблицы 1.

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

Таблица 9 – Основные технические характеристики оптического циркулятора

Наименование параметра	Значение параметра
Вносимое затухание, dB	≤ 1,5
Изоляция для диапазона длин волн, dB:	
1310 ± 50 nm; 1550 ± 50 nm	≥ 30
1310 ± 30 nm; 1550 ± 30 nm	≥ 35
1310 ± 10 nm; 1550 ± 10 nm	≥ 45
Поляризационная чувствительность, dB	≤ 0,25
Затухание отражения, dB	≥ 50

Таблица 10 – Основные технические характеристики оптического переключателя

Наименование параметра	1 x X переключатели		2 x 2 переключатели	
	макс.	мин.	макс.	станд.
Уменьшение коэффициента передачи, dB	2,5 | $\log_2 X$ [1)]	н/д	н/о	н/д
Отражательная способность, dB	-40	н/д	-40	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm	н/о	н/о	н/о	н/о
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о | 0,1 (1 + $\log_2 X$)[1)]	н/д	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [2)]	н/д	н/о [2)]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д	н/о	н/д
Время переключения	10 s | 20 ms [1)]	н/д	н/о	н/д
Повторяемость, dB	0,25	н/д	н/о	н/д
Равномерность, dB	н/о | 0,4 $\log_2 X$ [1)]	н/д	н/о	н/д
Изоляция, dB	о/п	н/д	о/п	н/д
Коэффициент направленного действия, dB	н/д	50	н/д	н/о

1) Двойственные значения (a | b) указывают величины для «медленных» и «быстрых» переключателей, соответственно.

2) Аналогично сноске 3) таблицы 1.

Примечания

1 X - номер порта, соответствующего данной длине волны.

2 2 × X переключатели - находятся в стадии изучения.

Таблица 11 – Основные технические характеристики оптических переключателей (для многомодовых и одномодовых)

Наименование параметра	Значение параметра	
	многомодовое	одномодовое
Тип переключателя: 1×2; 1×3; 1× 4; 2×2; 2×3; 2×4; 3×3; 3×4; 4×4		
Вносимое затухание, dB	≤ 2,0	≤ 1,5
Затухание отражения, dB	-	≥ 50
Время срабатывания, ms	≤ 25	≤ 50
Переходные помехи, dB	≥ 60	≥ 60

Таблица 12 – Основные технические характеристики подсистемы оптического динамического мультиплексора

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи канала, dB:		
- со входа на выход	о/п	о/п
- со входа до ответвления	о/п	о/п
Добавление к выходному сигналу	о/п	о/п
Девиация уменьшения коэффициента передачи канала, dB	н/о	н/о
Отражательная способность, dB	н/о	н/д
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Тип подсистемы OADM	о/п	о/п
Номер каналов добавления/ответвления/передачи	о/п	о/п
Тип профиля полосы пропускания (плоская или Гауссова)	н/о	н/о
Диапазон длин волн канала, nm (CWDM и WWDM устройства)	о/п	о/п
Диапазон частот канала, GHz (DWDM устройства)	о/п	о/п
Ширина полосы пропускания по уровню 1 dB, nm	о/п	о/п
Ширина полосы пропускания по уровню 3 dB, nm	о/п	о/п
Неравномерность, dB	н/о	н/д
Изоляция соседнего канала, dB		
- со входа до ответвления	н/д	о/п
Изоляция не соседнего канала, dB		
- со входа до ответвления	н/д	о/п
Затухание канала, dB		
- со входа на выход	н/д	о/п
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [1)]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д

[1)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1.

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI

Таблица 13 – Основные технические характеристики компонента асимметричного разветвления (не избирательный по длине волны)

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Отражательная способность, dB	н/о	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm [1]:		
- окно 1310 nm	1360	1260
- окно 1550 nm	1580	1480
Потери, зависящие от поляризации - главный порт, dB	н/о	н/д
Потери, зависящие от поляризации - порт ответвления, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [2]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д
Коэффициент направленного действия, dB	н/д	н/о

[1] Аналогично сноске [2] таблицы 1.
[2] Аналогично сноске [3] таблицы 1.

Таблица 14 – Основные технические характеристики оптического компонента разветвления (не избирательный по длине волны)

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи, dB	см. таблицу 15	см. таблицу 15
Отражательная способность, dB	-40	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm [1]:		
- окно 1310 nm	1360	1260
- окно 1550 nm	1580	1480
Потери, зависящие от поляризации, dB	0,1 (1 + $\log_2 X$)	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [2]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д
Коэффициент направленного действия, dB	н/д	50
Равномерность, dB	1,0 $\log_2 X$	н/д

[1] Аналогично сноске [2] таблицы 1.
[2] Аналогично сноске [3] таблицы 1.
Примечание - X - номер порта, соответствующего данной длине волны.

В таблице 15 приведены симметричное распределение мощности между выходными портами разветвителя.

Таблица 15 – Основные технические характеристики симметричного оптического компонента разветвления

X	1 x X		2 x X	
	мин. IL, dB	макс. IL, dB	мин. IL, dB	макс. IL, dB
2	2,6	4,2	2,5	4,5
3	4,1	6,3	4,0	6,6
4	5,4	7,8	5,3	8,1
6	6,8	9,9	6,7	10,2
8	8,1	11,4	8,0	11,7
12	9,5	13,5	9,4	13,8
16	10,8	15,0	10,7	15,3
24	12,0	17,1	11,95	17,4
32	13,1	18,6	13,1	18,9
Примечание - X - номер порта, соответствующего данной длине волны.				

Таблица 16 – Основные технические характеристики динамического канального эквалайзера

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи, dB	6	н/о
Отражательная способность, dB	н/д	-45
Рабочий диапазон длин волн, nm [1)]	о/п	о/п
Потери, зависящие от поляризации, dB:		
- во всем динамическом диапазоне ослабления канала	0,4	н/д
- в уменьшенном на 10 dB динамическом диапазоне ослабления канала	0,2	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [2)]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д
Затухание канала, dB	н/д	40
Внеполосное ослабление, dB	н/д	40
Разрешение ослабления канала, dB	0,2	н/д
Динамический диапазон ослабления канала, dB	н/д	20
Неравномерность, dB	0,2	н/д
Время отклика канала, ms	30	н/д
Разнос каналов, nm	о/п	о/п
Количество каналов	о/п	о/п
[1)] Аналогично сноске [2)] таблицы 1. [2)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1.		

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

Таблица 17 – Основные технические характеристики оптического фильтра

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи, dB:		
- полоса пропускания	о/п	о/п
- полоса заграждения	н/д	о/п
Отражательная способность, dB	-40	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm	о/п	о/п
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [1)]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д
Неравномерность, dB	н/о	н/д
[1)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1.		

Таблица 18 – Основные технические характеристики пассивного компенсатора дисперсии

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи, dB [1)]:		
2,5	н/о	н/д
5	н/о	н/д
7,5	н/о	н/д
10	н/о	н/д
20	3,6	н/о
30	н/о	н/о
40	5,5	н/о
50	н/о	н/о
60	7,5	н/о
70	н/о	н/о
80	9,5	н/о
90	н/о	н/о
100	11,5	н/о
110	н/о	н/о
120	13,5	н/о
Отражательная способность, dB	-27	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm [2)]	1616	1525
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [3)]	н/д

Окончание таблицы 18

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Коэффициент дисперсия при длине волны λ(nm), ps/nm [1) 4)]:	-15,8 - 0,058× (λ - 1550)	-17,6 - 0,058× (λ - 1550)
Поляризационная модовая дисперсия, ps [5)]:	н/о	н/д

[1)] km от эквивалентной компенсации в соответствии с Рекомендацией ITU-T G.652 [3].

[2)] Для некоторых пассивных компенсаторов дисперсии рабочий диапазон длин волн должен быть уже, либо перекрывать диапазон используемого источника оптического сигнала.

[3)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1.

[4)] Значения максимальной и минимальной дисперсии при любой длине волны λ(nm) в рабочем диапазоне длин волн можно найти, подставив значение λ в данной функции и умножая на значение эквивалентной компенсации от компенсатора дисперсии (km) из G.652.

Например, для компенсатора дисперсии с 40 km эквивалентной компенсации из G.652:

$$40\,[-15{,}8 - 0{,}058\times(\lambda - 1550)] \geq D(\lambda) \geq 40\,[-17{,}6 - 0{,}058\times(\lambda - 1550)].$$

[5)] Аналогично сноске [1)] таблицы 2.

Таблица 19 – Основные технические характеристики оптического завершения

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Отражательная способность, dB	-50	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm [1)]:		
- окно 1310 nm	1360	1260
- окно 1550 nm	1580	1480
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [2)]	н/д

[1)] Аналогично сноске [2)] таблицы 1.

[2)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1.

Таблица 20 – Основные технические характеристики перестраиваемого фильтра

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи, dB:		
- полоса пропускания	о/п	о/п
- полоса задержания	н/д	о/п
Отражательная способность, dB	н/о	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm	о/п	о/п

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

Окончание таблицы 20

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [1)]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д
Ширина полосы пропускания по уровню 1 dB, nm	о/п	о/п
Ширина полосы пропускания по уровню 3 dB, nm	о/п	о/п
Неравномерность, dB	н/о	н/д
Повторяемость параметров полосы пропускания, nm	н/о	н/д
Время настройки (установки), s	о/п	о/п
Девиация уменьшения коэффициента передачи канала, dB	н/о	н/о
[1)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1.		

Таблица 21 – Основные технические характеристики устройства грубого мультиплексирования с разделением по длине волны

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи канала, dB	н/о	н/о
Девиация уменьшения коэффициента передачи канала, dB	н/о	н/о
Отражательная способность, dB	н/о	н/д
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [1)]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д
Диапазон длин волн канала, nm	о/п	о/п
Неравномерность, dB	н/о	н/о
Изоляция соседнего канала, dB	н/д	о/п
Изоляция не соседнего канала, dB	н/д	о/п
Однонаправленное (дальний конец) затухание, dB	н/д	о/п
Однонаправленное (дальний конец) затухание по соседнему каналу, dB	н/д	о/п
Двунаправленное (ближний конец) перекрестное ослабление, dB	н/д	о/п
[1)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1.		

Таблица 22 – Основные технические характеристики устройства высокоплотного мультиплексирования с разделением по длине волны 1 × X

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи канала, dB	о/п	о/п
Девиация уменьшения коэффициента передачи канала, dB	н/о	н/о
Отражательная способность, dB	н/о	н/д
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [1)]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д
Диапазон частот канала, GHz	о/п	о/п
Неравномерность, dB	н/о	н/д
Изоляция соседнего канала, dB	н/д	о/п
Изоляция не соседнего канала, dB	н/д	о/п
Двунаправленное (ближний конец) ослабление, dB	н/д	о/п
Однонаправленное (дальний конец) затухание по соседнему каналу, dB	н/д	о/п
Двунаправленное (ближний конец) перекрестное ослабление, dB	н/д	о/п
[1)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1. Примечание - X - номер порта, соответствующего данной длине волны.		

Таблица 23 – Основные технические характеристики устройство широкополосного мультиплексирования с разделением по длине волны 1 × X

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Уменьшение коэффициента передачи канала, dB	1,5 $\log_2 X$	н/о
Девиация уменьшения коэффициента передачи канала, dB	н/о	н/о
Отражательная способность, dB	-40	н/д
Рабочий диапазон длин волн, nm [1)]:		
- окно 1310 nm	1360	1260
- окно 1550 nm	1580	1480
Потери, зависящие от поляризации, dB	0,1 (1 + +$\log_2 X$)	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [2)]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps	н/о	н/д

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

Окончание таблицы 23

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Однонаправленное (дальний конец) затухание, dB	н/д	о/п
Двунаправленное (ближний конец) ослабление, dB	н/д	о/п
Однонаправленное (дальний конец) затухание по соседнему каналу, dB	н/д	о/п
Двунаправленное (ближний конец) перекрестное ослабление, dB	н/д	о/п
[1] Аналогично сноске [2] таблицы 1. [2] Аналогично сноске [3] таблицы 1. Примечание - X - номер порта, соответствующего данной длине волны.		

Таблица 24 – Основные технические характеристики пассивного (хроматического) компенсатора дисперсии в одном оптическом канале

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Дисперсия в диапазоне частот канала, ps/nm [1]:		
10	-168	-178
20	-337	-356
30	-506	-533
40	-675	-711
50	-844	-888
60	-1013	-1066
70	-1182	-1244
80	-1351	-1421
Уменьшение коэффициента передачи, dB	н/о	н/о
Отражательная способность, dB	-27	н/д
Диапазон частот канала, THz	192,14	192,06
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Отражательная способность, зависящая от поляризации, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [2]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps [3]	н/о	н/д
[1] Аналогично сноске [1] таблицы 18. [2] Аналогично сноске [3] таблицы 1. [3] Аналогично сноске [1] таблицы 2.		

Таблица 25 – Основные технические характеристики перестраиваемого (хроматического) компенсатора дисперсии

Наименование параметра	Значение параметра	
	макс.	мин.
Диапазон настройки компенсации дисперсии, ps/nm	н/д	400
Диапазон частот канала, THz	о/п	о/п
Уменьшение коэффициента передачи	н/о	н/о
Отражательная способность, dB	-27	н/д
Потери, зависящие от поляризации, dB	н/о	н/д
Допустимая входная мощность, dBm	н/о [1)]	н/д
Поляризационная модовая дисперсия, ps [2)]	н/о	н/д
Неравномерность фазы	о/п	н/д
[1)] Аналогично сноске [3)] таблицы 1. [2)] Аналогично сноске [1)] таблицы 2.		

6 Требования по безопасности

6.1 Пассивные оптические компоненты должны отвечать общим требованиям безопасности в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0.

6.2 Материалы конструкции пассивных оптических компонентов не должны содержать вредных и ядовитых химических веществ (кроме пассивных оптических компонентов специального назначения, которые изготавливаются по требованию заказчиков).

6.3 Пассивные оптические компоненты должны быть стойкими к высокому электрическому напряжению согласно требованиям Рекомендации ITU-T K.25 [4].

6.4 Сопротивление изоляции защитных покровов пассивных оптических компонентов должно быть не менее 10 MΩ · km.

6.5 Элементы конструкции пассивных оптических компонентов не должны иметь острых углов, кромок, заусенцев и поверхностей с неровностями, представляющих опасность травмирования обслуживающего персонала, если их наличие не определяется функциональным назначением этих элементов. В последнем случае должны быть предусмотрены меры защиты травмирования обслуживающего персонала.

6.6 В пассивных оптических компонентах должен присутствовать предупредительный знак «Лазерное излучение».

6.7 Требования безопасности при работе с лазерными источниками излучения должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 50723 [5].

6.8 Вероятность возникновения пожара от пассивных оптических компонентов не должна превышать значения 10^{-6} в год согласно ГОСТ 12.1.004.

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

6.9 Все пассивные оптические компоненты, с которыми работает персонал, должны удовлетворять правилам санитарии и безопасности.

7 Требования к устойчивости

7.1 Климатическое исполнение пассивных оптических компонентов должно соответствовать категориям УХЛ4.1 и УХЛ4.2 по ГОСТ 15150.

7.2 Пассивные оптические компоненты при эксплуатации должны быть устойчивы к воздействию следующих внешних факторов:

a) синусоидальная вибрация от 1 до 80 Hz с амплитудой ускорения 2g;

b) механический удар одиночного действия (пиковое ударное ускорение 20 g с длительностью ударного ускорения 2 - 10 ms);

c) температура окружающей среды: от минус 20°C до плюс 50°C (рабочие значения), от минус 40°C до плюс 70°C (предельные значения);

d) циклическая смена температур: от минус 40°C до плюс 70°C;

e) относительная влажность воздуха: до 80% при 25°C (среднемесячное значение); до 98% при 25°C (верхнее значение).

7.3 Воздействие ультрафиолетового излучения и грибкового налета на все открытые полимерные материалы не должно влиять на характеристики пассивных оптических компонентов в соответствии с Рекомендацией ITU-T L.51 [6].

7.4 Все металлические части должны быть достаточно устойчивы к воздействиям коррозии, с которой они могут встретиться в нормальных условиях назначенной окружающей среды в соответствии с Рекомендацией ITU-T L.51 [6].

7.5 Все компоненты должны быть устойчивы к растворителям и обезжиривающим агентам, как рекомендовано в инструкциях по установке.

8 Требования к конструкции

8.1 Конструкция пассивных оптических компонентов должна соответствовать требованиям, приведенным в TSt 45.004 [7].

8.2 Общий вид, габаритные размеры и масса должны быть указаны в технической документации на пассивные оптические компоненты.

8.3 Пассивные оптические устройства должны быть предназначены для использования с многомодовым оптическим волокном или одномодовым оптическим волокном.

8.4 Поверхности пассивных оптических компонентов не должны иметь следов коррозии, трещин, раковин, отслоения покрытий.

8.5 Пластмассовые части пассивных оптических компонентов должны быть выполнены из материала, не распространяющего горение.

8.6 Концы оптических полюсов пассивных оптических компонентов при армировании их вилками оптических разъемных соединителей

должны обеспечивать физический контакт торцов (простой - PC, супер - SPC, ультра - UPC, угловой - APC).

8.7 Прочность крепления оптического кабеля в вилке оптического разъемного соединителя должна быть не менее 20N.

8.8 Прочность крепления оптического волокна в оптическом механическом соединителе должна быть не менее 4N.

8.9 Вилочные и розеточные части оптических разъемных соединителей одного типоразмера должны быть взаимозаменяемы.

9 Транспортировка и хранение

9.1 На весь период хранения изделия в оригинальной упаковке, до его установки, воздействие следующих факторов не должно приводить к таким повреждениям, которые нарушат функциональность изделия в соответствии с Рекомендацией ITU-T L.51 [6]:

– хранение в помещении, в местах, где температура не регулируется, например, хранение в неотапливаемых закрытых хранилищах;

– транспортировка и погрузка-разгрузка транспортом для грузовых перевозок, транспортировка на легковом автомобиле, грузовом автомобиле, самолете, поезде или корабле.

Примечания

1 Специальные условия хранения или транспортировки (например, хранение вне помещения) согласуются между поставщиком и заказчиком.

2 Предостережения по специальному обращению с изделием должны быть четко указаны на упаковке.

10 Требования к комплектности

10.1 Компоненты должны комплектоваться:

- технической документацией;
- запасным имуществом и принадлежностями.

10.2 Документация должна быть достаточной для изучения принципов работы составных частей и в целом комплекса аппаратуры, их настройки и обслуживания. В состав комплекта документации должны быть включены:

- технические условия;
- техническое описание;
- руководство по монтажу;
- руководства по эксплуатации.

10.3 Комплектование пассивных оптических компонентов функциональными узлами, запасными частями, блоками и дополнительными принадлежностями определяется при заказе.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BO...

11 Требования к маркировке и упаковке

11.1 Упаковка и маркировка пассивных оптических компонентов должны соответствовать общим требованиям ГОСТ 23216.

11.2 Компонент, в своей оригинальной упаковке, пригоден для обычной транспортировки общественным или коммерческим транспортом и хранения на закрытых складах с нерегулируемой температурой в соответствии с Рекомендацией ITU-T L.51 [6].

11.3 Компоненты комплектов должны быть свободны от дефектов, которые будут воздействовать на характеристики изделия в соответствии с Рекомендацией ITU-T L.51 [6].

11.4 Каждый компонент будет идентифицироваться включением следующей информации в соответствии с Рекомендацией ITU-T L.51 [6]:

– имя поставщика;

– обозначение изделия, модель или тип;

– номер партии, номер серии, дата (по крайней мере, месяц и год) изготовления или регистрационный номер;

– дата окончания срока хранения, если изделие содержит компоненты с ограниченным сроком хранения.

11.5 Каждый компонент должен иметь отдельную упаковку. Комплекты пассивных оптических компонентов упаковываются в тарные ящики.

11.6 После упаковки тарные ящики должны быть обвиты по торцам стальной проволокой или стальной лентой и опломбированы. В тарный ящик должна быть вложена опись вложений.

Приложение А
(справочное)

Определения параметров, применяемых в пассивных оптических компонентах ВОСП

А.1 Определения параметров

А.1.1 Ширина полосы пропускания по уровню 1 dB или 3 dB

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

Ширина полосы пропускания оптического фильтра по уровню 3 dB (D_3) – это диапазон частот, в пределах которого фильтр должен обеспечивать затухание менее 3 dB относительно минимального затухания в этом диапазоне. Полоса пропускания по уровню 3 dB является симметричной относительно номинальной центральной частоты f_c фильтра, т.е., требуется, чтобы потери не превышали 3 dB от уровня минимальных потерь на всех частотах между $f_c - D_3/2$ и $f_c + D_3/2$. Это показано на рисунке А.1.

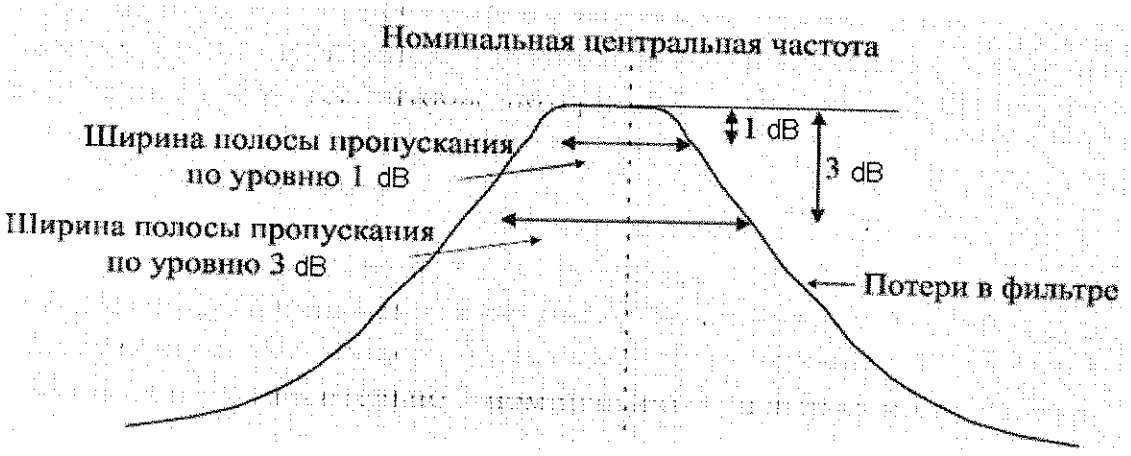


Рисунок А.1 – Иллюстрация ширины полосы пропускания по уровню 1 dB и 3 dB

А.1.2 Изоляция соседнего канала

Изоляция соседнего канала (в WDM устройстве) определена как равная однонаправленной изоляции (на дальнем конце) этого же устройства с тем ограничением, что номер (канала) длины волны изоляции x точно соответствует номеру (канала) длины волны соседнего канала, соединенного с портом o. Это показано на рисунке А.2.

O'ZBEKISTON STANDARTLASHTIRISH VA DAVLAT NAZORATI

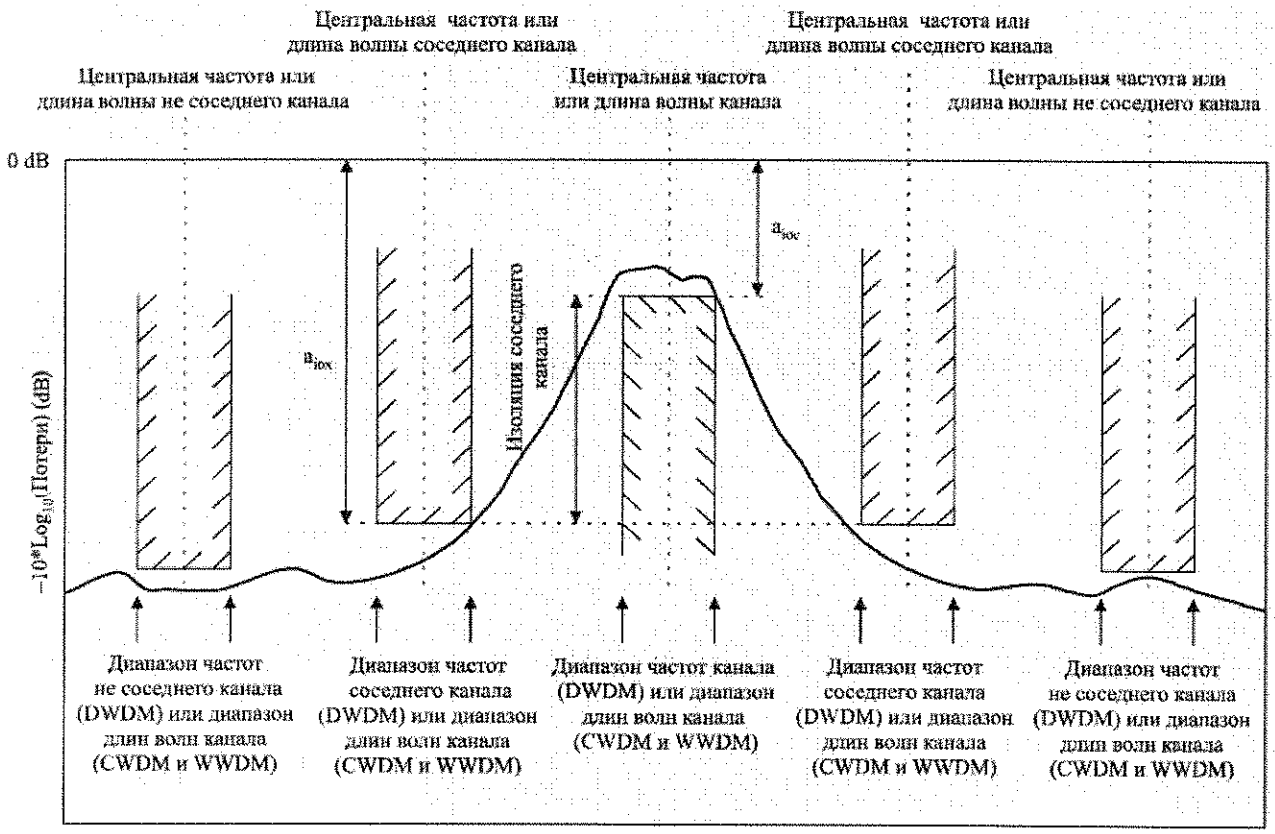


Рисунок А.2 – Иллюстрация изоляции соседнего канала для WDM устройства

А.1.3 Диапазон ослабления (только для переменных аттенюаторов)

Диапазон ослабления (переменного аттенюатора) – это разница между максимальным и минимальным значениями вносимого затухания, (dB).

А.1.4 Потери в обратном направлении (изоляция) (для оптического изолятора)

Величина уменьшения оптической энергии, произошедшего в результате установки изолятора в обратном направлении, выражается в децибелах. Источником сигнала является выходной порт, а приемником – входной порт изолятора. Эта величина рассчитывается по следующей формуле:

$$BL = -10\log\left(\frac{P_{ob}}{P_{ib}}\right), \qquad (A.1)$$

где: P_{ob} – оптическая энергия, излучаемая входным портом изолятора, когда в выходной порт попадает P_{ib}.

P_{ib} – это оптическая энергия, отраженная в обратном направлении, измеряемая на выходном порте изолятора.

А.1.5 Двунаправленное (на ближнем конце) перекрестное ослабление (для WDM устройства)

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

$$BCA = a_{mox}, \qquad (A.2)$$

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

А.1.6 Двунаправленное (на ближнем конце) ослабление (для WDM устройства)

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

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

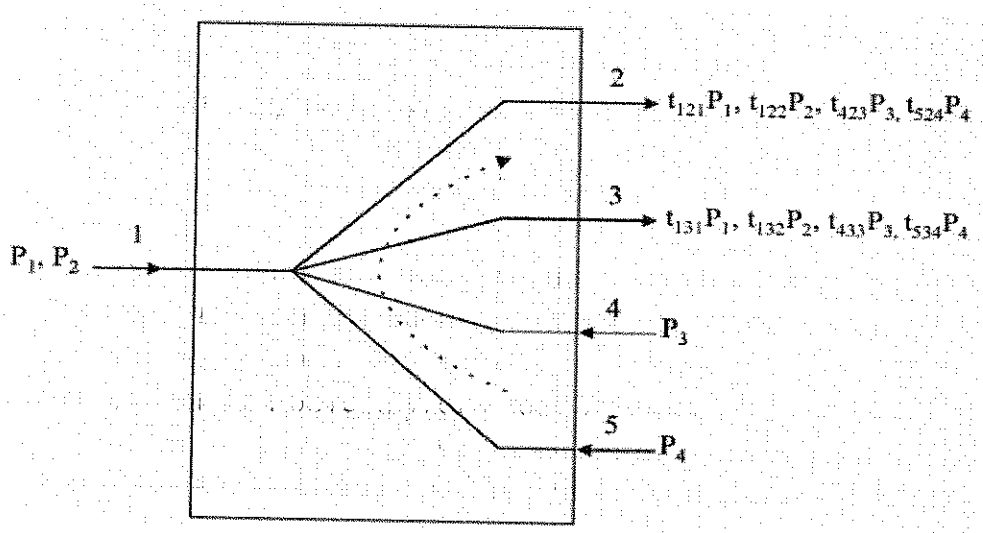


Рисунок А.3 – Пример двунаправленной (на ближнем конце) изоляции

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

$$IB = a_{mox} - a_{doc}, \qquad (A.3)$$

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

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

STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

А.1.7 Гашение канала

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

$$CE = a_{ioe} - a_{iox}, \qquad (A.4)$$

где: a_{ioe} и a_{iox} – это элементы логарифмической матрицы передачи (определена в А.2), i – номер входного порта, o – номер выходного порта, e – номер длины волны погашенного канала, x – номер длины волны не погашенного канала с наибольшими потерями. Это показано на рисунке А.4.

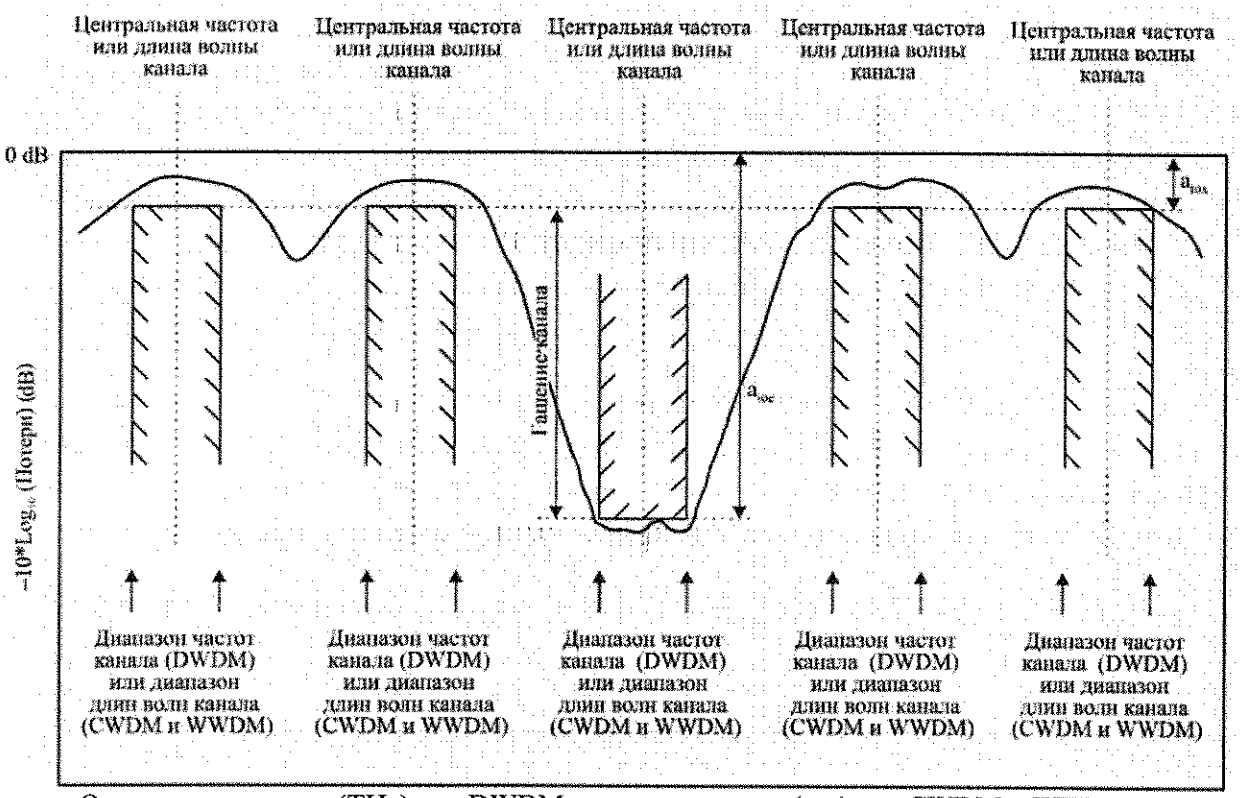


Рисунок А.4 – Иллюстрация затухания канала WDM устройства

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

А.1.8 Диапазон частот канала

Диапазон частот, в пределах которого устройство DWDM должно работать с определенным качеством. Для конкретной номинальной центральной частоты канала f_{nomi} этот диапазон частот находится между

$f_{imin} = (f_{nomi} - \Delta f_{max})$ и $f_{imax} = (f_{nomi} + \Delta f_{max})$, где Δf_{max} – максимальное отклонение центральной частоты канала. Номинальная центральная частота канала и максимальное отклонение центральной частоты канала определены в Рекомендации ITU-T G.692 [8], а спектральная амплитуда определена в Рекомендации ITU-T G.698.1 [9].

А.1.9 Уменьшение коэффициента передачи канала (WDM устройства)

Это уменьшение оптической энергии между входным и выходными портами устройства WDM, выраженное в децибелах. Эта величина определяется как:

$$IL = -10\log\left(\frac{P_{out}}{P_{in}}\right), \qquad (A.5)$$

где: P_{in} – оптическая энергия, поданная на входной порт;

P_{out} – оптическая энергия, полученная на выходном порту.

Примечание – Для WDM устройства, это элемент a_{iow} логарифмической матрицы передачи $n \times n \times k$. Здесь i – это номер входного порта, o – номер выходного порта, w - номер длины волны, связанной с портом i или o, n – общее число входных и выходных портов, а k – общее количество длин волн. Для WWDM устройства, эта величина должна быть определена как максимальная величина и минимальная величина каждого рабочего диапазона длин волн. Для устройств DWDM и CWDM, эта величина должна быть определена как максимальная величина и минимальная величина в пределах диапазона частот (или длин волн) канала, как показано на рисунке А.5.

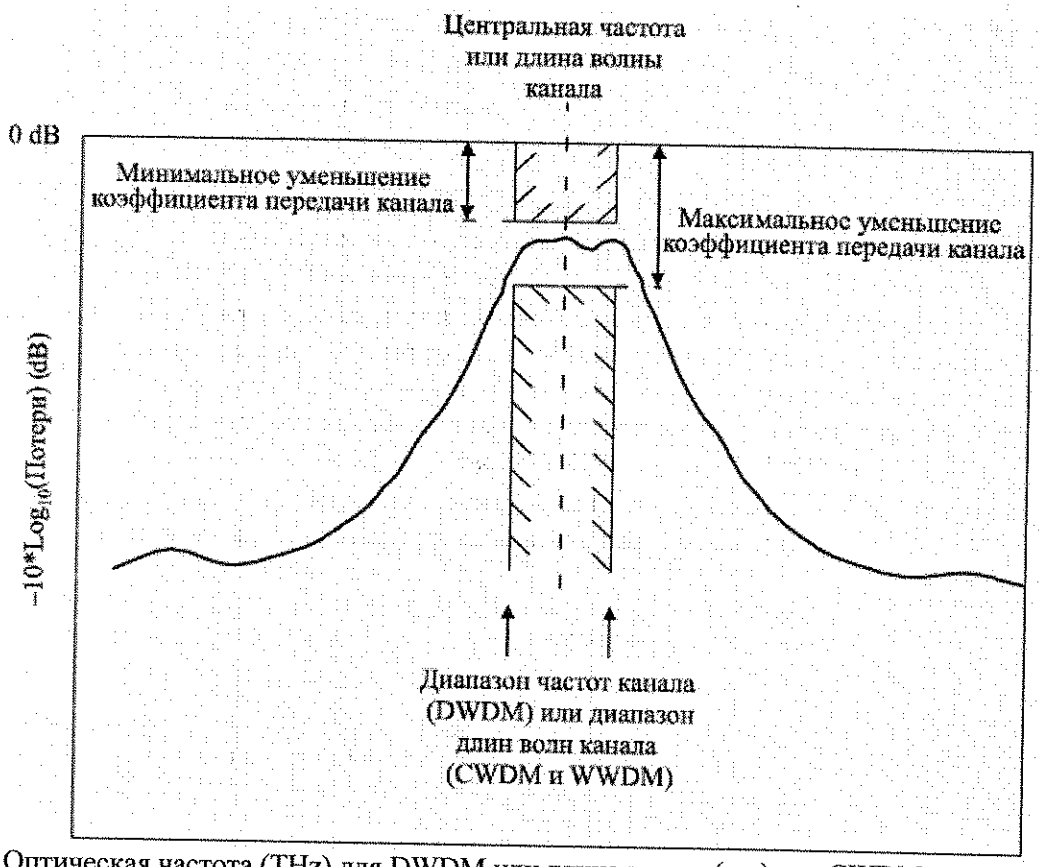


Рисунок А.5 – Иллюстрация максимального и минимального уменьшения коэффициента передачи устройства WDM

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

А.1.10 Девиация уменьшения коэффициента передачи канала (WDM устройства)

Это максимальное изменение величины уменьшения коэффициента передачи канала в пределах диапазона частот канала (для DWDM устройства) или диапазона длин волн канала (CWDM и WWDM устройства). Это показано на рисунке А.6.

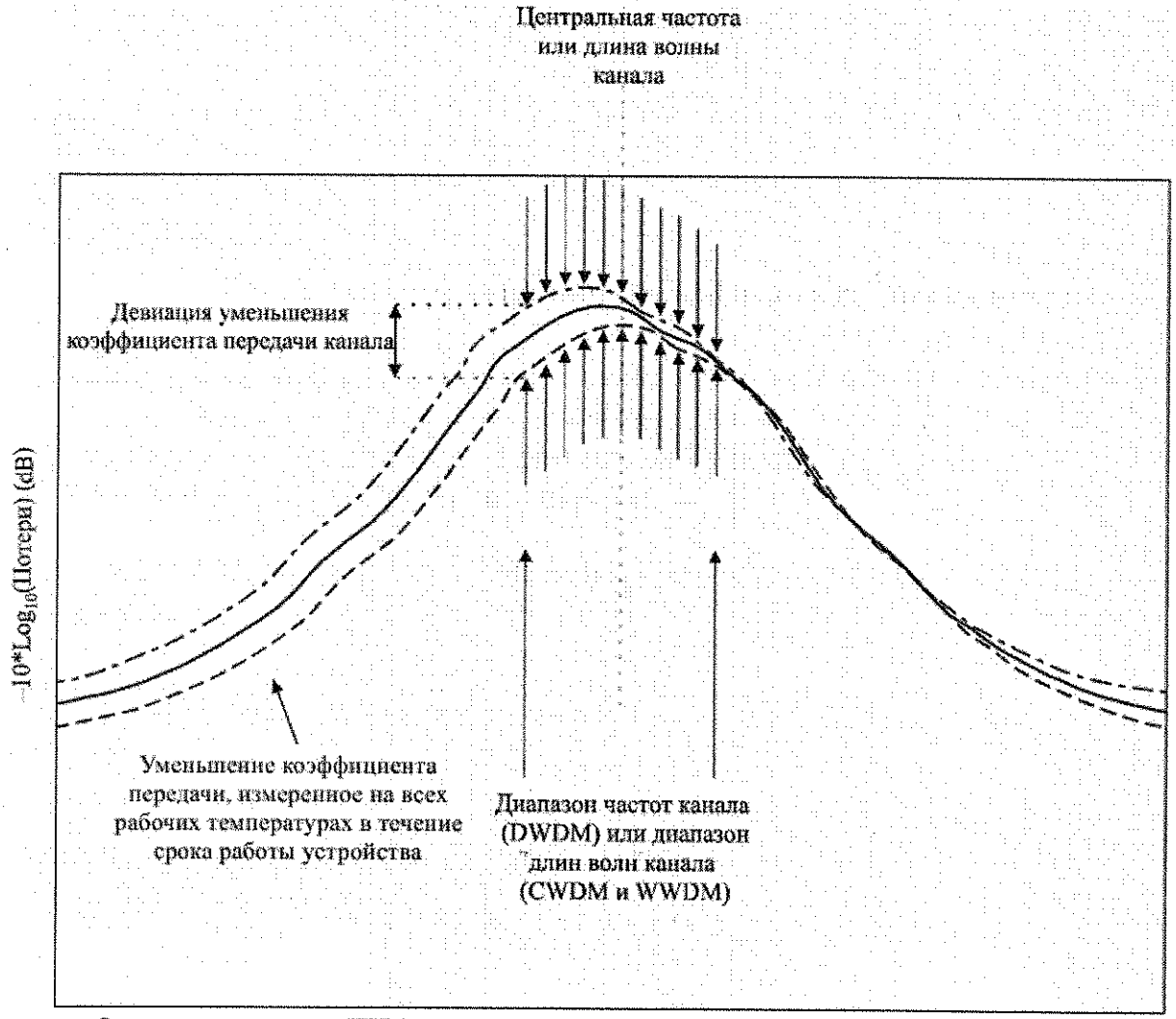


Рисунок А.6 – Иллюстрация изменения величины уменьшения коэффициента передачи канала устройства WDM

А.1.11 Неоднородность каналов

Разница между энергией в канале с наибольшей энергией и в канале с наименьшей энергией, (dB). Применяется к многоканальному сигналу в диапазоне рабочих длин волн.

А.1.12 Время отклика канала

Время, требуемое для того, чтобы устройство перевело канал из исходного состояния с определенным уровнем энергии в желаемое состояние с требуемым уровнем энергии при условии соблюдения допуска

на неоднородность каналов, измеренного с момента времени, когда подается или отключается энергия возбуждения.

А.1.13 Разнос каналов

Разница по частоте или длине волны между центрами соседних каналов в WDM устройстве. В DWDM устройстве разнос каналов определяется сеткой, описанной в Рекомендации ITU-T G.694.1 [10]. В CWDM устройстве разнос каналов определяется сеткой, описанной в Рекомендации ITU-T G.694.2 [11].

А.1.14 Диапазон длин волн канала

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

А.1.15 Коэффициент направленного действия

Для оптического компонента разветвления или оптического переключателя это элемент, a_{sr}, логарифмической матрицы передачи, где s и r – номера двух номинально изолированных портов.

А.1.16 Постепенно нарастающее ослабление (только для переменных аттенюаторов)

Применимо только для переменных аттенюаторов. Разница между номинальным ослаблением компонента в данном состоянии и минимальным номинальным ослаблением.

А.1.17 Уменьшение коэффициента передачи (не WDM устройства)

Это уменьшение оптической энергии между входным и выходным портами пассивного компонента, выраженное в децибелах. Эта величина определяется как:

$$IL = -10\log\left(\frac{P_{out}}{P_{in}}\right), \qquad (A.6)$$

где: P_{in} – оптическая энергия, поданная на входной порт;

P_{out} – оптическая энергия, полученная на выходном порту.

Примечания

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

2 Для оптического переключателя это элемент, a_{io}, логарифмической матрицы передачи (где i – номер входного порта, а o – номер выходного порта). Она зависит от состояния переключателя.

3 Для оптического фильтра она должна определяться как максимальное значение и минимальное значение в пределах каждого рабочего диапазона длин волн.

А.1.18 Допустимое уменьшение коэффициента передачи (только для оптических аттенюаторов)

Разница между номинальным и реальным уменьшением коэффициента передачи аттенюатора.

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA BAYLAT NAZORATI

А.1.19 Изоляция оптического переключателя

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

$$IOS = 10\log\left(\frac{t_{io}}{t^{o}_{io}}\right), \qquad (A.7)$$

где: t_{io} – коэффициент передачи (определен в А.2) от порта i до порта o с трассой io в состоянии «вкл»;

t^{0}_{io} – коэффициент передачи от порта i до порта o с трассой io в состоянии «выкл».

А.1.20 Изоляция не соседнего канала

Изоляция не соседнего канала (WDM устройства) определяется как величина, равная однонаправленной (дальний конец) изоляции этого устройства, при условии, что номер волны изолирования x таков, что для каждого канала он не соответствует каналу, непосредственно примыкающему к каналу, связанному с портом o. Это показано на рисунке А.7.

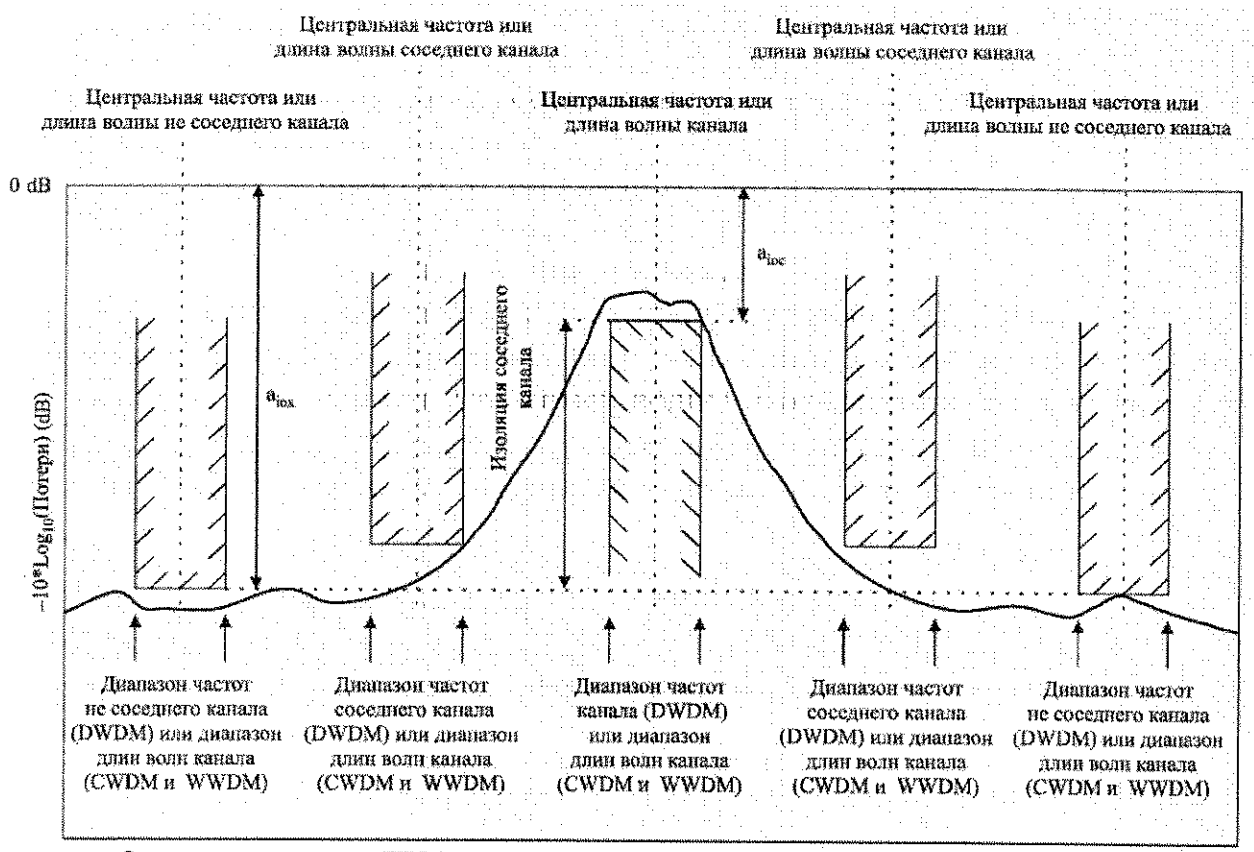


Рисунок А.7 – Иллюстрация изоляции не соседнего канала для WDM устройства

А.1.21 Рабочий диапазон длин волн

Заданный диапазон длин волн от λ_{imin} до λ_{imax} вокруг номинальной рабочей длины волны λ_i, в пределах которого пассивный компонент должен работать с заданным качеством.

Примечания

1 Для оптического компонента разветвления с несколькими рабочими длинами волн соответствующие диапазоны длин волн не обязательно являются одинаковыми.

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

А.1.22 Внеполосное ослабление

Минимальное ослабление в каналах, расположенных за пределами рабочего диапазона длин волн, выражается в децибелах.

А.1.23 Потери, зависящие от поляризации (PDL)

Максимальное изменение величины уменьшения коэффициента передачи из-за изменения вида поляризации (SOP) во всем диапазоне поляризаций.

А.1.24 Отражательная способность, зависящая от поляризации

Максимальное изменение отражательной способности из-за изменения вида поляризации (SOP) во всем диапазоне поляризаций.

А.1.25 Поляризационная модовая дисперсия (PMD)

Дисперсия поляризации обычно описывается в единицах дифференциальной групповой задержки (Differential group delay – DGD), которая представляет собой разницу между основными видами поляризации оптического сигнала для конкретных значений длины волн и времени. В настоящем стандарте PMD определена с целью уточнения единственного для каждого компонента параметра, который может быть заменен в нижеприведенном уравнении, вычисляющем максимальное значение дифференциальной групповой задержки в линии (содержащей один или несколько рассматриваемых компонентов), которая будет превышена с заданной вероятностью.

$$DGD\max_{link} = \left[DGD\max_{F}^{2} + S^{2} \sum_{i} PMD_{Ci}^{2} \right]^{1/2}, \qquad (A.8)$$

где: $DGDmax_{link}$ - максимальная дифференциальная групповая задержка в линии, (ps);

$DGDmax_F$ - максимальная дифференциальная групповая задержка в присоединенном волоконно-оптическом кабеле, (ps);

S - поправочный коэффициент Максвелла (см. таблицу А.1);

PMD_{Ci} - значение PMD для i-того компонента, (ps).

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

O'ZBEKISTON MILLIY STANDARTLASHTIRISH, MUVOFIQLASHTIRISH VA DAVLAT NAZORATI

Таблица А.1

Отношение максимального значения S к среднему	Вероятность превышения максимального значения	Отношение максимального значения S к среднему	Вероятность превышения максимального значения
3	$4{,}2\cdot10^{-5}$	4	$7{,}4\cdot10^{-9}$
3,2	$9{,}2\cdot10^{-6}$	4,2	$9{,}6\cdot10^{-10}$
3,4	$1{,}8\cdot10^{-6}$	4,4	$1{,}1\cdot10^{-10}$
3,6	$3{,}2\cdot10^{-7}$	4,6	$1{,}2\cdot10^{-11}$
3,8	$5{,}1\cdot10^{-8}$	-	-

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

А.1.26 Отражательная способность

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

$$R = 10\log\left(\frac{P_r}{P_i}\right). \qquad (A.9)$$

Примечания

1 Для оптического компонента разветвления это элемент a_{ii} логарифмической матрицы передачи (где i – номер входного порта).

Для WDM устройства это элемент a_{iiw} логарифмической матрицы передачи (где i – номер входного порта, w – номер длины волны). Для WWDM устройства она должна определяться как максимальное значение в каждом рабочем диапазоне длин волн. Для CWDM устройства она должна определяться как максимальное значение в пределах диапазона длин волн канала. Для DWDM устройства она должна определяться как максимальное значение в пределах диапазона частот канала.

Для оптического переключателя это элемент a_{ii} логарифмической матрицы передачи (где i – номер входного порта). Она зависит от состояния переключателя.

Для оптического фильтра она должна определяться в каждом рабочем диапазоне длин волн.

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

3 Как правило, в документах ITU-T компоненты определяются по величине их отражательной способности (отрицательное значение в децибелах), тогда как системы определяются с использованием термина «потери на отражение» (положительное значение в децибелах). В некоторых документах IEC компоненты (имеющие несколько интерфейсов) обычно определяются в величинах потерь на отражение.

A.1.27 Время переключения

Время, в течение которого переключатель осуществляет переключение тракта *io* в положение «включен» или «выключен» из соответствующего исходного положения, измеренное с момента подачи или отключения энергии возбуждения.

A.1.28 Время настройки (установления сигнала)

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

Примечание – Предлагается значение 0,1 dB.

A.1.29 Неравномерность

Для устройств WDM и перестраиваемых фильтров - размах уменьшения коэффициента передачи в пределах диапазона частот (или длин волн) канала. Необходима разработка возможных дополнительных спецификаций по использованию этого параметра для нескольких устройств, соединенных каскадно. Это показано на рисунке А.8.

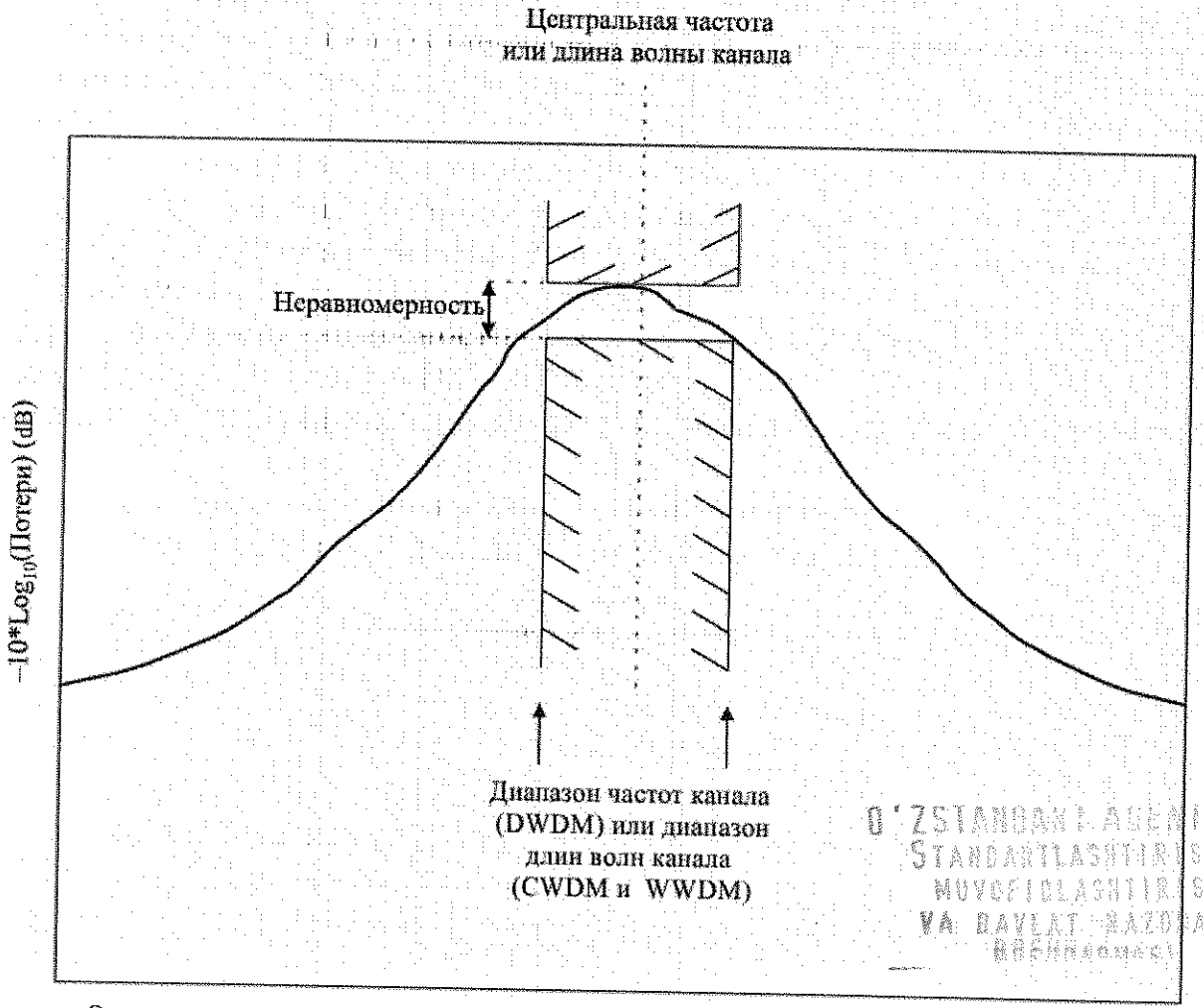


Рисунок А.8 – Иллюстрация неравномерности для WDM устройства

А.1.30 Однонаправленное (дальний конец) затухание по соседнему каналу (для WDM устройства)

Однонаправленное (дальний конец) затухание по соседнему каналу – это величина той части выходящей с порта оптической энергии на каждой длине волны, которая отличается от номинальной длины волны, определяемая по следующей формуле:

$$UCA = a_{iox}, \qquad (A.10)$$

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

А.1.31 Однонаправленное (дальний конец) затухание (для WDM устройства)

Однонаправленное (дальний конец) затухание – это величина той части выходящей с порта оптической энергии на каждой длине волны, которая отличается от номинальной длины волны и определяемая относительно мощности на номинальной длине волны. Эта величина определяется по следующей формуле:

$$I_U = a_{iox} - a_{ioc}, \qquad (A.11)$$

где: a_{iox} и a_{ioc} это – элементы логарифмической матрицы передачи, i – номер входного порта, o – номер выходного порта, c – номер длины волны (канала) связанной с портом o, а x – номер длины изолируемой волны, причем x – любой номер длины, не равный c. Для каждого выходного порта o имеется одна длина волны канала λ_c и $k-1$ длин изолируемой волны λ_x. Это показано на рисунке А.9.

Примечание – В настоящем стандерта символ λ_c используется для обозначения длины волны канала, а не длины волны отсечки в волокне.

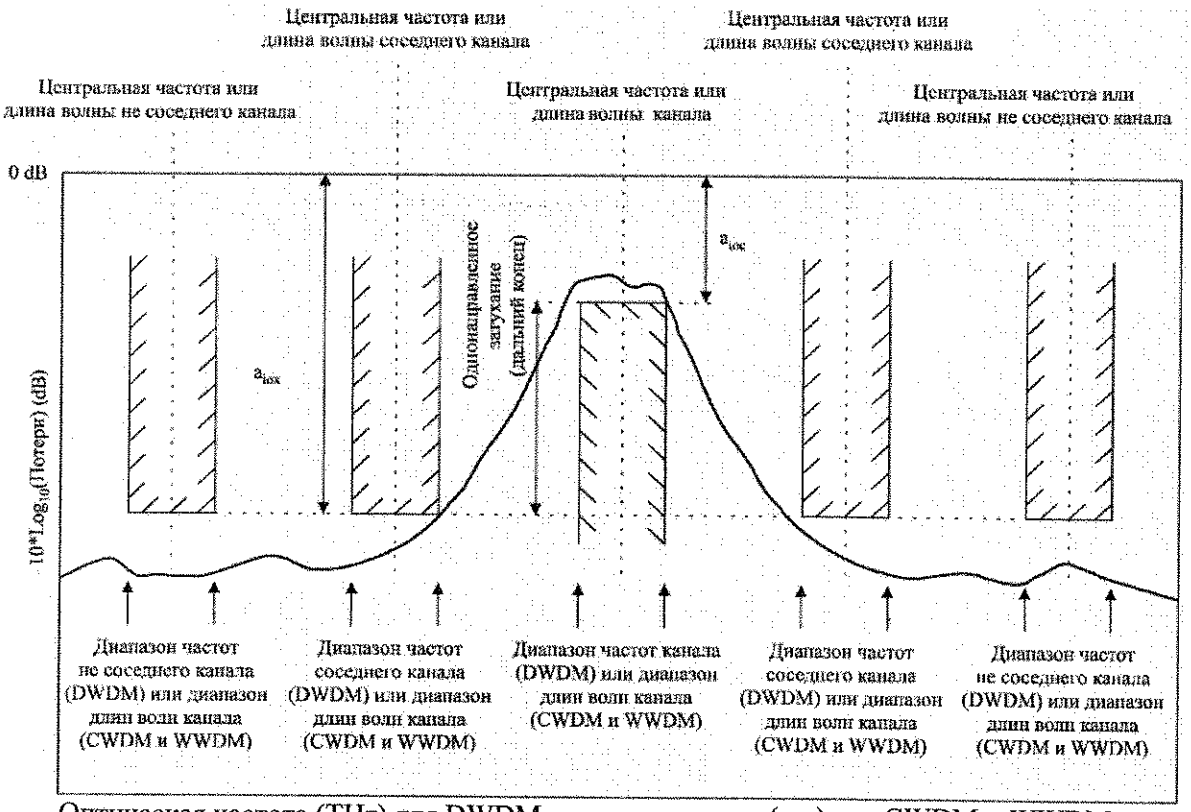


Рисунок А.9 – Иллюстрация однонаправленного (дальний конец) затухания для устройства WDM

В примере, показанном на рисунке А.10, используется матрица передачи, определенная в А.2. Если в демультиплексор WDM подать сигналы с мощностями P_1, P_2, P_3, ... P_k и с длинами волн 1, 2, 3, ... k соответственно, то сигналы, появившиеся на порту x будут:

$$t_{1\times1}P_1,\ t_{1\times2}P_2,\ t_{1\times3}P_3,\ \ldots\ t_{1\times k}P_k$$

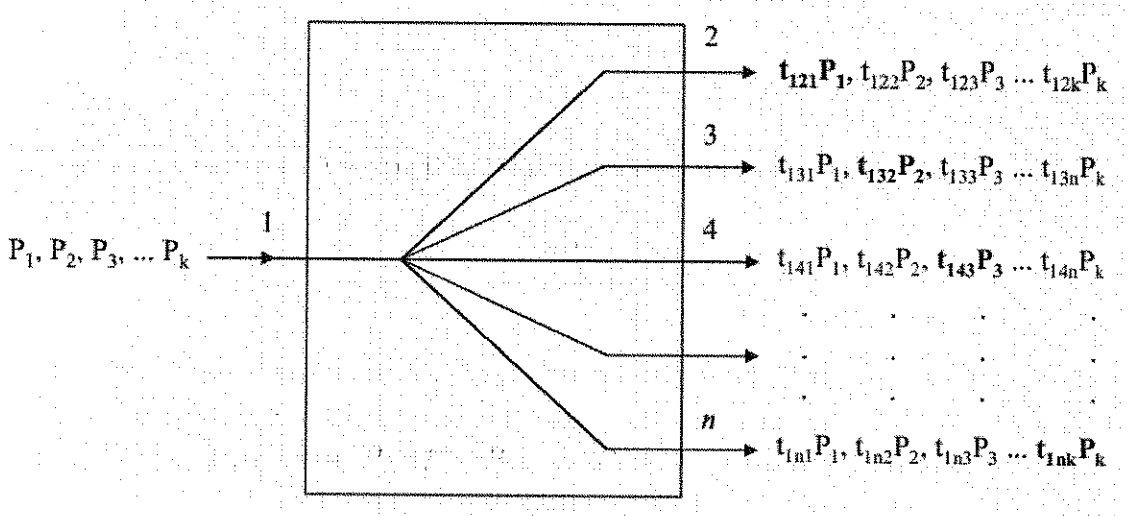


Рисунок А.10 – Пример WDM демультиплексора

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

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

A.1.32 Однородность

Логарифмическая матрица передачи любого компонента может содержать определенный набор коэффициентов, которые, как правило, конечны и единообразны. В таком случае диапазон значений этих коэффициентов a_{io}, выраженный в децибелах, определяет однородность этого компонента.

A.1.33 Диапазон настройки компенсации дисперсии (для перестраиваемого компенсатора дисперсии)

Разница между максимальной и минимальной дисперсией (в ps/nm), которые могут быть получены при помощи перестраиваемого компенсатора дисперсии в пределах диапазона частот канала.

A.1.34 Неравномерность фазы

Неравномерность фазы оптического устройства – это максимальное изменение фазы устройства по отношению к квадратичному приближению характеристик фазы в пределах диапазона частот канала (DWDM устройства) или диапазона длин волн канала (CWDM и WWDM устройства).

Соотношение между неравномерностью фазы и потерями в оптическом тракте, которые она вызывает, зависит от таких факторов, как, например, скорость передачи сигнала, формат модуляции, ширина оптического спектра, расположение сигнала в пределах диапазона частот канала и т. д. Это означает, что величина этого параметра должна быть определена из Рекомендации для соответствующей системы передачи.

A.1.35 Диапазон динамического ослабления в канале (только для динамических канальных эквалайзеров)

Для динамического канального эквалайзера это разница между уменьшением коэффициента передачи и наибольшим значением ослабления в канале, при котором выполняются остальные спецификации параметров, выражается в децибелах.

A.1.36 Разрешение ослабления в канале (только для динамических канальных эквалайзеров)

Разрешение ослабления в канале – это максимальная разница между уменьшением коэффициента передачи в пределах диапазона частот (или длин волн) канала для любых двух соседних установок в пределах диапазона динамического ослабления динамического канального эквалайзера, выражается в децибелах.

A.2 Определения терминов

Для определения параметров в разделе A.1 используются следующие термины.

A.2.1 Проводящий порт

Два порта i и o, между которыми t_{io}, как правило, больше нуля.

А.2.2 Коэффициент связи

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

$$CR_{io} = \frac{t_{io}}{\sum_n t_{in}}, \qquad (A.12)$$

где: *n* – рабочие выходные порты.

А.2.3 Пара входной/выходной порт

Проводящие порты *i* и *o* (t_{io}, как правило, больше нуля), которые изолированы от всех остальных портов *j* (a_{ij}, как правило, бесконечно). На рисунке А.11 показан пример шестипортового устройства с двумя входными и четырьмя выходными портами. Порты пронумерованы последовательно, так что создана матрица передачи, показывающая все порты и все возможные комбинации. Нумерация портов произвольная.

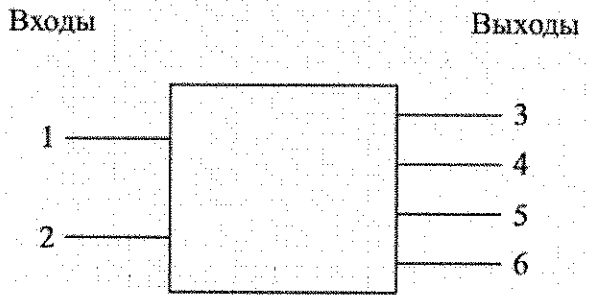


Рисунок А.11 – Пример распределения портов для матрицы передачи

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

А.2.4 Изолированный порт

Два порта *i* и *o*, между которыми t_{io} номинально равно нулю, а a_{io} номинально бесконечно.

А.2.5 Логарифмическая матрица передачи (для оптического переключателя)

Общая логарифмическая матрица передачи показана на рисунке А.12.

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

Рисунок А.12 – Логарифмическая матрица передачи для оптического переключателя

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

Ослабление оптической энергии a_{io}, выраженное в децибелах на выходном порту o, при подаче единичной мощности в порт i, определяется по формуле

$$a_{io} = -10\log(t_{io}),\ \text{dB}, \qquad \text{(A.13)}$$

где: t_{io} – коэффициент матрицы передачи.

Аналогично, для состояния «выключено»

$$a^{o}_{io} = -10\log(t^{o}_{io}).$$

Эта матрица предназначена только для целей определения.

А.2.6 Коэффициент логарифмической матрицы передачи (для оптического разветвителя и WDM устройств)

Общая логарифмическая матрица передачи показана на рисунке А.13.

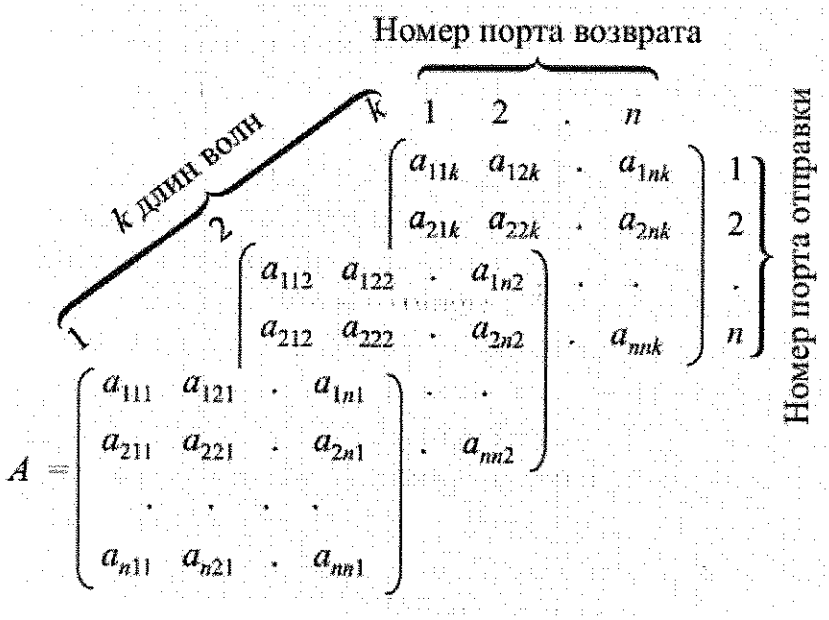


Рисунок А.13 – Логарифмическая матрица передачи

Ослабление оптической энергии a_{srw}, выраженное в децибелах на выходном порту номер r, при подаче на порт номер s сигнала единичной мощности с длиной волны номер w, определяется по формуле:

$$a_{srw} = -10\ log\ t_{srw},\ \ \text{dB}, \qquad \text{(A.14)}$$

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

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

А.2.7 Рабочая длина волны

Номинальная длина волны λ, на которой пассивный компонент должен работать с заданным качеством.

А.2.8 Порт

Волоконно-оптический кабель или волоконно-оптический соединительный элемент, соединенный с оптическим компонентом и предназначенный для ввода или вывода оптической энергии.

А.2.9 Матрица времени переключения (для оптического переключателя)

Матрица коэффициентов, в которой каждый коэффициент s_{io} – это наибольшее время переключения тракта *io* в положение «включено» или «выключено» из любого исходного состояния, как показано на рисунке А.14. Эта матрица предназначена только для целей определения.

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

Рисунок А.14 – Матрица времени переключения для оптического переключателя

А.2.10 Коэффициент передачи (для оптического разветвителя и WDM устройств)

Коэффициент t_{io} - это часть энергии, для наихудшего случая (минимальная), переданная с порта *i* на порт *o* вне зависимости от их состояния при условии, что тракт *io* установлен в состояние «включено».

А.2.11 Коэффициент передачи (для оптического переключателя)

Элемент t_{io} или t^{o}_{io} матрицы передачи. Коэффициент t^{o}_{io} - это часть энергии, для наихудшего случая (минимальная), переданная с порта *i* на порт *o* вне зависимости от их состояния, при условии, что тракт *io* установлен в состояние «выключено».

А.2.12 Матрица передачи (для оптического разветвителя и WDM устройств)

Оптические свойства оптического разветвителя могут быть определены в значениях матрицы коэффициентов $n \times n \times k$, где n - общее количество портов (входных и выходных), k - число длин волн. Эти коэффициенты представляют собой части оптической энергии, передаваемые между соответствующими портами. Общая матрица передачи T показана на рисунке А.15.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

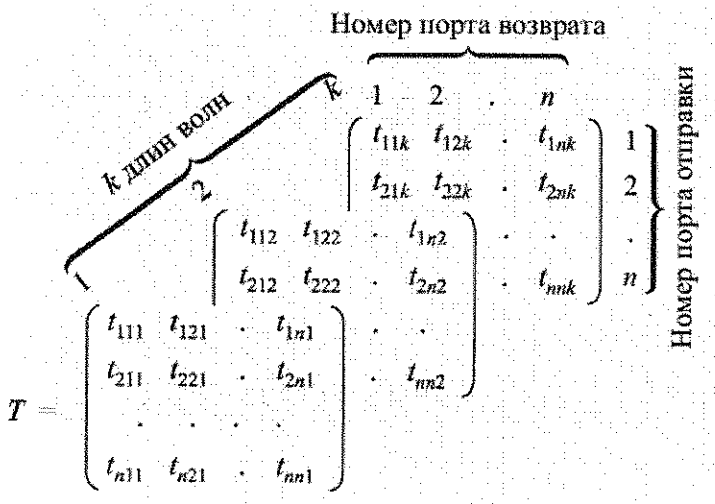


Рисунок А.15 – Матрица передачи

Коэффициент матрицы передачи определяется по формуле

$$t_{srw} = P_{out}/P_{in}\,, \qquad (A.15)$$

где: P_{out} – мощность оптической энергии выходного порта, P_{in} – мощность оптической энергии входного порта, s - обозначает номер входного порта, r - обозначает номер порта, используемого для измерения возврата, w – номер длины волны измерений.

Эта матрица предназначена только для целей определения.

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

А.2.13 Матрица передачи (для оптического переключателя)

Оптические свойства оптического переключателя могут быть определены в значениях матрицы коэффициентов $n \times n$ (n – общее количество портов). Матрица Т представляет собой тракты во включенном состоянии (наихудший случай передачи), а матрица T^o представляет собой тракты в выключенном состоянии (наихудший случай изоляции). Общие матрицы передачи показаны на рисунке А.16. Эта матрица предназначена только для целей определения.

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

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

Рисунок А.16 – Матрица передачи для оптического переключателя

Библиография

[1]	Рекомендация ITU-T G.671 (01/2005)	Характеристики передачи оптических компонентов и подсистем. (Transmission characteristics of optical components and subsystems).
[2]	Рекомендация ITU-T G.982 (11/1996)	Optical access networks to support services up to the ISDN primary rate or equivalent bit rates.
[3]	Рекомендация ITU-T G.652 (06/2005)	Характеристики одномодового оптического волокна и кабеля. (Characteristics of a single-mode optical fibre and cable).
[4]	Рекомендация ITU-T K.25 (02/2000)	Lightning protection of fiber-optic cables.
[5]	ГОСТ Р 50723-94	Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий.
[6]	Рекомендация ITU-T L.51 (04/2003)	Пассивные узловые элементы для оптоволоконных сетей – Общие принципы и определения для снятия характеристик и оценки рабочих параметров. (Passive node elements for fibre optic networks - General principles and definitions for characterization and performance evaluation).
[7]	TSt 45.004:2000	Аппаратура систем передачи синхронной цифровой иерархии. Общие технические требования
[8]	Рекомендация ITU-T G.692 (1998)	Optical interfaces for multichannel systems with optical amplifiers.
[9]	Рекомендация ITU-T G.698.1 (12/2006)	Multichannel DWDM applications with single-channel optical interfaces.
[10]	Рекомендация ITU-T G.694.1 (2002)	Spectral grids for WDM applications: DWDM frequency grid.
[11]	Рекомендация ITU-T G.694.2 (2003)	Spectral grids for WDM applications: CWDM wavelength grid.

O'ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI

УДК 621.395 ОКС 33.180

Ключевые слова: пассивный оптический компонент, узел, оптическое соединение, оптический соединительный элемент, оптический разветвитель, оптический аттенюатор, оптический мультиплексор, оптический циркулятор, оптический переключатель, оптический фильтр

Директор
ООО «АТЕТМ» Р. Исаев

Технический директор
ООО «АТЕТМ» Ф. Расулов

Ведущий инженер
ООО «АТЕТМ» Ф. Усманов

Стажер - исследователь Х. Исохужаев

Нормоконтроль Л. Шаймарданова
09.03.2012

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела
телекоммуникационных
технологий и услуг
Узбекского агентства связи
и информатизации

Ш. Мелибоев
письмо от 30.12.2011
№ 09-8/5177

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
АК «Узбектелеком»

М. Махмудов
письмо от 04.01.2012
№ 27-02-38/51

СОГЛАСОВАНО

В.и.о начальника
Государственной
инспекции связи

А. Гафуров
письмо от 29.12.2011
№ 32-12/1634

O‘ZSTANDART AGENTLIGI
STANDARTLASHTIRISH,
MUVOFIQLASHTIRISH
VA DAVLAT NAZORATI
BOSHQARMASI