

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учрежде-
ние высшего образования
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И ИНФОРМАТИКИ»

Кафедра линий связи и измерений в технике связи

Т.Г. НИКУЛИНА, М.В. ДАШКОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОПТИЧЕСКОГО ТРАКТА МЕТОДОМ ВНОСИМОГО ЗАТУХАНИЯ

Методические указания
по выполнению лабораторной работы

Самара
2016

УДК 621.395.73

ББК 621.391.63

Д

Рекомендовано к изданию методическим советом ПГУТИ, протокол
№ 11 от 24.11.2016 г.

Рецензент:

доцент, кафедры систем связи ФГБОУ ВО ПГУТИ,
к.т.н., Трошин А.В.

Никулина, Т.Г., Дашков М.В.

Исследование параметров оптического тракта методом вносимого затухания методические указания по выполнению лабораторной работы/ Т.Г. Никулина, М.В. Дашков – Самара: ПГУТИ, 2016. – 20 с.

В учебно-методической разработке приводится систематизированный материал по выполнению измерений затухания оптического тракта методом «вносимого затухания».

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, 12.03.03 Фотоника и оптоинформатика, 11.03.01 Радиотехника, 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы и предназначены для проведения лабораторных занятий.

© Никулина Т.Г., 2016

© Дашков М.В. 2016

Цель работы: получение навыков измерения затухания оптического тракта методом «вносимого затухания» и получение практических навыков работы с оптическим тестером.

Литература.

1. Измерения на ВОЛП. Учебное пособие для вузов / Андреев В.А. [и др.]. – Самара: ООО «Издательство АСГАРД», 2015. – 225 с.
2. Монтаж муфт и оконечных устройств волоконно-оптических кабелей. Учебное пособие для вузов / В.А. Андреев [и др.]; под ред. В.А. Андреева. – Самара: ООО «Издательство АСГАРД», 2015. – 216 с.
3. Бакланов И.Г. Тестирование и диагностика систем связи. – М.: Эко-Трендз, 2001, 268 с.
4. Семенов А.Б. Волоконно-оптические подсистемы современных СКС. – М.: Академия АйТи; ДМК Пресс, 2007. – 632 с.
5. Нормы приёмо-сдаточных измерений элементарных кабельных участков магистральных и внутризональных подземных волоконно-оптических линий передачи сети связи [Текст]. – Введ. 10097-12-17.
6. ГОСТ Р МЭК 793-1-93 Волокна оптические [Текст]. – Введ. 1993-11.10.– М.: Издательство стандартов, 1994. – 109 с.

Контрольные вопросы

1. Основные факторы потерь в оптических волокнах. Спектральная зависимость коэффициента затухания.
2. Элементарный кабельный участок. Основные компоненты.
3. Составляющие потерь в оптическом линейном тракте.
4. Нормы на затухание сварных соединений и разъёмных соединителей.
5. Типы оптических разъёмов используемых на ВОЛП. Потери на разъёмных соединениях.
6. Классификация методов измерения затухания на ВОЛП.
7. Принцип действия и основные характеристики источника оптического излучения.
8. Принцип действия и основные характеристики измерителя оптической мощности.
9. Технические характеристики источника оптического излучения FOD 2112.
10. Технические характеристики измерителя оптической мощности FOD 1024.
11. Алгоритм измерения потерь методом вносимого затухания.
12. Алгоритм проведения калибровки при измерении потерь оптическим тестером.

Техника безопасности при работе с использованием когерентных лазерных источников излучения

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.



Техника безопасности при работе с оптическим волокном

1. На рабочем столе должны находиться только те инструменты и материалы, которые необходимы для выполнения работы. Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо убрать со стола все личные вещи (сумки, тетради и т.д.).
2. Перед началом работы с ОВ необходимо изучить методику выполнения скола ОВ.
3. Все работы с ОВ выполнять над рабочим столом.
4. Осколки ОВ утилизировать в специальные контейнеры, выданные лаборантом.
5. В случае если осколок ОВ упал за пределы контейнера (например, на поверхность стола) необходимо удалить его при помощи ленты 88Т, липкой ленты или пинцета. Лента после этого также утилизируется в контейнер. Не допускается убирать упавший осколок ОВ голыми руками.
6. В процессе выполнения лабораторной работы запрещается тереть глаза руками.
7. В случае попадания ОВ под кожу немедленно сообщить об этом преподавателю. Не допускается самостоятельное удаление волокна.
8. После окончания выполнения лабораторной работы внимательно осмотреть одежду и рабочее место на предмет наличия осколков ОВ. При необходимости удалить осколки волокна при помощи ленты 88Т, липкой ленты или пинцета.
9. Вымыть руки с мылом для удаления возможных незамеченных осколков ОВ с рук.

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

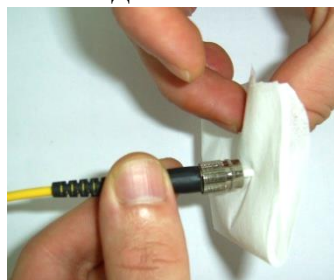
1. Измеритель оптической мощности FOD 1024



Порядок выполнения работы

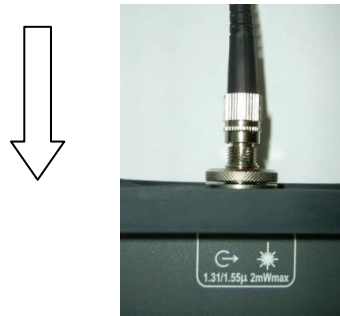
1. Для определения опорного уровня источника оптического излучения собрать схему (см. рис.1) в следующей последовательности.

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



1.2. Введите коннектор патчкорда в разъем источника оптического излучения FOD 2112, совмещая ключ на коннекторе с пазом в разъеме.

Внимание! Не допускайте смещения коннектора в поперечных направлениях!



1.3. Зафиксируйте гайку коннектора.

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



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



Источник оптического излучения FOD2112

Измеритель 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.

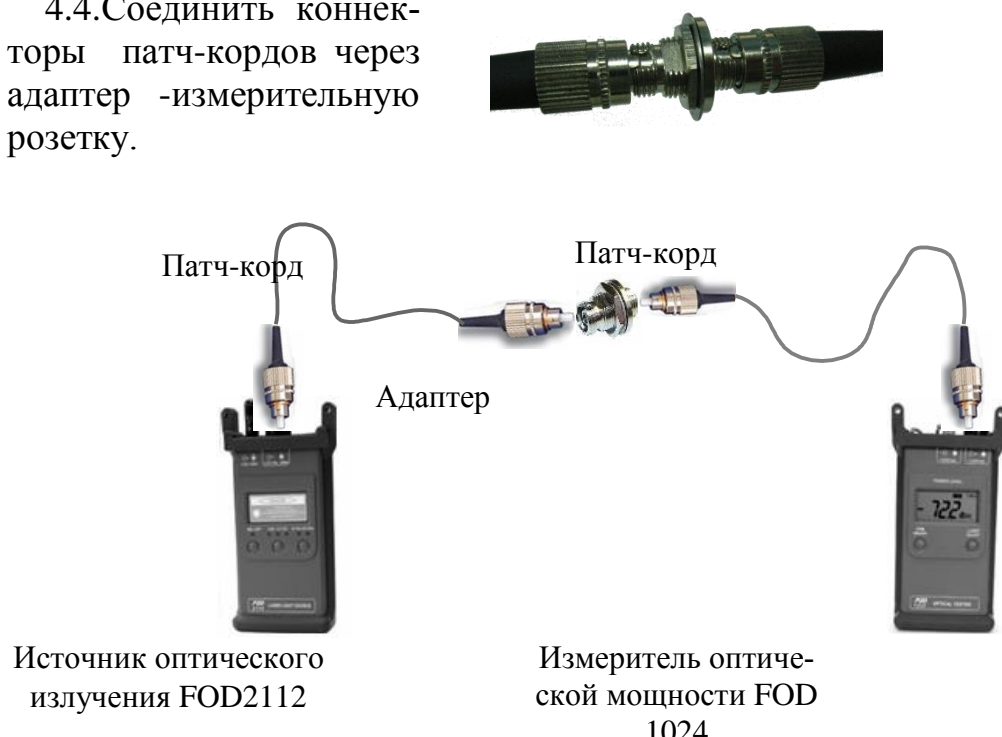


Рис.2 – Схема для контроля качества второго патч-корда

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 к измеряемому оптическому тракту (см. рис. 3).



Рис. 3 – Схема измерения на макете

Измерения производить в следующем порядке

6.2. Подключите патч-корд источника излучения к оптическому порту ст. А, а патч-корд измерителя мощности к оптической порту ст. В.

6.3. Снимите показания измерителя оптической мощности P_L (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 на ст. А и ст. В.

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. Занесите полученные результаты в табл. 1 и определите среднее значения уровня мощности:

$$\langle P_L \rangle = \frac{\sum_{i=1}^3 P_{L,i}}{3} \quad (1)$$

7. Определите вносимое затухание по формуле

$$A_{AB} = P_o - \langle P_L \rangle, \text{ дБ} \quad (2)$$

Примечание. При вычислении учитывайте все знаки. Например, если $P_o = -5$ дБм, а $\langle P_L \rangle = -20$ дБм вносимое затухание будет рассчитываться как

$$A = -5 - (-20) = 15 \text{ дБ}$$

Табл.1

Результаты измерения вносимого затухания в направлении А-В

λ , нм	P_o , дБм	P_L , дБм	$\langle P_L \rangle$, дБм	A_{AB} , дБ
1310				
1550				

8. Произведите аналогичные измерения в обратном направлении. Для этого патч-корд источника излучения подключите к ст. В, а патч-корд измерителя мощности к ст. А. Полученные значения запишите в табл. 2.

9. Определите итоговое значение вносимого затухания по формуле

$$\langle A \rangle = \frac{A_{AB} + A_{BA}}{2}. \quad (3)$$

Запишите данные в табл. 3

Табл. 2

Результаты измерения вносимого затухания в направлении В-А

λ , нм	P_o , дБм	P_L , дБм	$\langle P_L \rangle$, дБм	A_{BA} , дБ
1310				
1550				

Табл.3

Результаты измерения вносимого затухания

λ , нм	A_{AB} , дБ	A_{BA} , дБ	$\langle A \rangle$, дБ
1310			
1550			

10. Произведите измерения вносимого затухания с помощью функции относительных измерений при занесении в память значения опорного уровня.

10.2.Соберите схему измерения опорного уровня (см. рис.1) согласно п.п. 1.1.-1.4.

10.3.Произведите измерения P_0 на длине волны 1550 нм.

10.4.Занесите в память полученное значение, для чего нажмите на измерителе оптической мощности кнопку **REF**. Значение на дисплее должно обнулиться и единица измерения переключится в **dB** (дБ).

10.5.Выполните проверку качества второго патч-корда согласно п. 5-6. При этом значение, отображаемого на дисплее, будет соответствовать изменению уровня сигнала относительного опорного значения. Вносимому затуханию будет соответствовать показание измерителя, взятое с противоположным знаком. Если вносимое затухание не превышает 0.5 дБ качество патч-корда и условия подключения можно считать удовлетворительными

10.6.Выполните подключение оптического тестера к оптическому тракту в соответствии с п.7.

10.7.Произведите измерение в направлении АВ 3 раза, переподключая коннекторы к оптическим портам. Занести полученные данные $A_{AB,i}$ в табл. 4. (Примечание: вносимому затуханию будет соответствовать показание измерителя оптической мощности, взятое с противоположным знаком). Среднее значение по результатам измерения занесите в графу A_{AB} .

10.8.Аналогично произведите измерения в направлении ВА. Результаты занесите в табл. 4.

10.9.Вычислите среднее значение итоговое значение вносимого затухания по формуле (3).

Табл. 4

Результаты измерения вносимого затухания

$A_{AB,i}$, дБ	A_{AB} , дБ	A_{BA} , дБ	A_{BA} , дБ	$\langle A \rangle$, дБ

Приложение 1. Метод вносимого затухания

Одним из основных параметров оптического тракта ВОЛП (элементарного кабельного участка ЭКУ) является затухание. Элементарным кабельным участком является вся физическая среда передачи между соседними окончаниями участка. Окончание участка – граница, выбранная условно в качестве стыка оптического волокна с активным оборудованием (регенератор, оптический усилитель). Для типовых ЭКУ ВОЛП данным стыком является оконечное устройство – оптический кросс. На рис. П1.1. приведена схема типового ЭКУ.

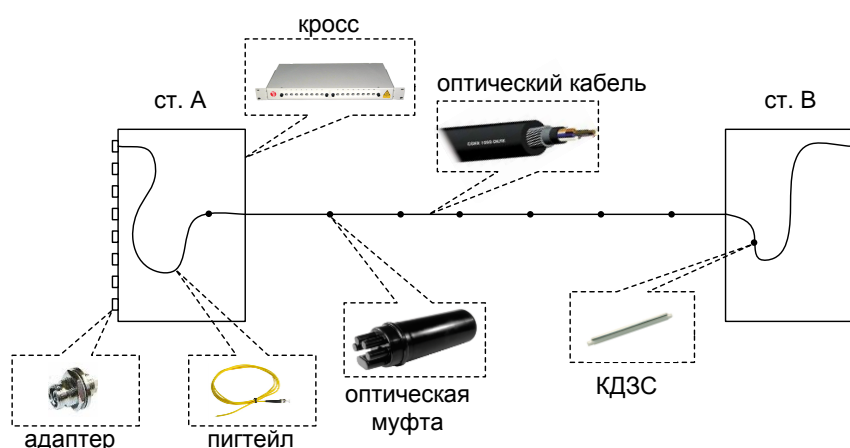


Рис. П 1.1 – Схема элементарного кабельного участка

Основными элементами ЭКУ, являются строительные длины оптического кабеля; сварные соединения оптических волокон строительных длин, размещенные в оптических муфтах; кроссовое оборудование, включающее оптические розетки (адаптеры) и монтажные шнуры – пиг-тейлы. Пиг-тейл представляет собой отрезок оптического волокна в защитном 900 мкм буфере с одной стороны оконцованный оптическим коннектором и подключаемый к адаптеру кросса, а с другой стороны свариваемый с оптическим волокном линейного кабеля.

Суммарное затухание оптического тракта будет складываться из вносимых затуханий отдельных компонент: затухания оптического волокна линейного кабеля, затухания сварных соединений, затухания на оптических розетках.

Согласно ГОСТ Р МЭК 793-1-93 “Волокна оптические” для измерения затухания может быть использовано три метода:

- метод обрыва (среза) является основным;
- метод вносимого затухания является альтернативным;
- метод обратного рассеяния является вторым альтернативным.

На практике при измерении суммарного затухания оптического тракта ВОЛП применяют метод вносимого затухания и метод обратного рассеяния и основными приборами являются оптический тестер и оптический рефлектометр.

Метод обрыва (среза) на практике не используется в силу разрушающего характера проведения измерения.

Метод вносимых потерь применяется для определения затухания сигнала в оптических трактах, стационарных линиях, шнуровых и других оконцованных кабельных изделиях.

Методы измерения затухания отражены в следующих документах:

- ГОСТ 26599-85 Метод измерения вносимого затухания;
- ГОСТ 26814-86 Кабели оптические. Методы измерения параметров;
- ГОСТ Р МЭК 793-1-93 “Волокна оптические”
- ГОСТ 28871-90 Аппаратура линейных трактов цифровых волоконно-оптических систем передачи. Методы измерения основных параметров;
- G.650.1 Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable
- IEC 61280-4-1, IEC 61280-4-2;
- TIA/EIA-526-14A, TIA/EIA-526-7.

Метод основан на последовательном измерении мощности оптического излучения на выходе оптического волокна измеряемой линии и на выходе вспомогательного измерительного шнура, армированного оптическими соединителями.

Фактическая величина затухания оптических трактов, а также отдельных оптических компонент на длине волны λ , находится как:

$$A(\lambda) = 10 \lg \left(\frac{P_0(\lambda)}{P_L(\lambda)} \right), \text{ дБ}$$

где $P_0(\lambda)$ – мощность оптического сигнала на входе тестируемого объекта, Вт, $P_L(\lambda)$ – мощность оптического сигнала на выходе тестируемого объекта, Вт.

Таким образом, в процессе работы предполагается сравнение мощности (уровня) оптического сигнала на входе и выходе оптического тракта или тестируемого компонента.

Измерение мощности $P_L(\lambda)$ оптического сигнала на выходе тестируемого объекта не вызывает технических сложностей. Однако определение мощности $P_0(\lambda)$ является не столь простой процедурой. Вызвано это тем, что имеется достаточно сильная зависимость $P_0(\lambda)$ от условий ввода излучения в волокно (качество обработки торцевой поверхности, точность юстировки излучателя и его апертурные характеристики). Для многомодовых волокон влияние оказывают также процессы изменения модового состава оптического сигнала.

Процесс измерения вносимых потерь включает два последовательно выполняемых этапа. На первом – проводится калибровка, т. е. измеряется эталонная мощность, или мощность на входе тестируемого элемента. На втором – в разрыв соединения вводится тестируемый элемент и измеряется мощность на его выходе. Величину ослабления проходящего через элемент

оптического излучения (т.е. вносимые им потери) определяют как отношение измеренных значений мощности, выраженное в дБ. Нужно учитывать, что разные типы элементов отличаются типом оптических входов и выходов (оптическими портами), требующим в ряде случаев использовать различные методы измерений. Как правило, порты оптических элементов представляют собой два оконцованных коннектором оптоволоконных шнура. Однако существует множество других типов портов, из которых в настоящее время наиболее распространены порты со шнурами с оголенным волокном и прикрепленные к корпусу элемента фланцевые коннекторы. Помимо конструктивных особенностей, оптические элементы отличаются и размерами оптических портов. В этом случае необходимо использование переходных патч-кордов и адаптеров.

Общий алгоритм проведения измерения методом вносимых потерь с использованием оптического тестера.

1. Выбор длины волны на которой будет производиться измерение.
2. Прогрев источника излучения для стабилизации уровня выходного излучения.
3. Калибровка - определение опорного уровня излучения источника с учетом потерь на вводе излучения в оптическое волокно.
4. Подключение источника оптического излучения и измерителя оптической мощности к оптическому тракту (кроссовое оборудование на станционных сторонах) или тестируемому компоненту.
5. Проведение измерения в двух направлениях на заданных длинах волн. При этом источник излучения и измеритель мощности меняют местами.
6. Рассчитывают вносимое затухание с учетом опорного уровня. Итоговым значением затухания является среднее значение результатов измерения с двух сторон.

Приложение 2. Оптический тестер

Оптический тестер предназначен для определения затухания в волоконно-оптических линиях передачи и представляет собой комбинацию источника оптического излучения и измерителя оптической мощности. Конструктивно оптический тестер может быть выполнен в виде двух отдельных устройств или в виде интегрированных в одном корпусе источника и измерителя оптической мощности.

Источник оптического излучения.

Источник оптического излучения (источник оптических сигналов) служит в качестве генератора стабильного непрерывного оптического излуче-

ния заданной мощности и длины волны. Основные требования к генераторам излучения - обеспечение требуемой мощности в оптическом волокне и долговременной стабильности параметров излучения.

Основным компонентом источника оптического сигнала является излучатель, в качестве которого наиболее часто используется лазерный или светоизлучающий диод.

Структурная схема стабилизированного источника оптического излучения приведена на рис. П 2.1.

Принцип работы.

Устройство накачки генерирует ток накачки лазерного или светоизлучающего диода. Часть мощности оптического излучения через ответвитель поступает на фотоприемник обратной связи, где преобразуется в электрический сигнал и поступает на компаратор. В компараторе сигнал с фотоприемника сравнивается с требуемым уровнем от опорного генератора и в соответствии с результатом регулируется ток накачки лазерного диода.

Режимы работы. Излучение может быть как непрерывным, так и модулированным последовательностью импульсов в виде меандра, следующих с типовыми частотами 270 Гц, 1 или 2 кГц. При измерении параметров волоконно-оптического тракта и его составляющих должно использоваться **только** непрерывное излучение. Модуляция излучения используется для идентификации измеряемого волокна. При этом на измерителе оптической мощности (при наличии данной опции) будет отображаться частота модуляции принятого сигнала.

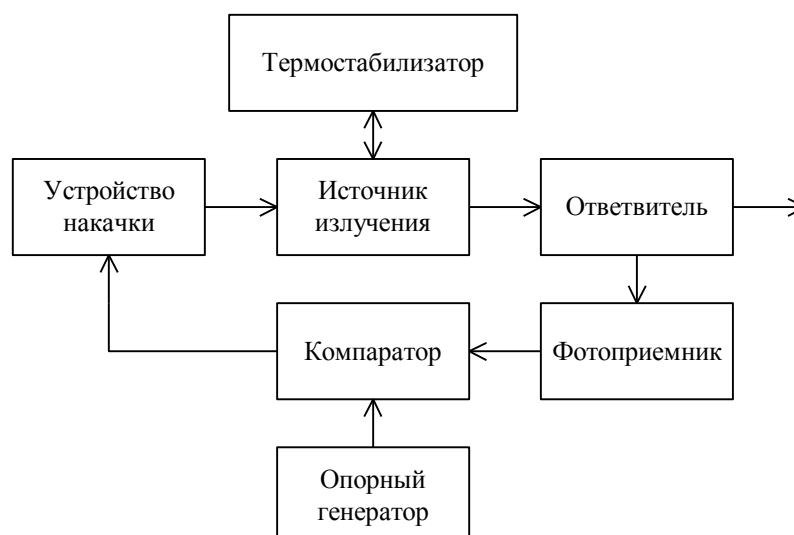


Рис. П 2.1 – Структурная схема стабилизированного источника оптического излучения

Основные параметры источника оптического излучения.

1. Длина волны излучения.

Набор длин волн, доступных при измерении определяется количеством источников излучения.

Типовые длины волн, используемые при проведении измерений на ВОЛП:

- 850 нм и 1300 нм в основном используются при измерении на многомодовых ВОЛП и, как правило, реализуются на основе светоизлучающих диодах или полупроводниковых лазерах с вертикальным резонатором и поверхностным излучением;

- 1310 нм используется для тестирования как одномодовых, так и многомодовых ВОЛП;

- 1490 нм является одной из трех длин волн, используемых в пассивных оптических сетях (PON) и используется для тестирования подобных сетей;

- 1550 нм в настоящее время наиболее широко используется в одноканальных системах передачи;

- 1625 нм используется для измерения на ВОЛП с аппаратурой спектрального уплотнения.

В настоящее время для измерения на ВОЛП наиболее часто используются длины волн 1310 и 1550 нм.

2. Выходная мощность излучения.

Уровень излучения определяется типом источника излучения и параметрами накачки, и для типовых источников оптических сигналов, используемых на ВОЛП, может лежать в пределах от -20 дБм до 0 дБм.

3. Ширина спектра излучения.

Ширина спектра излучения определяется типом источника излучения:

- для светоизлучающего диода ширина спектра излучения по уровню половины максимального уровня может превышать 50 нм;

- для лазерного диода Фабри-Перо типовое значение среднеквадратической ширины спектра составляет не более 3-5 нм;

- для узкополосных лазерных диодов с распределенной оптической связью ширина спектра по уровню -20 дБ составляет порядка 0.2 нм.

4. Относительная нестабильность выходной мощности

Данный параметр определяет пределы вариации уровня мощности на выходе источника оптических сигналов при долговременной работе.

При выполнении данной работы предполагается использования малогабаритного источника оптических сигналов FOD 2112 (см. рис. П 2.2.). Источник оптических сигналов FOD 2112 содержит два лазерных диода Фабри-Перо с длиной волны излучения 1310 и 1550 нм.



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

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 1 кГц и 2 кГц.
6. Тип оптического разъема: FC/PC.
7. Рабочие условия эксплуатации источника:
 - температура окружающей среды $10-35^{\circ} \text{C}$;
 - относительная влажность воздуха до 80% при температуре 25°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: **1к** при частоте 1 кГц и **2к** при частоте 2 кГц.

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

Измеритель оптической мощности.

Измеритель оптической мощности предназначен для измерения оптической мощности в заданных спектральных диапазонах. Основные требования к измерителям: высокая чувствительность, широкий спектральный диапазон измерений, равномерная чувствительность в заданном спектральном диапазоне или на длинах волн калибровки, низкая погрешность измерения

Структурная схема измерителя оптической мощности приведена на рис. П 2.3.

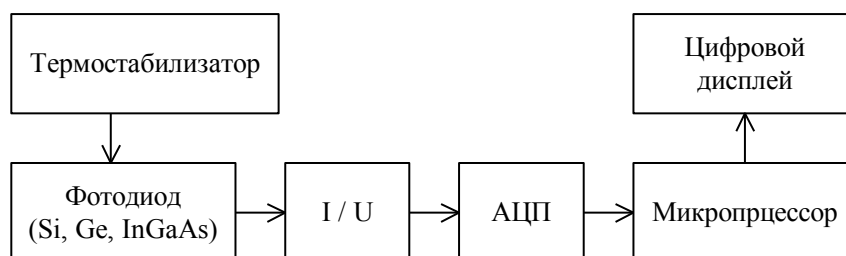


Рис. П 2.3 – Структурная схема измерителя оптической мощности

Основным компонентом является оптический детектор, который в значительной степени определяет характеристики самого прибора. Оптический детектор представляет собой твердотельный фотодиод, который принимает входной оптический сигнал и преобразует его в электрический ток. В измерителях для тестирования ВОЛП могут использоваться различные фотодиоды: кремниевые Si, германиевые Ge, индий арсенид галлия InGaAs. Кремниевый фотодиод используется при измерении в коротковолновом диапазоне 850 нм. В настоящее время в универсальных измерителях мощности, работающих в широком диапазоне длин волн, преимущественно используются InGaAs фотодиоды. Преимущества InGaAs фотодиода:

широкий спектральный диапазон от 800 до 1700 нм, темновой ток значительно ниже по сравнению с германиевыми фотодиодами и слабо зависит от температуры. Для стабильной работы может применяться термостабилизация фотодиода.

Электрический ток фотодиода попадает на преобразователь ток-напряжение и через аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) поступает на микропроцессор. На специальные входы микропроцессора подаются сигналы с потенциометров, позволяющих калибровать измеритель на каждой длине волны в соответствии с характеристикой спектральной чувствительности фотодиода. Микропроцессор обрабатывает информацию, полученную с АЦП и калибровочных потенциометров, и производит пересчет полученного электрического сигнала в единицы измерения мощности (дБм или Вт), которое отображается на цифровом дисплее.

Основными параметрами измерителя оптической мощности являются:

1. Длины волн измерения.

Измерители оптической мощности калибруются на определенные длины волн, используемые на ВОЛП.

2. Диапазон измеряемой мощности.

При этом определяется **чувствительность** - минимальный уровень оптического излучения, воспринимаемый измерителем, и **уровень перегрузки** – максимально-допустимое значение оптического излучения на входе.

3. Погрешность измерения, определяющая точность результата измерения.

При выполнении данной работы предполагается использования малогабаритного источника измерителя уровня оптической мощности FOD 1204.

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 λ)
- 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 10-40⁰ С;
 - относительная влажность воздуха до 90% при 30⁰С.

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).