ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕТРОЛОГИИ

Р 50.2.083— 2013

Государственная система обеспечения единства измерений

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ХРОМАТИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ 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 Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, Техническим комитетом по стандартизации ТК 206, ПК 206.10 «Эталоны и поверочные схемы в области оптических и оптико-физических измерений»

3 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 сентября 2013 г. № 1008-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 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 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 безопасности . . . 3
6 Условия поверки . . . 3
7 Подготовка к поверке . . . 3
8 Проведение поверки . . . 3
8.1 Внешний осмотр . . . 3
8.2 Опробование . . . 3
8.3 Определение метрологических характеристик . . . 3
8.3.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений ХД с помощью эталонной меры единицы ХД . . . 3
8.3.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений ХД с помощью рабочего эталона (с помощью государственного первичного специального эталона единицы ХД в оптическом волокне ГЭТ 184—2010 для высокоточных измерений) . . . 4
8.3.3 Определение диапазона измерений ХД . . . 5
8.3.4 Определение динамического диапазона ослабления при измерении ХД . . . 6
9 Оформление результатов поверки . . . 6
Библиография . . . 7

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И П О М Е Т Р О Л О Г И И

Государственная система обеспечения единства измерений

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ХРОМАТИЧЕСКОЙ ДИСПЕРСИИ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ

Методика поверки

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Chromatic dispersion measurement means for fiber-optical waveguides. Verification methods

Дата введения — 2015—01—01

1 Область применения

Настоящие рекомендации распространяются на рабочие средства измерений хроматической дисперсии в волоконно-оптических системах передачи информации (далее — РСИ ХД) и устанавливают методику их первичной и периодической поверок.

РСИ ХД представляет собой прибор или комплект приборов, состоящий из источника оптического излучения и измерительного устройства.

Межповерочный интервал — не более одного года.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.608—2012 Государственная поверочная схема для средств измерений хроматической дисперсии в оптическом волокне

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

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 указанным 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 настоящего стандарта 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

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Издание официальное

Таблица 1

Наименование операции	Пункт рекомендаций	Проведение операций при:	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Опробование	8.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик[1)]	8.3		
Определение основной абсолютной погрешности измерений ХД с помощью эталонной меры единицы ХД	8.3.1	Да	Да
Определение основной абсолютной погрешности измерений ХД с помощью рабочего эталона (с помощью государственного первичного специального эталона единицы ХД в оптическом волокне ГЭТ 184—2010 для высокоточных измерений)	8.3.2	Да	Да
Определение диапазона измерений ХД	8.3.3	Да	Нет
Определение динамического диапазона измерений ХД	8.3.4	Да	Нет

[1)] Государственная поверочная схема для средств измерений ХД в оптическом волокне (ГОСТ 8.608) предусматривает три варианта проведения поверки (калибровки) РСИ ХД (8.3.1—8.3.2): с помощью эталонной меры единицы ХД (далее — мера), с помощью рабочего эталона единицы ХД в оптическом волокне и непосредственно с помощью ГПСЭ единицы ХД в оптическом волокне ГЭТ 184—2010.

При получении отрицательных результатов хотя бы одной операции поверку прекращают.

4 Средства поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Пункт рекомендаций	Наименование и тип средств поверки	Основные технические характеристики
8.3.1, 8.3.3, 8.3.4	Эталонная мера единицы хроматической дисперсии в оптическом волокне	Рабочие длины волн: 1260 ... 1650 нм. Диапазон воспроизведения единицы ХД: от минус 350 пс/нм до плюс 350 пс/нм (фиксированные значения); границы допускаемой основной погрешности при воспроизведении единицы ХД: ±(1,0 + 0,5 % *D*) пс/нм, где *D* — значение ХД
8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Рабочий эталон единицы хроматической дисперсии в оптическом волокне	Рабочие длины волн: 1260 ÷ 1650 нм. Диапазон воспроизведения единицы ХД: от минус 350 пс/нм до плюс 350 пс/нм; границы допускаемой основной погрешности при воспроизведении единицы ХД: ±1 пс/нм
8.3.2, 8.3.3, 8.3.4	Государственный первичный специальный эталон единицы хроматической дисперсии в оптическом волокне ГЭТ 184—2010	Рабочие длины волн: 1260 ÷ 1650 нм. Диапазон воспроизведения единицы ХД: минус 400 пс/нм до плюс 400 пс/нм; граница неисключенной систематической погрешности при воспроизведении единицы ХД: 0,6 пс/нм. СКО результатов измерений при воспроизведении единицы ХД: 0,1 пс/нм
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3,8.3.4	Аттенюатор	Диапазон вносимого ослабления составляет 0…60 дБ
8.3.1, 8.3.2, 8.3.3,8.3.4	Шнур волоконно-оптический соединительный	ШО-SM-3,0-FC/APC-FC/PC-01,0

4.2 Допускается применение средств измерений, метрологические характеристики которых не хуже приведенных в таблице 2.

5 Требования к квалификации поверителей и безопасности

5.1 При проведении поверки соблюдают требования установленные правилами [1], [2], [3]. При работе с лазерами соблюдают требования ГОСТ 12.1.040 и правил [4].

5.2 К проведению поверки допускают лиц не моложе 18 лет, аттестованных в качестве поверителей согласно правилам [5], прошедших инструктаж по охране труда, обучение и аттестацию по работе с лазерами и на право работы с электроустановками и изучивших настоящую рекомендацию и эксплуатационную документацию на рабочие средства измерений хроматической дисперсии и средства их поверки.

6 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

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

7 Подготовка к поверке

7.1 Перед проведением поверки изучают руководство по эксплуатации на поверяемый РСИ ХД и применяемые при поверке приборы.

7.2 Оптические разъемы источников излучения протирают специальным тампоном, смоченным изопропиловым спиртом. Оптические разъемы РСИ ХД, применяемые при проведении поверки, протирают специальной салфеткой, смоченной изопропиловым спиртом.

7.3 РСИ ХД и приборы, применяемые при поверке, подготавливают к работе в соответствии с руководствами по эксплуатации на них.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Комплектность РСИ ХД должна соответствовать требованиям руководства по эксплуатации на них.

8.1.2 При внешнем осмотре убеждаются в отсутствии видимых механических повреждений, в исправности кабелей и разъемов, в исправности органов управления.

8.1.3 В случае обнаружения механических повреждений или неисправности кабелей, разъемов и органов управления дальнейшие операции поверки не допускаются.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготавливают РСИ ХД к работе в соответствии с руководством по эксплуатации на него.

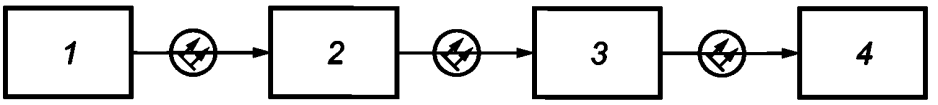
8.2.2 Включают РСИ ХД и проверяют наличие отображения экранного меню на дисплее.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений ХД с помощью эталонной меры единицы ХД

8.3.1.1 Собирают установку, схема которой приведена на рисунке 1. Меру ХД выбирают в соответствии с минимальным измеряемым значением ХД РСИ ХД. Значение вносимого ослабления аттенюатора выставляют равным 0 дБ.

8.3.1.2 Измеряют ХД меры $D_{i,\lambda}$ на длинах волн λ, указанных в руководстве по эксплуатации меры или в паспорте на нее и соответствующих рабочему спектральному диапазону РСИ десять раз (i = 1...n, n = 10).



1 — источник оптического излучения из состава РСИ ХД; *2* — мера ХД; *3* — аттенюатор; *4* — поверяемое РСИ ХД

Рисунок 1 — Схема установки для измерений ХД меры ХД

Примечание — При поверке РСИ ХД, действующих по рефлектометрическому методу (источник излучения установлен внутри блока измерителя), проводятся измерения с использованием отражателя, устанавливаемого на выходном торце меры ХД.

8.3.1.3 Вычисляют среднее значение результатов измерений ХД на каждой длине волны λ по формуле

$$\overline{D}_{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^{n} D_{i,\lambda}}{n}, \tag{1}$$

где n — число измерений.

8.3.1.4 Вычисляют максимальное значение среднего квадратического отклонения (СКО) результатов измерений ХД во всем рабочем спектральном диапазоне по формуле

$$S_{max} = \max\left[\sqrt{\frac{1}{n \times (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^{n} (D_{i\lambda} - \overline{D}_{\lambda})^2}\right]. \tag{2}$$

8.3.1.5 Определяют максимальное значение неисключенной систематической погрешности (НСП) результатов измерений ХД во всем рабочем спектральном диапазоне по формуле

$$\Theta_{max} = \max\left[|\overline{D}_{\lambda} - D_{МЕРА,\lambda}|\right], \tag{3}$$

где $D_{МЕРА,\lambda}$ — значение ХД меры на длине волны λ, указанное в руководстве по эксплуатации меры или паспорте на нее.

8.3.1.6 Определяют значение абсолютной погрешности при измерении ХД

$$\Delta = 2\sqrt{\frac{\Delta_{МЕРА}^2 + \Theta_{max}^2}{3} + S_{max}^2}, \tag{4}$$

где $\Delta_{МЕРА}$ — значение погрешности при воспроизведении единицы ХД меры ХД, указанное в паспорте или в руководстве по эксплуатации на нее.

8.3.1.7 Операции по 8.3.1.1—8.3.1.6 проводят для значения ослабления, вносимого с помощью аттенюатора, соответствующего динамическому диапазону при измерении ХД поверяемого РСИ ХД.

8.3.1.8 Операции по 8.3.1.1—8.3.1.7 проводят, выбрав меру ХД в соответствии с максимальным измеряемым значением ХД РСИ ХД.

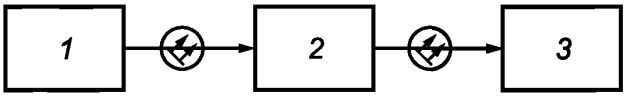
8.3.1.9 Результаты поверки считают положительными, если все полученные значения основной абсолютной погрешности измерений ХД РСИ ХД не превышают значения, указанного в спецификации РСИ ХД.

8.3.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений ХД с помощью рабочего эталона (с помощью государственного первичного специального эталона единицы ХД в оптическом волокне ГЭТ 184—2010 для высокоточных измерений)

Государственный первичный специальный эталон единицы хроматической дисперсии в оптическом волокне ГЭТ 184—2010 (далее — ГЭТ 184) применяют при проведении поверки и калибровки высокоточных средств измерений ХД (ВСИ ХД).

8.3.2.1 Собирают установку, схема которой приведена на рисунке 2. Компаратор ХД выбирают из состава ГЭТ 184 в соответствии с минимальным измеряемым значением ХД ВСИ ХД.

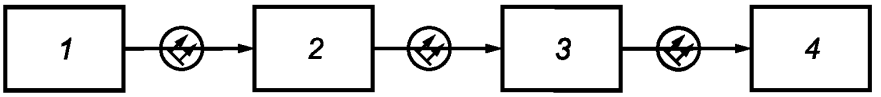
8.3.2.2 Измеряют ХД компаратора ХД $D_{E\lambda,i}$ на длинах волн λ, соответствующих рабочему спектральному диапазону ВСИ десять раз (i = 10), получив массив значений $D_{E\lambda,i}$, где $D_{E,\lambda,i}$ — значение ХД компаратора, на длине волны λ при i-ом измерении с помощью ГЭТ 184.



1 — источник оптического излучения из состава ГЭТ 184; *2* — компаратор ХД;
3 — измерительное устройство из состава ГЭТ 184

Рисунок 2 — Схема установки для измерений ХД компаратора ХД с помощью ГЭТ 184

8.3.2.3 Собирают установку, схема которой приведена на рисунке 3. Значение вносимого ослабления аттенюатора выставляют равным 0 дБ.



1 — источник излучения из состава ВСИ ХД; *2* — компаратор ХД из состава ГЭТ 184; *3* — аттенюатор; *4* — ВСИ ХД

Рисунок 3 — Схема установки для измерений ХД компаратора ХД с помощью ВСИ ХД

8.3.2.4 Измеряют ХД компаратора $D_{\text{ВСИ},\lambda}$ с помощью ВСИ ХД на длинах волн λ, на которых были измерены ХД компаратора с помощью эталона ГЭТ 184 десять раз ($i = 1 \ldots n, n = 10$), получив массив значений $D_{\text{ВСИ},\lambda,i}$, где $D_{\text{ВСИ},\lambda,i}$ — значение ХД компаратора, на длине волны λ при i-ом измерении с помощью ВСИ ХД.

8.3.2.5 По результатам измерений $D_{E,\lambda}$ и $D_{\text{ВСИ},\lambda}$ вычисляют средние значения ХД компаратора ХД на длинах волн λ по формулам:

$$\overline{D}_{E\lambda,i} = \frac{\Sigma D_{E\lambda,i}}{n}, \qquad \overline{D}_{\text{ВСИ},\lambda,I} = \frac{\Sigma D_{\text{ВСИ}\lambda,i}}{n}. \tag{5}$$

8.3.2.6 Вычисляют максимальное СКО результата измерений компаратора ХД с помощью ВСИ ХД во всем рабочем спектральном диапазоне по формуле

$$S_{\text{ВСИ, max}} = \max\left[\sqrt{\frac{1}{n \times (n-1)} \times \sum_{i=1}^{n} (D_{\text{ВСИ}i,\lambda} - \overline{D}_{\text{ВСИ},\lambda})^2}\right]. \tag{6}$$

8.3.2.7 Определяют максимальную НСП результатов измерений ХД во всем рабочем спектральном диапазоне по формуле

$$\Theta_{\max} = |\overline{D}_{E,\lambda} - \overline{D}_{\text{ВСИ},\lambda}|. \tag{7}$$

8.3.2.8 Определяют значение абсолютной погрешности измерений ХД ВСИ ХД по формуле

$$\Delta = 2 \times \sqrt{\frac{\Theta_E^2 + \Theta_{\max}^2}{3} + S_{\text{ВСИ, max}}^2 + S_E^2}, \tag{8}$$

где Θ_E — НСП измерений ХД ГЭТ, приведено в паспорте ГЭТ 184;
S_E — СКО измерений ХД ГЭТ, приведено в паспорте ГЭТ 184.

8.3.2.9 Операции по 8.3.2.3—8.3.2.8 проводят для значения, вносимого с помощью аттенюатора ослабления, соответствующего динамическому диапазону поверяемого ВСИ ХД.

8.3.2.10 Операции по 8.3.2.1—8.3.2.9 проводят для компаратора ХД, выбранного в соответствии с максимальным измеряемым значением ХД поверяемого ВСИ ХД.

8.3.2.11 Результаты поверки считают положительными, если все полученные значения основной абсолютной погрешности измерений ХД ВСИ ХД не превышают значения, указанного в спецификации ВСИ ХД.

8.3.3 Определение диапазона измерений ХД

Диапазон измерений ХД определяется максимальным и минимальным значениями ХД, погрешность измерения которых не превышает основной абсолютной погрешности измерений ХД РСИ (ВСИ) ХД.

Выполняют операции по 8.3.1 или 8.3.2 для минимального и максимального значений ХД.

Результаты поверки считают положительными, если значения основной абсолютной погрешности измерений ХД, полученные по 8.3.1 или 8.3.2 не превышают значений, указанных в спецификации РСИ (ВСИ) ХД.

8.3.4 Определение динамического диапазона ослабления при измерении ХД

Динамический диапазон ослабления при измерении ХД определяется максимальным значением внесенного в оптический тракт ослабления, при котором погрешность измерения ХД не превышает основной абсолютной погрешности измерений ХД РСИ (ВСИ) ХД.

Выполняют операции по 8.3.1 или 8.3.2 при максимальном значении внесенного в тракт ослабления.

Результаты поверки считают положительными, если значения основной абсолютной погрешности измерений ХД, полученные по 8.3.1 или 8.3.2 не превышают значений, указанных в спецификации РСИ (ВСИ) ХД.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты измерений при поверке заносят в протокол по форме, установленной метрологической службой, осуществляющей поверку.

9.2 При положительных результатах поверки выдают свидетельство по форме, установленной правилами [6]. При отрицательных результатах поверки свидетельство аннулируют, РСИ (ВСИ) ХД к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с правилами [6].

Библиография

[1] ПЭУ — Правила устройства электроустановок. Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 № 204

[2] Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 № 6

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

[4] СаНПиН 5804—91 — Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров

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

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

УДК 681.7.068:006.354 ОКС 17.180.00

Ключевые слова: хроматическая дисперсия (ХД), волоконно-оптическая система, средства измерений, ХД, диапазон измерений, погрешность

Редактор *М.В. Глушкова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *И.А. Налейкиной*

Сдано в набор 18.09.2014. Подписано в печать 13.10.2014. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,00. Тираж 47 экз. Зак. 4260.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru