ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО МЕТРОЛОГИИ

**Р 50.2.084—
2013**

Государственная система обеспечения единства измерений

РАБОЧИЕ ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦЫ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ

Методика поверки

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным унитарным предприятием «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» (ФГУП «ВНИИОФИ»)

2 ВНЕСЕНЫ Техническим комитетом по стандартизации ТК 206 «Эталоны и поверочные схемы», ПК 10 «Оптико-физические средства измерений»

3 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 сентября 2013 г. № 1009-ст

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящих рекомендаций установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящим рекомендациям публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящих рекомендаций 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 (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

Настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Операции поверки . . . 1
4 Средства поверки . . . 2
5 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности . . . 3
6 Условия поверки . . . 3
7 Подготовка к поверке . . . 3
8 Проведение поверки . . . 4
8.1 Внешний осмотр . . . 4
8.2 Опробование . . . 4
8.3 Определение метрологических характеристик . . . 4
8.3.1 Передача единицы средней мощности оптического излучения от компаратора средней мощности оптического излучения в ВОСП ГЭТ 170 . . . 4
8.3.2 Определение составляющей погрешности, обусловленной нелинейностью измерителя мощности . . . 5
8.3.3 Определение неравномерности спектральной характеристики измерителя мощности . . . 8
8.3.4 Определение длин волн излучения источников . . . 8
8.3.5 Определение мощности излучения на выходе источников и нестабильности мощности излучения источников . . . 8
8.3.6 Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки; определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне; определение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности . . . 8
8.3.7 Определение времени нарастания переходной характеристики преобразователя . . . 9
8.3.8 Определение предела линейности преобразователя . . . 9
8.3.9 Определение абсолютной погрешности градуировки монохроматора по шкале длин волн . . . 10
9 Оформление результатов поверки . . . 11
Приложение А (обязательное). Форма протокола поверки . . . 12
Библиография . . . 13

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

РАБОЧИЕ ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦЫ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ

Методика поверки

State system for ensuring the uniformity of measurements. Working standards unit average optical power in fiber-optic transmission systems. Methods of verification

Дата введения — 2015—01—01

1 Область применения

Настоящая рекомендация распространяется на рабочие эталоны единицы средней мощности оптического излучения (далее — РЭСМ) в волоконно-оптических системах передачи (далее — ВОСП) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Рекомендация разработана на основе ГОСТ 8.585.

Межповерочный интервал — в соответствии с описанием типа поверяемого эталона. Рекомендуемый межповерочный интервал — не более одного года.

2 Нормативные ссылки

В настоящей рекомендации использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 8.585—2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны для волоконно-оптических систем связи и передачи информации

ГОСТ 12.1.040—83 Система стандартов безопасности труда. Лазерная безопасность. Общие положения

ГОСТ 12.1.031—81 Система стандартов безопасности труда. Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения

Примечание — При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящих рекомендаций в ссылочный стандарт, 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 отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Операции поверки

3.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, указанные в таблице 1.

Издание официальное

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта настоящей методики
Внешний осмотр	8.1
Опробование	8.2
Определение метрологических характеристик	8.3
Передача единицы средней мощности оптического излучения от компаратора средней мощности оптического излучения в ВОСП Государственного первичного специального эталона единиц длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем передачи информации ГЭТ 170—2011 (далее — ГЭТ 170)	8.3.1
Определение составляющей погрешности, обусловленной нелинейностью измерителя мощности	8.3.2
Определение спектральной характеристики измерителя мощности	8.3.3
Определение длин волн излучения источников	8.3.4
Определение мощности излучения на выходе источников и нестабильности мощности излучения источников	8.3.5
Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки; определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне; определение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности	8.3.6
Определение времени нарастания переходной характеристики преобразователя	8.3.7
Определение предела линейности преобразователя	8.3.8
Определение абсолютной погрешности градуировки монохроматора по шкале длин волн	8.3.9

При получении отрицательных результатов хотя бы одной операции поверка прекращается.

4 Средства поверки

4.1 При проведении первичной и периодической поверок применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Пункт методики	Наименование и тип средств поверки	Основные технические характеристики
8.3.1	ГЭТ 170. Компаратор средней мощности оптического излучения в ВОСП. Калориметрический приемник	Диапазон мощности от 10^{-4} до 10^{-2} Вт. Спектральный диапазон от 600 до 1700 нм. Случайная составляющая погрешности компаратора, выраженная в виде СКО 0,4 %. НСП компаратора 0,8 %. СКО передачи единицы средней мощности 0,3 %
8.3.2	ГЭТ 170. Установка для измерений нелинейности приемников оптического излучения в ВОСП	Диапазон измерений нелинейности от 10^{-12} до 10^{-2} Вт. Рабочие длины волн 850, 1310, 1550 нм. Погрешность измерений нелинейности 0,1 % на порядок диапазона средней мощности
8.3.3, 8.3.4	ГЭТ 170. Установка для измерений спектральных характеристик приемников и источников оптического излучения	Диапазон длин волн от 600 до 1700 нм. Погрешность измерений относительной спектральной характеристики 3 %. Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны 1 нм

Окончание таблицы 2

Пункт методики	Наименование и тип средств поверки	Основные технические характеристики
8.3.5	ГЭТ 170. Компаратор средней мощности оптического излучения в ВОСП. Фотоэлектрический ваттметр блока регистрации	Диапазон измеряемых значений средней мощности от 10^{-9} до 10^{-2} Вт. Диапазоны длин волн исследуемого излучения 800—900 нм, 1250—1350 нм, 1500—1700 нм. Предел допускаемой основной относительной погрешности измерений средней мощности в рабочем спектральном диапазоне 5 %
8.3.7, 8.3.8	Запоминающий цифровой осциллограф LeCroy WaveSurfer 422	Полоса пропускания 200 МГц. Среднеквадратическое значение погрешности измерений временных интервалов периодических сигналов 1,0 нс. Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерений напряжения $\pm (1{,}5 \cdot 10^{-2} \times \times U + 0{,}5 \cdot 10^{-2} \cdot 8 \cdot K_0)$, где U — измеряемое напряжение, K_0 — установленный коэффициент отклонения
8.3.8	Электронно-оптический преобразователь	Длины волн излучения фиксированные в диапазонах 800—900 нм, 1250—1350 нм, 1500—1600 нм. Длительность фронта импульса не более 3 нс
8.3.9	ГЭТ 170. Комплекс СИ для воспроизведения и передачи единицы длины волны в ВОСП	Диапазон длин волн от 600 до 1700 нм. Случайная составляющая погрешности, выраженная в виде СКО $5{,}31 \cdot 10^{-6}$ нм. НСП воспроизведения единицы длины волны $1{,}17 \cdot 10^{-4}$ нм
Примечание — Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие определение необходимых метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью. Средства поверки должны быть исправными и иметь действующее свидетельство о поверке.		

5 Требования к квалификации поверителей и требования безопасности

5.1 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей оптических приборов в соответствии с правилами [1] , изучивших настоящую методику и руководства по эксплуатации РЭСМ и испытательного оборудования, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда [2] и имеющих опыт работы с высокоточными средствами измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации, с разрешения ученого-хранителя ГЭТ 170.

5.2 При проведении поверки соблюдают требования, установленные ГОСТ 12.1.031—81, ГОСТ 12.1.040—83, правилами по охране труда [2] и Санитарными нормами и правилами [3].

6 Условия поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды, °С . . . . . 20 ± 2;
- относительная влажность воздуха, % . . . . . 65 ± 15;
- атмосферное давление, кПа . . . . . 100 ± 4;
- напряжение питающей сети, В . . . . . 220 ± 22;
- частота питающей сети, Гц . . . . . 50 ± 0,5.

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки изучают руководства по эксплуатации на поверяемый РЭСМ и применяемые при поверке приборы и установки.

7.2 Устанавливают на рабочем месте поверяемый РЭСМ, компаратор средней мощности оптического излучения в ВОСП из состава ГЭТ 170, осциллограф и электронно-оптический преобразователь.

7.3 Протирают специальным тампоном, смоченным изопропиловым спиртом, оптические разъемы измерителя мощности, источников излучения, аттенюаторов и преобразователя испытываемого РЭСМ. Протирают специальной салфеткой, смоченной изопропиловым спиртом, торцы волоконно-оптических кабелей, применяемых при проведении испытаний.

7.4 Включают в электрическую сеть все установленные на рабочем столе приборы, а также установку для измерений нелинейности приемников оптического излучения из состава ГЭТ 170, установку для измерений спектральных характеристик приемников и источников оптического излучения из состава ГЭТ 170. Включают все приборы нажатием соответствующих кнопок включения и тумблеров.

7.5 Проводят прогрев всех включенных приборов в течение 1 ч.

7.6 Устанавливают нулевые показания измерителя мощности РЭСМ. Убеждаются в наличии нулевых показаний на дисплее измерителя.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Проверяют комплектность поверяемого РЭСМ.

8.1.2 При внешнем осмотре необходимо убедиться:

- в отсутствии видимых механических повреждений;
- в целостности кабелей и разъемов;
- в исправности органов управления.

8.1.3 В случае обнаружения механических повреждений или неисправности кабелей, разъемов и органов управления РЭСМ к дальнейшим операциям поверки не допускается.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверяют правильность работы органов управления и переключения режимов поверяемого РЭСМ в соответствии с Руководством по эксплуатации.

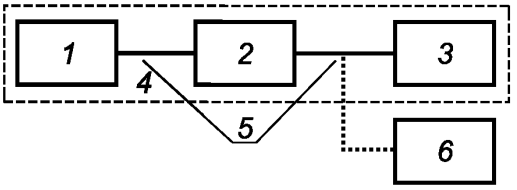
8.2.2 Если в эксплуатационной документации поверяемого РЭСМ указаны идентификационные данные программного обеспечения: наименование программного обеспечения, идентификационное наименование программного обеспечения, номер версии (идентификационный номер) программного обеспечения, цифровой идентификатор программного обеспечения, алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения, проверяют их соответствие эксплуатационной документации.

8.2.3 В случае обнаружения некорректности работы органов управления и переключения режимов поверяемого РЭСМ или несоответствия идентификационных данных программного обеспечения эксплуатационной документации РЭСМ к дальнейшим операциям поверки не допускается.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Передача единицы средней мощности оптического излучения от компаратора средней мощности оптического излучения в ВОСП ГЭТ 170

8.3.1.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 1.



1 — источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ; *2* — оптический аттенюатор; *3* — измеритель мощности поверяемого РЭСМ; *4* — исследуемый РЭСМ; *5* — волоконно-оптический кабель; *6* — компаратор средней мощности оптического излучения в ВОСП ГЭТ 170

Рисунок 1 — Блок-схема установки для передачи единицы средней мощности оптического излучения от компаратора на основе калориметрического приемника ГЭТ 170 измерителю мощности РЭСМ

8.3.1.2 Переводят исследуемый РЭСМ 4 в режим измерений на длине волны 850 нм.

8.3.1.3 Выход оптического аттенюатора 2 подключают волоконно-оптическим кабелем ко входу измерителя мощности РЭСМ 3 и регулированием ослабления аттенюатора устанавливают на его выходе значение мощности в диапазоне 0,5—1,2 мВт.

8.3.1.4 Выключают излучатель на длине волны 850 нм источника 1. Отсоединяют оптический кабель от измерителя 3 и подсоединяют его ко входу калориметрического приемника компаратора 6.

8.3.1.5 После установления теплового режима (20 мин) включают излучатель на длине волны 850 нм источника 1 и проводят измерение мощности P_{01} компаратором 6.

8.3.1.6 Сразу после измерения мощности с помощью компаратора отсоединяют оптический кабель от приемника компаратора, подсоединяют кабель ко входу измерителя мощности РЭСМ 3 и регистрируют показания измерителя мощности РЭСМ P_1.

8.3.1.7 Проводят операции по 8.3.1.4—8.3.1.6 еще четыре раза, регистрируя показания компаратора P_{0i} и поверяемого измерителя РЭСМ P_i.

8.3.1.8 Определяют погрешность сличения θ_1 и СКО результата сличения S_1 по формулам (1) и (2)

$$\theta_1 = (\sum_{i=1}^{5} \theta_i)/5; \quad (1)$$

$$S_1 = \sqrt{\sum_{i=1}^{5} (\theta_i - \theta_1)^2 / 4}, \quad (2)$$

где

$$\theta_i = ((P_i - P_{oi})/P_{oi} \cdot 100\ \%; \quad (3)$$

θ_i — разница в показаниях измерителя поверяемого РЭСМ и компаратора, выраженная в %;

P_{oi}; P_i — показания компаратора и измерителя мощности РЭСМ 3 соответственно при i-ом измерении, i = 1,2,3,4,5.

8.3.1.9 Проводят операции по 8.3.1.2 – 8.3.1.8 на длинах волн 1310, 1550, 1490 и 1625 нм.

8.3.1.10 Полученные значения погрешности сличения θ_1 для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

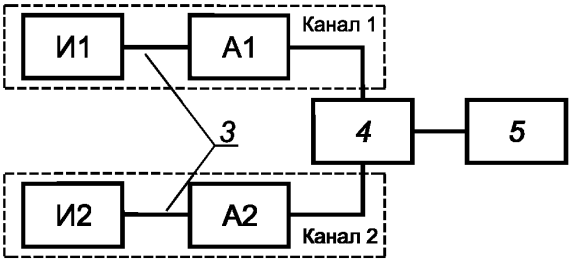
8.3.1.11 Полученные значения θ_1 и S_1 применяют при расчете погрешностей измерений мощности в пункте 8.3.6.

8.3.2 Определение составляющей погрешности, обусловленной нелинейностью измерителя мощности

8.3.2.1 Измерение нелинейности измерителя мощности РЭСМ проводят на установке для измерений нелинейности приемников оптического излучения в ВОСП ГЭТ 170. Нелинейность измеряют на длинах волн 850, 1310 и 1550 нм.

8.3.2.2 Схема установки для измерений нелинейности приемников оптического излучения в ВОСП ГЭТ 170 приведена на рисунке 2.

8.3.2.3 Измерения нелинейности проводят методом сложения света, возможны две реализации метода. Первую реализацию — с удвоением сигнала — применяют при измерении результирующей нелинейности во всем диапазоне измерений поверяемого РЭСМ, см. 8.3.2.4. Вторую реализацию — с детализацией внутри десятичного поддиапазона измерений (декады) — применяют при необходимости более точного измерения нелинейности в узком диапазоне измерений, см. 8.3.2.5.



И1, И2 — источники оптического излучения стабилизированные; А1, А2 — аттенюаторы оптические с затвором; *3* — кабели волоконно-оптические; *4* — разветвитель волоконно-оптический; *5* — измеритель мощности поверяемого РЭСМ

Рисунок 2 — Блок-схема установки для измерений нелинейности приемников оптического излучения в ВОСП ГЭТ 170

8.3.2.4 Измерение нелинейности с удвоением сигнала

8.3.2.4.1 Подготавливают установку к работе на длине волны 850 нм.

8.3.2.4.2 Устанавливают ослабление аттенюаторов А1 и А2 таким образом, чтобы мощность, измеренная измерителем 5, 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 равняется значению мощности P_0, при котором проводится передача единицы средней мощности измерителю поверяемого РЭСМ на данной длине волны (пункт 8.3.1).

8.3.2.4.3 Закрывают затворы обоих каналов и устанавливают нулевые показаня измерителя мощности поверяемого РЭСМ.

8.3.2.4.4 Открывают затвор канала 1 и регистрируют показания измерителя РЭСМ 5 P_{1i}.

8.3.2.4.5 Открывают затвор канала 2 и регистрируют показания измерителя РЭСМ 5 $P_{\Sigma i}$ при обоих открытых затворах.

8.3.2.4.6 Закрывают затвор канала А и регистрируют показания измерителя РЭСМ 5 P_{2i}.

8.3.2.4.7 Определяют значение нелинейности $\theta_{Пi}$ по формуле (4)

$$\theta_{Пi} = (P_{\Sigma i}/(P_{1i} + P_{2i}) - 1) \cdot 100\ \%. \quad (4)$$

8.3.2.4.8 Увеличивают ослабление каждого из аттенюаторов А1 и А2 приблизительно в два раза таким образом, чтобы показания измерителя РЭСМ при обоих открытых затворах $P_{\Sigma i}$ равнялись показаниям измерителя при одном открытом затворе на предыдущем шаге $P_{1(i-1)}$, при этом как можно точнее соблюдают равенство показаний при каждом отдельно открытом канале: $P_{1i} = P_{2i}$.

8.3.2.4.9 Повторяют операции по 8.3.2.4.3—8.3.2.4.8 для всего диапазона измерений мощности поверяемого РЭСМ.

8.3.2.4.10 Вычисляют значение общей нелинейности, последовательно суммируя локальные i-е значения нелинейности, начиная от точки P_0 (i = 0, см. 8.3.2.4.2), где нелинейность равна нулю, по формулам (5)—(7)

$$\theta_Л(P_n) = -\sum_{i=0}^{n+1} \theta_{Пi},\ n = -1, -2, -3\ldots; \quad (5)$$

$$\theta_Л(P_0) = 0; \quad (6)$$

$$\theta_Л(P_n) = +\sum_{i=1}^{n} \theta_{Пi},\ n = 1, 2, 3\ldots, \quad (7)$$

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

$n > 0$ соответствует значениям мощности больше P_0;

$\theta_{Пi}$ — локальное значение нелинейности на i-м шаге (i = 0 для шага, где $P_{АБi} = P_0$, 8.3.2.4.2).

8.3.2.4.11 Вычисляют значение нелинейности $\theta_{0Л}$ по отношению к исходному значению мощности P_0, при котором проводилась передача единицы средней мощности измерителю поверяемого РЭСМ на данной длине волны (точка калибровки), по формуле (8)

$$\theta_{0Л} = \max_n \{|\theta_Л(P_n)|\}. \quad (8)$$

8.3.2.4.12 Вычисляют значение нелинейности $\theta_Л$ в диапазоне измерений РЭСМ по формуле 9

$$\theta_Л = \max_n \{\theta_Л(P_n)\} - \min_n \{\theta_Л(P_n)\}, \quad (9)$$

где $\theta_Л(P_n)$ определяются по формулам (5)—(7).

8.3.2.4.13 Проводят операции по 8.3.2.4.1—8.3.2.4.12 на длинах волн 1310 и 1550 нм.

8.3.2.4.14 Полученные значения нелинейности $\theta_Л$ и $\theta_{0Л}$ для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

8.3.2.5 Измерение нелинейности с детализацией внутри декады

8.3.2.5.1 Подготавливают установку к работе на длине волны 850 нм.

8.3.2.5.2 Включают канал 1, открыв затвор аттенюатора А1 (рисунок 2). Выключают канал 2, закрыв затвор аттенюатора А2. Регулированием ослабления аттенюатора А1 устанавливают показания исследуемого прибора P_{11} (первый индекс соответствует номеру канала, второй — номеру измерений) таким образом, чтобы выполнялось условие: $1{,}2P_{min} \le P_{11} \le 1{,}5P_{min}$, где P_{min} — нижний предел диапазо-

на мощности, в котором необходимо измерить нелинейность для поверяемого прибора. Регистрируют точное значение P_{11}.

8.3.2.5.3 Включают канал 2, открыв затвор аттенюатора А2 (канал 1 остается включенным, ослабление в нем не меняется). Регулированием ослабления аттенюатора А2 устанавливают показания исследуемого прибора $P_{\Sigma 1}$ таким образом, чтобы выполнялось условие: $2{,}5P_{min} \le P_{\Sigma 1} \le 3P_{min}$. Регистрируют точное значение $P_{\Sigma 1}$.

8.3.2.5.4 Выключают канал 1, закрыв затвор аттенюатора А1 (канал 2 остается включенным, ослабление в нем не меняется). Регистрируют показания исследуемого прибора P_{21}.

8.3.2.5.5 Включают канал 1, открыв затвор аттенюатора А1 (оба канала включены). Регулировкой ослабления аттенюатора А2 устанавливают показания исследуемого прибора $P_{\Sigma 2}$ таким образом, чтобы выполнялось условие: $5P_{min} \le P_{\Sigma 2} \le 5{,}5P_{min}$.

8.3.2.5.6 Выключают оба канала, закрыв затворы аттенюаторов А1 и А2. При необходимости проводят установку нуля на исследуемом приборе.

8.3.2.5.7 Включают канал 1, открыв затвор аттенюатора А1 (канал 2 остается выключенным). Регистрируют точное значение P_{12}.

8.3.2.5.8 Включают канал 2, открыв затвор аттенюатора А2 (канал остается включенным, ослабление в нем не меняется). Регистрируют точное значение $P_{\Sigma 2}$.

8.3.2.5.9 Выключают канал 1, закрыв затвор аттенюатора А1 (канал 2 остается включенным, ослабление в нем не меняется). Регистрируют показания исследуемого прибора P_{22}.

8.3.2.5.10 Повторяют операции по 8.3.2.5.5—8.3.2.5.9 еще два раза, соблюдая условия $7{,}5P_{min} \le P_{\Sigma 3} \le 8P_{min}$ и $10{,}5P_{min} \le P_{\Sigma 4} \le 11P_{min}$, соответственно увеличивая на каждом шаге значение P_{2i}.

8.3.2.5.11 Выключают оба канала. Проводят установку нуля на исследуемом приборе. Проводят операции по 8.3.2.5.2—8.3.2.5.10 на следующем диапазоне измерений поверяемого прибора, соответственно, используя в качестве P_{min2} значение, в 10 раз большее значения P_{min1}. Например, если на предыдущем цикле проводились измерения в диапазоне 1 нВт—10 нВт, то P_{min1} было равно 1 нВт, а P_{min2} равно 10 нВт, и измерения в следующем цикле проводят в диапазоне 10 нВт—100 нВт (приблизительно с таким же равномерным распределением P_{Σ}).

8.3.2.5.12 Повторяют операции по 8.3.2.5.2—8.3.2.5.11 на всех диапазонах измерений поверяемого прибора (т. е. пока не выполнится условие $P_{\Sigma i} = P_{max}$, где P_{max} — верхний предел диапазона мощности, в котором необходимо измерить нелинейность для поверяемого прибора). Если мощности источников излучения установки оказывается недостаточно для достижения значения P_{max}, исключают из схемы установки аттенюатор, а если и этого оказывается недостаточно, то вместо волоконно-оптического сумматора применяют волоконно-оптический четырехканальный сумматор с дополнительными источниками излучения, например, из состава поверяемого РЭ.

8.3.2.5.13 Проводят операции по 8.3.2.5.1—8.3.2.5.12 для длин волн 1310 и 1550 нм.

8.3.2.5.14 Проводят обработку результатов измерений с помощью программы расчета нелинейности для каждой длины волны и для каждой декады отдельно. В результате получают значения нелинейности Δ_{ij} в i-й точке (i = 1,2,3,4; N = 4 — максимальное число суммирований на каждой декаде) j-й декады.

8.3.2.5.15 Пересчет значений нелинейности $\theta_{Пij}$ проводят в соответствии с формулой (10)

$$\theta_{Пij} = \theta_{ij} + \theta_{ПN(j-1)}, \qquad (10)$$

где Δ_{ij} — значение нелинейности в i-й точке (i = 1,2,3,4; N = 4) j-го диапазона, полученное после расчета нелинейности по программе обработки;

$\Delta_{Пij}$ — результирующее (приведенное к общей прямой) значение нелинейности в i-й точке (i = 1,2,3,4; N = 4) j-го диапазона, $\Delta_{ПN0} = 0$.

8.3.2.5.16 Определяют значение составляющей погрешности $\theta_{П}$, обусловленной нелинейностью измерителя мощности, по формуле (11)

$$\theta_{П} = \max_{i,j} \{ \theta_{Пij} \} - \min_{i,j} \{ \theta_{Пij} \}. \qquad (11)$$

8.3.2.5.17 Операции по 8.3.2.5.14—8.3.2.5.16 проводят для всех рабочих длин волн, на которых производилось определение нелинейности (850 нм, 1310 нм, 1550 нм).

8.3.2.5.18 Полученные значения нелинейности $\theta_{П}$ для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

8.3.3 Определение неравномерности спектральной характеристики измерителя мощности

8.3.3.1 Проводят измерение относительной спектральной характеристики измерителя мощности РЭСМ на установке для измерений спектральных характеристик приемников и источников ГЭТ 170 в спектральных диапазонах, указанных в эксплуатационной документации поверяемого РЭСМ, в соответствии с Руководством по эксплуатации установки.

8.3.3.2 При измерении спектральной характеристики для измерителя мощности устанавливают те же значения длин волн, что и на счетчике монохроматора.

8.3.3.3 Определяют неравномерность спектральной характеристики в каждом спектральном диапазоне по формуле (12)

$$\theta_C = (S_{max} - S_{min})/2, \quad (12)$$

где S_{max}; S_{min} — соответственно максимальное и минимальное значения относительной спектральной характеристики в каждом спектральном диапазоне (%).

8.3.3.4 Полученные значения неравномерности спектральной характеристики θ_{Cj} должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

8.3.4 Определение длин волн излучения источников

8.3.4.1 Измерение длин волн излучения источников поверяемого РЭСМ проводят на установке для измерений спектральных характеристик приемников и источников ГЭТ 170 в соответствии с Руководством по эксплуатации установки.

8.3.4.2 Полученные значения длин волн излучения источников должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

8.3.5 Определение мощности излучения на выходе источников и нестабильности мощности излучения источников

8.3.5.1 Предварительный прогрев источника поверяемого РЭСМ проводят на длине волны 850 нм в течение 30 мин.

8.3.5.2 Подают оптическое излучение на той же длине волны от источника излучения на оптический вход фотоэлектрического ваттметра блока регистрации компаратора средней мощности оптического излучения в ВОСП ГЭТ 170 с помощью волоконно-оптического кабеля.

8.3.5.3 Регистрируют показания фотоэлектрического ваттметра компаратора в течение 15 мин с интервалом в 1 мин и определяют значение нестабильности мощности источника $\theta_И$ по формуле (13)

$$\theta_И = 2 \cdot (P_{max} - P_{min})/(P_{max} + P_{min}) \cdot 100, \quad (13)$$

где P_{max} и P_{min} — максимальное и минимальное значения мощности соответственно, зарегистрированные за время измерений.

8.3.5.4 Проводят операции по 8.3.5.1—8.3.5.3 для остальных длин волн излучения источников РЭСМ.

8.3.5.5 За значение мощности излучения на выходе источника принимают значение P_{min} для каждой длины волны.

8.3.5.6 Полученные значения мощности излучения на выходе источника для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

8.3.6 Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки; определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне; определение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности

8.3.6.1 Определение диапазона измерений средней мощности оптического излучения, относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки, относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне и относительной погрешности измерений относительных уровней мощности проводят путем вычисления погрешностей на основании полученных ранее значений погрешности сличения, погрешности, обусловленной нелинейностью измерителя мощности (измерена во всем диапазоне измерений мощности, см. 8.3.2) и неравномерности спектральной характеристики.

8.3.6.2 Определяют значение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длине волны калибровки $\Delta_К$ по формуле (14)

$$\Delta_К = 2\sqrt{(\theta^2 + \theta_1^2 + \theta_{0Л}^2)/3 + S_1^2 + S^2 + S_П^2}, \quad (14)$$

где S — случайная составляющая погрешности компаратора, выраженная в виде СКО (0,4 %);

θ — НСП компаратора (0,8 %);

$S_П$ — СКО передачи единицы средней мощности (0,3 %);

θ_1 — погрешность сличения (пункт 8.3.1);

S_1 — СКО сличения (пункт 8.3.1);

$\theta_{0Л}$ — погрешность, обусловленная нелинейностью измерителя мощности РЭСМ (8.3.2.4.11), для длин волн 1490 и 1625 нм применяют значение, полученное для 1550 нм.

8.3.6.3 Определяют значение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне $\Delta_С$ по формуле (15)

$$\Delta_С = 2\sqrt{(\theta_1^2 + \theta^2 + \theta_{0Л}^2 + \theta_С^2 + \theta_{С0}^2)/3 + S_1^2 + S^2 + S_П^2}, \quad (15)$$

где S — случайная составляющая погрешности компаратора, выраженная в виде СКО (0,4 %);

θ — НСП компаратора ГЭТ 170 (0,8 %);

$S_П$ — СКО передачи единицы средней мощности (0,3 %);

θ_1 — погрешность сличения (пункт 8.3.1);

S_1 — СКО сличения (пункт 8.3.1);

$\theta_{0Л}$ — погрешность, обусловленная нелинейностью измерителя мощности РЭСМ (8.3.2.4.11), для длин волн 1490 и 1625 нм используется значение, полученное для 1550 нм;

$\theta_{С0}$ — основная погрешность установки для измерений спектральных характеристик ГЭТ 170 (3 %);

$\theta_С$ — неравномерность спектральной характеристики (пункт 8.3.3).

8.3.6.4 Определяют значение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности $\Delta_{ОТН}$ по формуле (16)

$$\Delta_{ОТН} = 2\sqrt{\theta_Л^2/3 + S_1^2}, \quad (16)$$

где S_1 — СКО сличения (пункт 8.3.1);

$\theta_Л$ — погрешность, обусловленная нелинейностью измерителя мощности РЭСМ (см. 8.3.2.4.12 или 8.3.2.5.16), для длин волн 1490 и 1625 нм используется значение, полученное для 1550 нм.

8.3.6.5 Полученные результаты для диапазона измерений средней мощности оптического излучения, относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки $\Delta_К$, относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне $\Delta_С$ и относительной погрешности измерений относительных уровней мощности $\Delta_{ОТН}$ для всех длин калибровки должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

8.3.7 Определение времени нарастания переходной характеристики преобразователя

8.3.7.1 Подключают выход поверяемого преобразователя коаксиальным кабелем к осциллографу с нагрузкой 50 Ом. Включают преобразователь.

8.3.7.2 Подают излучение от электронно-оптического преобразователя с длиной волны 850 нм на соответствующий оптический вход поверяемого преобразователя.

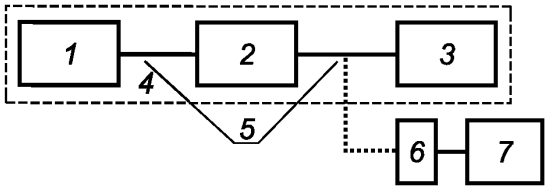
8.3.7.3 Получают устойчивую осциллограмму сигнала электронно-оптического преобразователя на осциллографе и определяют время нарастания переходной характеристики преобразователя $\tau_Ф$, равное длительности переднего фронта импульса по уровню 0,1—0,9 (измеряют с помощью осциллографа).

8.3.7.4 Проводят операции по 8.3.7.2, 8.3.7.3 для электронно-оптического преобразователя с длинами волн 1310 и 1550 нм, подавая излучение на соответствующий оптический вход.

8.3.7.5 Полученные значения времени нарастания переходной характеристики преобразователя $\tau_Ф$ для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

8.3.8 Определение предела линейности преобразователя

8.3.8.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 3.



1 — источник излучения стабилизированный из состава РЭСМ; *2* — аттенюатор оптический; *3* — измеритель мощности поверяемого РЭСМ; *4* — поверяемый РЭСМ; *5* — волоконно-оптический кабель; *6* — исследуемый преобразователь; *7* — осциллограф

Рисунок 3 — Блок-схема установки для определения предела линейности преобразователя

8.3.8.2 Подключают выход поверяемого преобразователя коаксиальным кабелем к осциллографу с нагрузкой 50 Ом. Включают преобразователь.

8.3.8.3 Включают источник излучения 1 на длине волны 850 нм.

8.3.8.4 Выход оптического аттенюатора 2 подключают волоконно-оптическим кабелем ко входу измерителя мощности РЭСМ 3 и регулированием ослабления аттенюатора устанавливают на его выходе значение средней мощности в диапазоне 0,5—0,6 мВт. Регистрируют показания измерителя мощности РЭСМ P_{01}.

8.3.8.5 Отсоединяют оптический кабель от измерителя мощности РЭСМ 3, подсоединяют кабель к оптическому входу преобразователя и регистрируют по осциллографу напряжение на нагрузке U_1.

8.3.8.6 Определяют коэффициент преобразования преобразователя $S_{ПР}$ по формуле (17)

$$S_{ПР1} = U_1 / P_{01}, \quad (17)$$

где U_1 — напряжение на нагрузке, измеренное по осциллографу (8.3.8.5);

P_{01} — значение средней мощности, зарегистрированное измерителем мощности РЭСМ (8.3.8.4).

8.3.8.6 Проводят операции по 8.3.8.4—8.3.8.6, увеличивая мощность P_{0i} с шагом 0,1 мВт на выходе аттенюатора уменьшением его ослабления. На каждом шаге определяют коэффициент преобразования $S_{ПРi}$ по формуле, аналогичной формуле (15).

8.3.8.7 Предел линейности преобразователя $P_{ПР}$ определяют как наибольшее значение мощности P_{0i}, при котором выполняется условие (18)

$$|S_{ПРi} - S_{ПР(i-1)}|/S_{ПР(i-1)} \le 0{,}05. \quad (18)$$

8.3.8.8 Проводят операции по 8.3.8.2—8.3.8.7 для остальных длин волн источников поверяемого РЭСМ, определяя соответствующие значения $P_{ПР}$.

8.3.8.9 Полученные значения предела линейности $P_{ПР}$ для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

8.3.9 Определение абсолютной погрешности градуировки монохроматора по шкале длин волн

8.3.9.1 На входную щель монохроматора устанавливают насадку с оптическим разъемом и подсоединяют к ней оптический разъем лазера из состава комплекса СИ для воспроизведения и передачи единицы длины волны в ВОСП ГЭТ 170. Подсоединяют к выходной щели монохроматора оптический кабель, соединенный другим разъемом с оптическим входом опорного приемника поверяемого РЭСМ. Включают излучение лазера.

8.3.9.2 На спектральной установке поверяемого РЭСМ запускают процедуру измерения длины волны источника излучения и определяют значение длины волны включенного лазера из состава комплекса СИ для воспроизведения и передачи единицы длины волны λ.

8.3.9.3 Определяют погрешность градуировки монохроматора по шкале длин волн Δ_λ по формуле (19)

$$\Delta_\lambda = |\lambda - \lambda_0|, \quad (19)$$

где λ_0 — фактическое (паспортное) значение длины волны лазера из состава комплекса СИ для воспроизведения и передачи единицы длины волны;

λ — измеренное монохроматором значение длины волны лазера из состава рабочего эталона длины волны (8.3.9.2).

8.3.9.4 Проводят операции по 8.3.9.1—8.3.9.3 для всех лазеров из состава комплекса СИ для воспроизведения и передачи единицы длины волны.

8.3.9.5 Полученные значения погрешности градуировки монохроматора по шкале длин волн Δ_λ для всех лазеров из состава комплекса СИ для воспроизведения и передачи единицы длины волны должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.

9 Оформление результатов поверки

9.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки в соответствии с приложением А.

9.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с правилами [4] и (или) наносят оттиск поверительного клейма в соответствии с правилами [5] и прибор допускают к эксплуатации.

9.3 При отрицательных результатах поверки свидетельство о предыдущей поверке и (или) оттиск поверительного клейма аннулируют и выписывают «Извещение о непригодности» с указанием причин в соответствии с правилами [4].

Приложение А
(обязательное)

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ № _____ от « _____ » _____ 20___г.
поверки средства измерений

1 Общие данные о поверяемом средстве измерений

Наименование: Рабочий эталон единицы средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи

Заводской номер: _____

Дата изготовления: _____

Владелец: _____ ИНН _____

2 Результаты поверки

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)

3 Условия поверки:

- температура окружающей среды _____
- относительная влажность воздуха _____
- атмосферное давление _____

По результатам поверки средство измерения признано пригодным/непригодным к применению в качестве рабочего эталона в соответствии с ГОСТ 8.585.

Срок очередной поверки: « _____ »_____ 20 _____ г.

Поверку проводил _____

Выдано свидетельство о поверке № ____ от « _____ » _____ 20 _____ г.

Выдал _____

Библиография

[1] Правила по метрологии ПР 50.2.012—94 — Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок аттестации поверителей средств измерений

[2] ПОТ РМ-016—2001 (РД 153-34.0-03.150—00) — Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок

[3] СанПиН 5804—91 — Санитарные правила и нормы устройства и эксплуатации лазеров

[4] Правила по метрологии ПР 50.2.006—94 — Государственная система обеспечения единства измерений. Порядок проведения поверки средств измерений

[5] Правила по метрологии ПР 50.2.007—94 — Государственная система обеспечения единства измерений. Поверительные клейма

УДК 681.78.53.089.6:006.354 ОКС 17.020

Ключевые слова: рабочий эталон единицы средней мощности, оптическое излучение, волоконно-оптические системы передачи

Редактор *М.В. Глушкова*
Технический редактор *Е.В. Беспрозванная*
Корректор *Е.Д. Дульнева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 18.09.2014. Подписано в печать 24.10.2014. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,36. Тираж 66 экз. Зак. 4389.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru