

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 8.720
(проект,
окончательная
редакция)

Государственная система обеспечения единства измерений

**ИЗМЕРИТЕЛИ ОПТИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ, ИСТОЧНИКИ
ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ИЗМЕРИТЕЛИ ОБРАТНЫХ ПОТЕРЬ И
ТЕСТЕРЫ ОПТИЧЕСКИЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ В ВОЛОКОННО-
ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

Методика поверки

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации

202_

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГБУ «ВНИИОФИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от _____ № _____

4 ВЗАМЕН ГОСТ Р 8.720-2010

Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.dov.ru).

© Оформление. ФГБУ «РСТ», 202_

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	2
3 Обозначения и сокращения.....	3
4 Общие положения.....	4
5 Перечень операций поверки средства измерений.....	5
6 Требования к условиям проведения поверки.....	6
7 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	6
8 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	6
9 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки.....	9
10 Внешний осмотр средства измерений	9
11 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	10
12 Проверка программного обеспечения средства измерений	10
13 Определение метрологических характеристик средства измерений.....	11
14 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	25
15 Оформление результатов поверки.....	29
16 Библиография.....	30

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

**ИЗМЕРИТЕЛИ ОПТИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ, ИСТОЧНИКИ
ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ИЗМЕРИТЕЛИ ОБРАТНЫХ ПОТЕРЬ И
ТЕСТЕРЫ ОПТИЧЕСКИЕ МАЛОГАБАРИТНЫЕ В ВОЛОКОННО-
ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ****Методика поверки**

Optical power meters, optical radiation sources, return loss meters and optical testers for fiber-optical information transfer systems. Verification method.

Дата введения – 20..... –

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на измерители оптической мощности, источники оптического излучения, измерители обратных потерь и тестеры оптические малогабаритные в волоконно-оптических системах передачи, метрологические характеристики которых приведены в таблице 1, и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Т а б л и ц а 1 – Метрологические характеристики поверяемых средств измерений

Наименование характеристики	Значение
Ваттметры и измерители оптической мощности тестеров	
Рабочий спектральный диапазон измерений оптической мощности, нм	от 400 до 2500
Длины волн градуировки, нм	Фиксированные значения в диапазоне от 400 до 2500
Диапазон измерений оптической мощности, Вт (дБм)*	от 10^{-15} до 10^2 (от -120 до +50)

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений оптической мощности на длинах волн градуировки, % (дБ)	от 2,5 до 15 (от 0,11 до 0,70)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней оптической мощности, % (дБ)	от 2,0 до 5,0 (от 0,11 до 0,22)
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений оптической мощности в рабочем спектральном диапазоне, % (дБ)	от 7 до 15 (от 0,3 до 0,7)
Источники, включая источники оптического излучения тестеров	
Нестабильность уровня оптической мощности за 15 минут, %, не более:	3
Средняя мощность оптического излучения на выходе источника оптического излучения, Вт (дБм)*	от 10^{-12} до 10^2 (от -90 до +50)
Длины волн источников, нм	Фиксированные значения в диапазоне от 400 до 2500
Измерители обратных потерь	
Диапазон измерений обратных потерь на фиксированных длинах волн в диапазоне от 0,8 до 1,8 мкм, дБ	от 0,05 до 70,0
Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений обратных потерь, дБ;	от 0,1 до 3,0
* - дБм – абсолютный уровень мощности, определяемый как: —	

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 8.395-80 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования

ГОСТ Р 8.973-2019 ГСИ. Национальные стандарты на методики поверки.

Общие требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

ГОСТ 12.4.009-83 Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.

ГОСТ 12.1.040-83 ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения

ГОСТ 9805-84 Спирт изопропиловый. Технические условия.

ГОСТ 31581-2012 Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий.

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил и/или классификаторов) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку».

3 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте используются следующие обозначения и сокращения:

ГОСТ Р 8.720

(Проект, окончательная редакция)

Ваттметры - измерители оптической мощности;

ВОСП – волоконно-оптические системы передачи;

ГЭТ 170 – Государственный первичный специальный эталон единиц длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем передачи информации;

ИОП - измерители обратных потерь;

Источники - источники оптического излучения;

ПО – программное обеспечение;

ГПС - Государственная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации, утвержденной приказом Росстандарта от 05.12.2019 №2862 [1];

РЭ – руководство по эксплуатации;

РЭОП – рабочий эталон обратных потерь в ВОСП;

РЭСМ – рабочий эталон единицы средней мощности оптического излучения;

Фотометры- встроенные и автономные фотометры;

СИ – средства измерений;

Тестеры – тестеры оптические малогабаритные (СИ средней мощности и ослабления в ВОСП, состоящие из ваттметра и источника, расположенных в едином корпусе).

4 Общие положения

4.1 Поверка измерителей оптической мощности выполняется методом непосредственного сличения, а источников оптического излучения и измерителей обратных потерь (в том числе в составе тестеров оптических малогабаритных) – методом прямых измерений

4.2 Результаты измерений, полученные при поверке, должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 170, в соответствии с ГПС.

5 Перечень операций поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта настоящего стандарта	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр СИ	10	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование СИ	11	Да	Да
Проверка программного обеспечения СИ	12	Да	Да
Определение метрологических характеристик СИ	13		
Сличение ваттметра с РЭСМ	13.1	Да	Да
Определение спектральной характеристики ваттметра	13.2	Да	Да
Определение длин волн излучения источника	13.3	Да	Да
Определение мощности на выходе источника и её нестабильности	13.4	Да	Да
Определение временных характеристик источника	13.5	Да	Да
Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня обратных потерь	13.6	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	14		
Подтверждение соответствия ваттметров метрологическим требованиям	14.1.	Да	Да
Подтверждение соответствия источников метрологическим требованиям.	14.2	Да	Да
Подтверждение соответствия ИОП метрологическим требованиям	14.3	Да	Да

5.2 По запросу владельца СИ допускается проведение поверки для меньшего числа метрологических характеристик, в сокращённом динамическом и

ГОСТ Р 8.720

(Проект, окончательная редакция)

спектральном диапазоне, а также отдельных каналов, если это предусмотрено описанием типа СИ.

5.3 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается, СИ считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

6 Требования к условиям проведения поверки

Поверку проводят при следующих условиях:

- температура окружающей среды.....(20±5) °С
- относительная влажность воздуха.....(65±15) %
- атмосферное давление.....(100±4) кПа

Требования к параметрам сети питания устанавливаются в соответствии с указанными в РЭ на поверяемое СИ и средства поверки.

7 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки, РЭ на поверяемые СИ и средства поверки;
- имеющие квалификационную группу не ниже 3 в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н;
- имеющие опыт работы с высокоточными средствами измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации; прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

8 Метрологические и технические требования к средствам поверки

8.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Номер пункта стандарта на методику поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки
<p>11</p> <p>Подготовка к поверке и опробование СИ</p>	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью измерений не более $\pm 0,5$ °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 104 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа</p> <p>Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,1$ Гц;</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,5$ В;</p>
<p>13.1</p> <p>Сличение ваттметра с РЭСМ</p> <p>13.4</p> <p>Определение мощности на выходе источника и её нестабильности</p> <p>13.6</p> <p>Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений (уровня обратных потерь)</p>	<p>Эталоны средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи, не ниже уровня рабочего эталона по ГПС.</p> <p>Длины волн излучения источников (градуировки) фиксированные в диапазоне от 400 до 2500 нм</p> <p>Основная относительная погрешность на длинах волн градуировки от 0,5 до 5,0 %.</p>

Номер пункта стандарта на методику поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки
13.2 Определение спектральной характеристики ваттметра 13.3 Определение длин волн излучения источника	Установка для измерений относительных спектральных характеристик приемников и источников оптического излучения из состава эталона средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи, не ниже уровня рабочего эталона по ГПС Диапазон длин волн: от 400 до 2500 нм. Погрешность измерений относительной спектральной характеристики не более 5%. Погрешность измерений длины волны не более 2 нм.
13.5 Определение временных характеристик источника	Комплект измерительных преобразователей (далее – ПР) из состава эталонов средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи, не ниже уровня рабочего эталона по ГПС с временем нарастания переходной характеристики от 1 до 10 нс; Спектральные диапазоны от 0,5 до 1,0 мкм и от 1,0 до 1,65 мкм.
13.5 Определение временных характеристик источника	Средство измерений импульсного электрического напряжения по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 №3463 с полосой пропускания не менее 100 МГц.
13.6 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня обратных потерь)	Эталоны обратных потерь в ВОСП не ниже уровня рабочего эталона ГПС. Рабочие длины волн фиксированные в диапазоне от 800 до 1700 нм. Основная абсолютная погрешность измерений обратных потерь от 0,5 до 1,0 дБ.

8.2 Допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого средства измерений с требуемой точностью.

8.3 Средства измерений, используемые при проведении поверки, должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

9 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

9.1 При проведении поверки соблюдают требования, установленные ГОСТ 12.1.040, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н, нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров по ГОСТ 31581. Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

9.2 Система электрического питания системы должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи поверяемого СИ.

9.3 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009.

10 Внешний осмотр средства измерений

10.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемое СИ;
- отсутствие на наружных поверхностях поверяемого СИ повреждений, влияющих на его работоспособность;
- отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов;
- целостность волоконно-оптических кабелей и разъемов.

10.2 Комплектность поверяемого СИ должна соответствовать комплектности, приведенной в эксплуатационной документации и описании типа.

10.3 Поверяемое СИ считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции, а комплектность поверяемого СИ соответствует разделу «Состав СИ» или аналогичному разделу РЭ.

11 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

11.1 Перед проведением поверки изучают РЭ на поверяемое СИ и средства поверки.

11.2 Устанавливают на рабочем месте поверяемое СИ и РЭСМ.

11.3 Проверяют условия окружающей среды: температуру окружающего воздуха, относительную влажность воздуха, атмосферное давление, а также параметры сети питания. Условия окружающей среды и параметры сети питания должны соответствовать значениям, указанным в пункте 6.

11.4 Протирают специальным тампоном, смоченным изопропиловым спиртом (ГОСТ 9805), оптический разъем поверяемого СИ и РЭСМ. Протирают специальной салфеткой, смоченной изопропиловым спиртом, торцы волоконно-оптических кабелей, используемых при проведении поверки.

11.5 Подготавливают поверяемое СИ к работе согласно его РЭ. Проводят прогрев всех включенных приборов в течение получаса если иное не указано в их РЭ.

11.6 Поверяемое СИ считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если СИ при включении выходит в рабочий режим.

12 Проверка программного обеспечения средства измерений

12.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа на поверяемое СИ. Для этого включают поверяемое СИ, в появившемся рабочем окне программы, в строке статуса отображаются идентификационные данные ПО.

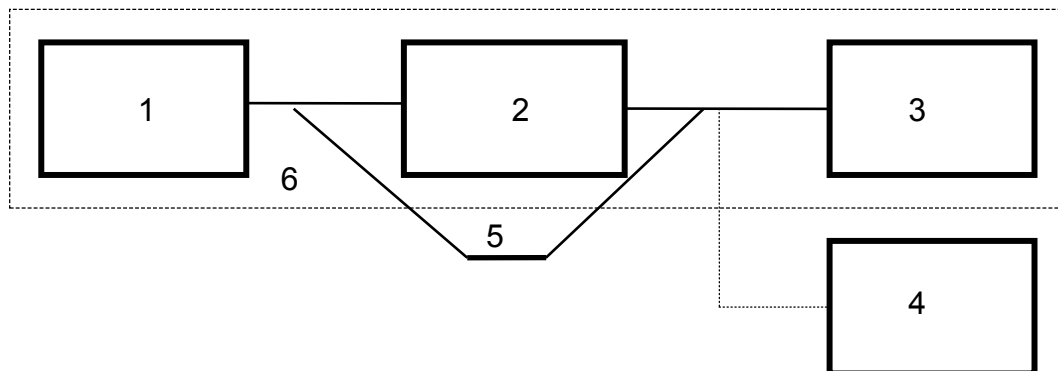
12.2 Поверяемое СИ считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют

значениям, приведенным в описании типа - идентификационное наименование ПО и номер версии ПО.

13 Определение метрологических характеристик средства измерений

13.1 Сличение ваттметра с РЭСМ

13.1.1 Возможны два метода сличения ваттметра с РЭСМ. По первому методу собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 1.



1 - источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ; 2 - аттенюатор оптический; 3 - ваттметр из состава РЭСМ; 4 - поверяемый ваттметр; 5 - волоконно-оптические кабели; 6 - РЭСМ.

Рисунок 1 – блок-схема установки для сличения ваттметра с РЭСМ

13.1.2 Сличение ваттметра с РЭСМ проводят на длине волны 1550 нм, для чего все приборы, показанные на рисунке, переводят в режим работы на этой длине волны.

13.1.3 Выход оптического аттенюатора подключают к входу ваттметра и регулировкой аттенюатора устанавливают на его выходе мощность оптического излучения, равную максимально измеряемой поверяемым ваттметром.

13.1.4 Проводят n ($n = 5$) измерений мощности оптического излучения последовательно ваттметром РЭСМ и поверяемым ваттметром.

13.1.5 Повторяют операцию по п. 13.1.4, последовательно уменьшая мощность оптического излучения (с шагом от 3 до 5 дБ) с помощью аттенюатора, дойдя до минимально измеряемой поверяемым ваттметром или РЭСМ мощности оптического излучения.

13.1.6 Определяют относительную разницу в показаниях ваттметра РЭСМ и поверяемого ваттметра θ_{ij} , % по формуле

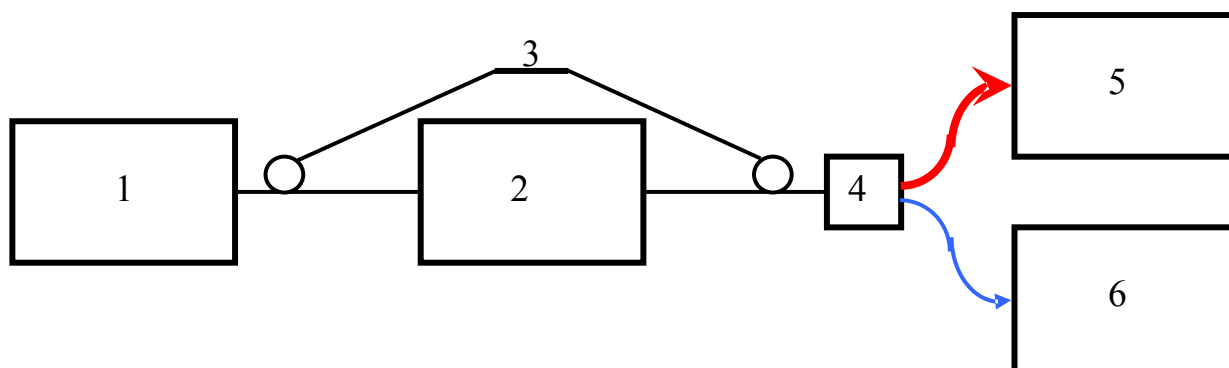
где P_{oij} ; P_{ij} – соответственно показания ваттметра РЭСМ и поверяемого ваттметра при i -ом измерении в точке j , Вт.

13.1.7 Далее по формулам (2) и (3) определяют соответственно среднее значение θ , % и СКО ξ % относительной разницы показаний ваттметра РЭСМ и поверяемого ваттметра в точке j .

—

13.1.8 Повторяют операции по п.п. 13.1.1 – 13.1.6 на крайних длинах волн градуировки спектрального диапазона поверяемого ваттметра (обычно это 850 нм и 1625 или 1650 нм). На остальных длинах волн градуировки поверяемого ваттметра проводят операции по п.п. 13.1.1 – 13.1.4.

13.1.9 Если в состав РЭСМ входит волоконно-оптический делитель, то возможно использование второго метода сличения ваттметра с РЭСМ – сличение с делителем. Для этого собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 2.



1 - источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ. 2 - аттенюатор волоконно-оптический. 3 - волоконно-оптические кабели; 4 – делитель волоконно-оптический; 5 - ваттметр из состава РЭСМ; 6 - поверяемый ваттметр.

Рисунок 2 - Схема соединений приборов при сличении с использованием волоконно-оптического делителя.

13.1.10 Включают источник на длине волны 1550 нм, регулировкой аттенюатора устанавливают на его выходе мощность, равную максимально измеряемой поверяемым ваттметром и проводят пять последовательных измерений мощности РЭСМ P_{1i} , Вт (i – от 1 до 5). Определяют среднее значение измеренной мощности P_1 , Вт по формуле (4)

–

13.1.11 Выполняют соответствующее переключение выходов делителя волоконно-оптического на схеме соединений (рисунок 2), как показано на рисунке 3.

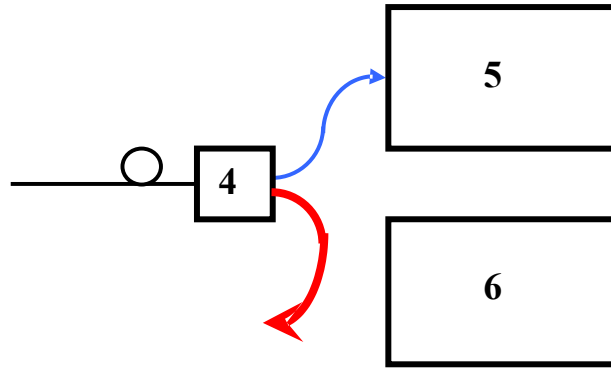


Рисунок 3

13.1.12 Не изменяя значения мощности источника, проводят пять последовательных измерений мощности РЭСМ P_i , Вт (i – от 1 до 5). Определяют среднее значение измеренной мощности P_2 , Вт по формуле (5)

—

13.1.13 Переключают выходы делителя волоконно-оптического, как показано на рисунке 2.

13.1.14 Проводят пять пар одновременных измерений мощности поверяемым ваттметром и РЭСМ, при этом, перед каждым измерением оптической мощности оптический разъём делителя волоконно-оптического, подключённого к поверяемому ваттметру отсоединяют от его оптического входа и вновь подсоединяют.

13.1.15 Повторяют операции по п. 13.1.13, последовательно уменьшая мощность (с шагом от 3 до 5 дБ), дойдя до минимально измеряемой поверяемым ваттметром или РЭСМ мощности, при этом разъём делителя волоконно-оптического, остаётся постоянно подключённым к поверяемому ваттметру.

13.1.16 Проводят операции по п. 13.1.6, где P_{ij} , Вт - показания поверяемого ваттметра при i -ом измерении в точке j , а P_{oij} , Вт – показания РЭСМ, приведённые к значению мощности на входе поверяемого ваттметра по формуле (6)

—

где $P_{\text{РСМ}ij}$, Вт - значение мощности на входе делителя волоконно-оптического 4, подключённому к РЭСМ;

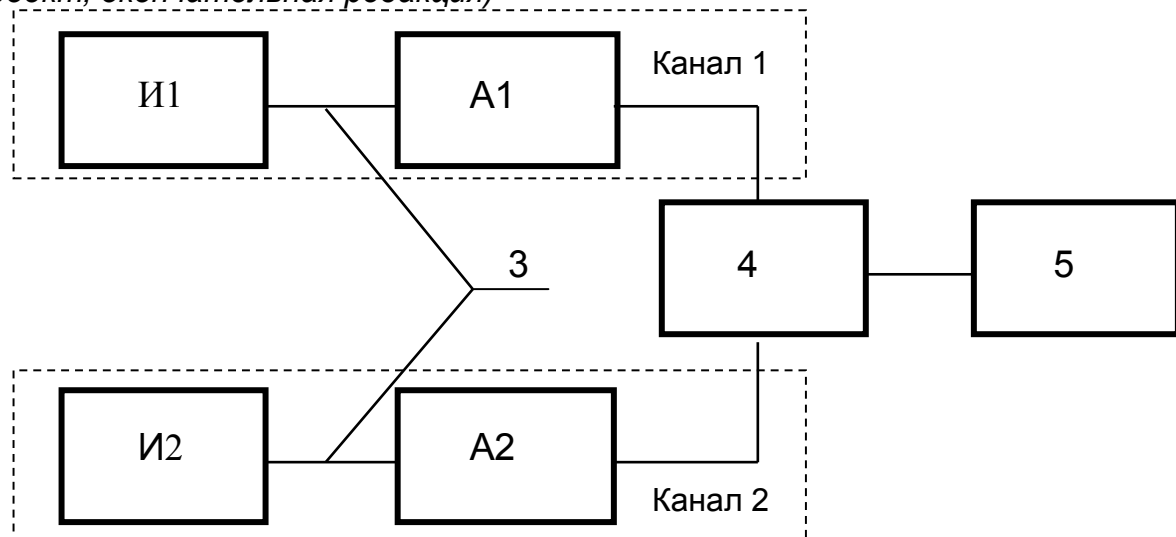
13.1.17 Повторяют операции по п.п. 13.1.8 – 13.1.15 на крайних длинах волн градуировки спектрального диапазона поверяемого ваттметра (обычно это 850 нм и 1625 или 1650 нм). На остальных длинах волн градуировки поверяемого ваттметра не проводят операцию по п. 13.1.14.

13.1.18 Делитель волоконно-оптический является составной частью РЭСМ и при первичной аттестации РЭСМ должна проверяться временная стабильность его коэффициента деления K , равного отношению значений мощности на его выходах. Как правило, при проведении операции сличения поверяемого ваттметра с РЭСМ используется делитель с коэффициентом деления близким к единице. Допускается использование делителей с коэффициентом деления от 1 до 100. Если к РЭСМ подключить выход делителя с большим уровнем мощности, а к поверяемому ваттметру с меньшим, то динамический диапазон при проведении сличения расширится в сторону малых уровней мощности приблизительно на коэффициент деления. Если к РЭСМ подключить выход делителя с меньшим уровнем мощности, а к поверяемому ваттметру с большим, то динамический диапазон при проведении сличения расширится в сторону высоких уровней мощности приблизительно на коэффициент деления (если источник излучения стабилизированный и другие устройства из состава РЭСМ обеспечивают работу с такими уровнями мощности).

13.1.19 Как правило, современные РЭСМ работают под управлением компьютера и выдают готовый результат сличения с учётом расчётов по формулам (1) – (6)

13.1.20 Если диапазон измерений средней мощности в сторону малых уровней меньше, чем у поверяемого ваттметра то на оставшихся после проведения операций по п.п. 13.1.1 – 13.1.8 диапазонах измеряют нелинейность ваттметра.

13.1.21 Измерение нелинейности ваттметра проводят на установке для измерений нелинейности приемников оптического излучения. Схема установки приведена на рисунке 4.



И1, И2 - источники оптического излучения стабилизированные; А1, А2 - аттенюаторы оптические с затвором; 3 – кабели волоконно-оптические; 4 – делитель волоконно-оптический; 5 - поверяемый ваттметр.

Рисунок 4 – Блок-схема установки для измерений нелинейности приемников оптического излучения в ВОСП

13.1.22 Подготавливают установку к работе на одной из длин волн, на которой проводились операции по п.п. 13.1.1 – 13.1.6.

13.1.23 Устанавливают ослабление аттенюаторов А1 и А2 таким образом, чтобы мощность, измеренная ваттметром, была одной и той же, когда излучение приходит только по каналу 1 или каналу 2 (затвор аттенюатора другого канала закрыт), и при этом суммарная мощность от каналов 1 и 2 превышала не менее, чем в 3 раза значению мощности P_{ij} , при которой проводились последние измерения по пункт 13.1.5.

13.1.24 Закрывают затворы обоих каналов и устанавливают нулевые показания поверяемого ваттметра.

13.1.25 Открывают затвор канала 1 и регистрируют показания поверяемого ваттметра P_{1i} .

13.1.26 Открывают затвор канала 2 и регистрируют показания поверяемого ваттметра P_{2i} при обоих открытых затворах.

13.1.27 Закрывают затвор канала 1 и регистрируют показания поверяемого ваттметра P_{2i} .

13.1.28 Определяют значение нелинейности $\theta_{ли}$, % по формуле (7)

13.1.29 Увеличивают ослабление каждого из аттенюаторов A_1 и A_2 приблизительно в два раза таким образом, чтобы показания поверяемого ваттметра при обоих открытых затворах $P_{\Sigma i}$, Вт равнялись показаниям поверяемого ваттметра при одном открытом затворе на предыдущем шаге $P_{(i-1)}$, Вт, при этом как можно точнее соблюдают равенство показаний при каждом отдельно открытом канале: $P_{1i} = P_{2i}$, Вт.

13.1.30 Повторяют операции по 13.1.25 – 13.1.29 для всего оставшегося диапазона измерений мощности поверяемого ваттметра.

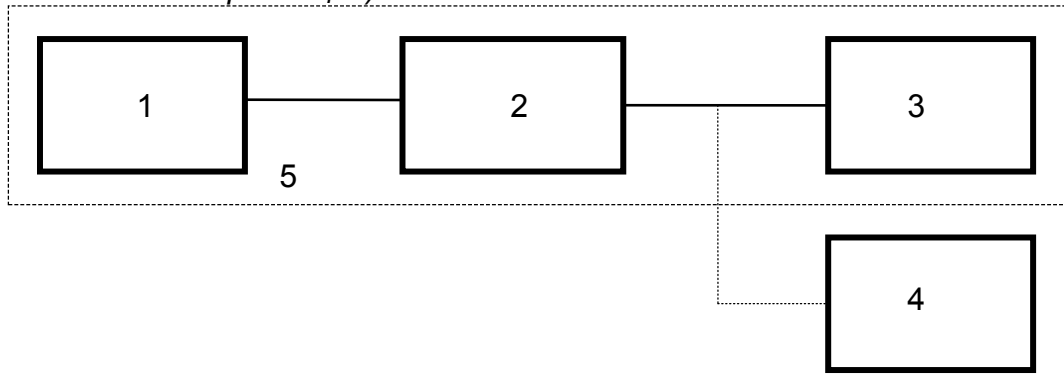
13.1.31 Вычисляют значение общей нелинейности θ_n , %, последовательно суммируя локальные i -е значения нелинейности, начиная от точки $0P$ Вт ($i=0$), где нелинейность равна нулю, по формуле (8)

где $n < 0$ соответствует значениям мощности меньше P_0 ;

13.1.32 Проводят операции по 13.1.23 – 13.1.32 на всех длинах волн, на которых проводились операции по п.п. 13.1.1 – 13.1.6.

13.2 Определение спектральной характеристики ваттметра

13.2.1 Проводят измерение относительной спектральной характеристики измерителя мощности на установке для измерений относительных спектральных характеристик приемников и источников из состава РЭСМ согласно методике работы на этой установке. Для этого подключают исследуемый измеритель к установке, как показано на рисунке 5.



1 – осветитель; 2 – монохроматор; 3 – опорный приемник; 4 – исследуемый измеритель; 5 – установка для измерений спектральных характеристик приемников и источников из состава РЭСМ.

Рисунок 5 – Схема установки для измерения относительной спектральной характеристики измерителя.

13.2.2 Если в поверяемом ваттметре предусмотрена предварительная установка длин волн измеряемого излучения, то при измерении спектральной характеристики на ваттметре устанавливаются те же значения длин волн, что и на счетчике монохроматора.

13.2.3 Неравномерность спектральной характеристики ϱ , % определяют в каждом спектральном диапазоне, если он не один, по формуле

где S_{\max} ; S_{\min} , отн.ед. - соответственно максимальное и минимальное значение относительной спектральной характеристики в каждом спектральном диапазоне, если он не один;

S_k , отн.ед. - значение относительной спектральной характеристики на длине волны градуировки.

13.3 Определение длин волн излучения источника

13.3.1 Проводят измерение длин волн и ширины спектра излучения по уровню 0,5 источника на установке для измерений относительных спектральных характеристик приемников и источников согласно методике работы на этой установке. Для этого в схеме на рисунке 5 излучение на вход монохроматора подают

не от осветителя, а от поверяемого источника, подключив оптический кабель между выходным оптическим разъёмом источника и оптическим разъёмом на входной щели монохроматора.

13.4 Определение мощности на выходе источника и её нестабильности

13.4.1 Проводят предварительный прогрев источника на одной из длин волн излучения в течение интервала времени, указанного в его технической документации.

13.4.2 Подают оптическое излучение от поверяемого источника с помощью волоконного кабеля на оптический вход ваттметра РЭСМ.

13.4.3 Регистрируют показания ваттметра РЭСМ в течение времени, за которое нормируется нестабильность выходной мощности источника в его технической документации, но не менее чем за 15 минут с интервалом в 1 минуту. При измерении нестабильности более чем за 1 час допускается увеличивать время между двумя измерениями до 10 минут.

13.4.4 Операции по п.п. 13.4.1 – 13.4.3 проводят для всех длин волн излучения источника.

13.5 Определение временных характеристик источника

13.5.1 Проверку временных характеристик проводят для источников, работающих не только в непрерывном, но и в импульсном режиме. Как правило, источники тестеров имеют частоту модуляции 270 Гц и одно или несколько фиксированных значений частоты в диапазоне от 1 до 100 кГц.

13.5.2 По данному разделу рекомендации проверяют отсутствие выброса более 10 % на переднем фронте оптического импульса, а также его временные характеристики, нормируемые в технической документации на источник из следующего перечня:

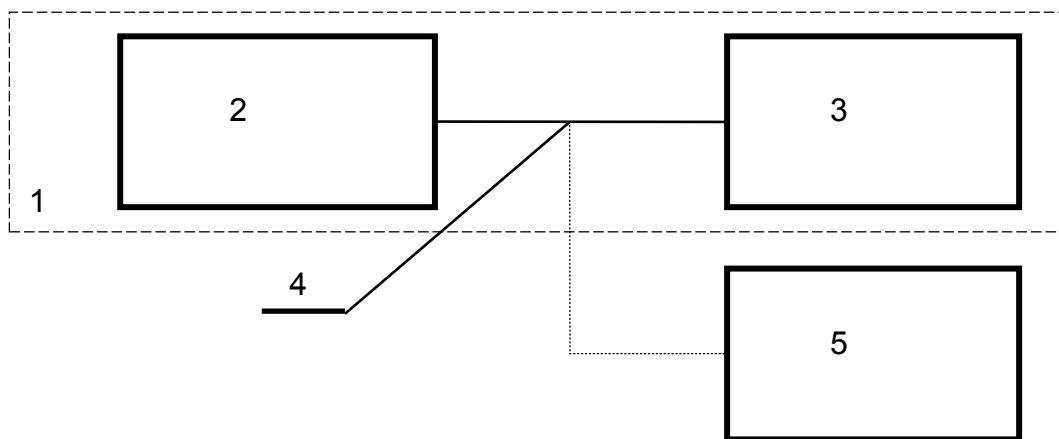
- частота повторения импульса;
- скважность;
- длительность фронта;
- неравномерность плоской вершины.

13.5.3 Подают излучение от поверяемого источника через волоконно-оптический кабель на вход ПР и по картинке на экране осциллографа,

подключенного к выходу ПР, определяют требуемые в технической документации временные характеристики импульсного излучения (из перечня п. 13.5.2), а так же проверяют отсутствие выброса на переднем фронте оптического импульса.

13.6 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня обратных потерь

13.6.1 Для определения диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня обратных потерь путем сравнения значений мер обратных потерь, измеренных последовательно с помощью исследуемого анализатора и ИОП из состава РЭОП, собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 5.



1 - РЭОП; 2 – меры обратных потерь; 3 - ИОП из состава РЭОП; 4 - волоконно-оптический кабель; 5 – поверяемый ИОП.

Рисунок 5 – блок-схема установки для сличения анализатора с РЭОП

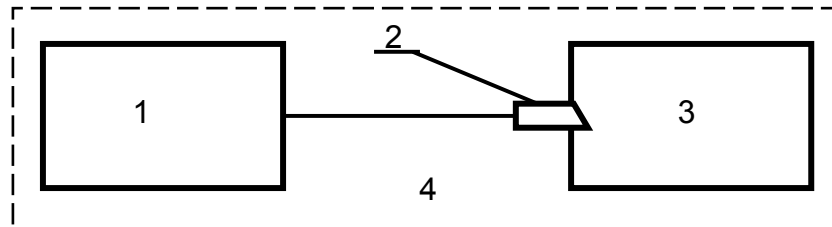
13.6.2 Измеряют последовательно поверяемым ИОП (5) и ИОП из состава РЭОП (3) значения обратных потерь для каналов № № 1, 2, 3, 4, 5 меры 1550 нм согласно Руководству по эксплуатации, регистрируя соответствующие значения A_{ij} , и A_{0ij} , дБ ($i = 1 - 5$ – номер канала меры).

13.6.3 Проводят операции по п. 13.6.2 еще 2 раза, регистрируя соответствующие значения A_{ij} и A_{0ij} ($i=1 - 5$ – номер канала меры, $j=1 - 5$ – номер цикла измерений).

13.6.4 Проводят операции по п. 13.6.2 и п. 13.6.3 на всех рабочих длинах волн поверяемого РЭОП

13.6.5 Определение абсолютной погрешности при измерении обратных потерь допускается проводить с использованием РЭСМ, оптического разветвителя с коэффициентом деления (50 – 50) % и оптическими разъёмами типа APC, меры обратных потерь.

13.6.6 Собирают схему в соответствии с рисунком 6.

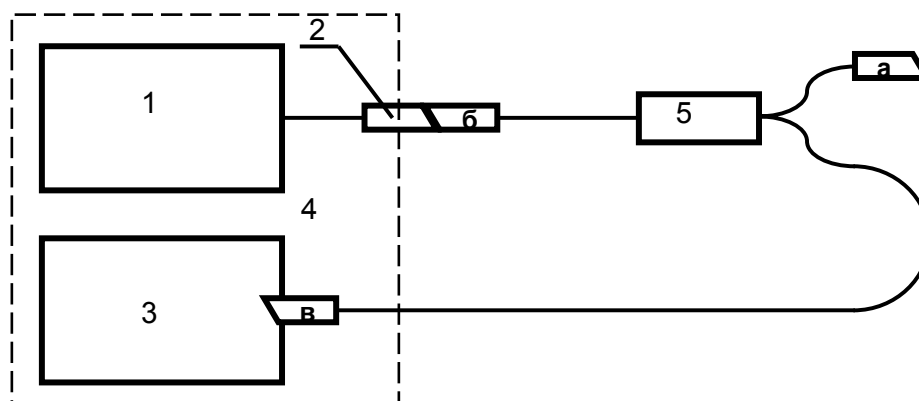


1 - источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ; 2 – волоконно-оптический кабель с оптическим разъёмом APC; 3 - ваттметр из состава РЭСМ; 4 - РЭСМ.

Рисунок 6 – измерение мощности источника

13.6.7 Включают источник излучения 1 из состава РЭСМ и измеряют уровень мощности P_0 , дБм , на выходе . волоконно-оптического кабеля.

13.6.8 Собирают схему в соответствии с рисунком 7. Излучение, подаваемое на вход «б» оптического разветвителя 5 разделяется приблизительно пополам между выходами «а» и «в».



1 - источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ; 2 – волоконно-оптический кабель с оптическим разъёмом APC; 3 - ваттметр из состава РЭСМ; 4 – РЭСМ; 5 – волоконно-оптический разветвитель.

Рисунок 7 – измерение мощности на выводе «в» оптического разветвителя

ГОСТ Р 8.720

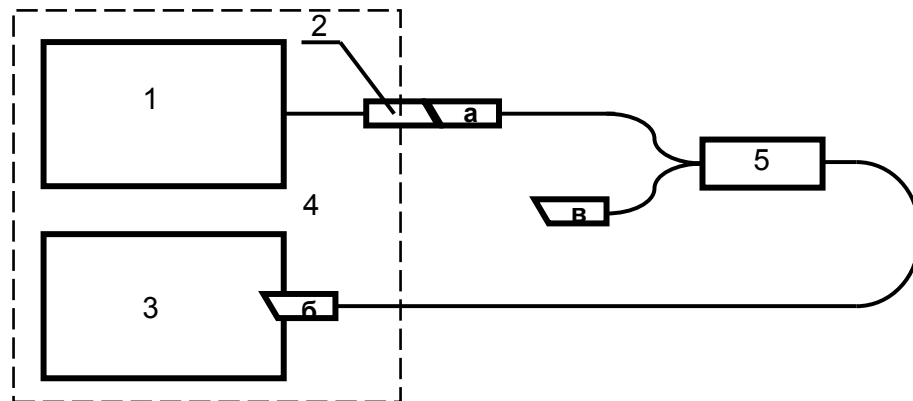
(Проект, окончательная редакция)

13.6.9 Измеряют уровень мощности P_1 , дБм, на выводе «в» оптического разветвителя 5.

13.6.10 Рассчитывают затухание $A_{б-в}$, дБ, между выводами б и в оптического разветвителя по формуле

$$A_{б-в} = P_0 - P_1 \quad (10)$$

13.6.11 Собирают схему в соответствии с рисунком 8.

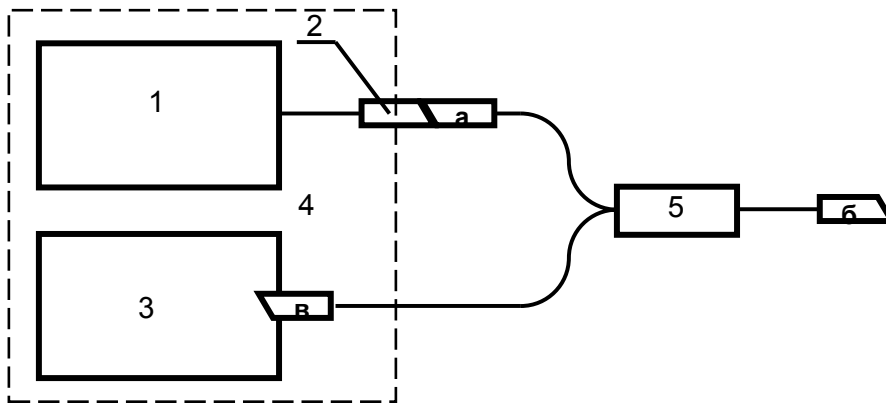


1 - источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ; 2 – волоконно-оптический кабель с оптическим разъёмом APC; 3 - ваттметр из состава РЭСМ; 4 – РЭСМ; 5 – волоконно-оптический разветвитель.

Рисунок 8 – измерение мощности на выводе «б» оптического разветвителя

13.6.12 Измеряют уровень мощности P_2 , дБм, на выводе «б» оптического разветвителя 5.

13.6.13 Не нарушая соединения волоконно-оптического кабеля 2 с источником излучения 1 и с выводом «а» волоконно-оптического разветвителя 5, собирают схему в соответствии с рисунком 9



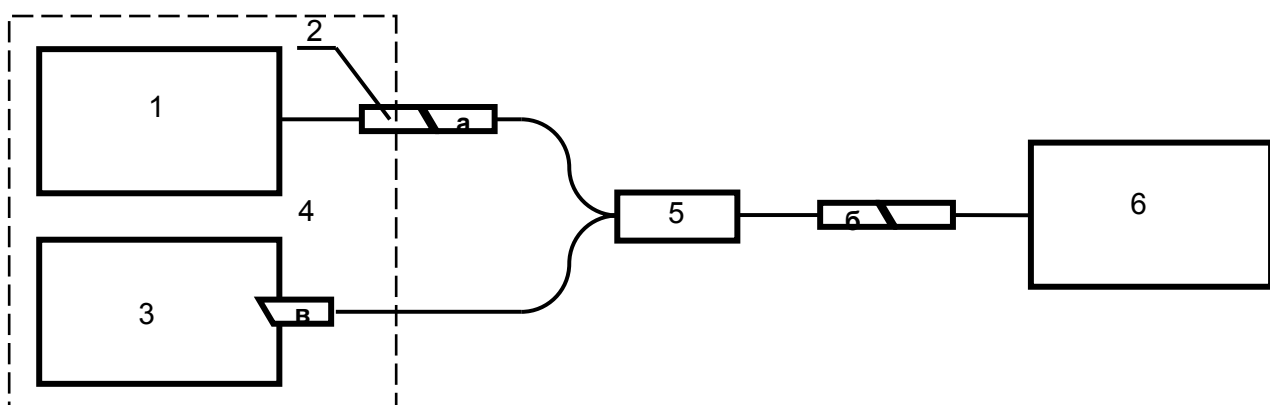
1 - источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ; 2 – волоконно-оптический кабель с оптическим разъёмом APC; 3 - ваттметр из состава РЭСМ; 4 – РЭСМ; 5 – волоконно-оптический разветвитель.

Рисунок 9 – измерение мощности на выводе «в» оптического разветвителя.

13.6.14 Измеряют уровень мощности P_3 , дБм, на выводе «в» оптического разветвителя 5.

13.6.15 Рассчитывают разность $(P_2 - P_3)$. Она должна быть больше 45 дБ. Если $P_2 - P_3 < 45$ дБ, то необходимо очистить оптические разъемы волоконно-оптического кабеля 2 и волоконо-оптического разветвителя 5 и повторить действия по 1.1 – 1.10.

13.6.16 Собирают схему в соответствии с рисунком 10, подключив к выводу «б» меру обратных потерь 6.



1 - источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ; 2 – волоконно-оптический кабель с оптическим разъёмом APC; 3 - ваттметр из состава РЭСМ; 4 – РЭСМ; 5 – волоконно-оптический разветвитель; 6 – мера обратных потерь.

Рисунок 10 – измерение меры обратных потерь.

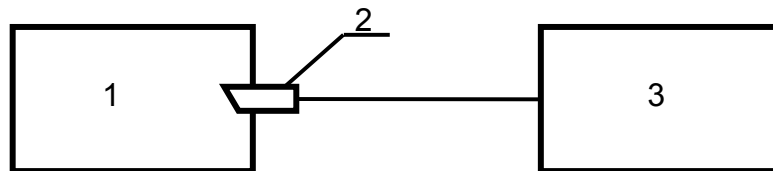
13.6.17 Измеряют уровень мощности P_B , дБм, на выводе «в» оптического разветвителя 5.

13.6.18 Рассчитывают значение обратных потерь A_0 , дБ, меры обратных потерь по формуле

$$A_0 = P_2 - P_B + A_{б-в} + a_2 \quad (11)$$

где a_2 - затухание в соединении вывода «б» оптического разветвителя и меры обратных потерь. Значение a_2 принимается равным 0,3 дБ.

13.6.19 Отсоединяют меру обратных потерь 6 от вывода «б» оптического разветвителя 5 и подключают её к поверяемому ИОП в соответствии с рисунком 11.



1 – поверяемый ИОП; 2 - 2 – волоконно-оптический кабель с оптическим разъёмом APC; 3 – мера обратных потерь.

Рисунок 11 – измерение меры обратных потерь поверяемым ИОП.

13.6.20 Измеряют обратные потери меры обратных потерь поверяемым ИОП A , дБ.

13.6.21 Операции 13.6.17 ... 13.6.20 повторяют ещё два раза.

13.6.22 Определяют абсолютную погрешность измерения обратных потерь Δ_A , дБ, по формуле

$$\Delta_{Aij} = A_{0ij} - A_{ij}, \quad (12)$$

13.6.23 Операции по п.п. 13.6.16 – 13.6.22 повторяют для всех мер обратных потерь в диапазоне измерений обратных потерь поверяемым ИОП.

14 Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

14.1 Подтверждение соответствия ваттметров метрологическим требованиям

14.1.1 Значение основной относительной погрешности на длине волны градуировки Δ_r , % по результатам поверки вычисляют по формуле

$$\frac{\theta_r}{S_p}$$

где S_p – максимальное значение СКО S_j , %, вычисленного в п. 13.1.7

Если сличение ваттметра с РЭСМ проводится по п.п. 13.1.1 – 13.1.8 или по п.п. 13.1.9 – 13.1.18, то θ_r – максимальное значение θ_j , %, вычисленного в п. 13.1.7:

Если сличение ваттметра с РЭСМ проводится с добавлением измерений по п.п. 13.1.22– 13.1.33, то θ_r определяется в точке начала измерений нелинейности (п. 13.1.11) и θ_0 определяется по формуле

θ_0 – основная погрешность РЭСМ на длине волны градуировки

14.1.2 Значение основной относительной погрешности измерений относительных уровней мощности $\Delta_{\text{отн}}$, % по результатам поверки определяют по формуле

$$\frac{\theta_0}{S_p}$$

где θ_{00} - погрешность измерений относительных уровней мощности РЭСМ, выраженная в %;

14.1.3 Если сличение ваттметра с РЭСМ проводится по п.п. 13.1.1 – 13.1.8 или по п.п. 13.1.9 – 13.1.18, то

14.1.4 Если сличение ваттметра с РЭСМ проводится с добавлением измерений по п.п. 13.1.22– 13.1.33, то θ_{00} , % определяется в точке начала измерений нелинейности (п. 13.1.11) и θ_{λ} определяется по формуле (10)

14.1.5 Фактическое значение основной относительной погрешности измерений мощности в рабочем спектральном диапазоне $\Delta \lambda$, % определяют по формуле:

- если в ваттметре не предусмотрена предварительная установка длины волны излучения, то

$$\theta_{\lambda} = \theta_{00} + \theta_{\lambda} \cdot \frac{\Delta \lambda}{\lambda}$$

где θ_{λ} , %- основная погрешность установки для измерения спектральных характеристик или по формуле:

- если в ваттметре предусмотрена предварительная установка длины волны излучения

$$\theta_{\lambda} = \theta_{00} + \theta_{\lambda} \cdot \frac{\Delta \lambda}{\lambda}$$

где θ_s , % – неравномерность спектральных характеристик в данном диапазоне (если их несколько), полученная по п. 13.2.3.

θ_g , % в формулах (12) и (13) определяется из условий использования формул (9) и (10)

14.1.6 Расчет погрешности проводят на каждой рабочей длине волны (или в каждом спектральном диапазоне) отдельно.

14.1.7 Для ваттметров, у которых не предусмотрена предварительная установка длины волны излучения, вводится спектральная поправка A_{λ} , дБ или спектральный поправочный коэффициент K_{λ} , отн.ед. Результат измерений мощности излучения P с длиной волны λ , отличной от длины волны градуировки, определяют по формулам:

$$P = A_{\lambda} + B \quad (21)$$

$$P = K_{\lambda} B \quad (22)$$

где B – показания ваттметра при измерении мощности на длине волны, отличной от длины волны калибровки, в дБ – для формулы 21 или в Вт, для формулы 22.

14.1.8 Спектральную поправку A_{λ} , дБ определяют по формуле

где S_{λ} ; S_k - значения относительных спектральных характеристик на длине волны λ и длине волны градуировки, выраженные в дБ.

14.1.9 Спектральный поправочный коэффициент K_{λ} , отн. ед определяют по формуле

—

где S_{λ} и S_k выражены в %.

14.1.10 Полученные значения основной относительной погрешности измерений мощности на длине волны градуировки, основной относительной погрешности измерений относительных уровней мощности и основной относительной погрешности измерений мощности в рабочем спектральном

ГОСТ Р 8.720

(Проект, окончательная редакция)

диапазоне не должны превышать пределы, установленные в технической документации на поверяемый прибор во всём его диапазоне измерений мощности.

14.2 Подтверждение соответствия источников метрологическим требованиям.

14.2.1 Полученные значения длин волн и ширины спектра излучения должны находиться в пределах, установленных в технической документации на поверяемый источник.

14.2.2 Нестабильность источника σ , % определяют по формуле

$$\sigma = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{P_{\min}} \cdot 100\%$$

где P_{\max} и P_{\min} , Вт – соответственно, максимальное и минимальное значения мощности, зафиксированные за время измерений (п. 13.4.3).

14.2.3 За значение мощности излучения источника P , Вт принимают P_{\min} , Вт – минимальное из полученных значений при измерении нестабильности источника для каждой длины волны.

14.2.4 Полученные значения оптической мощности и её нестабильности для всех длин волн не должны превышать предел, установленный в описании типа на поверяемый источник или тестер.

14.3 Подтверждение соответствия ИОП метрологическим требованиям.

14.3.1 Определяют значение абсолютной погрешности измерений обратных потерь $\Delta_{\text{обр}}$, дБ по формуле

$$\Delta_{\text{обр}} = \frac{P_{\text{вх}} - P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}} \cdot 100\%$$

14.3.2 Поверяемый ИОП считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если на длинах волн градуировки диапазон измерений уровня обратных потерь и значения абсолютной погрешности измерений уровня обратных потерь не превышает значений, установленных в описании типа на поверяемый ИОП.

15 Оформление результатов поверки

15.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки в соответствии с [2].

15.2 При необходимости для предотвращения доступа к узлам настройки (регулировки) СИ в местах, предусмотренных его конструкцией, по завершении поверки устанавливаются пломбы, содержащие изображение знака поверки.

15.3 Поверяемое СИ считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к СИ в соответствии с его описанием типа, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае СИ считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

15.4 Сведения о результатах поверки (как положительных, так и отрицательных) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

15.5 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

15.6 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

16 Библиография

- [1] Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2019 № 2862 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации».
- [2] Приказ Минпромторга от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».


УДК 658.516.2;681.78

ОКС 17.180.30

Ключевые слова: измерители оптической мощности, источники оптического излучения, измерители обратных потерь, тестеры оптические малогабаритные, волоконно-оптические системы передачи информации, методика поверки, средняя мощность оптического излучения, средства измерений

Руководитель организации – разработчика

директор
ФГБУ «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

Руководитель разработки
заместитель начальника отделения
ФГБУ «ВНИИОФИ»



А.П. Мамонов

Разработчик:
начальник лаборатории
ФГБУ «ВНИИОФИ»



И.С. Королёв