

Лабораторная работа №5

Изучение принципа работы WDM сплиттеров

Цель работы: изучить принцип работы WDM сплиттеров, представленных на лабораторном стенде. Построение матрицы передачи сплиттера.

Описание оборудования и методики эксперимента: оптические кабели (ВОК), патч-корды с различными комбинациями разъемов, WDM сплиттеры, представленные на стенде, многофункциональный оптический тестер-рефлектометр ТОПАЗ-7315-AR.

Краткие теоретические сведения

WDM – Wavelength Division Multiplexing (Спектральное уплотнение каналов). Это технология, которая позволяет собирать в одно оптическое волокно несколько «поточков» оптического сигнала. Каждый поток транслируется на своей длине волны. Длину волны часто называют «цветом», хотя световые волны длиннее 740 нм человеческим глазом не воспринимаются, и различить эти цвета человек не в состоянии. Предположим, что у нас нет двух волокон, а есть только одно. Как передать сигнал по одному волокну? Есть несколько способов.

Первый заключается в разделении мощности сигнала на концах линии. Забегая вперед, скажем, что ничего хорошего из этого не выйдет.

Второй способ, с уверенностью, можно назвать работоспособным. Можно использовать такое свойство света, как поляризация. К примеру, изменив поляризацию света сразу после его излучения в начале линии, можно отфильтровать этот сигнал в конце. В этом случае, действительно можно передавать сигнал в обе стороны по одному волокну, но устройства для изменения поляризации достаточно дорогие, и подобное решение используется редко.

И, наконец, третий способ, получивший наибольшее распространение. Он заключается в использовании света с разной длиной волны для передачи сигнала в разных направлениях. Свет разных длин волн можно легко разделить. Принципиальная блок-схема двухволновой WDM системы приведена на рисунке 5.1.

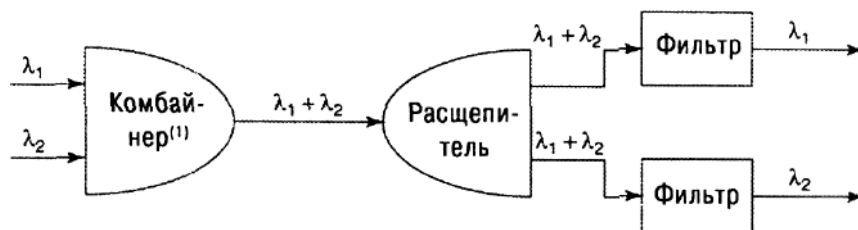


Рисунок 5.1 – Концептуальная блок-схема двухволновой системы WDM

Конструкция WDM разветвителей (сплиттеров) довольно проста. Применяется оптоволокно с буфером 0.9 мм. Диаметр кабеля составляет 3 мм. WDM сплиттеры могут быть оконечены оптическими коннекторами требуемого типа. Принцип работы заключается в следующем: оптический сигнал проходит по одному волокну, после чего разделяется на два, при этом мощность обычно также делится поровну. Разделение информационных потоков производится либо в частотной области, когда частотные подканалы изолированы друг от друга, а сигналы не пересекаются, либо по временной области, когда информация поступает в виде последовательно передающихся блоков, где в каждый отдельно взятый интервал времени передается часть отдельного сигнала, в этом случае необходима синхронизация передатчика с приемником.

Оптические свойства волоконно-оптических устройств ветвления могут быть определены в терминах матрицы коэффициентов $n \times n$, где n - число портов, а коэффициенты представляют часть мощности, передаваемой между назначенными портами. В общем случае матрица передачи T имеет вид:

$$T = \begin{bmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdot & t_{1n} \\ t_{21} & t_{22} & \cdot & t_{2n} \\ \cdot & \cdot & t_{ij} & \cdot \\ t_{n1} & t_{n2} & \cdot & t_{nn} \end{bmatrix} \quad (5.1)$$

где t_{ij} - отношение оптической мощности P_{ij} , передаваемой из порта j , к оптической мощности P_i , подаваемой на порт i . То есть $t_{ij} = P_{ij} / P_i$.

Коэффициентом передачи является элемент t_{ij} матрицы передачи. Каждый коэффициент t_{ij} определяет минимальную (в расчете на худший случай) часть мощности, переданную от порта i к порту j , для любого состояния, при условии, что путь ij включен.

В общем случае *логарифмическая матрица передачи* имеет вид:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdot & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & a_{ij} & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdot & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (5.2)$$

где $a_{ij} = -10 \lg(t_{ij})$ коэффициент уменьшения оптической мощности (в дБ), выходящей из порта j , при единичной мощности, приложенной к порту i .

Избыточные потери – это общая мощность, потерянная в устройствах ветвления, когда оптический сигнал подается в порт i . Они определяются как

$$EL_i = -10 \lg \sum_j t_{ij} \quad (5.3)$$

где суммирование осуществляется только по тем значениям j , для которых i и j – проводящие порты. Для устройства ветвления с N входными портами будет

существовать массив из N значений избыточных потерь, по одному значению для каждого входного порта i .

Рабочее задание

1. Подготовьте оборудование для проведения лабораторной работы («ТОПАЗ-7315-AR», одномодовые оптические патч-корды с разъёмами SC-FC).
2. Соедините источник оптического излучения и измеритель оптической мощности одним оптическим патч-кордом. Произведите измерение мощности в различных единицах и установку опорного уровня на длинах волн оптического излучения 1310 и 1550 нм. Результаты запишите в ячейки, расположенные на главной диагонали таблицы 5.1 (с одинаковыми названиями столбца и строки).
3. Исследуйте WDM-сплиттер. Для этого подключите источник оптического излучения к выводу COM, а измеритель оптической мощности к первому выводу «1550 нм» с помощью одномодовых оптических патч-кордов (FC-SC).
4. Установите длину волны измерителя равной длине волны источника.
5. Произведите измерение уровня мощности в различных единицах.
6. Полученные результаты запишите в Таблицу 5.1.
7. Переключите измеритель оптической мощности к выводу «1310&1490 нм». Повторите измерения, указанные в п.п. 4-6.
8. Подавая оптическую мощность сначала в вывод «1550 нм», а затем в «1310&1490 нм», регистрируйте относительный уровень мощности на других выводах, повторяя действия п.п. 4-6.
9. Повторите измерения, описанные в п.п. 4-8 на длине волны «1310 нм», записывая результаты в таблицу, аналогичную Таблице 5.1.
10. По окончании работы выключите оборудование и приведите стенд в первоначальное состояние. Сделайте выводы по полученным результатам.

Таблица 5.1. Результаты измерений для исследуемого WDM сплиттера.

$\lambda =$ нм	Вывод для подключения измерителя				Избыточные потери EL_i
Вывод для подключения источника		COM	1310&1490 нм	1550 нм	
	COM	P= дБ P= дБм P= мВт	P= дБ P= дБм P= мВт	P= дБ P= дБм P= мВт	
	1310&1490 нм	P= дБ P= дБм P= мВт	P= дБ P= дБм P= мВт	P= дБ P= дБм P= мВт	
	1550 нм	P= дБ P= дБм P= мВт	P= дБ P= дБм P= мВт	P= дБ P= дБм P= мВт	

11. Определите коэффициенты передачи и запишите матрицу передачи T исследуемого WDM сплиттера.
12. Определите коэффициенты уменьшения оптической мощности a_{ij} и запишите логарифмическую матрицу передачи A исследуемого WDM сплиттера.
13. Для каждого i -го входного порта определите избыточные потери EL_i .

Контрольные вопросы.

1. В чем состоит принцип работы WDM сплиттеров?
2. Какова конструкция WDM сплиттеров?
3. Что такое коэффициент передачи?
4. Что такое матрица передачи?
5. Что такое логарифмическая матрица передачи?
6. Что такое избыточные потери WDM сплиттера?