

Лабораторная работа №4

Исследование оптических разветвителей, различающихся по коэффициенту деления

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

Описание оборудования и методики эксперимента: оптические кабели (ВОК), патч-корды с различными комбинациями разъемов, оптические разветвители, представленные на стенде, многофункциональный оптический тестер-рефлектометр ТОПА3-7315-AR

Краткие теоретические сведения

Росту популярности оптических сетей доступа способствуют два основных фактора: появление приложений, требующих все большей полосы пропускания, и постепенное снижение стоимости пассивных и активных компонентов оптических систем связи. Существенно снизить стоимость кабельной инфраструктуры сети доступа позволяет использование архитектуры пассивных оптических сетей (PON). 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.

Существует две технологии изготовления оптических разветвителей: сварные – Fused и планарные – PLC (Planar Lightwave Circuit).

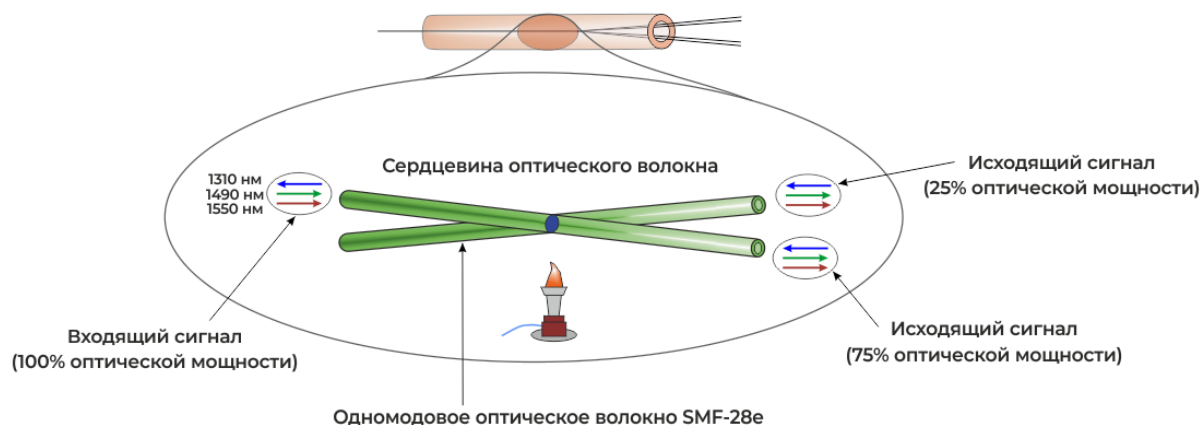


Рисунок 4.1 – Схема сварной технологии изготовления разветвителя

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. Можно обеспечить разделение мощности и в других пропорциях, например, 20:80 (20% мощности

сигнала идет в одно плечо, 80% – в другое). Сварные разветвители обычно имеют от одного до трех окон прозрачности (1310 нм, 1490 нм или 1550 нм). Окно прозрачности – это диапазон длин волн оптического излучения, в котором имеет место меньшее, по сравнению с другими диапазонами, затухание излучения в волокне. Такие разветвители чаще всего используются для построения сетей кабельного телевидения.

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.

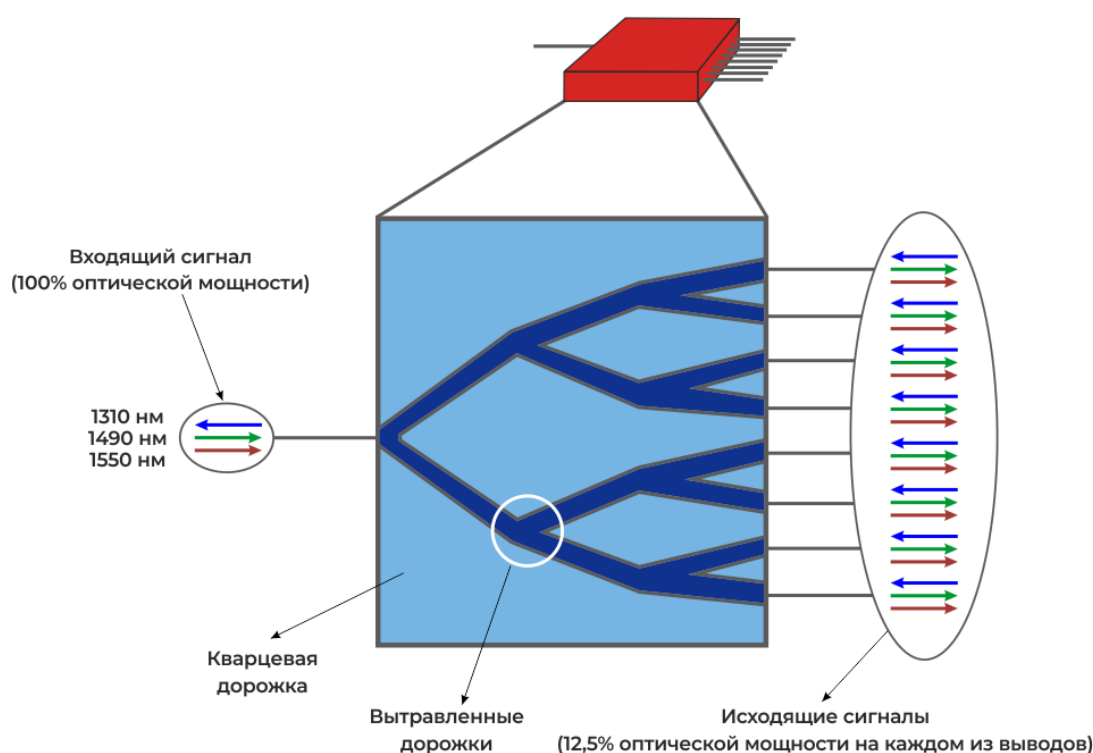


Рисунок 4.2 – Схема планарной технологии изготовления разветвителя

Необходимое количество разветвлений PLC-сплиттера достигается сочетанием делителей 1×2 . Планарная технология позволяет изготавливать компактные и надежные разветвители с числом выходных волокон до 64. Планарные разветвители обладают более стабильными и точными характеристиками на выходах, работают в широкополосном диапазоне волн 1260-1650 нм., имеют меньшее затухание на порт, меньше подвержены механическим воздействиям и способны работать в более широком диапазоне температур (от -45°C до $+85^{\circ}\text{C}$), чем сплавные (от -40°C до $+75^{\circ}\text{C}$). Планарные разветвители используют для спектрального уплотнения каналов. Также их использование предпочтительно при построении пассивных оптических сетей, так как кроме вышеперечисленных преимуществ, они

позволяют заложить на будущее возможность использовать дополнительные сервисы либо увеличить пропускную способность каналов путем уплотнения.

Типы оптических разветвителей

Оптические разветвители разделяются по количеству выходов, по длине волны.

Деление по количеству входов. Оптические сплиттеры по количеству входу и выходов разделяются на Х-образные (несколько входов и несколько выходов) и Y-образные (один вход и несколько выходов). Самый простейший Х-образный оптический делитель имеет два входа и два выхода (так называемый оптический разветвитель 2×2). Самый простейший среди Y-образных оптических делителей – это оптический сплиттер, который имеет один вход и два выхода (так называемый оптический разветвитель 1×2).

Y-образные сплиттеры называют делителями мощности. Y-образные делятся на два типа: симметричные и несимметричные. Симметричные Y-образные оптические делители, разделяют оптическую мощность между выходами равномерно. Несимметричные оптические делители позволяют разделить оптическую мощность в определенной пропорции.

Деление оптических разветвителей по длине волны. Оптические сплиттеры по своим спектральным характеристикам делятся на однооконные и двухоконные. В сетях кабельного телевидения применяются однооконные оптические сплиттеры на стандартной для оптических передатчиков (лазеров) длине волны: 1310 нм или 1550 нм. В сетях PON используются в основном двухоконные оптические разветвители, позволяющие 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.

Оптические разветвители и технология FTTx. В оптической части FTTx в основном применяются технологии Ethernet и пассивных оптических сетей (PON). Поскольку в сетях PON (см. рисунок) на участке между оптическим линейным терминалом (OLT), расположенным в центральном узле связи (СО), и абонентским оптическим сетевым терминалом (ONT) активное оборудование не используется, эти сети значительно проще и дешевле устанавливать и обслуживать. Посредством одного или нескольких пассивных разветвителей множество ONT подключают к одному линейному волокну, идущему от OLT. Трафик Интернета и телефонии OLT передает и принимает (от ONT) на длинах волн 1490 и 1310 нм соответственно, а видеоданные вводятся в «дерево» PON посредством устройства спектрального уплотнения WDM и транслируются абонентам на длине волны 1550 нм.

Варианты конструктивного решения

Полногабаритное исполнение в пластиковом корпусе (рис. 4.3) уникально тем, что такой форм-фактор дает возможность изготовить порты сплиттера в волокне с диаметром наружной оболочки 2 или 3 мм. Такое

решение подходит для тяжелых условий эксплуатации и рассчитано в основном на установку в стальные/пластиковые распределительные корпуса, или же могут использоваться как отдельностоящее устройство.



Рисунок 4.3 – Делитель в пластиковом корпусе

На рисунке 4.4 показан пример маркировки оптических разветвителей.

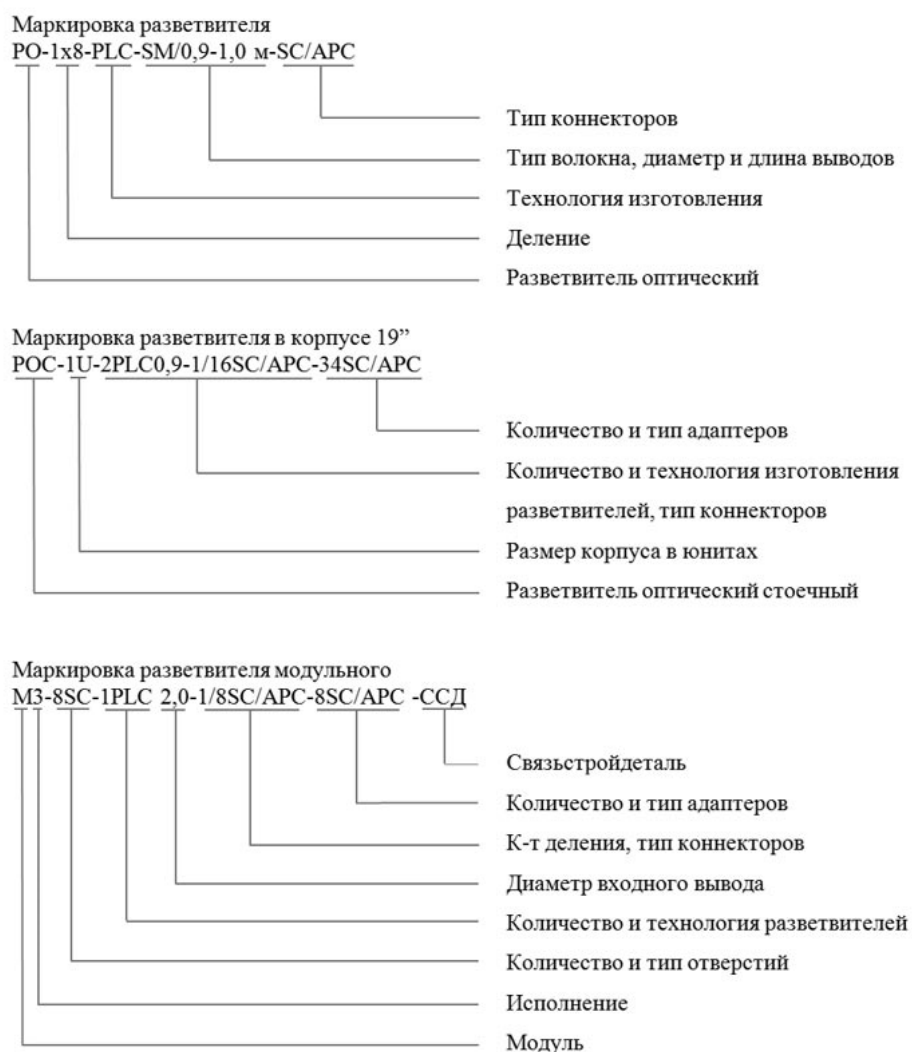


Рисунок 4.4 – Маркировка оптических разветвителей.

Рабочее задание

1. Соедините источник оптического излучения и измеритель оптической мощности одним оптическим патч-кордом.
2. Произведите измерение и установку опорного уровня на измерителе мощности на длинах волн оптического излучения 1310 и 1550 нм (см. **Правила работы на лабораторном оборудовании**). Результаты запишите в ячейки Таблицы 4.1, соответствующие одинаковым названиям столбца и строки.
3. Исследуйте планарный оптический делитель. Для этого подключите источник оптического излучения к выводу IN, а измеритель оптической мощности к первому выводу OUT 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 4.1.
7. Повторите измерения на другой длине волны.
8. Полученные результаты запишите в Таблицу, аналогичную Таблице 4.1.
9. Переключите измеритель оптической мощности ко второму выводу OUT. Повторите измерения, указанные в п.п. 5-9.
10. Подавая оптическую мощность сначала в вывод OUT1, а затем в OUT2, регистрируйте относительный уровень мощности на других выводах, повторяя действия п.п. 5-8.

Таблица 4.1 Результаты измерения относительного уровня мощности на выводах сплиттера.

$\lambda =$ нм	IN	OUT1	OUT2
IN	P= дБ	P= дБ	P= дБ
	P= дБм	P= дБм	P= дБм
	P= мВт	P= мВт	P= мВт
OUT1	P= дБ	P= дБ	P= дБ
	P= дБм	P= дБм	P= дБм
	P= мВт	P= мВт	P= мВт
OUT2	P= дБ	P= дБ	P= дБ
	P= дБм	P= дБм	P= дБм
	P= мВт	P= мВт	P= мВт

11. Проведите исследование сварного делителя оптической мощности, выполнив действия, аналогичные п.п. 2-10. Результаты занесите в таблицы, подобные Таблице 4.1.
12. По окончании работы выключите оборудование и приведите стенд в первоначальное состояние. Сделайте выводы по полученным результатам.

Контрольные вопросы

1. Какие типы оптических разветвителей представлены на лабораторном стенде?
2. Каковы принцип работы оптических разветвителей?
3. Какие существуют технологии изготовления оптических разветвителей?
4. Как классифицируются оптические сплиттеры?
5. Что такое двухоконные оптические разветвители?
6. В чем отличие несимметричных и симметричных оптических делителей?