

Министерство связи и массовых коммуникаций РФ

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Поволжский государственный университет  
телекоммуникаций и информатики»

**Кафедра ЛС и ИТС**

Методическая разработка к лабораторной работе

**«Исследование параметров  
оптических разветвителей»**

Составители: асс. Дмитриев Е.В.  
асс. Прапорщиков Д.Е.

Рецензент:

Самара 2012



## **Цель работы**

Знакомство с работой оптических разветвителей и приобретение практических навыков определения их параметров.

## **Литература**

1. Стерлинг Д.Дж. Техническое руководство по волоконной оптике. – М.: ЛОРИ, 1998. – 288 с.
2. Иванов А.Б. Волоконная оптика: компоненты, системы передачи, измерения. – М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 1999. – 671 с.
3. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи. – М.: Техносфера, 2003. – 440 с.

## **Подготовка к работе**

1. Ознакомиться с инструкцией по технике безопасности
2. Изучить определения параметров разветвителей и методы их измерения
3. Изучить техническое описание приборов (FOD 1204, FOD 2112)
4. Подготовить бланк протокола измерений

## **Контрольные вопросы**

1. Назначение и область применения оптических разветвителей на сетях связи.
2. Применение оптических разветвителей в оптических системах передачи.
3. Пассивные волоконно-оптические сети связи. Применение оптических разветвителей.
4. Классификация оптических разветвителей.
5. Параметры оптических разветвителей.
6. Нормируемые параметры оптических разветвителей.
7. Принципы измерения параметров оптических разветвителей.

## Техника безопасности

При выполнении лабораторных работ, связанных с использованием когерентных лазерных источников излучения, необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

1. Не смотреть в выходной порт источника и на торцы коннекторов патч-кордов или оптических адаптеров.
2. Контроль качества оптического коннектора или адаптера допускается только при отсутствии в волокне излучения.
3. Для определения активности оптического волокна рекомендуется использовать измеритель оптической мощности или специальный индикатор излучения.

**Внимание!** Излучение, используемое в телекоммуникационных системных и измерительных приборах, невозможно обнаружить визуально.



## Материалы, инструменты и оборудование для выполнения работы

1. Безворсовые салфетки



2. Спирт в дозаторе



3. Оптический патч-корд (FC/PC-FC/PC)



4. Оптический адаптер FC



5. Источник оптического излучения FOD 2112



5. Измеритель оптической мощности FOD 1204



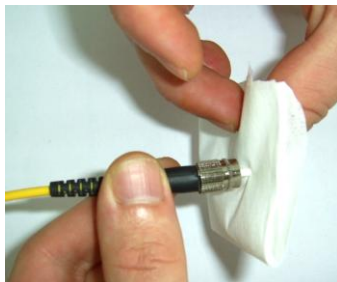
6. Оптический разветвитель



## Порядок выполнения работы

1. Для определения опорного уровня источника оптического излучения собрать схему (см. рис.1) в следующей последовательности.

1.1. Снимите защитный колпачок и протрите торец коннектора измерительного шнура (патч-корда) безворсовой салфеткой, смоченной спиртом.



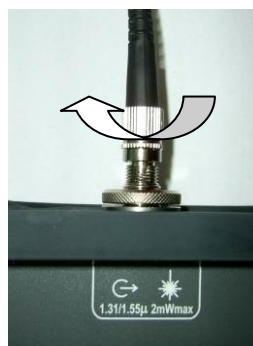
1.2. Введите коннектор патч-корда в разъем источника оптического излучения FOD 2112, совмещая ключ на коннекторе с пазом в разьеме.



Внимание! Не допускайте смещения коннектора в поперечных направлениях

1.3. Зафиксируйте гайку коннектора.

Внимание! При фиксации не прилагайте усилия во избежание повреждения торцов коннекторов



1.4. Аналогично произведите подключение второго конца патч-корда к измерителю оптической мощности FOD 1204.



Рис.1. Схема для определения опорного уровня источника

2. Прогреть источник FOD 2112 в течение 15 мин.
3. Снять значения уровня мощности  $P_0$  (в дБм) на двух длинах волн ( $\lambda_1 = 1310$  нм и  $\lambda_2 = 1550$  нм).

Результаты занести в табл. 1.



4. Для определения качества второго патч-корда и качества его подключения к измерителю оптической мощности соедините источник и измеритель двумя патч-кордами через адаптер.

Внимание! Подключение на стороне источника излучения необходимо оставлять **неизменным**.

Для этого собрать схему (см. рис. 2) в следующей последовательности:

4.2. Отключить патч-корд от измерителя мощности.

4.3. Подключить второй измерительный патч-корд к измерителю мощности.

4.4. Соединить коннекторы патч-кордов через адаптер-измерительную розетку.



Рис.2. Схема для контроля качества второго патч-корда

5. Снять новые значения уровня мощности  $P'_0$  (в дБм) на двух длинах волн ( $\lambda_1 = 1310$  нм и  $\lambda_2 = 1550$  нм).

Если  $P_0 - P'_0 < 0.5$  дБ, качество патч-корда и условия подключения можно считать удовлетворительными.

6. После определения опорного уровня удалить измерительную розетку и, не отключая коннекторы патч-кордов на сторонах источника и измерителя, подключить их к исследуемому оптическому разветвителю (см. рис. 3).

Рис. 3. Схема измерения параметров оптического разветвителя

Измерения производить в следующем порядке

6.2. Пронумеровать выводы исследуемого разветвителя.

6.3. Последовательно подключая патч-корды источника и измерителя к портам разветвителя, снимите показания измерителя оптической мощности  $P_{mm}$  (в дБм) на двух длинах волн ( $\lambda_1 = 1310$  нм и  $\lambda_2 = 1550$  нм).

6.4. Для исключения погрешности, вызванной случайным характером качества подключения оптических коннекторов, проведите как минимум 3 измерения, каждый раз переподключая патч-корды к портам разветвителя.

Внимание! Полученные значения не должны отличаться более чем на 0.2 дБ. Значения, отклоняющиеся от среднего более чем на 0.2 дБ, следует исключить.

6.5. Усредните результаты многократных измерений.

6.6. Занесите полученные результаты в табл. 1.

Таблица 1

$P_{nm}$ , дБм						
$n \setminus m$	1	2	...	$m$	...	$M$
1						
2						
...						
$n$						
...						
$M$						

В таблице 1 приняты следующие обозначения:

$P_{nm}$  – уровень мощности, измеренный на выводе  $m$  при подключении источника излучения к выводу  $n$ ,

$M$  – общее число выводов.

При этом следует полагать  $P_{kk} = P_0$ .

7. Найти значения элементов матрицы передачи и заполнить таблицу 2.

Таблица 2

$t_{nm}$						
$n \setminus m$	1	2	...	$m$	...	$M$
1						
2						
...						
$n$						
...						
$M$						

В таблице 2 приняты следующие обозначения:

$t_{nm}$  – отношение оптической мощности, передаваемой из порта  $m$ , к мощности на входе порта  $n$ :

$$t_{nm} = \frac{P_{nm}}{P_n} \text{ или } t_{nm} = 10^{0,1 \langle P_{nm} - P_n \rangle}.$$

8. Рассчитать параметры исследуемых оптических разветвителей

9. Сделать выводы о соответствии рассчитанных параметров типовым значениям, характерным для оптических разветвителей, применяемых на современных сетях связи.

10. Оформить протокол измерений, содержащий схемы измерений, результаты обработки данных и выводы.

## Приложение 1. Основные параметры оптических разветвителей

Избыточное затухание определяется выражением

$$a_{exc.n} = -10 \lg \left( \sum_m t_{nm} \right),$$

где сложение производится только для тех значений  $m$ , для которых порты  $m$  и  $n$  не изолированы друг от друга.

Вносимое затухание определяется формулой

$$a_{ins.nm} = 10 \lg \left( \frac{P_n}{P_m} \right),$$

где  $P_n$  – оптическая мощность, вводимая в порт  $n$ , а  $P_m$  – оптическая мощность, выходящая из порта  $m$ . Причем  $n \neq m$  и порты  $m$  и  $n$  не изолированы друг от друга.

Затухание направленности определяется той же формулой, что и вносимое, но в данном случае порты  $m$  и  $n$  изолированы друг от друга.

Коэффициент деления определяется отношением мощностей на выходах не изолированных от входного порта.

## Приложение 2. Источник оптического излучения FOD 2112

Малогобаритный источник оптических сигналов (модель FOD 2112) предназначен для измерений параметров компонентов волоконно-оптических систем (ВОС). При измерениях вносимого затухания оптического кабеля источник можно использовать совместно с измерителем уровня оптической мощности FOD 1204.



- 1 – Кнопка включения/выключения прибора (ON/OFF)
- 2 – Кнопка выбора длины волны (1.31µ/1.55µ)
- 3 – Кнопка выбора режима модуляции (1 к / 2 к)

Рис. П 2.2. Источник оптических сигналов FOD 2112

### Технические характеристики FOD 2112

1. Рабочие длины волн: (1550±20) и (1310±20) нм.

2. Максимальная выходная мощность непрерывного немодулированного оптического излучения не менее -5 дБм (0.3 мВт).
3. Относительная нестабильность выходной мощности оптического излучения за 15 мин работы при температуре  $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$  не более 0,05 дБ.
4. Ширина спектра излучения не более 5 нм.
5. Режимы работы:
  - непрерывное немодулированное оптическое излучение;
  - модуляция частотой 1кГц и 2 кГц.
6. Тип оптического разъема: FC/PC.
7. Рабочие условия эксплуатации источника:
  - температура окружающей среды  $10\text{-}35^{\circ}\text{C}$ ;
  - относительная влажность воздуха до 80% при температуре  $25^{\circ}\text{C}$ .
8. Время непрерывной работы от внутреннего источника питания без подзарядки 24 ч.

Примечание. Перед измерениями прибор необходимо прогреть в течение 15 мин.

### **Основы работы с FOD 2112**

Источник включается с помощью кнопки **1 (ON/OFF)**.

Переключение длины волны излучения производится кнопкой **2 (1.31μ/1.55μ)**. При этом в соответствии с выбранной длиной волны будет светиться соответствующий светодиод: **1.31μ** при длине волны 1310 нм и **1.55μ** при длине волны 1550 нм.

Переключение режима модуляции волны излучения производится кнопкой **3**. При этом в соответствии с выбранной частотой модуляции длиной волны будет светиться соответствующий светодиод: **1k** при частоте 1 кГц и **2k** при частоте 2 кГц.

Режиму непрерывного излучения соответствуют погашенные светодиоды **1 k** и **2 k**.

## Измеритель уровня оптической мощности FOD 1204

Измеритель уровня оптической мощности FOD 1204 предназначен для измерения средней мощности оптического излучения в спектральных диапазонах 820-880; 1270-1340; 1520-1580 нм, а также для использования в качестве индикатора при оценке оптической мощности в спектральных диапазонах 959-1010 и 1450-1510 нм.



- 1 – Кнопка включения/выключения прибора (ON/OFF)
- 2 – Кнопка выбора длины волны (SET  $\lambda$ )
- 3 – Кнопка выбора единицы измерения (W/dBm)
- 3 – Режим измерения относительных уровней мощности (REF)

Рис. П 2.4. Источник оптических сигналов FOD 2112

### Технические характеристики FOD 1204

1. Длина волны 850/980/1310/1480/1550 нм
2. Тип фотодиода InGaAs



3. Диапазон измерения средней мощности оптического излучения от -73 до + 10 дБм;
4. Основная погрешность измерения средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки (850±10), (1310±10), (1550±10) нм при уровне мощности оптического излучения 0 дБм не более ±0,15 дБ (±3,5%).
5. Систематическая составляющая основной погрешности измерения средней мощности оптического излучения в спектральных диапазонах 820-880, 1270-1340, 1520-1580 нм не более ±0,1 дБ (±2%).
6. Рабочие условия эксплуатации источника:
  - температура окружающей среды 10-40<sup>0</sup> С;
  - относительная влажность воздуха до 90% при 30<sup>0</sup>С.

### Основы работы с FOD 1204

Для включения измерителя, необходимо нажать кнопку **ON/OFF** и удерживать ее в течение 1 с.

В источнике предусмотрен режим автоматического выключения через 10 мин после включения. Если необходимо отключить этот режим, нужно при включении измерителя удерживать кнопку **ON/OFF** в течении 3 с до появления на индикаторе надписи 1h. В этом случае измеритель автоматически выключается через 1 час после последнего нажатия.

Кнопка **SET λ** позволяет установить длины волн: 850, 980, 1310, 1480, 1550 нм. При очередном нажатии на эту кнопку значение длины волны изменяется на следующее по возрастанию. После значения 1550 нм следует 850 нм.

Кнопка **W/dBm** позволяет производить измерения оптической мощности в ваттах и децибелах относительно 1 мВт (дБм).

Кнопка **REF** позволяет производить измерения относительно какого-либо введенного в память прибора значения. При нажатии этой кнопки текущее значение оптической мощности будет запомнено, а на индикаторе показано относительное значение уровня, выраженное в децибелах (дБ).

