

Всероссийский научно-исследовательский институт
Оптико-физических измерений (ВНИИОФИ)

Госстандарта России

«Согласовано»
Главный метролог
Министерства Связи России
Г. А. Бубук
10.10.1999 г.

«Утверждаю»
директор ВНИИОФИ
В. С. Иванов
11.10.1999 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.

РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ОПТИЧЕСКИЕ.

Методика проверки

МИ 1907-99

Главный метролог ВНИИОФИ
В. П. Кузнецов
«__» _____ 1999 г.
Начальник лаборатории метрологии
Малоинтенсивного лазерного излучения
И волоконно-оптических систем
С. В. Тихомиров
07.10.1999 г.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАНА Всероссийским научно-исследовательским институтом оптико-физических измерений Госстандарта России

ИСПОЛНИТЕЛИ

В. Е. Кравцов, канд. техн. наук (руководитель темы); С. В. Тихомиров, д-р техн. наук; В. П. Кузнецов, канд. техн. наук; А. М. Лукьянов; Л. В. Подюкова

2. УТВЕРЖДЕНА ВНИИОФИ 11.10.99 Г.

3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС 27.12.99 г.

4. ВЗАМЕН МИ 1907-88

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ
3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ
5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ
6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ
 - 6.1 Внешний осмотр
 - 6.2 Опробование
 - 6.3 Определение рабочих длин волн оптического излучения на выходе ОР
 - 6.4 Определение диапазона измерений расстояния и предела допускаемой основной абсолютной погрешности измерений расстояния
 - 6.5 Определение динамического диапазона измерений затухания
 - 6.6 Определение предела допускаемой основной абсолютной погрешности ОР при измерениях затухания
 - 6.7 Определение минимальной дискретности отсчета при измерении расстояния и затухания
 - 6.8 Определение мертвой зоны при измерениях затухания и неоднородности
 - 6.9 Определение длительности зондирующих импульсов
7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Настоящая рекомендация распространяется на оптические рефлектометры (далее – ОР): средства измерений затухания и расстояния до мест неоднородностей оптического кабеля и оптического волокна в волоконно-оптических системах передачи и устанавливает методики их первичной и периодической поверок.

Настоящая рекомендация разработана в соответствии с МИ 1046-86, МИ 1687-87 и проектом рекомендаций МЭК IEC 61746.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	№ пункта рекомендации	Проведение операций при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	да	да
Опробование	6.2	да	да
Определение рабочих длин волн оптического излучения на выходе ОР.*	6.3	да	нет**
Определение диапазона измерений расстояния и предела допускаемой основной абсолютной погрешности измерений расстояния	6.4	да	да
Определение динамического диапазона измерений затухания	6.5	да	да
Определение предела допускаемой основной абсолютной погрешности ОР при измерениях затухания	6.6	да	да

Определение минимальной дискретности отсчета при измерениях расстояний и затухания	6.7	да	да
Определение мертвой зоны при измерениях затухания и неоднородности***	6.8	да	да
Определение длительности зондирующих импульсов	6.9	да	нет

Примечания:

* Возможно использование паспортных данных излучателей без проведения измерений.

** Но может проводиться по требованию владельца ОР.

*** При наличии характеристики в спецификации ОР.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства, указанные в табл. 2.

Таблица 2

№ пункта рекомендации	Наименование и тип средств поверки	Основные технические характеристики
6.3	Поверочная установка для определения спектральных характеристик элементов световодных систем связи и передачи информации (ПУСХ)	Спектральный диапазон чувствительности: 0,75-1,65 мкм; Погрешность градуировки по длине волны: не более 2 нм
6.4 6.6	Генератор оптический ОГ2-1	Диапазон воспроизводимых расстояний: 0,6-500 км. Погрешность установки расстояния: $(0,2+1 \cdot 10^{-5}L)$ м Диапазон воспроизводимых затуханий: 0-40 дБ Погрешность измерений затухания: 0,02 дБ/дБ
6.5-6.8	Кабель оптический	Длина: не менее 5 км Рабочий спектральный диапазон: 1,31 мкм; 1,55 мкм – для одномодового режима; 0,85 мкм, 1,3 мкм – для многомодового режима
6.8	Аттенюатор оптический регулируемый	Диапазон регулируемых затуханий: 30-40 дБ
6.8	Ответвитель оптический	Собственное затухание: 3 дБ
6.9	Осциллограф С1-75	Полоса пропускания: 150 МГц
6.9	Фотоприемное устройство	Полоса пропускания: 150 МГц Абсолютная чувствительность: 10 В/Вт Спектральный диапазон: 1,31 мкм; 1,55 мкм – для одномодового режима; 0,85 мкм, 1,3 мкм – для многомодового режима

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ И ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 К проведению поверки допускают лиц, имеющих квалификационную группу не ниже 3 в соответствии с ПТЭ и ПТБ, изучивших настоящую рекомендацию и эксплуатационную документацию на ОР и средства их поверки и аттестованных в качестве поверителя.

3.2 При проведении поверки соблюдают требования «Санитарных норм правил устройства и эксплуатации лазеров», ОГ2-1Т 24469-80, ОГ2-1Т 12.1.031-81.

3.3 Перед проведением поверки все приборы заземляют.

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды, °C 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, % 65 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа 100 ± 4 ;
- напряжение и частота питающей сети, В, Гц 220 ± 20 ; $50 \pm 0,5$.

5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Все оптические детали приборов, используемых при поверке, очищают от пыли и протирают безворсовой салфеткой, смоченной в спирте.

5.2 Подготавливают к работе поверяемый ОР и средства поверки согласно разделам «Подготовка к работе» их руководств по эксплуатации.

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие комплектности поверяемого ОР разделу «Комплект по ставке» его руководства по эксплуатации;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- исправность кабелей и разъемов;
- исправность органов управления.

6.2 Опробование

6.2.1 Подготавливают ОР к работе согласно разделу «Подготовка к работе» руководства по эксплуатации.

6.2.2 Проверяют правильность работы органов управления и переключения режимов ОР в соответствии с руководством по эксплуатации, подключив к выходному разъему ОР оптический кабель.

6.3 Определение рабочих длин волн оптического излучения на выходе ОР

6.3.1 Собирают установку, приведенную на рис. 1.

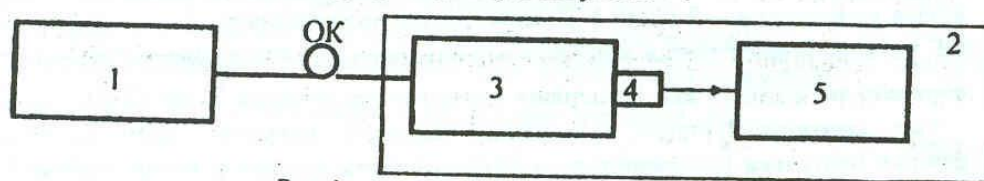


Рис. 1.

1 – поверяемый ОР, 2 – поверочная установка (ПУСХ), 3 – монохроматор, 4 – фотоприемное устройство, 5 – регистратор, ОК – оптический кабель.

6.3.2 Оптический кабель соединяют выход ОР с входным разъемом поверочной спектральной установки. На поверяемом ОР проводят установку одной из рабочих длин волн и максимального значения длительности зондирующего импульса.

6.3.3 Изменяя длину волны на шкале монохроматора ПУСХ, регистрируют длину волны, соответствующую максимальному значению сигнала.

6.3.4 На поверяемом ОР проводят установку другой рабочей длины волны и проводят операцию по п. 6.3.3.

Зарегистрированные значения длин волн должны находиться в пределах допуска, заданного для каждой из рабочих длин волн в руководстве по эксплуатации ОР.

6.4 Определение диапазона измерений расстояния и предела допускаемой основной абсолютной погрешности измерений расстояния.

Определение диапазона измерения расстояния и предела допускаемой основной абсолютной погрешности измерения расстояния проводят на каждой рабочей длине волны путем сравнения заданных с помощью генератора ОГ-2-1 значений времени задержки оптического импульса, подаваемого с генератора в ОР, с соответствующими значениями времени задержки, измеренными с помощью ОР.

При этом проводят следующие операции.

6.4.1 Собирают схему, приведенную на рис. 2.



Рис. 2.

1 - поверяемый ОР, 2 – генератор оптический (ОГ2-1), ОВ – оптическое волокно.

6.4.2 При включении ОГ2-1 в рабочий режим на экране дисплея рефлектометра появляется импульс. В меню ОР устанавливают значение показателя преломления «n» оптического волокна одинаковым с заданным на ОГ, количество усреднений не менее 2^{18} или соответствующее время усреднения (типовое время усреднения – 3 мин.) и минимальную длительность импульса. С помощью ОГ устанавливают время задержки оптического импульса, соответствующее расстоянию не более 1 км. Измеряют значение расстояния L от начала шкалы до точки, соответствующей положению маркера, установленного на переднем фронте импульса (рекомендуется устанавливать маркер в точке, соответствующей уровню 15 дБ от вершины импульса).

Для справки: Полученные в п. 6.4.2 результаты определяют составляющую погрешности dl вследствие смещения начала шкалы расстояния ОР (см. формулу 4)

6.4.3 Повторяют измерения не менее 5 раз.

6.4.4 Поочередно устанавливают с помощью ОГ временные задержки, соответствующие минимальному и максимальному значениям расстояния для каждого предела шкалы ОР согласно его спецификации и проводят измерения каждого из расстояний в соответствии с п. 6.4.1-6.4.3. При этом в меню генератора и рефлектометра выставляют длительность импульса, соответствующую расстоянию.

6.4.5 Рассчитывают среднее значение измеряемых расстояний $\bar{L}$ по формуле

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n} \quad (1)$$

Определяют для каждого значения расстояния предел допускаемой основной абсолютной погрешности (Δ) (при доверительной вероятности $p=0,95$), по формуле

$$\Delta = 1,1 \times \sqrt{\Theta^2 + \Delta_0^2}, \quad (2)$$

где Δ_0 – погрешность генератора,

Θ – неисключенная систематическая погрешность,

$$\Theta = \bar{L} - L_0, \quad (3)$$

где L_0 – значение расстояния по шкале ОГ2-1.

Случайную составляющую погрешности в данном случае не учитывают, т. к. для всех современных рефлектометров она пренебрежимо мала.

Результаты поверки считают положительными, если ОР обеспечивает измерения установленных расстояний, а значение предела допускаемой основной абсолютной погрешности (Δ) для всех шкал не превышает значений, определяемых по формуле

$$\Delta = \pm(dl + k \times L + \delta_{\text{чит}}), \quad (4)$$

где L – измеряемое расстояние, м

dl – составляющая погрешности ОР вследствие смещения начала шкалы расстояний;

k – коэффициент, определяющий нелинейность шкалы расстояний ОР;

$\delta_{\text{чит}}$ – дискретность считывания на рассматриваемом пределе шкалы расстояний.

dl , k , $\delta_{\text{чит}}$ – соответствуют значениям, указанным в технической документации наверяемый ОР.

6.5 Определение динамического диапазона измерений затухания

6.5.1 Подключают к поверяемому ОР оптический кабель длиной не менее 5 км. Устанавливают параметры ОР (режим и время усреднения, длительности импульса) согласно спецификации.

6.5.2 По рефлектограмме определяют для каждой длины волны динамический диапазон как разность (в дБ) между уровнем сигнала, рассеянного от ближнего к прибору конца измеряемого оптического кабеля, и уровнем шумов, равным 98% от максимума шумов в последней четверти диапазона расстояний (см. определение в проекте рекомендаций МЭК IEC 61746).

Результаты поверки считают положительными, если полученное значение динамического диапазона не менее значения, приведенного в технической документации ОР.

6.6 Определение предела допускаемой основной абсолютной погрешности ОР при измерениях затухания.

Определение предела допускаемой основной абсолютной погрешности измерения ОР при измерениях затухания проводят на каждой рабочей длине волны путем сравнения заданных с помощью генератора ОГ-2-1 значений перепадов амплитуд двух оптических импульсов, имитирующих затухание, подаваемых в ОР, с соответствующими значениями перепадов, измеренными с помощью ОР.

При этом проводят следующие операции:

6.6.1 Подключают поверяемый ОР к генератору ОГ2-1 при помощи короткого отрезка оптического волокна (рис. 2.)

6.6.2 При включении ОГ2-1 в рабочий режим на экране дисплея рефлектометра появляются два импульса длительностью не менее 1 мкс. С помощью ОГ2-1 устанавливают первый импульс в начале шкалы и поочередно вводят значения затухания между импульсами 1,0; 3,0; 5,0; 10,0; 15,0 дБ (значения могут быть изменены в зависимости от шкалы данного ОР). При этом второй импульс устанавливают на таком расстоянии от первого, которое соответствует типовому коэффициенту затухания оптического волокна для данной длины волны.

6.6.3 Определяют поочередно значения затухания (A) по шкале ОР для каждого из установленных на ОГ2-1 значений затухания для каждой длины волны. Измерения проводят не менее 5 раз.

6.6.4 Определяют средние значения затухания (A) по формуле

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n} \quad (5)$$

Рассчитывают среднее квадратическое отклонение результата измерений (S) по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n \times (n - 1)}} \quad (6)$$

Определяют предел допускаемой основной абсолютной погрешности ОР (Δ) при измерениях затухания по формуле

$$\Delta = 2 \times \sqrt{\frac{1}{3}(\Theta^2 + \Delta_0^2) + S^2} \quad (7)$$

где Δ_0 и Θ определяют по формулам (2) и (3).

Определяют значение характеристики ОР (δ) при измерениях затухания (А) по формуле

$$\delta = \Delta/A, \text{ дБ/дБ} \quad (8)$$

Значение δ (определяемое нелинейностью шкалы затухания ОР) не должно превышать значения, указанного в технической документации наверяемый ОР.

Примечание: При необходимости оценки линейности шкалы в узких участках рефлектограммы, проводят аналогичные операции, располагая импульсы на расстоянии 1 км друг от друга.

6.7 Определение минимальной дискретности отсчета при измерениях расстояний и затухания.

6.7.1 Соединяют оптический кабель с выходом ОР.

6.7.2 Устанавливают максимальный масштаб по шкале расстояний/шкале затухания. По экрану дисплея ОР определяют дискретность отсчета измеряемого расстояния/затухания.

Результаты проверки считают положительными, если дискретность отсчета соответствует значению, указанному в технической документации на поверяемый рефлектометр.

6.8 Определение мертвой зоны при измерениях и неоднородности

6.8.1 Собирают схему, представленную на рис. 3.

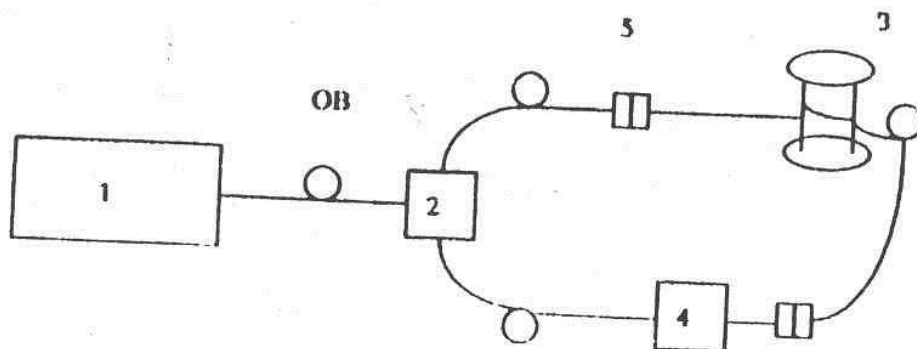


Рис. 3.

1 – поверяемый ОР; 2 – ответитель оптический; 3 – оптический кабель; 4 – аттенуатор оптический; 5 – оптический соединитель.

6.8.2 Устанавливают минимальную длительность зондирующего импульса ОР, указанную в технической документации на поверяемый ОР и диапазон измерений по шкале расстояний 10 км. С помощью аттенюатора устанавливают значение затухания, достаточное для отсутствия насыщения отраженного импульса (порядка 35 дБ). Отраженный импульс находится в средней части рефлектограммы.

6.8.3 Определяют мертвую зону при измерениях затухания как расстояние между началом отраженного импульса и точкой заднего фронта отраженного импульса, отстоящей от кривой обратного рассеяния на 0,5 дБ, в соответствии с рис. 4.

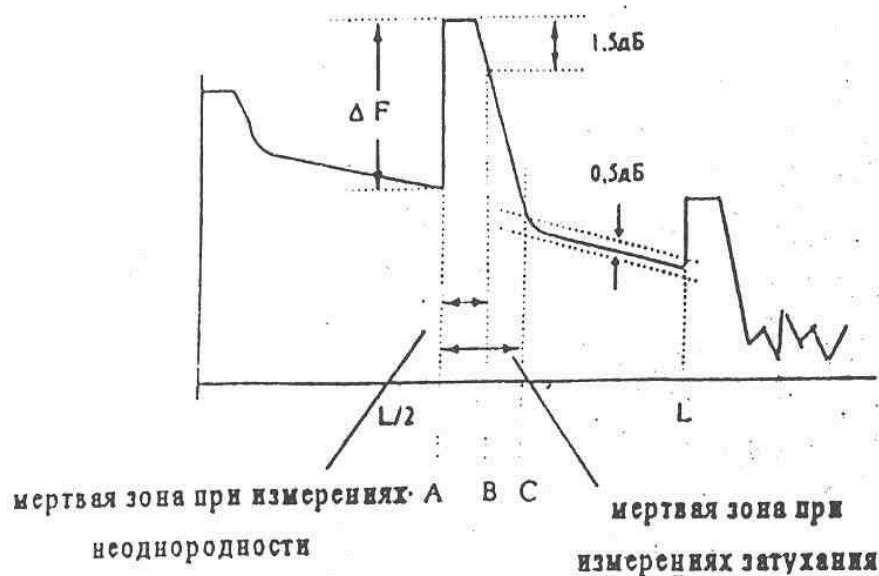


Рис. 4

6.8.4 Определяют мертвую зону при измерениях положения неоднородности как расстояние между точками переднего и заднего фронта отраженного импульса, соответствующими уровню затухания 1,5 дБ от вершины ненасыщенного импульса, в соответствии с полученной рефлектрограммой, вид которой представлен на рис. 4.

Результаты проверки считают положительными, если полученные значения мертвой зоны при измерениях затухания и положения неоднородности не превышают значений, приведенных в технической документации на поверяемый ОР.

6.9 Определение длительности зондирующих импульсов

6.9.1 Собирают схему, представленную на рис. 5.

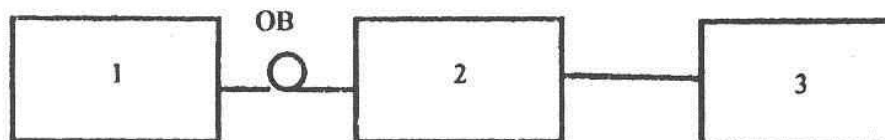


Рис. 5

1 – поверяемый ОР; 2 – фотоприемное устройство; 3 – осциллограф.

6.9.2 Поочередно устанавливаемая в меню ОР имеющиеся длительности импульсов и включая лазер ОР, регистрируют с помощью фотоприемного устройства и осциллографа их полуширину.

6.9.3 Фактические значения длительности импульса заносят в свидетельство о поверке.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты измерений при поверке заносят в протокол по произвольной форме.

7.2 При положительных результатах поверки выдают свидетельство по форме, установленной ПР 50.2.006. При отрицательных результатах поверки свидетельство аннулируют, ОР к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006.