**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО**

**ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

ГОСТ Р ХХХХХ— ХХХХ

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Анализаторы спектра оптического для волоконно-оптических систем передачи**

**Методика поверки**

**Предисловие**

1. РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Научный подход» (ООО «Научный подход»)

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

3. утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от ХХ ХХХХ 202Х г. № ХХХ-ст

4. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 20ХХ

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

**Содержание**

1. Область применения………………………………………………………………………………………..4
2. Нормативные ссылки………………………………………………………………………………………..4
3. Термины, определения и обозначения…………………………………………………………………..5
4. Методика поверки….…………..…………………………………………………………………………….5
   1. Операции поверки…………………………………………………………………………………5
   2. Средства поверки………………………………………………………………………………….5
   3. Требования к квалификации поверителей……………………………………………….…...6
   4. Требования безопасности……………………………………………………………………….6
   5. Требования к условиям проведения поверки…………………………………………………7
   6. Подготовка к поверке………………………………..……………………………………………7
   7. Проведение поверки………………………………………………………………………………7
5. Оформление результатов поверки…………………………………...…………………………………11
6. Библиография………………………………………………………………………………………………12

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРА ОПТИЧЕСКОГО ДЛЯ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ**

**Методика поверки**

Optical spectrum analyzers for fiber optic transmission systems. Method of verification

**Дата введения – ХХХХ-ХХ-**

1. **Область применения**
   1. Настоящие рекомендации распространяются на оптические спектроанализаторы в волоконно-оптических системах передачи информации (далее — анализаторы спектра), предназначенные для измерения длины волны и проведения анализа оптического спектра, и устанавливают методику их периодической поверок.
   2. Поверка в соответствии с требованиями настоящего стандарта обеспечивает передачу единиц. при поверке анализаторов спектра, применяемых в качестве рабочих средств измерений по государственной поверочной схеме для средств измерений длины и времени распространения сигнала в световоде, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации (Далее – ГПС)*.*
   3. *При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц . в соответствии с ГПС, подтверждающая прослеживаемость 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 связи и передачи информации.*
   4. Настоящий стандарт может быть применен для первичной поверки анализаторов спектра при условии, что совокупность операций поверки, изложенная в данном стандарте, обеспечивает подтверждение соответствия анализатора требованиям, установленным при проведении испытаний в целях утверждения типа.
   5. Интервал между поверками – установленный при утверждении типа поверяемого анализатора спектра.
   6. Отдельные положения и разделы настоящего стандарта рекомендуется использовать при разработке индивидуальных методик поверки для конкретных типов анализаторов спектра.
   7. *Допускается на основании письменного заявления владельца анализатора спектра или другого лица, представившего анализатор спектра на поверку, проведение поверки для ограниченного числа воспроизводимых величин влажности с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.*
2. **Нормативные ссылки**

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

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.

Примечание — При пользовании настоящим стандартом 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 «Национального стандарты» за текущий год. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.



Издание официальное

1. **Термины, определения и обозначения**

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 27176—86 и следующие термины с соответствующими определениями:

1. **Методика поверки**

# **Операции поверки**

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 4.1.

Таблица 4.1— Операции поверки

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование операции | Структурный элемент настоящего стандарта | Проведение операции при | |
| первичной поверке | периодической поверке |
| Внешний осмотр | 4.7.1 | + | + |
| Опробование | 4.7.2 | + | + |
| Подтверждение соответствия ПО | 4.7.3 | + | + |
| Определение диапазона измерения длин волн и основной абсолютной погрешности измерения длин волн | 4.7.4 | + | + |
| Определение динамического диапазона и основной абсолютной погрешности измерения средней мощности излучения | 4.7.5 | + | + |
| Определение разрешения по шкале длин волн | 4.7.6 | + | - |

Результаты поверки считают отрицательными, если при выполнении любой из операций получен отрицательный результат.

# **4.2 Средства поверки**

4.2.1 При проведении поверки применяют средства поверки и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 4.2.

Таблица 4.2 — Средства поверки и вспомогательное оборудование

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
| п. 4.5  Контроль условий проведения поверки | Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более 3 %.  Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 17 °C до 27 °C с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °C.  Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа | Термогигрометр ИВА-6Н-Д |
| п 4.7.4  Определение диапазона измерения длин волн и основной абсолютной погрешности измерения длин волн | Длины волн лазерных источников излучений, нм: 1310 ± 10; 1550+ 10; 1625 ± 10.  Ширина спектра по уровню 0,5 (для 1550 нм) не более 1 пм.  Средняя мощность оптического излучения не менее 1 мВт.  Характеристики источника излучения на основе суперлюминесцентного диода и газонаполненной кюветы с ацетиленом (входят в состав рабочего эталона):  - средняя мощность оптического излучения не менее 50 мкВт;  - рабочий спектральный диапазон линий поглощения 1510—1540 нм.  Относительная погрешность определения длин волн не более 5 ∙10-6 отн.ед. | Рабочий эталон единицы длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации (РЭ ДВ) |
| п 4.7.5  Определение динамического диапазона и основной абсолютной погрешности измерения средней мощности излучения | Диапазон измеряемых значений средней мощности оптического излучения 10-10 — 10-2 Вт.  Диапазоны длин волн измеряемого излучения, нм: 800—900; 1250—1350; 1500—1700.  Предел допускаемого значения основной относительной погрешности измерения 2,5 % — 5 % | Рабочий эталон единицы средней мощности для волоконно-оптических систем связи и передачи информации (РЭСМ-В) |
| п 4.7.6  Определение разрешения по шкале длин волн | Длины волн лазерных источников излучений, нм: 1310 ± 10; 1550+ 10; 1625 ± 10.  Ширина спектра по уровню 0,5 (для 1550 нм) не более 1 пм.  Средняя мощность оптического излучения не менее 1 мВт.  Характеристики источника излучения на основе суперлюминесцентного диода и газонаполненной кюветы с ацетиленом (входят в состав рабочего эталона):  - средняя мощность оптического излучения не менее 50 мкВт;  - рабочий спектральный диапазон линий поглощения 1510—1540 нм.  Относительная погрешность определения длин волн не более 5 ∙10-6 отн.ед. | Рабочий эталон единицы длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем связи и передачи информации (РЭ ДВ) |
| Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа, удовлетворяющие указанным метрологическим требованиям. | | |

# **Требования к квалификации поверителей**

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящий стандарт, эксплуатационную документацию на средства поверки, вспомогательное оборудование и поверяемые анализаторы спектра.

# **4.4 Требования безопасности**

4.4.1 Лица, выполняющие поверку, должны быть ознакомлены с правилами безопасности при работе с анализатором спектра, указанными в эксплуатационной документации на него, средством поверки, а также соблюдать требования нормативных правовых актов по обеспечению безопасности труда, производственной санитарии и охраны окружающей среды.

4.4.2 К проведению поверки допускают лиц не моложе 18 лет, аттестованных в качестве поверителей, прошедших инструктаж по охране труда, обучение и аттестацию относительно работы с лазерами и аттестацию на право работы с электроустановками напряжением до 1000 В, имеющих квалификационную группу по электробезопасности не ниже 3-й и изучивших настоящие рекомендации и эксплуатационную документацию на анализаторы спектра и средства их поверки.

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

4.4.5 Средства поверки, подключенные к электрической сети питания, должны быть заземлены.

4.4.6 Во время подготовки и проведения поверки должны выполняться:

- требования техники безопасности для защиты персонала от поражения электрическим током согласно действующих Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталоны и средства поверки;

- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации поверяемых СИ;

- при работе должны соблюдаться Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».

4.4.7 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в их эксплуатационной документации.

# **4.5 Требования к условиям проведения поверки**

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия, указанные в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Условия проведения поверки

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование влияющего фактора | Допустимый диапазон |
| Температура окружающего воздуха, °C | от 15 до 25 |
| Относительная влажность окружающего воздуха, % | от 50 до 80 |
| Атмосферное давление, кПа | от 96 до 104 |
| Напряжение и частота питающей сети | (220 ± 22) В; (50 ± 0,5) Гц |

# **Подготовка к поверке**

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

4.6.1 Подготавливают к работе анализатор спектра и средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами;

4.6.2 проверяют наименование, тип, модификацию, заводской номер и дату выпуска анализатора спектра на соответствие эксплуатационным документам, входящим в комплект средства измерений.

4.6.3 анализатор спектра и средства поверки выдерживают в помещении, где выполняют поверку, не менее 2 ч;

4.6.5 проверяют выполнение требований п. 4.2—4.5 настоящего стандарта

С помощью соответствующих средств измерений выполняются измерения параметров окружающей среды в помещении для поверки и сравнивают их с требованиями раздела 4.5. В случае несоответствий, принимаются меры к их устранению.

4.6.1 Перед проведением поверки протирают волоконно-оптический разъем и другие оптические детали анализатора спектра и средства поверки безворсовой хлопчатобумажной салфеткой, смоченной изопропанолом, а оптические разъемы продувают потоком сжатого воздуха.

# **Проведение поверки**

**4.7.1 Опробование**

Опробование проводится с целью проверки функционирования анализатора спектра. Включить анализатор спектра в соответствии с его эксплуатационной документацией. Установить готовность анализатора спектра к работе в указанный в эксплуатационной документации интервал времени.

**4.7.2 Внешний осмотр**

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие видимых повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность анализатора спектра;

- исправность оптических разъемов;

- исправность органов управления.

- комплектность анализатора спектра должна соответствовать описанию типа средства измерений;

- все маркировки на анализаторе спектра должны быть хорошо видимыми и легкочитаемыми.

**4.7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения**

*Подтверждение соответствия программного обеспечения осуществляется в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.*

**4.7.4. Определение диапазона измерения длин волн и основной абсолютной погрешности измерения длин волн.**

* + - 1. Определение диапазона измерения длин волн и основной абсолютной погрешности измере­ния длин волн проводят методом прямых измерений, используя набор полупроводниковых лазеров и блок суперлюминесцентного диода с газонаполненной кюветой (далее — блок СЛД), входящие в состав РЭ ДВ.

Примечание — Допускается применение модификации РЭ ДВ с набором газонаполненных кювет, обеспечивающих перекрытие рабочего спектрального диапазона.

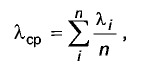
Соединяют оптическим кабелем выходной разъем блока СЛД и вход поверяемого анализатора спектра. Переводят переключатель на лицевой панели блока СЛД в положение «СЛД» и устанавливают диапазон сканирования поверяемого анализатора спектра 1510 — 1540 нм.

* + - 1. Нормируют шкалы анализатора спектра по максимуму сигнала и проводят серию / измерений, где i ≥ 10 значений длин волн линий поглощения ацетилена 12С2Н2, наполняющего кювету, с по­мощью поверяемого анализатора спектра. Приведенные данные для 12С2Н2 таблицы 4.3 соответствуют типовым значениям пиков поглощения ацетилена. Конкретные значения длин волн пиков поглощения ацетилена приводят в руководстве по эксплуатации РЭ ДВ. Результаты измерений вносят в таблицу 4.3.

Таблица 4.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Значение длины волны линий поглощения ацетилена 12С2Н2 | Показание анализатора спектра | | | Значение длины волны линий поглощения ацетилена 12С2Н2 | Показание анализатора спектра | | |
| i= 1 | i... | i= 10 | i= 1 | i... | i= 10 |
| 1512,453 |  |  |  | 1523,086 |  |  |  |
| 1515,593 |  |  |  | 1528,014 |  |  |  |
| 1517,315 |  |  |  | 1535,393 |  |  |  |
| 1520,086 |  |  |  | 1539,430 |  |  |  |

Для *n* измеренных значений длин волн определяют среднее значение:

 (1)

где λi— i-e значение длины волны.

* + - 1. Определение параметров по 4.7.4 для длин волн на краях и в середине спектрального диапазона проводят с помощью трех лазеров, работающих на длинах волн вблизи 1310, 1550 и 1625 нм.

Соединяют оптическим кабелем выходной разъем канала одного из лазеров и вход поверяемого анализатора спектра.

* + - 1. Переводят переключатель на лицевой панели РЭ ДВ в положение «Лазеры». Проводят измерения значений длин волн по лазерным линиям излучения. Результаты измерений вносят в таблицу 4.4. Приведенные в таблице 4.4 значения длины волны лазера соответствуют типовым значениям длин волн источников. Конкретные значения приведены в руководстве по эксплуатации РЭ ДВ.

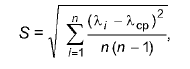
Таблица 4.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Значение длины волны лазера, нм | Показание анализатора спектра | Значение длины волны лазера, нм | Показание анализатора спектра |
| 1310 |  | 1625 |  |
| 1550 |  |

Измерения проводят n ≥ 10 раз для каждого значения длины волны излучения полупроводниковых лазеров, определяют средние значения по формуле (1).

Примечание — При наличии нижней границы спектрального диапазона анализатора спектра на более коротких длинах волн (до 0,6 мкм) допускается применение дополнительного отдельного He-Ne лазера.

* + - 1. Для полученных по 4.7.4.2 и 4.7.4 результатов измерений определяют среднее квадратичное отклонение (СКО) результата измерений S по формуле

 (2)

где λi —длина волны, регистрируемая на поверяемом анализаторе спектра для i-го измерения.

Абсолютную погрешность △ при измерении длины волны вычисляют по формуле

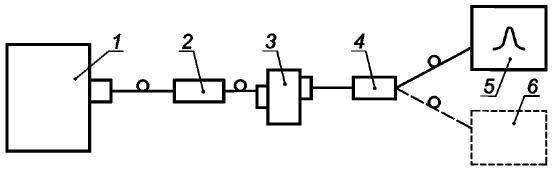
 (3)

где λист — значение длины волны, воспроизводимое РЭ ДВ,

△эт — абсолютное значение погрешности РЭ ДВ соответственно (значения из руководства по эксплуатации РЭ ДВ).

* + - 1. Результаты поверки считают положительными, если анализатор спектра позволяет выполнять измерения крайних значений длин волн, а максимальное значение абсолютной погрешности измерения длин волн (как для значений пиков поглощения ацетилена, так и для лазерных излучателей) не превышает допустимых пределов, указанных в руководстве по эксплуатации анализатора спектра.
    1. **Определение динамического диапазона и основной абсолютной погрешности измерения средней мощности излучения**
       1. Определение динамического диапазона проводят на длинах волн 1310 и 1550 нм, излучаемых одночастотными полупроводниковыми лазерами РЭ ДВ.

Собирают схему, приведенную на рисунке 1.

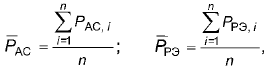


*1 —* полупроводниковый лазер (длина волны излучения 1310 или 1550 нм); 2— оптический кабель; *3 —* аттенюатор; *4 —* оптический разветвитель; *5 —* поверяемый оптический анализатор спектра; *6 —* РЭСМ-В.

Рисунок 1 — Блок-схема установки для определения динамического диапазона и погрешности измерения средней мощности излучения.

Регулируя ослабление посредством аттенюатора *3* с шагом 3 — 5 дБ так, чтобы измеряемое зна­чение средней мощности излучения полупроводникового лазера *1* (в максимуме распределения интен­сивности) лежало в диапазоне от максимального до минимального значения, измеряемого анализатором спектра, проводят измерение длины волны с помощью поверяемого анализатора спектра в соответствии с 4.7.4.4 — 4.7.4.6 Значение ослабления одновременно регистрируется РЭСМ-В. За динамический диапазон принимают полученное максимальное значение изменения мощности, при ко­тором полученное отклонение значения длины волны от значения длины волны, воспроизводимого на РЭ ДВ, не превышает значения погрешности измерения длины волны, указанного в руководстве по эксплуатации анализатора спектра.

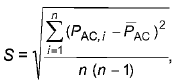
* + - 1. Для определения основной абсолютной погрешности измерения средней мощности излучения проводят измерение средней мощности для излучателей с длинами волн 1310 и 1550 нм при уровне мощности, указанном в спецификации руководства по эксплуатации анализатора спектра. Одновременно измерение мощности проводят с помощью ваттметра из состава РЭСМ-В. Определяют среднее значение мощности *Р* по показаниям поверяемого анализатора спектра и РЭСМ-В по формулам.

 (4)

где Рас,i — значение мощности, полученное в результате i-го измерения с помощью поверяемого анализатора спектра;

Ррэ,i — значение мощности, полученное в результате i-го измерения с помощью РЭСМ.

Рассчитывают среднее квадратичное отклонение результата измерений S по формуле:

 (5)

где РАС — среднее значение мощности, измеренное с помощью поверяемого анализатора спектра.

Определяют основную абсолютную погрешность △ при измерении мощности излучения при доверительной вероятности *Р =* 0,95 по формуле:

 (6)

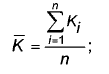
где △РЭ — погрешность РЭСМ-В (по ГОСТ 8.585);

* — неисключенная систематическая погрешность, определяемая по формуле:

 (7)

где РРЭ — среднее значение мощности, измеренное с помощью РЭСМ-В;

*К—* коэффициент деления ответвителем мощности излучения, среднее значение по результатам *n* измерений

 (8)

 (9)

где Ki*— i-e* значение коэффициента деления.

* + - 1. Результаты поверки считают положительными, если полученные значения динамического диапазона и погрешности измерения мощности соответствуют значениям, указанным в руководстве по эксплуатации.
    1. **Определение разрешения по шкале длин волн**
       1. Включают переключатель на лицевой панели РЭ ДВ в положение «Лазеры».
       2. Соединяют оптическим кабелем FC/PC-FC/APC выходной разъем FC/PC канала лазера с длиной волны 1550 нм и вход поверяемого анализатора спектра.
       3. Устанавливают на поверяемом приборе максимальное разрешение.
       4. Измеряют ширину линии по уровню 0,5 (или -3 дБ). Измеренная ширина и есть искомое разрешение.
       5. Результаты поверки считают положительными, если измеренная ширина линии соответствует значениям, указанным в спецификации руководства по эксплуатации поверяемого анализатора спектра.

1. **Оформление результатов поверки**

При положительных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений, оформляется свидетельство о поверке.

При отрицательных результатах поверки, в соответствии с заявлением владельца или лица, представившего средство измерений, выдают извещение о непригодности к применению средства измерений.

Результаты измерений заносят в протокол произвольной формы, установленной в организации, производящей поверку.

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Библиография** |
| [1] ПЭУ   1. ПОТ РМ-016—2001,  РД 153-34.0-03.150—2000 2. СанПиН 5804—91 94 | Правила устройства электроустановок. Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 08.07.2002 г. № 204.  Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. № 6.  Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуата­ции электроустановок.  Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров.  Го |