

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

«16» 09 2022 г.

«ГСИ. Измеритель оптической мощности многоканальный РМ2100

Методика поверки»

МП 003.Ф3-23

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«14» 09 2022 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков

«14» 09 2022 г.

Москва
2022 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измеритель оптической мощности многоканальный РМ2100 (далее по тексту - измеритель), предназначенный для измерений средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических кабелях и оптических компонентах в спектральном диапазоне от 1250 до 1630 нм.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость, в соответствии с государственной поверочной схемой утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2019 № 2862, к государственному первичному специальному эталону 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.

1.3 Поверка измерителя выполняется методом прямых измерений.

1.4 Метрологические характеристики измерителя приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики измерителя

Наименование характеристики	Значение
Рабочий спектральный диапазон, нм	от 1250 до 1650
Диапазон измерений уровня средней мощности оптического излучения, дБм	от -60 до +10
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровней средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне, %	±7,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней средней мощности оптического излучения, %	±2,0

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10
Определение диапазонов измеряемых уровней средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений относительных уровней средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне	Да	Да	10.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2.3 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов (канал 1, 2, 3, 4). Первичная (периодическая) поверка, проводится на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформленного в произвольной форме.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Все операции поверки, за исключением особо оговоренных, проводят при следующих условиях:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % не более 70;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 104;
- напряжение питающей сети, В от 198 до 242;
- частота питающей сети, Гц от 49 до 51.

3.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим. Допускаемый перепад температуры при проведении поверки – не более 2 °С.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации (далее – РЭ) поверяемого измерителя и средств поверки, а также их правила хранения и применения, имеющих квалификационную группу не ниже III 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, и имеющих опыт работы с высокоточными средствами измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации; прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

4.2 Поверку средства измерений осуществляют аккредитованные в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С;	Прибор контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа</p> <p>Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с относительной погрешностью не более 0,01 %;</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с относительной погрешностью не более 0,1 %</p>	<p>Вольтметр универсальный НМ8112-3S, рег. № 50576-12</p>
<p>п. 10</p> <p>Определение метрологических характеристик средства измерений</p>	<p>Эталоны средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи, не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2019 №2862, в диапазоне измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> - средней мощности оптического излучения: от 10^{-10} до 1 Вт; - длин волн исследуемого излучения: от 0,5 до 1,7 мкм; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне: $\pm 5 \%$; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки: $\pm 2,0 \%$; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности: $\pm 1,0 \%$ 	<p>Государственный рабочий эталон единиц средней мощности и ослабления оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи в диапазоне значений от 10^{-10} до 1 Вт на длинах волн от 500 до 1700 нм (далее – РЭСМ), рег. № 3.1.ZZA.0100.2017</p>

5.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение необходимых метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

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

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдаются требования, установленные ГОСТ 12.1.040-83, 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 31581-2012. Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

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

6.3 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Комплектность поверяемого измерителя должна соответствовать комплектности, приведенной в нормативной документации (РЭ и описание типа (далее – ОТ)).

7.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

– наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемый измеритель;

– отсутствие на наружных поверхностях поверяемого измерителя повреждений, влияющих на его работоспособность;

– отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов;

– целостность волоконно-оптических кабелей и разъемов.

7.3 Измеритель 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 измерителя соответствует таблице состава РЭ и ОТ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Устанавливают на рабочем месте поверяемый измеритель и РЭСМ.

8.2 Протирают специальным тампоном, смоченным изопропиловым спиртом (ГОСТ 9805-84), оптический разъем поверяемого измерителя и РЭСМ. Протирают специальной салфеткой, смоченной изопропиловым спиртом, торцы волоконно-оптических кабелей, используемых при проведении поверки.

8.3 Подготавливают поверяемый измеритель к работе согласно его РЭ. Проводят прогрев всех включенных приборов в течение получаса если иное не указано в их РЭ.

8.4 Измеритель считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если запускается встроенное программное обеспечение (далее – ПО) FIBERPRO MCOPM и отображается на экране измерителя в виде соответствующего окна приложения согласно РЭ.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в ОТ на измеритель.

9.2 В главном окне встроенного ПО FIBERPRO MCOPM активируют запрос «IDN?», на экране отображаются идентификационные данные ПО.

9.3 На персональном компьютере (далее - ПК) на рабочем столе правой кнопкой мыши вызвать свойства файла «Asynchronous measurement». В окне «Свойства: Asynchronous» открыть вкладку «Подробно» - Asynchronous measurement Ver.1.0.

9.4 Измеритель считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	Идентификационное наименование ПО	FIBERPRO MCOPM
Номер версии (идентификационный номер) ПО	Ver.1.13	Ver.1.0
Цифровой идентификатор ПО	–	–

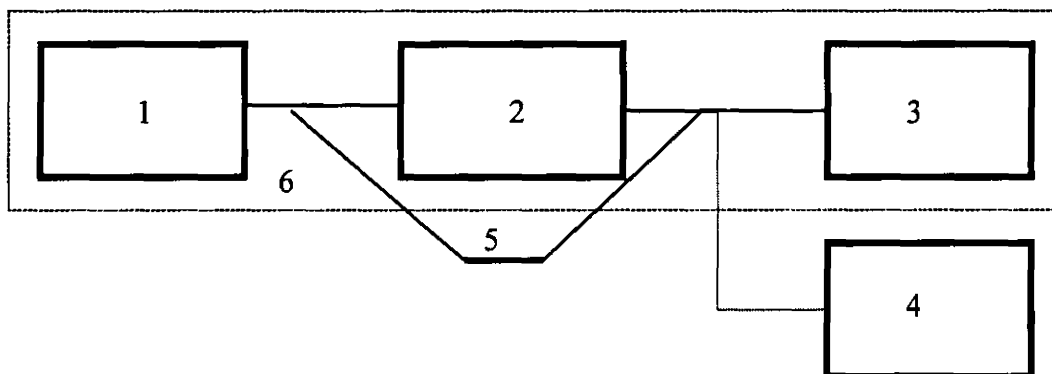
10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазонов измеряемых значений уровня средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений относительных

уровней средней мощности оптического излучения; определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне

10.1.1 Определение диапазона измерений уровня средней мощности оптического излучения, определение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности и определение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне проводят путем измерений мощности излучения на выходе РЭСМ поверяемым измерителем, определения неравномерности относительной спектральной характеристики поверяемого измерителя и последующего расчета пределов погрешностей.

10.1.2 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 измеритель; 5 - волоконно-оптический кабель;
6 - РЭСМ

Рисунок 1 – Схема установки для поверки измерителя

10.1.3 Переводят РЭСМ и поверяемый измеритель в режим измерений на длине волны 1550 нм.

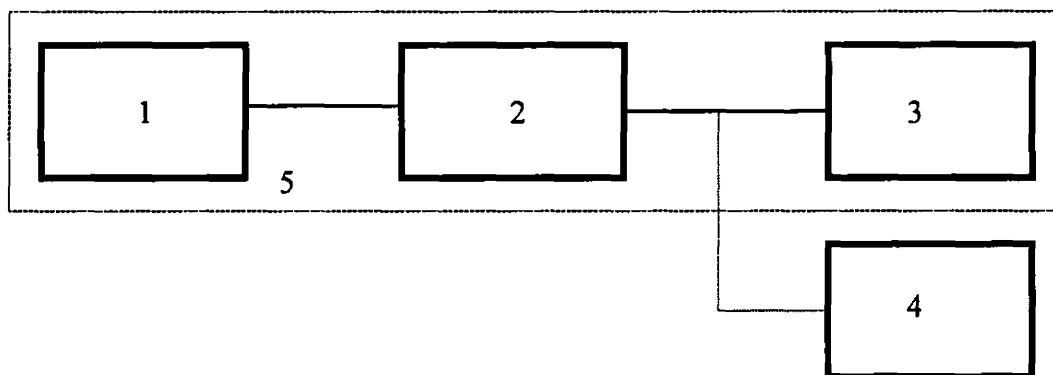
10.1.4 Выход оптического аттенюатора подключают к входу ваттметра РЭСМ и регулировкой ослабления аттенюатора устанавливают на его выходе мощность, равную максимальной мощности измеряемой поверяемым измерителем.

10.1.5 Проводят n ($n=5$) измерений мощности последовательно ваттметром РЭСМ P_{0ij} , дБм и поверяемым измерителем P_{ij} , дБм.

10.1.6 Повторяют операции по п.п. 10.1.4, 10.1.5, последовательно уменьшая уровень мощности (с шагом от 3 до 5 дБм), дойдя до минимально измеряемой поверяемым измерителем.

10.1.7 Проводят измерение неравномерности относительной спектральной характеристики измерителя мощности на установке для измерений спектральных характеристик приемников и источников из состава РЭСМ.

10.1.8 Для этого подключают поверяемый измеритель к установке, как показано на рисунке 2. Проводят измерение относительной спектральной характеристики измерителя в соответствии с разделом 2.3 Руководства по эксплуатации установки, в диапазоне длин волн от 1250 до 1650 нм с шагом 20 нм. При измерении спектральной характеристики для измерителя мощности устанавливают те же значения длин волн, что и на счетчике монохроматора.



1 – осветитель; 2 – монохроматор; 3 – опорный приемник; 4 – поверяемый измеритель;
5 – установка для измерений спектральных характеристик приемников и источников из состава РЭСМ
Рисунок 2 – Схема установки для измерения относительной спектральной характеристики измерителя

10.1.9 Фиксируют максимальное и минимальное значение относительной спектральной характеристики в указанном диапазоне, S_{\max} , S_{\min} , %, а также значение относительной спектральной характеристики на длине волны 1550 нм, S_k , %.

10.1.10 Операции по п.п. 10.1.1 – 10.1.9 проводят для всех каналов измерений средней мощности оптического излучения.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений относительной погрешности измерений уровней средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне.

11.1.1 Переводят полученные в п.п. 10.1.3 – 10.1.6 значения средней мощности P_{0j} и P_{ij} , дБм в Вт с помощью соотношения (1):

$$P_{\text{Вт}} = 0,001 \cdot 10^{\frac{P_{\text{дБм}}}{10}}, \quad (1)$$

11.1.2 Вычисляют среднее арифметическое для полученных в п. 11.1.1 значений P_{0j} и P_{ij} , Вт, по формулам (2 – 3):

$$P_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{ij}, \text{ Вт} \quad (2)$$

$$P_{0j} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_{0ij}, \text{ Вт} \quad (3)$$

где P_{0ij} ; P_{ij} - показания ваттметра РЭСМ и поверяемого измерителя при i -ом измерении в точке j (выраженные в Вт).

11.1.3 Определяют значение относительной систематической погрешности измерений средней мощности оптического излучения θ_j , %, на длине волны градуировки 1550 нм по формуле (4):

$$\theta_j = \max(\theta_j), \quad (4)$$

где

$$\theta_j = 100 \cdot \frac{P_j - P_{0j}}{P_{0j}}, \% \quad (5)$$

11.1.4 Определяют значение среднеквадратического отклонения среднего арифметического результатов измерений средней мощности оптического излучения поверяемым измерителем S_p , %, на длине волны градуировки 1550 нм по формуле (6):

$$S_p = \max \left(100 \cdot \frac{\sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \sum_{i=1}^n P_{ij} - P_j}}{P_j} \right), \quad (6)$$

11.1.5 Определяют неравномерность спектральной характеристики в диапазоне от 1250 до 1650 нм, θ_c , %, по формуле (7):

$$\theta_c = 100 \frac{S_{max} - S_{min}}{S_k} \quad (7)$$

где: S_{max} ; S_{min} - соответственно максимальное и минимальное значение относительной спектральной характеристики в указанном диапазоне, %.

S_k - значение относительной спектральной характеристики на длине волны 1550 нм, %.

11.1.6 Определяют значение границ относительной систематической погрешности измерений средней мощности оптического излучения θ , %, для доверительной вероятности $P=0,95$ в рабочем спектральном диапазоне по формуле 9:

$$\theta = 1,1 \cdot \sqrt{\theta_r^2 + \theta_0^2 + \theta_\lambda^2 + \theta_c^2}, \quad (8)$$

где θ_0 – основная погрешность РЭСМ на длине волны градуировки (2 %);

θ_λ – основная погрешность опорного приёмника установки для измерений спектральных характеристик РЭСМ (3 %);

θ_c – неравномерность спектральной характеристики

11.1.7 Рассчитывают пределы относительной погрешности измерений уровней средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне Δ , %, по формуле (9):

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{\theta^2}{3} + S_p^2}, \quad (9)$$

11.1.8 Определяют значение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности $\Delta_{отн}$, %, по формуле 10:

$$\Delta_{отн} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\theta_{отн}^2}{3} + S_p^2 + S_{P0}^2}, \quad (10)$$

где

$$\theta_{отн} = \pm(\theta_{00} + \theta_0) \quad (11)$$

θ_{00} – погрешность измерений относительных уровней мощности РЭСМ (1,0 %);

$\theta_0 = \max(\theta_j) - \min(\theta_j)$, %.

11.2 Поверяемый измеритель соответствует метрологическим требованиям, если операции по п.п. 10.1.1 – 10.1.6 проведены в диапазоне от -60 до +10 дБм; операции по п.п. 10.1.7 – 10.1.8 проведены в диапазоне от 1250 до 1650 нм, при этом относительная погрешность измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне не превышает значений $\pm 7,0$ %, а относительная погрешность измерений относительных уровней мощности - $\pm 2,0$ %.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

12.2 Измеритель 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 измерителю в соответствии с его описанием типа, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае измеритель считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утверждаемыми приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

12.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

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

Начальник сектора лаборатории Ф-3



И.С. Королев

Старший научный сотрудник лаборатории Ф-3



А.И. Глазов

Приложение А
(Рекомендуемое)

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПЕРВИЧНОЙ (ПЕРИОДИЧЕСКОЙ) ПОВЕРКИ №
от _____ 20__ г.

Измеритель оптической мощности многоканальный РМ2100
(регистрационный № _____, год выпуска)

Заводской номер:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые эталоны:

Применяемая методика поверки: МП 003.ФЗ-23 «ГСИ. Измеритель оптической мощности многоканальный РМ2100. Методика поверки»

Место проведения поверки:

Условия поверки:

- температура окружающей среды:
- относительная влажность воздуха:
- атмосферное давление:
- напряжение сети питания:
- частота сети питания:

Проведение поверки:

1. Внешний осмотр:
2. Опробование:
3. Идентификация программного обеспечения:
4. Определение метрологических характеристик:

Полученные результаты измерений метрологических характеристик:

Таблица А.1 – Результаты определения метрологических характеристик

Метрологическая характеристика	Требования технической документации	Полученные значения	Результат (соответствие)
Рабочий спектральный диапазон, нм	от 1250 до 1650		
Диапазон измерений уровня средней мощности оптического излучения, дБм	от -60 до +10		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений уровней средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне, %	±7,0		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней средней мощности оптического излучения, %	±2,0		

5. Заключение по результатам проверки:

Поверитель:

_____	_____
Подпись	Фамилия И.О.

Руководитель:

_____	_____
Подпись	Фамилия И.О.