

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов
« 10 » января 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКАЯ РК 2500

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 003.Ф3-19

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 10 » января 2019 г.

Москва
2019 г.

1 Введение

Настоящая методика распространяется на систему измерительную волоконно-оптическую РК 2500 (далее – СИ) и устанавливает методы и средства ее первичной и периодической поверки. СИ предназначено для определения спектрального ослабления (СО) оптического излучения при прохождении по одномодовому оптическому волокну (ОВ) и компонентам на основе ОВ (циркуляторы, ответвители, усилители и т.п.), в том числе для волоконно-оптических систем передачи (ВОСП).

Интервал между поверками – 1 год.

2 Операции поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

№ п/п.	Наименование операции	Номер пункта настоящей методики	Проведение операций при	
			Первичной поверке	Периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2	Опробование	8.2	Да	Да
3	Подтверждение соответствия программного обеспечения	8.3	Да	Нет
4	Определение метрологических характеристик	8.4		
5	Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений спектрального ослабления	8.4.1	Да	Да
6	Определение абсолютной погрешности установки длины волны	8.4.2	Да	Нет

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

2.3 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

3 Средства поверки

3.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Основные технические и (или) метрологические характеристики
8.4.1 - 8.4.2	Рабочий эталон средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи в диапазоне от 10^{-11} до 10^{-2} Вт на длинах волн от 500 до 1700 нм (РЭСМ-ВС) по ГОСТ 8.585-2013	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон измеряемой средней мощности оптического излучения: 10^{-11} – 10^{-2} Вт; - диапазон длин волн исследуемого излучения: 0,5 – 1,7 мкм; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности, %, при значениях мощности: <ul style="list-style-type: none"> - в диапазоне от 10^{-11} до $2 \cdot 10^{-3}$ Вт: $\pm 1,2$ %; - в диапазоне от 10^{-5} до 10^{-4} Вт: $\pm 0,5$ %.
8.4.2	Рабочий эталон единицы длины волны для волоконно-оптических систем передачи информации в диапазоне воспроизведения от 400 до 3400 нм (РЭДВ) по ГОСТ 8.585-2013	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон воспроизводимых значений длин волн: 0,4 – 3,4 мкм; - относительная погрешность определения длин волн, не более: <ul style="list-style-type: none"> - в диапазоне от 400 до 800 нм: $2,5 \cdot 10^{-2}$ %; - в диапазоне от 1260 до 1650 нм: $2,0 \cdot 10^{-4}$ %.
8.4.1 - 8.4.2	<p>Вспомогательное оборудование</p> <p>Перестраиваемые лазерные источники излучения;</p> <p>Лазерный источник излучения;</p> <p>Образцы оптического волокна (ОВ) стандартов G.652, G.651.1;</p> <p>Образцы ОВ с брэгговскими решетками разного периода</p>	<ul style="list-style-type: none"> - диапазон воспроизводимых значений длин волн: 1,260 – 1,650 мкм. - воспроизводимое значение длины волны: 0,85 мкм.

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

3.3 Средства измерений, используемые при проведении поверки, должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица изучившие настоящую методику и руководства по эксплуатации поверяемого СИ и средств поверки, а также правила содержания и применения РЭСМ-ВС и РЭДВ, имеющие 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 24.07.13 № 328Н, и имеющие опыт работы с высокоточными средствами измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации, прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки соблюдают требования, установленные ГОСТ Р 12.1.031-2010, ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н, и Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров СанПиН 5804-91. 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. Система электрического питания прибора должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи прибора. 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.

6 Условия поверки

6.1 Все этапы поверки, за исключением особо оговоренных, проводят при следующих условиях:

- | | |
|--------------------------------------|----------------|
| - температура окружающей среды, °С | от +15 до +25; |
| - относительная влажность воздуха, % | от 50 до 80 |
| - атмосферное давление, кПа | от 96 до 104 |

6.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим, свободным от пыли, паров кислот и щелочей. Допускаемый перепад температуры при проведении поверки – не более 2 °С.

6.3 В помещении не допускаются посторонние источники электромагнитного излучения, мощные электрические и магнитные поля.

7 Подготовка к поверке

Очищают специальным тампоном, смоченным изопропиловым спиртом ГОСТ 9805-84, оптические разъемы поверяемого СИ и средств поверки. Протирают специальной салфеткой, смоченной изопропиловым спиртом, торцы волоконно-оптических кабелей и аттенуаторов, используемых при проведении поверки. Включают питание всех приборов, используемых при поверке в соответствии с их Руководствами по эксплуатации (РЭ). Проводят прогрев всех включенных приборов в течение 2 часов.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Комплектность поверяемого СИ должна соответствовать разделу «Комплектность» его Руководства по эксплуатации (РЭ).

8.1.2 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 поверяемого СИ.

8.1.3 В случае обнаружения механических повреждений или нарушения целостности волоконно-оптических кабелей и разъемов необходимо связаться с производителем СИ с помощью контактной информации, указанной в РЭ, указать характер повреждений и определить работоспособность прибора. Если СИ не работоспособно – дальнейшие операции поверки не проводят.

8.1.4 СИ считается прошедшим операцию поверки, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции.

8.2 Опробование

8.2.1 Подготавливают поверяемое СИ к работе согласно его РЭ.

8.2.2 Включают СИ переводом переключателя «ON/OFF», расположенного на задней панели прибора, в позицию «ON».

8.2.3 СИ считается прошедшим операцию опробования, если СИ включается, программное обеспечение (ПО) СИ запускается, на дисплее ПК из состава СИ отображается меню ПО в соответствии с РЭ на СИ.

8.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

8.3.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в описании типа на СИ. Для этого включают СИ, выбирают в меню ПО строку «About».

8.3.2 СИ считается прошедшим операцию поверки, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ПК 2500 software
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	4.53
Цифровой идентификатор ПО	–

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений спектрального ослабления

8.4.1.1 Определение диапазона измерений спектрального ослабления

8.4.1.1.1 Для определения верхней границы диапазона измерений СО поверяемого СИ собирают схему, приведенную на рис. 1. Используют намотанный на цилиндрическую поверхность образец ОБ, СО которого предварительно измеряется с помощью РЭДВ и РЭСМ-ВС в соответствии с РЭ на РЭДВ и РЭСМ-ВС на длине волны из диапазона от 1260 до 1650 нм, на которой СО образца ОБ соответствует верхней границе диапазона измерений СО поверяемого СИ. В качестве источника излучения используются перестраиваемые лазерные источники излучения. Величина СО образца ОБ делается равной верхней границе диапазона измерений СО путем изменения количества витков образца ОБ на цилиндрической поверхности. Проводят $n=10$ измерений СО A_{max_i} , дБ, на выбранной ранее длине волны согласно РЭ поверяемого СИ. Вычисляют среднее значение СО $A_{сред}$, дБ, по формуле:

$$A_{сред} = \frac{\sum_{i=1}^n A_{max_i}}{n}. \quad (1)$$

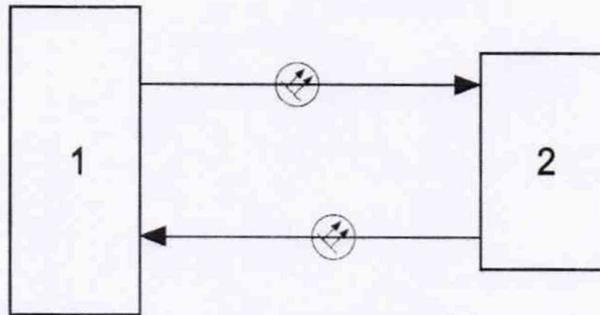


Рисунок 1 – Определение диапазона измерений СО
1 – поверяемое СИ; 2 – образец ОВ

8.4.1.1.2 Для определения нижней границы диапазона измерений СО поверяемого СИ собирают схему, приведенную на рис. 1. Используют образец ОВ, СО которого предварительно измеряется с помощью РЭДВ и РЭСМ-ВС в соответствии с РЭ на РЭДВ и РЭСМ-ВС на длине волны из диапазона от 1260 до 1650 нм, на которой СО образца ОВ соответствует нижней границе диапазона измерений СО поверяемого СИ. В качестве источника излучения используются перестраиваемые лазерные источники излучения. Величина СО образца ОВ путем скальвания подбирается равной нижней границе диапазона измерений СО поверяемого СИ. Проводят $n=10$ измерений СО A_{min_i} , дБ, на выбранной ранее длине волны согласно РЭ поверяемого СИ. Вычисляют среднее значение СО $A_{сред}$, дБ, по формуле (1).

8.4.1.2 Определение абсолютной погрешности измерений спектрального ослабления

8.4.1.2.1 Для определения абсолютной погрешности измерений СО поверяемого СИ используют образцы ОВ стандартов G.652, G.651.1, СО которых предварительно измеряется с помощью лазерных источников излучения, РЭДВ и РЭСМ-ВС в соответствии с РЭ на РЭДВ и РЭСМ-ВС и путем скальвания подбирается равным значению из середины диапазона измерений СО поверяемого СИ. Собирают схему, приведенную на рис. 1. Проводят $n=10$ измерений СО A_{mid_i} , дБ, согласно РЭ поверяемого СИ. Фиксируют полученные значения СО образца ОВ стандарта G.652 в диапазоне установки длины волны поверяемого СИ от 1260 до 1650 нм с шагом 10 нм и образца ОВ стандарта G.651.1 на длине волны установки поверяемого СИ 850 нм. Вычисляют средние значения СО $A_{сред}$, дБ, по формуле (1).

8.4.1.2.2 Вычисляют среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов измерений СО поверяемым СИ S , дБ, по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (A_i - A_{сред})^2}, \quad (2)$$

где A_i , дБ, – A_{max_i} , A_{min_i} , A_{mid_i} , дБ, полученные в пунктах 8.4.1.1.1, 8.4.1.1.2, 8.4.1.2.1 настоящей методики соответственно;

$A_{сред}$, дБ, – среднее значение СО полученное в пунктах 8.4.1.1.1, 8.4.1.1.2, 8.4.1.2.1 настоящей методики.

8.4.1.2.3 Вычисляют неисключённую систематическую погрешность (НСП) измерений СО поверяемым СИ Θ , дБ, по формуле:

$$\Theta = |A_{сред} - A_{эт}|, \quad (3)$$

где $A_{эт}$, дБ, – эталонное значение ослабления, внесенное образцами ОВ, измеренное с помощью перестраиваемых лазерных источников излучения, РЭДВ и РЭСМ-ВС.

8.4.1.2.4 Вычисляют абсолютную погрешность измерений СО поверяемым СИ Δ , дБ, по формуле:

$$\Delta = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Delta_{\text{Э}}^2 + \Theta^2}{3} + S^2}, \quad (4)$$

где Δ_E , дБ, – абсолютная погрешность измерений СО с помощью перестраиваемых лазерных источников излучения, РЭДВ и РЭСМ-ВС, указанная в паспорте на РЭСМ-ВС.

За значение абсолютной погрешности измерений СО поверяемым СИ принимается максимальное из полученных значений абсолютной погрешности Δ , дБ.

8.4.1.3 СИ считается прошедшим операцию поверки, если диапазон измерений СО составляет от 0,11 до 33 дБ и значение абсолютной погрешности измерений СО в диапазоне установки длины волны поверяемого СИ от 850 до 1650 нм не превышает величины $0,03 \cdot A_{изм}$, дБ, где $A_{изм}$ – измеряемое СО, дБ.

8.4.2 Определение абсолютной погрешности установки длины волны

Абсолютную погрешность установки длины волны поверяемого СИ определяют с помощью двух брэгговских решеток с разными периодами и предварительно измеренными центральными длинами волн с помощью перестраиваемых лазерных источников излучения, РЭДВ и РЭСМ-ВС в соответствии с РЭ на РЭДВ и РЭСМ-ВС. При этом выполняют следующие операции.

8.4.2.1 Собирают схему, приведенную на рис. 2.

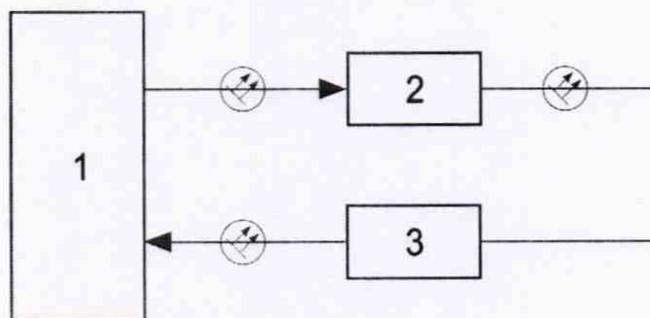


Рисунок 2 – Определение центральных длин волн брэгговских решеток
1 – поверяемое СИ; 2, 3 – брэгговские решетки

8.4.2.2 Проводят измерение СО образца ОВ с двумя брэгговскими решетками согласно РЭ поверяемого СИ. На основании полученных данных определяют центральные длины волн брэгговских решеток λ_1 и λ_2 , нм, путем нахождения длин волн, на которых величина СО максимальная.

8.4.2.3 Проводят $n=10$ определений центральных длин волн брэгговских решеток λ_{1_i} и λ_{2_i} , нм, согласно пункту 8.4.2.2 настоящей методики.

8.4.2.4 Для полученных в пункте 8.4.2.3 результатов измерений вычисляют средние значения центральных длин волн брэгговских решеток $\lambda_{1_сред}$ и $\lambda_{2_сред}$, нм, по формулам:

$$\lambda_{1_сред} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{1_i}}{n}; \quad (5)$$

$$\lambda_{2_сред} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{2_i}}{n}. \quad (6)$$

8.4.2.5 Вычисляют СКО результатов измерений центральных длин волн брэгговских решеток $S_{\lambda 1}$ и $S_{\lambda 2}$, нм, поверяемым СИ по формулам:

$$S_{\lambda 1} = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (\lambda_{1_i} - \lambda_{1_сред})^2}; \quad (7)$$

$$S_{\lambda 2} = \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (\lambda_{2_i} - \lambda_{2_сред})^2}. \quad (8)$$

8.4.2.6 Вычисляют НСП измерений центральных длин волн брэгговских решеток $\Theta_{\lambda 1}$ и $\Theta_{\lambda 2}$, нм, поверяемым СИ по формулам:

$$\Theta_{\lambda 1} = |\lambda_{1_сред} - \lambda_{1_эт}|; \quad (9)$$

$$\Theta_{\lambda 2} = |\lambda_{2_сред} - \lambda_{2_эт}|, \quad (10)$$

где $\lambda_{1_эт}$ и $\lambda_{2_эт}$, нм, – эталонные значения центральных длин волн брэгговских решеток, измеренные с помощью перестраиваемых лазерных источников излучения, РЭДВ и РЭСМ-ВС.

8.4.2.7 Вычисляют абсолютные погрешности измерений центральных длин волн брэгговских решеток $\Delta_{\lambda 1}$ и $\Delta_{\lambda 2}$, нм, поверяемым СИ по формулам:

$$\Delta_{\lambda 1} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Delta_{\lambda_эт}^2 + \Theta_{\lambda 1}^2}{3} + S_{\lambda 1}^2}; \quad (11)$$

$$\Delta_{\lambda 2} = 2 \cdot \sqrt{\frac{\Delta_{\lambda_эт}^2 + \Theta_{\lambda 2}^2}{3} + S_{\lambda 2}^2}, \quad (12)$$

где $\Delta_{\lambda_эт}$, нм, – абсолютная погрешность измерений длины волны с помощью перестраиваемых лазерных источников излучения, РЭДВ и РЭСМ-ВС, указанная в паспорте на РЭДВ.

За значение абсолютной погрешности установки длины волны поверяемым СИ принимается максимальное из полученных значений абсолютной погрешности измерений центральных длин волн брэгговских решеток Δ_{λ} , нм.

8.4.2.8 СИ считается прошедшим операцию поверки, если значение абсолютной погрешности установки длины волны не превышает величины $\pm 3,0$ нм.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты измерений при поверке заносят в протокол (форма протокола приведена в приложении А настоящей методики поверки).

9.2 При положительных результатах поверки, СИ признается годным. На него выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием полученных по п.п. 8.4.1 – 8.4.2 фактических значений метрологических характеристик СИ и наносят знак поверки (место нанесения указано в описании типа) согласно Приказу Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», и СИ допускают к эксплуатации.

9.3 СИ, прошедшее поверку с отрицательным результатом, признается непригодным, не допускается к применению и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин. Свидетельство о предыдущей поверке и знак поверки аннулируют и выписывают «Извещение о непригодности» с указанием причин в соответствии с требованиями Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации №1815 от 02.07.2015.

Начальник лаборатории Ф-3

Старший научный сотрудник лаборатории Ф-3

Инженер ФГУП «ВНИИОФИ»



К.Б. Савкин

А.К. Митюрёв

А.О. Погоньшев

ПРИЛОЖЕНИЕ А
к методике поверки МП 003.Ф3-19
«Система измерительная волоконно-оптическая РК 2500»

ПРОТОКОЛ
первичной / периодической поверки

от « _____ » _____ 201_ года

Средство измерений: «Система измерительная волоконно-оптическая РК 2500»
Наименование СИ, тип

Зав. № _____ **№/№** _____
Заводские номера блоков

Принадлежащее _____
Наименование юридического лица, ИНН

Поверено в соответствии с методикой поверки МП 003.Ф3-19 «ГСИ. Система измерительная волоконно-оптическая РК 2500. Методика поверки», утверждённой ФГУП «ВНИИОФИ»
10 января 2019 г.
Наименование документа на поверку, кем утвержден (согласован), дата

С применением эталонов _____
(наименование, заводской номер, разряд, класс точности или погрешность)

При следующих значениях влияющих факторов:
(приводят перечень и значения влияющих факторов, нормированных в методике поверки)

- | | |
|--------------------------------------|----------------|
| - температура окружающей среды, °С | от +15 до +25; |
| - относительная влажность воздуха, % | от 50 до 80 |
| - атмосферное давление, кПа | от 96 до 104 |

Внешний осмотр: _____

Опробование: _____

Подтверждение соответствия программного обеспечения: _____

Получены результаты поверки метрологических характеристик:

Наименование характеристики	Результат	Требования МП
Диапазон измерений ослабления, дБ, не менее		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки длины волны, нм		

Рекомендации _____
Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Исполнители: _____
_____ подписи, ФИО, должность