Контрольная работа по дисциплине «Оптические системы передачи»

Контрольная работа заключается в решении 4 задач. Исходные данные к задачам представлены в таблицах, в которых **выбор необходимых значений выполняется по двум последним цифрам пароля**.

Задача 1

Определить затухание (ослабление), дисперсию, полосу пропускания и максимальную скорость передачи двоичных импульсов в волоконно-оптической системе с длиной секции L (км), километрическим (погонным) затуханием (ослаблением) a (дБ/км) на длине волны излучения передатчика l 0 (мкм), ширине спектра излучения D l 0,5 на уровне половины максимальной мощности излучения. Данные для задачи приведены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Предпоследняя цифра пароля |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Длина секции L, км | 56 | 74 | 91 | 113 | 128 | 151 | 163 | 190 | 206 | 217 |

[Таблица 1.2](../Local%20Settings/Temp/Rar%24DI00.828/COURSE101/TabK12.htm)

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Последняя цифра пароля |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Тип волокна | SF8/125 | DSF8/125 | SMF- LS | SF8/125 | DSF8/125 | TrueWave | LEAF | SMF- LS | True Wave | LEAF |
| Затухание , дБ/км | 0,4 | 0,28 | 0,25 | 0,25 | 0,3 | 0,26 | 0,24 | 0,21 | 0,22 | 0,21 |
| Длина волны о, мкм | 1,31 | 1,55 | 1,55 | 1,55 | 1,31 | 1,54 | 1,56 | 1,54 | 1,55 | 1,55 |
| Спектр   0,5 , нм | 0,05 | 0,02 | 0,2 | 0,1 | 0,15 | 0,4 | 0,15 | 0,3 | 0,18 | 0,2 |
| Хроматическая дисперсияD, пс / (нм км) | 2,1 | 3,5 | -3,6 | 17,5 | 19,6 | 3,3 | 4,2 | -3,1 | 0,8 | 2,2 |

SF, Standard Fiber – стандартное одномодовое ступенчатое волокно;

DSF, Dispersion-Shifted (single mode) Fiber – волокно одномодовое со смещенной дисперсией;

SMF-LS, Single Mode Fiber-LS – одномодовое оптическое волокно со смещенной ненулевой дисперсией (Corning) [4];

True Wave, "Истинная волна" – одномодовое оптическое волокно со смещенной ненулевой дисперсией (Lucent Technologies) [4];

LEAF – одномодовое оптическое волокно со смещенной ненулевой дисперсией (Corning) [4];

8/125 – диаметры сердцевины/оболочки волокна в мкм.

**Методические указания к задаче 1**

Рекомендуется следующий порядок выполнения задания 1:

* определить максимальное затухание секции длиной L,
* определить совокупную дисперсию секции с учетом ширины спектра излучения,
* определить полосу пропускания оптической линии,
* определить максимальную скорость передачи двоичных импульсов через оптическую линию.

Результирующее максимальное затухание секции находится из соотношения:

 a М = a ´ L + a С ´ NС, [дБ] (1), где

a С – потери мощности оптического сигнала на стыке волокон строительных длин кабеля (a С = 0,05 дБ);

NС – число стыков, определяемое: NС = Е [(L / lC) –1] (целое число),
lC = 2 км (для всех вариантов).

Результирующая совокупная дисперсия секции находится из соотношения [15, 22]:

, [с] (2)

(*Обратить внимание на размерности и не потерять степень!)*

Полоса пропускания оптической линии определяется из соотношения [15, 22]:

, [Гц] (3)

Максимальная скорость передачи двоичных оптических импульсов зависит от Δ FОВ и их формы, которую принято считать прямоугольной или гауссовской [8]:

 ВП = 1,01 ΔFОВ, [бит/с], (4)

 ВГ = 1,34 Δ FОВ, [бит/с]. (5)

Задача 2

По данным таблицы 2.1 построить зависимость выходной мощности источника оптического излучения от величины электрического тока, протекающего через него. Для заданных (по варианту) тока смещения и амплитуды модулирующих однополярных импульсов (таблицы 2.2 и 2.3) определить графически изменение выходной модуляционной мощности Рмакс и Рмин и определить глубину модуляции h . По построенной характеристике указать вид источника.

Таблица 2.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I, мА | 0 | 5 | 10 | 15 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 |
| Р1, мкВт | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | 90 | 160 | 230 | 310 | 370 |

Таблица 2.2

|  |  |
| --- | --- |
| Ток смещения | Предпоследняя цифра пароля |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Iсм, мА | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |

Таблица 2.3

|  |  |
| --- | --- |
| Амплитуда тока модуляции | Предпоследняя цифра пароля |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| I, мА | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

**Методические указания к задаче 2**

*(Учесть, что оптический импульс однополярный – т.е. Iсм = Imin)*

По таблице 2.1 построить график. На графике построить входной и выходной сигналы. Учесть, что оптический сигнал – однополярный.

Для определения глубины модуляции использовать соотношение 2.1:

 (2.1)

Определить коэффициент гашения. Pmax и Pmin определяется по графику.

ER= 10 lg (Pmax/Pmin), дБ

 Задача 3

Построить график зависимости чувствительности фотодетектора от длины волны оптического излучения по данным таблицы 3.1. Используя график и данные таблиц 3.2 и 3.3. Определить величину фототока на выходе p-i-n фотодиода. По графику определить длинноволновую границу чувствительности фотодетектора. Определить материал для изготовления прибора.

Таблица 3.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Чувствитель- ность, А/Вт | 0,3 | 0,45 | 0,53 | 0,58 | 0,62 | 0,67 | 0,7 | 0,73 | 0,65 | 0,1 |
| Длинаволны, мкм | 0,85 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,3 | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7 | 1,78 |

Таблица 3.2

|  |  |
| --- | --- |
| Мощность излучения | Предпоследняя цифра пароля |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Рu, мкВт | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 5,0 |

Таблица 3.3

|  |  |
| --- | --- |
| Длина волны | Последняя цифра пароля |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| l , нм | 1750 | 1650 | 1550 | 1430 | 1310 | 1290 | 1150 | 980 | 910 | 860 |

**Методические указания к задаче 3**

По таблице 3.1 построить график. Определить по графику S. Найти фототок, исходя из формулы 3.1.

При решении задачи необходимо учесть соотношения (3.1):

 , (3.1)

Длинноволновая граница чувствительности фотодетектора определяется соотношением (3.2):

, (3.2)
где Еg - ширина запрещенной зоны полупроводникового материала, из которого сделан фотодиод.

λгр определить по графику. (конечная точка). Найти Еg.

Задача 4

Используя приложение 1 для оптических интерфейсов аппаратуры SDH, определенных рекомендациями МСЭ-Т G.957 и G.691, определить по варианту (табл. 1) предельную дальность передачи без промежуточных регенераторов. Также определить минимальное расстояние между оптическим передатчиком и оптическим приёмником заданного интерфейса, для исключения перегрузки приёмника. Рассчитать уровень сигнала на приеме, мощность сигнала на входе приемника и совокупную хроматическую дисперсию при условии, что длина участка равна L (табл.1)

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Последняя цифра пароля |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| Интерфейс | L4.2 | V4.2 | L16.2 | U16.2 | S-4.1 | L-16.1 | S-16.1 | V-64.2a | S-1.1 | L1.3FP |
| Строительная длина кабеля, ℓстр, км | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 |
| Число разъемных соединений | 2 | 4 | 6 | 2 | 4 | 6 | 2 | 4 | 6 | 2 |
| L, км | 63 | 106 | 71 | 111 | 7 | 29 | 12 | 99 | 18 | 56 |

Использование характеристик одноканальных (одноволновых) оптических интерфейсов при проектировании линейных трактов определено рекомендациями МСЭ-T G.655.

**Методические указания к задаче 4**

**Максимальная длина регенерационного участка (РУ)** с точки зрения энергетического потенциала находится через соотношение:

.

где *PSmin* – минимальный уровень мощности передатчика в точке S;

*PRmin* – минимально допустимый уровень мощности на входе приемника в точке R при заданном коэффициенте ошибки (обычно BER=10-10);

 *PD* – уровень дисперсионных потерь (1 – 2 дБ);

*N* - число строительных длин кабеля;

*α*ст – потери на неразъемных стыках кабеля (на сварных соединениях); *α*ст=0.08дБ.

*Nрс* – число разъемных стыков;

αрс – потери мощности на разъемных стыках; αрс=0.3дБ.

α*к* – километрическое затухание кабеля на заданной длине волны;

***На λ=1.31мкм затухание волокна G.652 составляет 0.36дБ/км, на λ=1.55мкм затухание волокна G.652 и G.653 составляет 0.22дБ/км.***

 α*m* – строительный запас на повреждение кабеля (дБ/км). α*m=(0.02÷0.05)дБ/км.*

*Здесь энергетический потенциал оборудования находится как*

*А= PSmin* – *PRmin.*

Максимальная дальность связи с точки зрения дисперсионных искажений находится как

,

Где Dmax – максимально допустимая хроматическая дисперсия на входе приемника (в точке R);

***Dхр – удельная хроматическая дисперсия ОВ. На λ=1.31мкм Dхр для волокна G.652 составляет 3.5 пс/(нм\*км), на λ=1.55мкм Dхр волокна G.652 составляет 18 пс/(нм\*км). Для ОВ G.653 Dхр=2пс/(нм\*км)***

Следует определить, чем в основном ограничивается максимальная длина регенерационного участка: затуханием или дисперсией.

Если , то максимально допустимая длина участка регенерации

.

Если , то максимально допустимая длина участка регенерации

.

**Минимальная длина РУ** ограничивается уровнем перегрузки фотоприемника (PRmax), данный параметр приведен в характеристиках оптических интерфейсов в приложении 1.

Если уровень перегрузки фотоприемника (PRmax), минимальную длину регенерационного участка находят по следующей формуле:

  .

Итоговая длина регенерационного участка должна находиться в пределах:

LРУmin<LРУ< LРУmax

 **Уровень сигнала на входе** **приемника** к концу срока эксплуатации можно найти по формуле:



Где N – число строительных длин.

Эл – линейный энергетический запас на старение и ремонт кабеля. Эл =2÷4дБ.

Мощность на входе приемника:



Накопленная хроматическая дисперсия будет равна:

DΣхр=DхрLσии, пс

Где σии – среднеквадратическая ширина спектра источника излучения.

σии=0.212\*Δλ-20дБ

**Приложение 1. Характеристики оптических интерфейсов SDH**

**Таблица П1.1. Характеристики STM-1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Характеристики** | **Единица** | **Значение** |
| Цифровой сигнал, скорость передачи, линейное кодирование | кбит/с | STM-1,155 520,скремблированный NRZ |
| Прикладной код |  | I-1 | S-1.1 | S-1.2 |
| Рабочий диапазон волн | нм | 1260-1360 | 1261-1360 | 1430-1576 | 1430-1580 |
| **Передатчик в опорной точке S**Тип источникаСпектральные характеристики:– максимальное СКЗ ширины (Δλ)– максимальная ширина на уровне −20 дБ– минимальный коэффициент подавления боковой модыСредняя вводимая мощность:– максимальная– минимальнаяМиним. коэффициент гашения (ЕХ) | нмнмдБдБмдБмдБ | FP LED40 80- -* -

-8-158,2 | FP7,7---8-158,2 | FP DFB2,5 - * 1
* 30

-8-158,2 |
| **Оптический тракт между S и R**Диапазон ослабленияМаксим. дисперсияМинимальные оптические возвратные потери на кабельном участке в S, включая любые соединители Максимальная дискретная отража-тельная способность между S и R | дБпс/нмдБдБ | 0-718 25Н/ОН/О | 0-1296Н/ОН/О | 0-12296 Н/ОН/ОН/О |
| **Приемник в опорной точке R**Минимальная чувствительностьМинимальная перегрузкаМаксимальный штраф оптического трактаМаксимальная отражательная способность, измеренная в R | дБмдБмдБдБ | -23-81Н/О | -28-81Н/О | -28-81Н/О |

Сокращения: СКЗ, средняя квадратическая зависимость; Н/О, не определено; NRZ, non return to zero – без возвращения к нулю; FP, Fabry-Perot – Фабри-Перо (конструкция полупроводникового лазера); LED, light-emitting diode – светодиод; DFB, distributed feedback – распределённая обратная связь . Коэффициент гашения (EX) определяют как: EX 10 Log (A/B) 10, где A – средний уровень оптической мощности в центре логической "1", а B – средний уровень оптической мощности в центре логического "0". Общеприняты следующие условия для уровней оптической логики:

– излучение света – логическая единица "1";

– отсутствие излучения – логический нуль "0".

**Таблица П1.2. Характеристики STM-1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | Единица | Значение |
| Цифровой сигнал, скорость передачи, линейное кодирование | кбит/с | STM-1,155 520,скремблированный NRZ |
| Прикладной код |  | L-1.1 | L-1.2 | L-1.3 |
| Рабочий диапазон волн | нм | 1263-1360 | 1480-1580 | 1534-1566/ 1523-1577 | 1480-1580 |
| **Передатчик в опорной точке S**Тип источникаСпектральные характеристики:– максимальное СКЗ ширины (Δλ)– максимальная ширина на уровне −20 дБ– минимальный коэффициент подавления боковой модыСредняя вводимая мощность:– максимальная– минимальнаяМиним. коэффициент гашения (ЕХ) | нмнмдБдБмдБмдБ | FP DFB1. -

- 1- 300-510 | DFB-1300-510 | FP DFB3/2,5 -* 1
* 30

0-510 |
| **Оптический тракт между S и R**Диапазон ослабленияМаксим. дисперсияМинимальные оптические возвратные потери на кабельном участке в S, включая любые соединителиМаксимальная дискретная отража-тельная способность между S и R | дБпс/нмдБдБ | 10-28246 Н/ОН/ОН/О | 10-28Н/О20-25 | 10-28246/296 Н/ОН/ОН/О |
| **Приемник в опорной точке R**Минимальная чувствительностьМинимальная перегрузкаМаксимальный штраф оптического трактаМаксимальная отражательная способность, измеренная в R | дБмдБмдБдБ | -34-101Н/О | -34-101-25 | -34-101Н/О |

Сокращения: СКЗ, средняя квадратическая зависимость; Н/О, не определено; NRZ, non return to zero – без возвращения к нулю; FP, Fabry-Perot – Фабри-Перо (конструкция полупроводникового лазера); LED, light-emitting diode – светодиод; DFB, distributed feedback – распределённая обратная связь

**Таблица П1.3. Характеристики STM-4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | Единица | Значение |
| Цифровой сигнал, скорость передачи, линейное кодирование | кбит/с | STM-4,622 080,скремблированный NRZ |
| Прикладной код |  | I-4 | S-4.1 | S-4.2 |
| Рабочий диапазон волн | нм | 1261-1360 | 1293-1334/ 1274-1356 | 1430-1580 |
| **Передатчик в опорной точке S**Тип источникаСпектральные характеристики:– максимальное СКЗ ширины (Δλ)– максимальная ширина на уровне −20 дБ– минимальный коэффициент подавления боковой модыСредняя вводимая мощность:– максимальная– минимальнаяМиним. коэффициент гашения | нмнмдБдБмдБмдБ | FP LED14,5 35---8-158,2 | FP4/2,5---8-158,2 | DFB-130-8-158,2 |
| **Оптический тракт между S и R**Диапазон ослабленияМаксим. дисперсияМинимальные оптические возвратные потери на кабельном участке в S, включая любые соединители Максимальная дискретная отража-тельная способность между S и R | дБпс/нмдБдБ | 0-713 14Н/ОН/О | 0-1246/74Н/ОН/О | 0-12Н/О24-27 |
| **Приемник в опорной точке R**Минимальная чувствительностьМинимальная перегрузкаМаксимальный штраф оптического трактаМаксимальная отражательная способность, измеренная в R | дБмдБмдБдБ | -23-81Н/О | -28-81Н/О | -28-81-27 |

**Таблица П1.4. Характеристики STM-4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | Единица | Значение |
| Цифровой сигнал, скорость передачи, линейное кодирование | кбит/с | STM-4,622 080,скремблированный NRZ |
| Прикладной код |  | L-4.1 | L-4.2 | L-4.3 |
| Рабочий диапазон волн | нм | 1300-1325/ 1296-1330 | 1280-1335 | 1480-1580 | 1480-1580 |
| **Передатчик в опорной точке S**Тип источникаСпектральные характеристики:– максимальное СКЗ ширины (Δλ)– максимальная ширина на уровне −20 дБ– минимальный коэффициент подавления боковой модыСредняя вводимая мощность:– максимальная– минимальнаяМиним. коэффициент гашения | нмнмдБдБмдБмдБ | FP DFB2,0/1,7 -- 1- 30+2-310 | DFB-<130+2-310 | DFB-130+2-310 |
| **Оптический тракт между S и R**Диапазон ослабленияМаксим. дисперсияМинимальные оптические возвратные потери на кабельном участке в S, включая любые соединители Максимальная дискретная отражательная способность между S и R | дБпс/нмдБдБ | 10-2492/109 Н/О20-25 | 10-24160024-25 | 10-24Н/О20-25 |
| **Приемник в опорной точке R**Минимальная чувствительностьМинимальная перегрузкаМаксимальный штраф оптического трактаМаксимальная отражательная способность, измеренная в R | дБмдБмдБдБ | -28-81-14 | -28-81-27 | -28-81-14 |

**Таблица П1.5. Характеристики STM-4**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | Единица | Значение |
| Цифровой сигнал, скорость передачи, линейное кодирование | кбит/с | STM-4,622 080,скремблированный NRZ |
| Прикладной код |  | V-4.1 | V-4.2 | V-4.3 | U-4.2 | U-4.3 |
| Рабочий диапазон волн | нм | 1290-1330 | 1530-1565 | 1530-1565 | 1530-1565 | 1530-1565 |
| **Передатчик в опорной точке MPI-S**Тип источникаСпектральные характеристики:– параметр линейной частотной модуляции– максимальная ширина на уровне −20 дБ– минимальный коэффициент подавления боковой моды- максимальная спектральная плотность мощностиСредняя вводимая мощность:– максимальная– минимальнаяМиним. коэффициент гашения | РаднмдБмВт/ 10МГцдБмдБмдБ | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О4010 | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О4010 | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О4010 | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О151210 | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О151210 |
| **Оптический тракт между MPI-S и MPI-R**Диапазон ослабленияМаксимальная дисперсияМинимальная дисперсияМаксимальная ДГВЗМинимальные оптические возвратные потери на кабельном участке в MPI-S, включая любые соединители Максимальная дискретная отражательная способность между MPI-S и MPI-R | дБпс/нмпс/нмпсдБдБ | 22-33200Н/О48024-27 | 22-332400Н/О48024-27 | 22-33400Н/О48024-27 | 33-443200Н/О48024-27 | 33-44530Н/О48024-27 |
| **Приемник в опорной точке MPI-R**Минимальная чувствительность (коэффициент ошибок 10-12)Минимальная перегрузкаМаксимальный штраф оптического трактаМаксимальная отражательная способность, измеренная в MPI-R | дБмдБмдБдБ | -34-181-27 | -34-181-27 | -34-181-27 | -34-182-27 | -33-181-27 |

Сокращения: ОМЛ, одномодовый лазер; Н/О - не определено (смотреть характеристики от производителя); ДГВЗ, дифференциальное групповое время задержки. В интерфейсах U-4.2 и U-4.3 может применяться оптический предусилитель.

**Таблица П1.6. Характеристики STM-16**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | Единица | Значение |
| Цифровой сигнал, скорость передачи, линейное кодирование | кбит/с | STM-16,2 488 320,скремблированный NRZ |
| Прикладной код |  | I-16 | S-16.1 | S-16.2 | L-16.1 | L-16.2/ L-16.3 |
| Рабочий диапазон волн | нм |  |  |  |  |  |
| **Передатчик в опорной точке S**Тип источникаСпектральные характеристики:– максимальное СКЗ ширины (Δλ)– максимальная ширина на уровне −20 дБ– минимальный коэффициент подавления боковой модыСредняя вводимая мощность:– максимальная– минимальнаяМиним. коэффициент гашения | нмнмдБдБмдБмдБ | FP4---3-108,2 | DFB-1300-58,2 | DFB-<1300-28,2 | DFB-130+3-28,2 | DFB-<130+3-28,2 |
| **Оптический тракт между S и R**Диапазон ослабленияМаксимальная дисперсия на верхнем пределе длины волныМаксимальная дисперсия на нижнем пределе длины волныМинимальные оптические возвратные потери на кабельном участке в S, включая любые соединители Максимальная дискретная отражательная способность между S и R | дБпс/нмпс/нмдБдБ | 0-7121224-27 | 0-12Н/ОН/О24-27 | 0-1280042024-27 | 12-24Н/ОН/О24-27 | 12-241600/ 4501200/ 45024-27 |
| **Приемник в опорной точке R**Минимальная чувствительностьМинимальная перегрузкаМаксимальный штраф оптического трактаМаксимальная отражательная способность, измеренная в R | дБмдБмдБдБ | -18-31-27 | -1801-27 | -1801-27 | -27-91-27 | -28/-27-92/1-27 |

**Таблица П1.7. Характеристики STM-16**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | Единица | Значение |
| Цифровой сигнал, скорость передачи, линейное кодирование | кбит/с | STM-16,2 488 320,скремблированный NRZ |
| Прикладной код |  | V-16.2 | V-16.3 | U-16.2/ P1U1-1A2 | U-16.3/ P1U1-1A3 |
| Рабочий диапазон волн | нм | 1530-1565 | 1530-1565 | 1530-1565 | 1530-1565 |
| **Передатчик в опорной точке MPI-S**Тип источникаСпектральные характеристики:– параметр линейной частотной модуляции– максимальная ширина на уровне −20 дБ– минимальный коэффициент подавления боковой моды- максимальная спектральная плотность мощностиСредняя вводимая мощность:– максимальная– минимальнаяМиним. коэффициент гашения | раднмдБмВт/ 10МГцдБмдБмдБ | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О+13+108,2 | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О+13+108,2 | ОМЛН/ОН/О30Н/О+15+128,2 | ОМЛН/ОН/О30Н/О+15+128,2 |
| **Оптический тракт между MPI-S и MPI-R**Диапазон ослабленияМаксимальная дисперсияМинимальная дисперсияМаксимальная ДГВЗМинимальные оптические возвратные потери на кабельном участке в MPI-S, включая любые соединители Максимальная дискретная отражательная способность между MPI-S и MPI-R | дБпс/нмпс/нмпсдБдБ | 22-332400Н/О12024-27 | 22-33400Н/О12024-27 | 33-443200Н/О12024-27 | 33-44530Н/О12024-27 |
| **Приемник в опорной точке MPI-R**Минимальная чувствительность (коэффициент ошибок 10-12)Минимальная перегрузкаМаксимальный штраф оптического трактаМаксимальная отражательная способность, измеренная в MPI-R | дБмдБмдБдБ | -25-91-27 | -24-91-27 | -34-182-27 | -33-181-27 |

Примечание: характеристики ряда одноволновых (одноканальных) оптических интерфейсов (STM-16, 64 и 256) определены в рекомендации G.959.1.

**Таблица П1.8. Характеристики STM-64**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | Единица | Значение |
| Цифровой сигнал, скорость передачи, линейное кодирование | кбит/с | STM-64,9 953 280,скремблированный NRZ |
| Прикладной код |  | L-64.2а | L-64.2b | L-64.2c | L-64.3 |
| Рабочий диапазон волн | нм | 1530-1565 | 1530-1565 | 1530-1565 | 1530-1565 |
| **Передатчик в опорной точке MPI-S**Тип источникаСпектральные характеристики:– параметр линейной частотной модуляции– максимальная ширина на уровне −20 дБ– минимальный коэффициент подавления боковой моды- максимальная спектральная плотность мощностиСредняя вводимая мощность:– максимальная– минимальнаяМиним. коэффициент гашения | раднмдБмВт/ 10МГцдБмдБмдБ | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О+2-210 | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О+13+108,2 | ОМЛН/ОН/О30Н/О+2-210 | ОМЛН/ОН/О30Н/О+13+108,2 |
| **Оптический тракт между MPI-S и MPI-R**Диапазон ослабленияМаксимальная дисперсияМинимальная дисперсияМаксимальная ДГВЗМинимальные оптические возвратные потери на кабельном участке в MPI-S, включая любые соединители Максимальная дискретная отражательная способность между MPI-S и MPI-R | дБпс/нмпс/нмпсдБдБ | 11-221600Н/О3024-27 | 16-221600Н/О3024-27 | 11-221600Н/О3024-27 | 16-22260Н/О3024-27 |
| **Приемник в опорной точке MPI-R**Минимальная чувствительность (коэффициент ошибок 10-12)Минимальная перегрузкаМаксимальный штраф оптического трактаМаксимальная отражательная способность, измеренная в MPI-R | дБмдБмдБдБ | -26-92-27 | -14-32-27 | -26-92-27 | -13-31-27 |

Примечание: характеристики ряда одноканальных оптических интерфейсов I-64.1r, I-64.1, I-64.2r, I-64.2, I-64.3, I-64.5, S-64.1, S-64.2a, S-64.2b, S-64.3a, S-64.3b, S-64.5a, S-64.5b определены в рекомендации G.959.1.

**Таблица П1.9. Характеристики STM-64**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики | Единица | Значение |
| Цифровой сигнал, скорость передачи, линейное кодирование | кбит/с | STM-64,9 953 280,скремблированный NRZ |
| Прикладной код |  | V-64.2a | V-64.2b | V-64.3 |
| Рабочий диапазон волн | нм | 1530-1565 | 1530-1565 | 1530-1565 |
| **Передатчик в опорной точке MPI-S**Тип источникаСпектральные характеристики:– параметр линейной частотной модуляции– максимальная ширина на уровне −20 дБ– минимальный коэффициент подавления боковой моды- максимальная спектральная плотность мощностиСредняя вводимая мощность:– максимальная– минимальнаяМиним. коэффициент гашения | раднмдБмВт/ 10МГцдБмдБмдБ | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О+13+1010 | ОМЛН/ОН/ОН/ОН/О+15+128,2 | ОМЛН/ОН/О30Н/О+13+108,2 |
| **Оптический тракт между MPI-S и MPI-R**Диапазон ослабленияМаксимальная дисперсияМинимальная дисперсияМаксимальная ДГВЗМинимальные оптические возвратные потери на кабельном участке в MPI-S, включая любые соединители Максимальная дискретная отражательная способность между MPI-S и MPI-R | дБпс/нмпс/нмпсдБдБ | 22-332400Н/О3024-27 | 22-332400Н/О3024-27 | 22-33400Н/О3024-27 |
| **Приемник в опорной точке MPI-R**Минимальная чувствительность (коэффициент ошибок 10-12)Минимальная перегрузкаМаксимальный штраф оптического трактаМаксимальная отражательная способность, измеренная в MPI-R | дБмдБмдБдБ | -25-92-27 | -23-72-27 | -24-91-27 |

Примечание: характеристики ряда одноканальных оптических интерфейсов STM-64 (I-64.1r, I-64.1, I-64.2r, I-64.2, I-64.3, I-64.5, S-64.1, S-64.2a, S-64.2b, S-64.3a, S-64.3b, S-64.5a, S-64.5b) и STM-256 определены в рекомендации G.959.1.