



**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ ПО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ**

---

**СТАНДАРТ ОТРАСЛИ**

**ИЗМЕРИТЕЛИ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ  
ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ВОЛОКОННО-  
ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ПЕРЕДАЧИ**  
Технические требования. Методы испытаний

**ОСТ 45.191-2002**  
Издание официальное

**ЦНТИ "ИНФОРМСВЯЗЬ"**  
Москва - 2002

**ОСТ 45.191-2002**

**ИЗМЕРИТЕЛИ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ  
ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ВОЛОКОННО  
ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ПЕРЕДАЧИ**  
Технические требования. Методы испытаний

**Издание официальное**

## **Предисловие**

**1 РАЗРАБОТАН** Государственным предприятием "Центральный научно-исследовательский институт связи" (ГП ЦНИИС) Минсвязи России совместно с Ленинградским отраслевым научно-исследовательским институтом радио (ЛОНИИР)

**ВНЕСЕН** Научно-техническим управлением Минсвязи России

**2 УТВЕРЖДЕН** Минсвязи России

**3 ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** информационным письмом Минсвязи России  
от 17. 04 .2002 г. . № 2628

**4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ**

Настоящий стандарт отрасли не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Минсвязи России

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1 Область применения.....  | 1  |
| 2 Нормативные ссылки.....  | 1  |
| 3 Определения.....   | 3  |
| 4 Обозначения и сокращения.....  | 3  |
| 5 Технические требования.....  | 4  |
| 5.1 Общие требования.....  | 4  |
| 5.2 Требования к параметрам и характеристикам.....   | 5  |
| 5.3 Требования к электропитанию.....   | 7  |
| 5.4 Требования по устойчивости к механическим и климатическим воздействиям.....  | 7  |
| 5.5 Требования к электробезопасности и электромагнитной совместимости.....   | 7  |
| 5.6 Требования к надежности.....   | 8  |
| 5.7 Комплектность.....   | 8  |
| 5.8 Требования к маркировке.....   | 9  |
| 5.9 Требования к упаковке.....   | 9  |
| 5.10 Гарантии изготовителя.....  | 9  |
| 6 Методы испытаний.....  | 10 |
| 6.1 Общие требования.....  | 10 |
| 6.2 Требования к средствам измерений.....  | 10 |
| 6.3 Проверка основной погрешности измерений фиксированного значения уровня<br>мощности оптического излучения.....                | 11 |
| 6.4 Проверка погрешности измерений, обусловленной нелинейностью в рабочем<br>диапазоне измеряемой мощности.....                  | 14 |
| 6.5 Проверка погрешности измерений на длине волны калибровки в рабочем диапа-<br>зоне измеряемой мощности.....                   | 15 |
| 6.6 Проверка погрешности измерений относительных уровней мощности.....   | 16 |
| 6.7 Проверка погрешности измерений измерителей мощности, подвергаемых калиб-<br>ровке.....                                       | 17 |
| 6.8 Проверка неравномерности спектральной характеристики.....  | 18 |
| Приложение А Перечень основных средств измерений, рекомендуемых для испытаний<br>измерителей мощности оптического излучения..... | 19 |
| Приложение Б Библиография.....   | 21 |

## СТАНДАРТ ОТРАСЛИ

---

# ИЗМЕРИТЕЛИ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ

### Технические требования. Методы испытаний

---

Дата введения 2002-01-07

#### 1 Область применения

Настоящий стандарт отрасли распространяется на измерители средней мощности оптического излучения (далее измерители мощности), предназначенные для использования при паспортизации, технической эксплуатации и сертификационных испытаниях одноканальных и многоканальных волоконно-оптических систем передачи Взаимоувязанной сети связи России.

Стандарт отрасли устанавливает единые требования к параметрам измерителей средней мощности оптического излучения и методы их оценки с целью обеспечения единства измерений и взаимозаменяемости приборов от различных производителей.

Состав нормируемых характеристик и параметров определяется конкретными типами измерителей мощности, при этом значения параметров должны соответствовать требованиям настоящего ОСТ.

#### 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.601-95 ЕСКД. Эксплуатационные документы

ГОСТ 8.275-91. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений средней мощности лазерного излучения и энергии импульсного лазерного излучения в диапазоне длин волн 0,3–12,0 мкм

ГОСТ 5237-83 Аппаратура электросвязи. Напряжения питания и методы измерений

ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

ГОСТ 14192-96 Маркировка грузов

ГОСТ 18300-87 Спирт этиловый ректификованный технический. Технические условия

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 26599-85 Системы передачи волоконно-оптические. Термины и определения

ГОСТ Р 8.563-96 ГСИ. Методики выполнения измерений

ГОСТ Р 51317.4.2-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.4-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.5-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51317.4.11-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний

ГОСТ Р 51318.22-99 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи промышленные от оборудования информационных технологий. Нормы и методы испытаний

ГОСТ Р 51350-99 Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования

ОСТ 45. 02-97 Отраслевая система сертификации. Знак соответствия. Порядок маркирования технических средств электросвязи

ОСТ 45. 104-97 Стыки оптические систем передачи синхронной цифровой иерархии. Классификация и основные параметры

ОСТ 45. 178-01 Системы передачи с оптическими усилителями и спектральным уплотнением. Стыки оптические. Классификация и основные параметры

### 3 Определения

В настоящем стандарте применяются термины с соответствующими определениями по ГОСТ 26599, ОСТ 45.104 и ОСТ 45.178, а также следующие определения:

длина волны калибровки – стандартная длина волны, используемая для задания погрешности измерителя мощности;

оптический ответвитель – оптический разветвитель с одним входным и двумя выходными оптическими полюсами, предназначенный для ответвления заданной части мощности оптического излучения;

спектральная характеристика – зависимость чувствительности измерителя мощности от длины волны принимаемого оптического излучения;

нелинейность измерителя мощности оптического излучения - максимальное значение отклонения разности уровней мощности, измеренных рабочим средством измерений и рабочим эталоном в любой точке диапазона измеряемых мощностей, от разности уровней мощности, измеренных рабочим средством измерений и рабочим эталоном в точке фиксированного уровня мощности.

### 4 Обозначения и сокращения

ВОК – волоконно-оптический кабель

ВОСП – волоконно-оптическая система передачи

ИОИИ – источник оптического излучения измерительный

КД – конструкторская документация

МЭК – международная электротехническая комиссия

ММОВ – многомодовое оптическое волокно

ОА – оптический аттенюатор

ОМОВ – одномодовое оптическое волокно

ОО – оптический ответвитель

РСИ – рабочее средство измерений

РЭ – рабочий эталон

СИСМ – средство измерений средней мощности

ТУ – технические условия

ЭВМ – электронно-вычислительная машина.

## 5 Технические требования

### 5.1 Общие требования

5.1.1 Габаритные размеры измерителей мощности должны быть не более 200×100×50 мм, масса - не более 0,5–0,6 кг.

5.1.2 Измерители мощности по требованиям к времени установления рабочего режима, конструкции, продолжительности непрерывной работы, маркировке, упаковке, хранению и другим общим техническим требованиям, не оговоренным в настоящем стандарте, должны соответствовать ГОСТ 22261.

5.1.3 Измерители мощности, используемые для измерения параметров ВОСП на соответствие государственным или отраслевым стандартам и нормам, утвержденным приказами Минсвязи России, в процессе приемо-сдаточных и сертификационных испытаний в соответствии с [1], относятся к сфере распространения государственного метрологического контроля и надзора и должны подвергаться испытаниям для утверждения типа по [4] и периодической поверке в соответствии с [3].

5.1.4 Измерители мощности, используемые для оценки состояния и отыскания неисправностей ВОСП при настройке, техническом обслуживании и в процессе проведения ремонтно-восстановительных работ, не относятся к сфере распространения государственного метрологического контроля и надзора [1] и должны подвергаться периодической калибровке (или поверке) в соответствии с [2].

5.1.5 Измерители мощности должны подвергаться сертификационным испытаниям в системе «Связь» в соответствии с [5].

5.1.6 Сопряжение измерителей мощности с внешними управляющими устройствами (ЭВМ) должно осуществляться по стандартному интерфейсу.

5.1.7 Измеритель мощности, входящий в состав оптического тестера, может размещаться в одном корпусе с источником оптического излучения.

5.1.8 Оптический вход измерителя мощности должен обеспечивать подключение оконцованного одномодового и (или) многомодового оптических кабелей с диаметром волокна 9/125 мкм или 50/125 мкм соответственно. Для подключения ВОК с наконечниками типов: FC, ST, SC, SMA, «Лист-Х», DIAMOND HMS10 и др. могут быть предусмотрены оптические адаптеры.



## 5.2 Требования к параметрам и характеристикам

5.2.1 Значение измеренной мощности может отображаться в следующих единицах измерения: дБм, дБ и Вт (мВт, мкВт, нВт).

5.2.2 Нормируемые характеристики измерителей мощности приведены в таблице 1.

Таблица 1

| Нормируемая характеристика  | Значение нормируемой характеристики измерителя мощности, используемого в соответствии с 5.1.3 | Значение нормируемой характеристики измерителя мощности, используемого в соответствии с 5.1.4 | Примечание                       |
|---|---|---|----------------------------------|
| 1   | 2   | 3   | 4                                |
| 1 Длины волн калибровки, нм   | 850, 1300, 1310, 1550, 1625   |   |                                  |
| 2 Фиксированные длины волн, нм  | 780, 820, 850, 980, 1300, 1310, 1480, 1510, 1550, 1625  |   |                                  |
| 3 Диапазоны измеряемых мощностей, не менее, дБм   | -60 – +3  | -50 – +3  | Одноволновые ВОСП                |
|   | -60 – +5<br>-60 – +15   | -50 – +5<br>-50 – +15   | ВОСП с усилителями               |
|   | -60 (-50)- +(15-30)   | -50 – +(15-30)  | ВОСП со спектральным уплотнением |
| 4 Разрешение, дБм   | 0,01  | 0,1   |                                  |
| 5 Предел допускаемой основной погрешности измерения фиксированного уровня мощности (-20 дБм) на длине волны калибровки при нормальных условиях применения, не более, дБ (%) | ± (0,13-0,2)<br>± (3-5)   | ± (0,2-0,5)<br>± (5-10)   |                                  |

## Окончание таблицы 1

| 1  | 2                                 | 3                                | 4 |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| 6 Предел допускаемой основной погрешности измерения, обусловленной нелинейностью в диапазоне измеряемых мощностей (погрешность измерений относительных уровней мощности), не более, дБ (%) | $\pm (0,13 - 0,2)$<br>$\pm (3-5)$ | $\pm (0,2-0,5)$<br>$\pm (5-10)$  |   |
| 7 Предел допускаемой основной погрешности измерений на длине волны калибровки в диапазоне измеряемых мощностей, не более, дБ (%)   | $\pm (0,2-0,5)$<br>$\pm (5-10)$   | $\pm (0,5-1,0)$<br>$\pm (10-20)$ |   |
| 8 Неравномерность спектральной характеристики в рабочем спектральном диапазоне, не более, дБ (%):  |                                   |                                  |   |
| - без коррекции  | $\pm (0,2-0,5)$<br>$\pm (5-10)$   | $\pm (0,5-1,0)$<br>$\pm (10-20)$ |   |
| - с коррекцией   | $\pm (0,13-0,2)$<br>$\pm (3-5)$   | -<br>-                           |   |

## Примечание

1. Длины волн калибровки и фиксированные длины волн (пункты 1,2 таблицы) выбираются из ряда и могут дополняться другими значениями.
- 2 В обоснованных случаях фиксированный уровень мощности (-20дБм) (пункт 5 таблицы) может быть заменен на (-10 дБм) или (-30дБм).
- 3 Для конкретного типа измерителя мощности должны быть заданы погрешности по пунктам 5 и 6 или по пунктам 6 и 7 или по пунктам 5 и 7 таблицы.
4. Погрешность по пунктам 6 и 7 таблицы может нормироваться не во всем диапазоне измеряемой мощности по пункту 3 таблицы.
- 5 Неравномерность спектральной характеристики проверяется после ремонта оптического блока с заменой фотодетектора.

5.2.4 В измерителе мощности может быть предусмотрена индикация частоты модуляции принимаемого сигнала. 270, 330, 1000, 2000 Гц.

5.2.5 Должна быть предусмотрена индикация выхода уровня мощности входного сигнала за пределы диапазона измеряемых мощностей.

### 5.3 Требования к электропитанию

5.3.1 Электропитание измерителей мощности должно осуществляться от аккумуляторных батарей или других малогабаритных сменных химических источников тока.

5.3.2 Время непрерывной работы должно быть не менее 10 ч.

5.3.3 В измерителях мощности может быть предусмотрен дополнительный вариант питания - от сети переменного тока 220 В (50 Гц) через внешний блок питания.

5.3.4 Должна быть предусмотрена индикация разряда аккумуляторных батарей.

### 5.4 Требования по устойчивости к механическим и климатическим воздействиям

5.4.1 По устойчивости к климатическим и механическим воздействиям измерители мощности должны соответствовать четвертой группе ГОСТ 22261.

5.4.2 Измерители мощности должны обеспечивать эксплуатацию в следующих рабочих условиях (климатические воздействия):

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| - температура окружающей среды | от минус 10 до 40 °С;   |
| - относительная влажность      | до 90 % при 30 °С;      |
| - атмосферное давление         | от 537 до 800 мм рт.ст. |

Примечание - Допускается в отдельных обоснованных случаях устанавливать рабочий диапазон температур по третьей группе ГОСТ 22261.

5.4.3 Требования к транспортированию и хранению измерителей мощности должны соответствовать ГОСТ 22261 для условий не отапливаемых хранилищ и использования табельной упаковки.

5.4.3.1 Транспортирование и хранение может проводиться при температуре окружающего воздуха от минус 25 °С до 55 °С, и относительной влажности воздуха до 95 % при температуре 25 °С.

5.4.3.2 Измерители мощности должны выдерживать транспортную тряску: удары с числом от 80 до 120 в минуту с максимальным ускорением 30 м/с<sup>2</sup> в течение 1 ч.

### 5.5 Требования к электробезопасности и электромагнитной совместимости

5.5.1 По требованиям электробезопасности измеритель мощности должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 51350.

5.5.2 В измерителе мощности должна быть обеспечена индикация о включении питания.

5.5.3 Измеритель мощности должен сохранять свои метрологические характеристики:

- при изменении напряжения сети переменного тока от 187 В до 242 В (ГОСТ 5237);
- при изменении частоты сети переменного тока от 47,5 Гц до 52,5 Гц;
- при коэффициенте несинусоидальности напряжения сети переменного тока до 10 % (ГОСТ 13109).

5.5.4 По устойчивости к динамическим изменениям напряжения сети электропитания измеритель мощности должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 51317.4.11 для первой степени жесткости испытаний.

5.5.5 По устойчивости к импульсным помехам измеритель мощности должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 51317.4.4 и ГОСТ Р 51317.4.5 для второй степени жесткости испытаний.

5.5.6 По устойчивости к электростатическим разрядам измеритель мощности должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 51317.4.2 для второй степени жесткости испытаний.

5.5.7 Уровень промышленных радиопомех, создаваемых измерителем мощности, должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 51318.22 для технических средств класса В.

5.5.8 При испытаниях на устойчивость к помехам (5.5.4, 5.5.5, 5.5.6) критерий качества функционирования должен быть не хуже "С".

## **5.6 Требования к надежности**

5.6.1 Нарботка на отказ (Т<sub>о</sub>) измерителей мощности должна быть не менее 25000 ч.

5.6.2 Средний срок службы (Т<sub>сл</sub>) должен быть не менее 10 лет.

## **5.7 Комплектность**

5.7.1 Комплектность измерителя мощности, включая состав технической документации, должна быть оговорена в ТУ.

5.7.2 В состав комплекта поставки должно входить:

- руководство по эксплуатации (Руководство должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.601);
- аккумуляторные батареи или химические источники тока;
- блок питания (адаптер - зарядное устройство), если предусмотрено питание от сети переменного тока;
- соединительные оптические кабели и переходные адаптеры для подключения к испытуемому объекту (по требованию заказчика),
- футляр для переноски измерителя мощности.

## 5.8 Требования к маркировке

5.8.1 Маркировка измерителя мощности должна проводиться в соответствии с ГОСТ 22261.

5.8.2 Измеритель мощности должен иметь маркировку, содержащую товарный знак предприятия-изготовителя, наименование прибора, порядковый номер и год изготовления прибора. На самом приборе и технической документации должны быть изображения знака Государственного реестра по [4] и знака соответствия по ОСТ 45.02.

## 5.9 Требования к упаковке

5.9.1 Упаковка измерителя мощности должна обеспечивать выполнение требований по транспортированию и хранению в соответствии с ГОСТ 22261.

5.9.2 Измеритель мощности должен быть упакован в транспортную тару. В тару должны быть помещены принадлежности согласно комплекта поставки.

5.9.3 Маркировка на упаковке должна соответствовать требованиям ГОСТ 14192. На упаковке должны быть нанесены следующие информационные надписи:

- наименование прибора;
- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя;
- год изготовления и порядковый номер прибора;
- изображения знака Государственного реестра по [4] и знака соответствия по ОСТ 45.02.

- манипуляционные знаки: хрупкое осторожно, беречь от влаги.

## 5.10 Гарантии изготовителя

5.10.1 Предприятие-изготовитель должно гарантировать соответствие качества измерителя мощности требованиям технических условий.

5.10.2 Гарантийный срок должен составлять не менее 18 месяцев с момента ввода в действие измерителя мощности и не менее 24 месяцев со дня поставки. В контракте на поставку указанные сроки могут быть изменены по обоюдному согласию.

5.10.3 Гарантии не распространяются на измерители мощности вышедшие из строя вследствие нарушения правил пользования, обслуживания, хранения и транспортирования.

5.10.4 Условия послегарантийного ремонта, обеспечивающего работу измерителя мощности в течение всего срока службы, оговариваются контрактом (договором) на поставку измерителя мощности.

## 6 Методы испытаний

### 6.1 Общие требования

6.1.1 Общие требования к методам испытаний, их последовательности, нормальным условиям испытаний, а также методы испытаний при изменении напряжения и частоты электропитания, на устойчивость к климатическим и механическим воздействиям, на прочность при транспортировании, на электробезопасность и электромагнитную совместимость, на надежность должны соответствовать ГОСТ 22261.

6.1.2 Методики выполнения измерений должны соответствовать ГОСТ Р 8.563.

6.1.3 Нормальные условия измерений, если не оговорены особо, должны находиться в следующих пределах:

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С    | от 15 до 25;              |
| - относительная влажность воздуха, %     | от 30 до 80;              |
| - атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.) | от 84 до 107 (630 – 800). |

#### Примечания

1 При отклонении условий измерений от указанных следует учитывать появление дополнительной погрешности, зависящей от этих условий.

2 Измерение параметров должно проводиться по истечении времени установления рабочего режима средств измерений, используемых при измерениях.

6.1.4 Испытуемый измеритель мощности и средства измерений, используемые при испытаниях, должны быть установлены на рабочем месте таким образом, чтобы было обеспечено удобство работы и исключено прямое попадание излучения лазера в глаз человека, положение измерительных ВОК при всех измерениях должно оставаться неизменным.

6.1.5 Торцы всех волоконно-оптических соединителей должны быть очищены от пыли и протерты безворсовой салфеткой, смоченной в этиловом или изопропиловом спирте (ГОСТ 18300), либо с помощью иных средств, рекомендуемых в эксплуатационной документации.

### 6.2 Требования к средствам измерений

6.2.1 Перечень рекомендуемых для проведения испытаний средств измерений и требования к их метрологическим характеристикам приведен в приложении А.

6.2.2 Рекомендуемые типы средств измерений могут быть заменены другими, соответствующими необходимым требованиям по метрологическим характеристикам.

6.2.3 Средства измерений, применяемые при испытаниях, должны иметь эксплуатационно-техническую документацию и отметку об очередной поверке. Запрещается применять средства измерений, срок очередной поверки которых истек.

### 6.3 Проверка основной погрешности измерений фиксированного значения уровня мощности оптического излучения

6.3.1 Проверка основной погрешности измерения фиксированного значения уровня мощности [6] (пункт 5 таблицы 1) проводится на длине волны калибровки в нормальных условиях применения (температуре окружающего воздуха  $(23 \pm 3)$  °С и относительной влажности воздуха  $(45 - 75)\%$ ).

6.3.2 Проверка проводится с помощью рабочего эталона первого или второго разряда (приложение А) методом сличения с СИСМ (в соответствии с ГОСТ 8.275, [7], [9]) при уровне мощности минус 20 дБм на длинах волн калибровки. Проверка проводится по схеме, приведенной на рисунке 1, по методике, изложенной в руководстве по эксплуатации рабочего эталона, в автоматическом или ручном режиме.

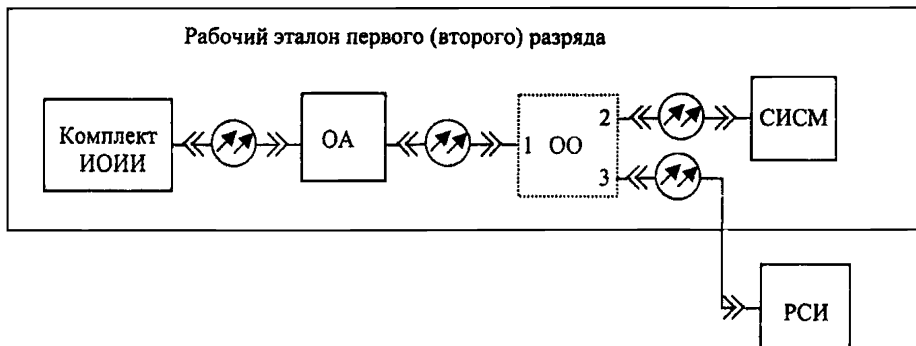


Рисунок 1 – Схема проверки нормируемых характеристик измерителей средней мощности оптического излучения

6.3.3 Устанавливают режимы работы рабочего эталона и поверяемого рабочего средства измерений:

- подключают один конец измерительного ВОК к входу ОА, другой - к выходу источника оптического излучения ИОИИ (с длиной волны равной длине волны калибровки, на которой проводится поверка);

- устанавливают на СИСМ и на РСИ длину волны равную (или возможно близкую) длине волны источника излучения рабочего эталона, режим измерений - непрерывное излучение, единица измерений - дБм.

6.3.4 Подключают измерительный оптический кабель с выхода 2 оптического ответвителя к входу СИСМ и устанавливают с помощью оптического аттенюатора уровень мощности на входе СИСМ равным  $(-20 \pm 0,1)$  дБм  $(0,01 \text{ мВт} \pm 2,5\%)$ .

6.3.5 Определяют значение разности уровней мощности, измеренных СИСМ в точках 2 и 3 оптического ответвителя  $\Theta_{рз}$ . Для этого:

- оптические измерительные кабели с выходов 2 и 3 оптического ответвителя поочередно подключают к входу СИСМ. Измеряют уровни мощности оптического сигнала в этих точках  $P_{\text{сисм } 2}$  и  $P_{\text{сисм } 3}$ ;

- определяют относительную разность уровней мощности по формуле (1):

$$\Theta_{рз} = P_{\text{сисм } 2} - P_{\text{сисм } 3} \quad (\text{дБ}). \quad (1)$$

6.3.6 Определяют значение разности уровней мощности, измеренных СИСМ и РСИ в точках 2 и 3 оптического ответвителя. Для этого:

- оптический измерительный кабель с выхода 2 оптического ответвителя подключают к входу СИСМ, а с выхода 3 - к РСИ;

- считывают показания СИСМ и поверяемого РСИ в дБм  $P_{\text{сисм}}$  и  $P_{\text{рси}}$ ;

- вычисляют относительную разницу в показаниях РСИ и СИСМ (погрешность сличения) в дБ по формуле (2):

$$\Theta_{(\text{рси}-\text{сисм})} = P_{\text{рси}} - P_{\text{сисм}} + \Theta_{рз}; \quad (2)$$

- определяют значение относительной разницы в показаниях РСИ и СИСМ в процентах (%) по формуле (3):

$$\Theta_{(\text{рси}-\text{сисм})} = (10^{0,1\Theta_{(\text{рси}-\text{сисм})}} - 1) \times 100, \quad (3)$$

где  $P_{\text{рси}}$  и  $P_{\text{сисм}}$  - уровни мощности, дБм, измеренные испытуемым измерителем мощности и СИСМ соответственно.

6.3.7 Вычисляют основную погрешность измерений в процентах на данной длине волны калибровки по формуле (4):

$$\Delta_0 = 1,1 \sqrt{\Delta_{\text{сисм}}^2 + \Theta_{(\text{рси}-\text{сисм})}^2}, \quad (4)$$

где  $\Delta_{\text{сисм}}$  - погрешность СИСМ рабочего эталона в %;



$\Theta_{(РСИ-СИСМ)}$  - относительная разница в показаниях РСИ и СИСМ в %.

Если необходимо, определяют погрешность измерений в единицах дБ по формуле (5):

$$\Delta_o = 10Lg\left(\frac{\Delta_o(\%)}{100} + 1\right). \quad (5)$$

6.3.8 При отсутствии оптического ответвителя выполняют следующие операции:

- выход оптического аттенюатора подключают поочередно к входу СИСМ и РСИ, проводят измерение уровней мощности  $P_{СИСМ}$  и  $P_{РСИ}$  и вычисляют относительную разницу в показаниях СИСМ и РСИ в дБ по формуле (6):

$$\Theta_{(РСИ-СИСМ)} = P_{РСИ} - P_{СИСМ}. \quad (6)$$

Чтобы убедиться в повторяемости и достоверности результатов измерений проводят измерение уровней мощности  $P_{СИСМ}$  и  $P_{РСИ}$  не менее трех раз и вычисляют среднее арифметическое значение разницы  $\Theta_{(РСИ-СИСМ)}$  в дБ;

- определяют значение относительной разницы в показаниях СИСМ и РСИ в (%) по формуле (3);

- вычисляют основную погрешность измерений на длине волны калибровки в (%) по формуле (4) и в дБ по формуле (5).

6.3.9 При определении погрешности измерений измерителя мощности, имеющего единицу измерений мВт, проводятся операции аналогичные приведенным в 6.3.5–6.3.8.

Основная погрешность измерений в процентах определяется по формуле (4).

Значение относительной разницы в показаниях РСИ и СИСМ в процентах (6.3.6) вычисляется по формуле (7):

$$\Theta_{(РСИ-СИСМ)} = \frac{P_{РСИ} \left( \frac{P_{СИСМ2}}{P_{СИСМ3}} \right) - P_{СИСМ}}{P_{СИСМ}} \times 100\% \quad (7),$$

где  $P_{РСИ}$  и  $P_{СИСМ}$  - значения мощности в мВт;

$\frac{P_{СИСМ2}}{P_{СИСМ3}}$  - поправочный коэффициент на различие коэффициентов передачи оптического ответвителя на выходах 2 и 3 (6.3.5).

При отсутствии оптического ответвителя (6.3.8) множитель  $\frac{P_{СИСМ2}}{P_{СИСМ3}}$  в формуле (7) отсутствует.

#### 6.4 Проверка погрешности измерений, обусловленной нелинейностью в рабочем диапазоне измеряемой мощности

6.4.1 Проверка погрешности измерений, обусловленной нелинейностью в рабочем диапазоне измеряемой мощности [6], проводится с помощью рабочего эталона первого или второго разряда на длинах волн калибровки (в соответствии с руководством по эксплуатации поверяемого измерителя мощности) по схеме, приведенной на рисунке 1, методом сличения с СИСМ рабочего эталона (относительно фиксированного значения мощности минус 20 дБм) по методике, изложенной в руководстве по эксплуатации рабочего эталона.

6.4.2 Устанавливают режимы работы рабочего эталона и поверяемого рабочего средства измерений:

- подключают к входу ОА источник оптического излучения ИОИИ с длиной волны калибровки;

- устанавливают на СИСМ и на РСИ длину волны равную (или возможно близкую) длине волны источника излучения рабочего эталона, режим измерений - непрерывное излучение, единица измерений - дБм;

6.4.3 Подключают измерительные оптические кабели с выходов 2 и 3 оптического ответвителя (при отсутствии оптического ответвителя с выхода ОА) ко входам СИСМ и РСИ и устанавливают затухание оптического аттенюатора равным А1, при котором уровень мощности на входе СИСМ равен максимальному уровню мощности, измеряемому испытываемым РСИ.

6.4.4 Последовательно увеличивают вводимое ОА затухание с шагом 3 дБ до минимального измеряемого РСИ уровня мощности и измеряют уровни мощности  $P_{\text{СИСМ}}$  и  $P_{\text{РСИ}}$  с помощью СИСМ и РСИ при всех значениях затухания ОА.

6.4.5 Определяют разность уровней мощности  $\Delta P$ , измеренных РСИ и СИСМ в точке фиксированного значения уровня мощности  $(-20 \pm 1,5)$  дБм:

$$\Delta P_{\phi} = P_{\phi \text{ РСИ}} - P_{\phi \text{ СИСМ}} \text{ дБ.} \quad (8)$$

6.4.6 Определяют разность уровней мощности  $\Delta P$ , измеренных РСИ и СИСМ при произвольных значениях уровней мощности:

$$\Delta P = P_{\text{РСИ}} - P_{\text{СИСМ}} \text{ дБ.} \quad (9)$$

6.4.7 Определяют максимальное отклонение разности уровней мощности, измеренных РСИ и СИСМ в любой точке диапазона измеряемой мощности, относительно фиксированного значения уровня мощности по формулам (10, 11):

$$\Theta_{\max} = \max|\Delta P - \Delta P_{\phi}| \text{ дБ}, \quad (10)$$

$$\Theta_{\max} = (10^{0,1\Theta_{\max(\text{дБ})}} - 1) \times 100 \%. \quad (11)$$

6.4.8 Вычисляют погрешность измерений, обусловленную нелинейностью измерителя мощности, по формуле (12).

$$\Delta_{\text{лин}} = 1,1\sqrt{\Delta_{\text{лин.СИСМ}}^2 + \Theta_{\max}^2} \%, \quad (12)$$

где  $\Delta_{\text{лин.СИСМ}}$  - погрешность, обусловленная нелинейностью СИСМ (%),

$\Theta_{\max}$  - максимальное отклонение разности уровней мощности, % (6.4.7).

## 6.5 Проверка погрешности измерений на длине волны калибровки в диапазоне измеряемой мощности

6.5.1 Проверка погрешности в рабочем диапазоне измеряемой мощности [8] проводится с помощью рабочего эталона первого или второго разряда на всех длинах волн калибровки по схеме, приведенной на рисунке 1, методом сличения с СИСМ рабочего эталона по методике, изложенной в руководстве по эксплуатации рабочего эталона.

6.5.2 Устанавливают режимы работы рабочего эталона и поверяемого рабочего средства измерений:

- подключают к входу ОА источник оптического излучения ИОИИ с длиной волны калибровки, на которой проводится проверка;

- устанавливают на СИСМ и на РСИ длину волны равную (или возможно близкую) длине волны источника излучения рабочего эталона, режим измерений - непрерывное излучение, единица измерений - дБм.

6.5.3 Проводят операции по 6.4.3, 6.4.4, 6.4.6.

6.5.4 Вычисляют погрешность измерений в диапазоне измеряемой мощности по формуле (13):

$$\Delta_{\text{р.б.д.вл.}} = 1,1\sqrt{\Delta_{\text{СИСМ}}^2 + (\max|\Delta P|)^2} \%, \quad (13)$$

где  $\Delta_{\text{СИСМ}}$  - погрешность СИСМ рабочего эталона, %;

$\max |\Delta P|$  - максимальное значение разности уровней мощности, измеренных РСИ и СИСМ (6.4.6), %.

6.5.5 При определении погрешности для измерителей мощности, имеющих единицу измерений мВт, относительную разность значений мощности, измеренных РСИ и СИСМ, определяют по формуле (14):

$$\Delta P_{(РСИ-СИСМ)} = \frac{P_{РСИ} - P_{СИСМ}}{P_{СИСМ}} \times 100\% \quad (14)$$

## 6.6 Проверка погрешности измерений относительных уровней мощности

6.6.1 При нормировании погрешности измерений измерителя мощности по пунктам 6 и 7 таблицы 1, погрешность измерений, обусловленную нелинейностью измерителя мощности, задают как погрешность измерения относительных уровней мощности [8].

Погрешность измерений относительных уровней мощности определяют как максимальное значение отклонения разности уровней мощности, измеренных РСИ и СИСМ в любой точке диапазона измеряемых мощностей, от среднего значения разности уровней мощности всех измеренных точек.

6.6.2 Проводят операции 6.4.3, 6.4.4, 6.4.6 и вычисляют:

- среднее арифметическое значение разности уровней мощности, измеренных РСИ и СИСМ по формуле (15):

$$\Delta P_{ср} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (P_{jРСИ} - P_{jСИСМ}) \text{ дБ}, \quad (15)$$

где  $n$  - количество точек диапазона измеряемой мощности испытуемого измерителя мощности, в которых проводилось сличение;

- максимальное отклонение разности уровней мощности, измеренных РСИ и СИСМ, относительно среднего значения разности по формуле (16):

$$\Theta_{отн} = \max |\Delta P - \Delta P_{ср}| \text{ дБ}. \quad (16)$$

6.6.3 Вычисляют погрешность измерения относительных уровней мощности по формуле (17):

$$\Delta_{отн} = 1,1 \sqrt{\Delta_{СИСМ\ отн}^2 + \Theta_{отн}^2} \%, \quad (17)$$

где  $\Delta_{СИСМ\ отн}$  - погрешность измерений относительных уровней мощности СИСМ рабочего эталона, %.

## 6.7 Проверка погрешности измерений измерителей мощности, подвергаемых калибровке

6.7.1 Проверка погрешностей по пунктам 5, 6, 7, 8 таблицы 1 для измерителей мощности, подвергаемых калибровке, может проводиться с помощью рабочего эталона первого или второго разряда по методике 6.3-6.6.

При этом если нормируемая погрешность РСИ  $\Delta_{РСИ}$  и погрешность СИСМ  $\Delta_{СИСМ}$  находятся в соотношении:  $\Delta_{РСИ} \geq (2,5 - 3) \Delta_{СИСМ}$ , то погрешность калибруемого измерителя мощности  $\Delta_0$  определяется как разность в показаниях РСИ и СИСМ по формулам (18,19):

$$\Delta_0 = P_{РСИ} - P_{РС}, \text{ дБ}, \quad (18)$$

$$\Delta_0 = (10^{0,1\Delta_0(дБ)} - 1) \times 100, \%, \quad (19)$$

6.7.2 Проверка погрешностей измерителей мощности, подвергаемых калибровке, при отсутствии рабочего эталона может проводиться с помощью комплекта приборов для калибровки, составленного из рабочих средств измерений с параметрами, оговоренными в приложении А, по схеме рисунка 2. Операции проверки параметров аналогичны 6.3-6.6.

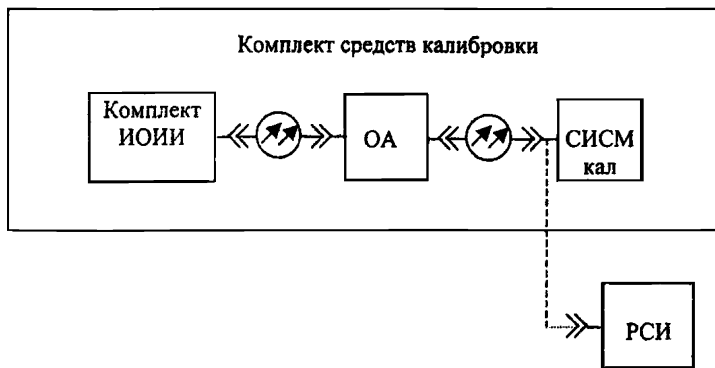


Рисунок 2 – Схема проверки нормируемых характеристик измерителей средней мощности оптического излучения, подвергаемых калибровке

## 6.8 Проверка неравномерности спектральной характеристики

6.8.1 Проверка неравномерности спектральной характеристики (пункт 9 таблицы 1) проводится в случае замены фотодетектора. Спектральная характеристика может не измеряться, если она имеется в паспорте завода-изготовителя.

Спектральная характеристика проверяется в каждом спектральном поддиапазоне в соответствии с техдокументацией (например, 800-900 нм; 1200-1400 нм; 1400-1650 нм) с помощью установки для измерения относительных спектральных характеристик приемников и источников оптического излучения согласно методике работы на этой установке.

6.8.2 Если в измерителе мощности предусмотрена автоматическая коррекция спектральной характеристики, на испытуемом измерителе мощности должны быть установлены те же значения длин волн, что и на монохроматоре. Неравномерность спектральной характеристики определяется в каждом спектральном поддиапазоне по формуле (20):

$$\Delta_{\text{спектр}} = \frac{S_{\text{max}} - S_{\text{min}}}{S_k} \times 100 \%, \quad (20)$$

где  $S_{\text{max}}$ ,  $S_{\text{min}}$  - соответственно максимальное и минимальное значения относительной спектральной характеристики в каждом спектральном поддиапазоне;

$S_k$  - значение относительной спектральной характеристики на длине волны калибровки.

6.8.3 Если коррекция спектральной характеристики осуществляется с помощью поправочных коэффициентов, приведенных в паспорте на конкретный измеритель мощности, неравномерность спектральной характеристики определяется по формуле (21):

$$\Delta_{\text{спектр}} = \frac{S_{\text{max}} K_{\text{max}} - S_{\text{min}} K_{\text{min}}}{S_k K_k} \times 100 \%, \quad (21)$$

где  $K_{\text{max}}$ ,  $K_{\text{min}}$ ,  $K_k$  - поправочные коэффициенты на длинах волн, соответствующих значениям  $S_{\text{max}}$ ,  $S_{\text{min}}$ ,  $S_k$ .

**Приложение А**  
(рекомендуемое)

**Перечень основных средств измерений, рекомендуемых для испытаний  
измерителей мощности оптического излучения**

Таблица А.1

| Наименование, тип средств измерений  | Основные метрологические характеристики   | Значение характеристики        | Пункт методов испытаний |
|--|---|--------------------------------|-------------------------|
| 1  | 2   | 3                              | 4                       |
| 1 Рабочий эталон первого разряда, в составе:<br>- средство измерения средней мощности оптического излучения;<br>- комплект стабилизированных источников оптического излучения, на фиксированные длины волн;<br>- оптический аттенюатор;<br>- оптический ответвитель. | Диапазон измеряемой мощности, дБм   | $-70 - +6$<br>$-70 - +(15+30)$ | 6.3– 6.7                |
|  | Погрешность измерения абсолютного уровня мощности, дБ (%)   | $\leq \pm 0,13 (\pm 3)$        |                         |
|  | Погрешность, обусловленная нелинейностью (погрешность измерения относительных уровней мощности), дБ (%) | $\leq \pm 0,09 (\pm 2)$        |                         |
| 2 Рабочий эталон второго разряда, в составе:<br>- средство измерения средней мощности оптического излучения;<br>- комплект стабилизированных источников оптического излучения, на фиксированные длины волн;<br>- оптический аттенюатор;<br>- оптический ответвитель. | Диапазон измеряемой мощности, дБм   | $-70 - +6$<br>$-60 - +(15-30)$ | 6.3– 6.7                |
|  | Погрешность измерения абсолютного уровня мощности, дБ (%)   | $\leq \pm 0,2 (\pm 5)$         |                         |
|  | Погрешность, обусловленная нелинейностью (погрешность измерения относительных уровней мощности), дБ (%) | $\leq \pm 0,11 (\pm 2,5)$      |                         |

Окончание таблицы А.1

| 1  | 2   | 3                                | 4   |
|--|---|----------------------------------|-----|
| 3 Установка для измерений относительных спектральных характеристик приемников оптического излучения  | Диапазон длин волн, нм  | 780 – 1700                       | 6.8 |
|  | Погрешность измерения спектральной характеристики, %                | $\leq \pm (1-3)$                 |     |
| 4 Комплект средств измерений для калибровки в составе:   |   |                                  | 6.7 |
| - измеритель средней мощности оптического излучения  | Диапазон мощности, дБм  | -60 – +3<br>-60 – +15            |     |
|  | Погрешность измерений в рабочем диапазоне измеряемой мощности, %    | $\leq \pm 5-10$                  |     |
|  | Погрешность измерений относительных уровней мощности, %             | $\leq \pm 3-5$                   |     |
| - комплект стабилизированных источников оптического излучения измерительных на фиксированных длинах волн   | Выходная мощность, дБм  | $\geq +3$                        |     |
|  | Относительная нестабильность выходной мощности, дБ за 15 мин за 4 ч | $\leq \pm 0,1$<br>$\leq \pm 0,2$ |     |
| - оптический аттенюатор  | Диапазон регулировки, дБ  | $\geq 60$ дБ                     |     |
|  | Дискретность регулировки, дБ  | $\leq 0,1$                       |     |
| Примечания   |   |                                  |     |
| 1 Выбор разряда рабочего эталона для конкретных типов измерителей мощности осуществляется исходя из значений погрешностей испытуемых измерителей мощности. |   |                                  |     |
| 2 Оптический ответвитель может отсутствовать.  |   |                                  |     |
| 3 При испытаниях допускается использование других средств измерений, обеспечивающих необходимые требования к метрологическим параметрам.                   |   |                                  |     |



## Приложение Б

(справочное)

### Библиография

- |     |                |  |
|-----|----------------|--|
| [1] | РД 45.002-96   | Руководство по установлению номенклатуры средств измерений, подлежащих поверке   |
| [2] | РД 45.006-99   | Организация и порядок проведения калибровки средств измерений в отрасли «Связь»  |
| [3] | ПР 50.2.006-94 | Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений   |
| [4] | ПР 50.2.009-94 | Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений  |
| [5] |                | Положение о системе сертификации средств связи для взаимоувязанной сети связи Российской Федерации   |
| [6] | МЭК 1315-95    | Международный стандарт. Рекомендации по калибровке измерителей мощности оптических   |
| [7] | МИ 1818-87     | Государственная система обеспечения единства измерений. Средства измерений средней мощности лазерного излучения от $1 \times 10^{-10}$ до $1 \times 10^{-2}$ Вт для волоконно-оптических систем передачи. Методика поверки |
| [8] | МИ 2505-98     | Государственная система обеспечения единства измерений. Измерители оптической мощности, источники оптического излучения и оптические тестеры малогабаритные в волоконно-оптических системах передачи. Методика поверки     |

[9] МИ 2558-99

**Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи**

---

УДК 621.37.089.5:621.375.826:006.354

Ключевые слова: измерители средней мощности оптического излучения, волоконно-оптические системы передачи, технические требования, методы испытаний, рабочий эталон

---

© ЦНТИ «Информсвязь», 2002 г.

Подписано в печать

Тираж 100 экз.    Зак. №    Цена договорная

---

Адрес ЦНТИ «Информсвязь» и типографии:

105275, Москва, ул. Уткина, д. 44, под. 4

Тел./ факс 273-37-80, 273-30-60