

Лабораторная работа №4.

Исследование оптических разветвителей, различающихся по коэффициенту деления

Выполнила: Величкина А. С.

Цель работы: изучить типы, конфигурацию и принцип работы оптических разветвителей, представленных на лабораторном стенде.

Описание оборудования и методики эксперимента. Для выполнения работы необходимы: Оптические кабели (ВОК), патч-корды с различными комбинациями разъемов, оптические разветвители, представленные на стенде. Многофункциональный оптический тестер-рефлектометр ТОПА3-7000-AR.

Теоретическая часть

Оптические разветвители (сплиттеры) являются важным компонентом PON и выполняют пространственное разделение оптического сигнала по нескольким каналам или объединяют сигналы из различных каналов в один. Поэтому снижение стоимости и улучшение технических характеристик оптических разветвителей становится все более актуальной задачей. Оптический разветвитель – это пассивный оптический многополюсник (устройство с набором $n_{\text{вх}}$ входных и $n_{\text{вых}}$ выходных оптических портов), в котором оптическое излучение, подаваемое на входные оптические, порты распределяются между его выходными портами.

Оптические разветвители изготавливают для разных окон прозрачности: 1310 нм, 1490 нм и 1550 нм. Два основных технологических способа создания разделителей: планарный и сварной. Деление мощностей по плечам разделителя может быть как равным (50:50), так и неравным (20:80 и другие). Выделяют также симметричные и несимметричные делители.

Экспериментальная часть

Исследуем планарный делитель мощности, работающий в режиме 50:50. Результаты измерений для длин волн 1310 нм и 1550 нм представлены в таблицах ниже:

Планарный делитель						
$\lambda = 1310$ нм	IN		OUT1		OUT2	
IN	-0,46	дБ	-3,80	дБ	-4,10	дБ
	29,54	дБм	26,20	дБм	25,90	дБм
	899,50	мВт	416,87	мВт	389,05	мВт
OUT1	-3,80	дБ	-0,46	дБ	-28,40	дБ
	26,20	дБм	29,54	дБм	1,60	дБм
	416,87	мВт	899,50	мВт	1,45	мВт
OUT2	-4,10	дБ	-28,40	дБ	-0,46	дБ
	25,90	дБм	1,60	дБм	29,54	дБм
	389,05	мВт	1,45	мВт	899,50	мВт
Планарный делитель						
$\lambda = 1550$ нм	IN		OUT1		OUT2	
IN	-0,46	дБ	-3,73	дБ	-4,12	дБ
	29,54	дБм	26,27	дБм	25,88	дБм
	899,50	мВт	423,64	мВт	387,26	мВт
OUT1	-3,73	дБ	-0,46	дБ	-26,60	дБ
	26,27	дБм	29,54	дБм	3,40	дБм
	423,64	мВт	899,50	мВт	2,19	мВт
OUT2	-4,12	дБ	-26,60	дБ	-0,46	дБ
	25,88	дБм	3,40	дБм	29,54	дБм
	387,26	мВт	2,19	мВт	899,50	мВт

Проанализируем полученный результат. Делитель обладает хорошей симметричностью и обеспечивает примерно равное разделение мощностей на выходах: разница в значениях напряжений составляет менее 40 мВт. Потери в делителе составили 92 мВт для длины волны 1310 нм и 86 мВт для длины волны 1550 нм. Стоит отметить, что для длины волны 1310 нм разветвитель обеспечивает более равномерное разделение мощности на выходах устройства, однако имеет большие потери, чем для длины волны 1550 нм. Стоит отметить, что делитель может работать в двухоконном режиме, так как обеспечивает передачу и достаточно низкие потери энергии на обеих длинах волн.

Исследуем сварной делитель, выдающий на выходах мощности в отношении 20:80. Результаты измерений приведены в таблицах ниже:

Сварной делитель (20:80)						
$\lambda = 1310 \text{ нм}$	IN		OUT1		OUT2	
IN	-0,46	дБ	-7,58	дБ	-0,98	дБ
	29,54	дБм	22,42	дБм	29,02	дБм
	899,50	мВт	174,58	мВт	797,99	мВт
OUT1	-7,58	дБ	-0,46	дБ	-22,83	дБ
	22,42	дБм	29,54	дБм	7,17	дБм
	174,58	мВт	899,50	мВт	5,21	мВт
OUT2	-0,98	дБ	-22,83	дБ	-0,46	дБ
	29,02	дБм	7,17	дБм	29,54	дБм
	797,99	мВт	5,21	мВт	899,50	мВт
Сварной делитель (20:80)						
$\lambda = 1550 \text{ нм}$	IN		OUT1		OUT2	
IN	-0,46	дБ	-7,65	дБ	-1,13	дБ
	29,54	дБм	22,35	дБм	28,87	дБм
	899,50	мВт	171,79	мВт	770,90	мВт
OUT1	-7,65	дБ	-0,46	дБ	-23,03	дБ
	22,35	дБм	29,54	дБм	6,97	дБм
	171,79	мВт	899,50	мВт	4,98	мВт
OUT2	-1,13	дБ	-23,03	дБ	-0,46	дБ
	28,87	дБм	6,97	дБм	29,54	дБм
	770,90	мВт	4,98	мВт	899,50	мВт

Проанализируем полученный результат. Сварной разделитель обеспечивает не такое точное отношение мощностей на выходах, как планарный: отклонение от расчетного значения для 20% выхода составляет 5 мВт, а для 80% - 78 мВт для длины волны 1310 нм и 8 мВт и 51 мВт с соответствующих выходов для длины волны 1550 нм. Также как и для планарного разделителя, можно отметить лучшее сохранения соотношений мощностей на выходах для длины волны 1310 нм, но и большие потери соответственно: 78 мВт и 41 мВт соответственно. Разветвитель может работать в двухоконном режиме.

Вывод

В ходе лабораторной работы были изучены делители сигналов для ВОЛС двух типов: сварные и планарные. Делители также имеют различные типы функционирования: планарный делитель обеспечивает деление сигнала в отношении 50:50, а сварной в отношении 20:80. Указанные закономерности были подтверждены экспериментально.

Ответы на контрольные вопросы

1. Какие типы оптических разветвителей представлены на лабораторном стенде?

Ответ. На лабораторном стенде представлены: планарный разделитель, разветвляющий мощности в отношении 50:50, и сварной разделитель, разветвляющий мощности в отношении 80:20.

2. Каковы принципы работы оптических разветвителей?

Ответ. Когда одномодовое волокно проводит оптические сигналы, световая энергия не полностью концентрируется в сердцевине волокна, и небольшое количество передается через оболочку вблизи сердцевины волокна. Другими словами, если жилы двух волокон расположены достаточно близко, модовое поле света, передаваемого в одном волокне, может попасть в другое волокно, и оптический сигнал перераспределится в двух волокнах.

Общий принцип работы и параметры каждой категории разветвителей можно проиллюстрировать на примере разветвителя X-типа (2x2), схематически представленного на рисунке 1, а затем уже перейти к рассмотрению конкретных типов разветвителей.

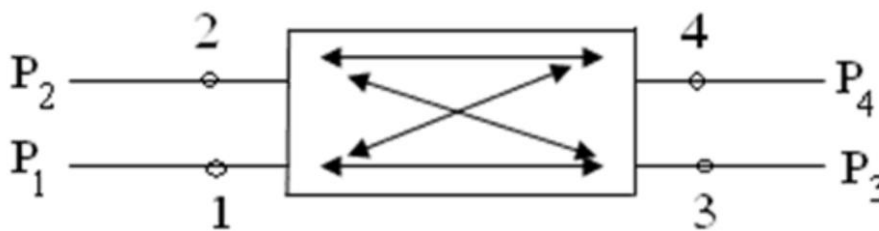


Рис. 1. Схематическое изображение разветвителя X-типа

Линия передачи, соединяющая полюса 1 и 3, называется основной линией, а линия передачи, соединяющая полюса 2 и 4, – вспомогательной линией.

В приведённом четырёхполюсном пассивном двунаправленном разветвителе излучение, введённое через полюс 1, может выходить через полюсы 3 и 4, и не должно поступать в полюс 2. По аналогии излучение, введённое через полюс 2, может выходить через полюсы 4 и 3, и не должно выходить через полюс 1. Таким образом, полюсы 1 и 2 в рассматриваемом направлении излучения являются входными, а полюсы 4 и 3 – выходными. Данный разветвитель является взаимным, так как возможно также

обратное распространение света и изменение роли полюсов, т. е. при подаче излучения через полюсы 4 и 3 они становятся входными, а полюсы 1 и 2 - выходными.

3. Какие существуют технологии изготовления оптических разветвителей?

Ответ. Существует две технологии изготовления оптических разветвителей: сварные – Fused и планарные – PLC (Planar Lightwave Circuit). Сварные разветвители выполнены по технологии FBT (Fused Biconical Taper): два волокна с удаленными внешними оболочками сплавляют в элемент с двумя входами и двумя выходами (2:2), после чего один вход закрывают безотражательным методом, формируя разветвители 1:2. Планарные разветвители (PLC, Planar Lightwave Circuit) изготавливаются в несколько этапов. Первый из них заключается в нанесении на подложку отражающего слоя-оболочки. На данный слой наносится материал волновода, на котором в последствии формируется маска для травления. Результатом процесса травления является система волноводов, являющаяся, по сути, оптическим делителем. Система планарных волноводов покрывается вторым отражающим слоем-оболочкой.

4. Как классифицируются оптические сплиттеры?

Ответ. Оптические разветвители разделяются по:

1. количеству выходов:
 - a. X-образные (несколько входов и несколько выходов)
 - b. Y-образные (один вход и несколько выходов)
2. по длине волны:
 - a. однооконные
 - b. двухоконные
 - c. трехоконные

5. Что такое двухоконные оптические разветвители?

Ответ. Двухоконные оптические разветвители позволяют одновременно передавать и принимать оптический сигнал по одному волокну. На одной длине волны, например, 1550 нм осуществляется передача информации от провайдера связи до абонента, а на длине волны 1310 нм осуществляется передача запроса от абонента к провайдеру.

6. В чем отличие несимметричных и симметричных оптических делителей?

Ответ. Симметричные Y-образные оптические делители разделяют оптическую мощность между выходами равномерно. Под описание данного типа делителей попадают сплиттеры, выполненные по любой технологии (следует помнить, что при помощи технологии FBT производятся сплиттеры с любым делением, включая и равномерное).

Несимметричные оптические делители позволяют разделить оптическую мощность в определенной пропорции. К данному типу можно отнести только сварные делители с неравномерным делением по выходным портам.