

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

gost.e-ecolog.ru

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 мощности оптического излучения 11
6.4 Проверка погрешности измерений, обусловленной нелинейностью в рабочем диапазоне измеряемой мощности 14
6.5 Проверка погрешности измерений на длине волны калибровки в рабочем диапазоне измеряемой мощности 15
6.6 Проверка погрешности измерений относительных уровней мощности 16
6.7 Проверка погрешности измерений измерителей мощности, подвергаемых калибровке 17
6.8 Проверка неравномерности спектральной характеристики 18
Приложение А Перечень основных средств измерений, рекомендуемых для испытаний 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 индустриальные 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 -60 – +15	-50 – +5 -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) ± (3–5)	± (0,2–0,5) ± (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 (%)	± (0,13 –0,2) ± (3–5)	± (0,2--0,5) ± (5–10)	
7 Предел допускаемой основной погрешности измерений на длине волны калибровки в диапазоне измеряемых мощностей, не более, дБ (%)	± (0,2–0,5) ± (5–10)	± (0,5–1,0) ± (10–20)	
8 Неравномерность спектральной характеристики в рабочем спектральном диапазоне, не более, дБ (%):			
- без коррекции	± (0,2–0,5) ± (5–10)	±(0,5–1,0) ±(10–20)	
- с коррекцией	± (0,13–0,2) ± (3–5)	- -	

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 (-ЗОдБм).

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^2 в течение 1 ч.

5.5 Требования к электробезопасности и электромагнитной совместимости

5.5.1 По требования 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 индустриальных 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 Наработка на отказ (То) измерителей мощности должна быть не менее 25000 ч.

5.6.2 Средний срок службы (Тсл) 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 до107 (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±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.

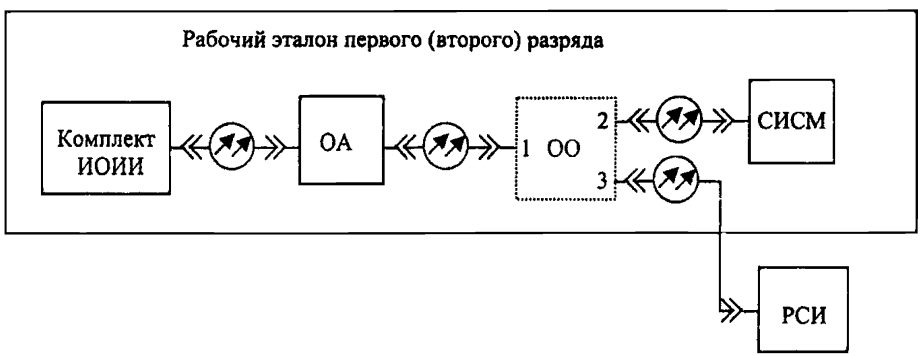

Рисунок 1 – Схема проверки нормируемых характеристик измерителей средней мощности оптического излучения

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±0,1) дБм (0,01 мВт ± 2,5%).

6.3.5 Определяют значение разности уровней мощности, измеренных СИСМ в точках 2 и 3 оптического ответвителя $\Theta_{рэ}$. 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 $P_{сисм\ 2}$ и $P_{сисм\ 3}$;

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

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

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 $P_{сисм}$ и $P_{рси}$;

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

$$\Theta_{(рси-сисм)} = P_{рси} - P_{сисм} + \Theta_{рэ}\ ; \qquad (2)$$

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

$$\Theta_{(рси-сисм)} = (10^{0.1\Theta(рси-сисм)} - 1) \times 100, \qquad (3)$$

где $P_{рси}$ и $P_{сисм}$ - 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):

$$\Delta_0 = 1{,}1\sqrt{\Delta^2_{сисм} + \Theta^2_{(рси-сисм)}}\ , \qquad (4)$$

где $\Delta_{сисм}$ - 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):

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

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 испытуемым РСИ.

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

6.4.5 Определяют разность уровней мощности ΔР, измеренных РСИ и СИСМ в точке фиксированного значения уровня мощности (-20±1,5) дБм:

$$\Delta P_{ф} = P_{ф рси} - P_{ф сисм} \quad дБ . \qquad (8)$$

6.4.6 Определяют разность уровней мощности ΔР, измеренных РСИ и СИСМ при произвольных значениях уровней мощности:

$$\Delta P = P_{рси} - P_{сисм} \quad дБ . \qquad (9)$$

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):

$$\Theta_{max} = \max\left|\Delta P - \Delta P_{\phi}\right| \quad \text{дБ}, \tag{10}$$

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

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

$$\Delta_{лин} = 1,1\sqrt{\Delta^2_{лин.сисм} + \Theta^2_{max}} \quad \%, \tag{12}$$

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

Θ_{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):

$$\Delta_{раб.диап.} = 1,1\sqrt{\Delta^2_{сисм} + (\max\left|\Delta P\right|)^2} \quad \%, \tag{13}$$

где $\Delta_{сисм}$ - 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):

$$\Delta P_{(рси-сисм)} = \frac{P_{рси} - P_{сисм}}{P_{сисм}} \times 100\% \qquad (14)$$

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):

$$\Delta P_{ср} = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n}(P_{jрси} - P_{jсисм}) \text{ дБ}, \qquad (15)$$

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):

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

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

$$\Delta_{отн} = 1{,}1\sqrt{\Delta^2_{сисм\ отн} + \Theta^2_{отн}} \quad \%, \qquad (17)$$

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 Δ_0 определяется как разность в показаниях РСИ и СИСМ по формулам (18,19):

$$\Delta_0 = P_{рси} - P_{рэ}\ \text{дБ}, \qquad (18)$$

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

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.

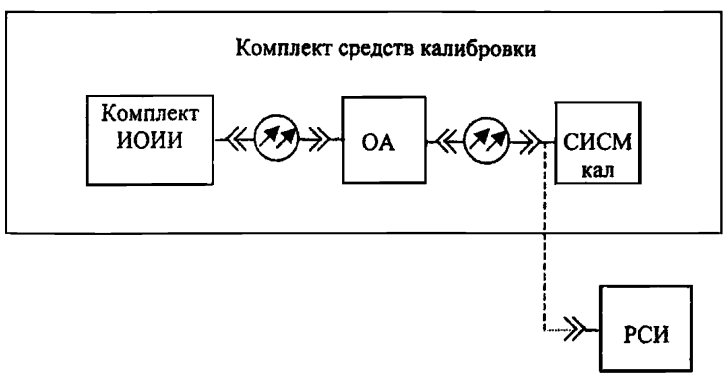

Рисунок 2 – Схема проверки нормируемых характеристик измерителей средней мощности оптического излучения, подвергаемых калибровке

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):

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

где S_{max}, S_{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):

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

где K_{max}, K_{min}, K_k - поправочные коэффициенты на длинах волн, соответствующих значениям S_{max}, S_{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: - средство измерения средней мощности оптического излучения; - комплект стабилизированных источников оптического излучения, на фиксированные длины волн; - оптический аттенюатор; - оптический ответвитель.	Диапазон измеряемой мощности, дБм	-70 – + 6 -70 – +(15÷30)	6.3– 6.7
	Погрешность измерения абслютного уровня мощности, дБ (%)	≤ ± 0,13 (± 3)	
	Погрешность, обусловленная нелинейностью (погрешность измерения относительных уровней мощности), дБ (%)	≤ ± 0,09 (±2)	
2 Рабочий эталон второго разряда, в составе: - средство измерения средней мощности оптического излучения; - комплект стабилизированных источников оптического излучения, на фиксированные длины волн; - оптический аттенюатор; - оптический ответвитель.	Диапазон измеряемой мощности, дБм	-70 – + 6 -60 – +(15–30)	6.3– 6.7
	Погрешность измерения абсолютного уровня мощности, дБ (%)	≤ ± 0,2 (± 5)	
	Погрешность, обусловленная нелинейностью (погрешность измерения относительных уровней мощности), дБ (%)	≤ ± 0,11 (±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, %	≤ ± (1– 3)	
4 Комплект средств измерений для калибровки в составе:			6.7
- измеритель средней мощности оптического излучения	Диапазон мощности, дБм	-60 – +3 -60 – +15	
	Погрешность измерений в рабочем диапазоне измеряемой мощности, %	≤ ± 5–10	
	Погрешность измерений относительных уровней мощности, %	≤ ± 3–5	
- комплект стабилизированных источников оптического излучения измерительных на фиксированных длинах волн	Выходная мощность, дБм	≥ +3	
	Относительная нестабильность выходной мощности, дБ за 15 мин за 4 ч	 ≤ ±0,1 ≤ ±0,2	
- оптический аттенюатор	Диапазон регулировки, дБ	≥ 60 дБ	
	Дискретность регулировки, дБ	≤ 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 1×10^{-10} до 1×10^{-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

gost.e-ecolog.ru