**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО**

**ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

ГОСТ Р ХХХХХ— ХХХХ

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Рабочие эталоны единицы средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах 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……………………………………….…………………………………...…6
	3. Требования к квалификации поверителей…………………………………………………7
	4. Требования безопасности………………………………………………..……………………7
	5. Требования к условиям проведения поверки…………………………………….………...8
	6. Подготовка к поверке……………………………………………………….….………………8
	7. Проведение поверки……………………………………………………………………………9
5. Оформление результатов поверки…………………………………………………………..………16
6. Приложение А………………………………………………………………………...…………………17
7. Библиография……………………………………………………………………..……………………18

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Государственная система обеспечения единства измерений**

**Рабочие эталоны единицы средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи**

**Методика поверки**

Working standards for the unit of average power of optical radiation in fiber-optic transmission systems. Method of verification

**Дата введения – ХХХХ-ХХ-**

1. **Область применения**

1.1 Настоящий стандарт распространяются на рабочие эталоны единицы средней мощности оптического излучения (далее — РЭСМ) в волоконно-оптических системах передачи (далее — ВОСП), предназначенные для передачи единицы средней мощности оптического излучения, калибровки и поверки рабочих средств измерении средней мощности оптического излучения в ВОСП на фиксированных длинах волн излучения - длинах волн градуировки.

 *Спектральная установка, входящая в состав рабочих эталонов, позволяет проводить поверку ваттметров и источников оптического излучения для волоконно-оптических систем передачи в рабочем спектральном диапазоне.*

1.2 Поверка в соответствии с требованиями настоящего стандарта обеспечивает передачу единиц средней мощности оптического излучения, средней мощности оптического излучения при поверке поверки рабочих средств измерении средней мощности оптического излучения в ВОСП, применяемых в качестве рабочих эталонов 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)

*1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц средней мощности оптического излучения, средней мощности оптического излучения 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*

1.4 Настоящий стандарт может быть применен для первичной поверки РЭСМ при условии, что совокупность операций поверки, изложенная в данном стандарте, обеспечивает подтверждение соответствия РЭСМ требованиям, установленным при проведении испытаний в целях утверждения типа.

1.5 Интервал между поверками – установленный при утверждении типа поверяемого РЭСМ.

1.6 Отдельные положения и разделы настоящего стандарта рекомендуется использовать при разработке индивидуальных методик поверки для конкретных типов РЭСМ.

*1.8 Допускается на основании письменного заявления владельца РЭСМ или другого лица, представившего РЭСМ на поверку, проведение поверки для ограниченного числа воспроизводимых величин с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.*

Издание официальное

1. **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

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

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.

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 | + | + |
| 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) | 4.7.4 | + | + |
| Определение составляющей погрешности, обусловленной нелинейностью измерителя мощности | 4.7.5 | + | + |
| Определение спектральной характеристики измерителя мощности | 4.7.6 | + | + |
| Определение длин волн излучения источников | 4.7.7 | + | + |
| Определение мощности излучения на выходе источников и нестабильности мощности излучения источников | 4.7.8 | + | + |
| 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 | 4.7.9 | + | + |
| Определение времени нарастания переходной характеристики преобразователя | 4.7.10 | + | + |
| Определение предела линейности преобразователя | 4.7.11 | + | + |
| Определение абсолютной погрешности градуировки монохроматора по шкале длин волн | 4.7.12 | + | + |

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

# **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. 4.5Контроль 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  |  |
| 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) | 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 % | ГЭТ 170. Компаратор средней мощности оптического излучения в ВОСП. Калориметрический приемник |  |
| Определение составляющей погрешности, обусловленной нелинейностью измерителя мощности | Диапазон измерений нелинейности от 10-12до 10 -2 Вт.Рабочие длины волн 850,1310, 1550 нм.Погрешность измерений нелинейности 0,1 % на порядок диапазона средней мощности | ГЭТ 170. Установка для измерений нелинейности приемников оптического излучения в ВОСП |  |
| Определение спектральной характеристики измерителя мощности | Диапазон длин волн от 600 до 1700 нм.Погрешность измерений относительной спектральной характеристики 3 %.Предел допускаемой абсолютной погрешности из­мерений длины волны 1 нм | ГЭТ 170. Установка для измерений спек­тральных характеристик приемников и источников оптического излучения |  |
| Определение длин волн излучения источников | Диапазон длин волн от 600 до 1700 нм.Погрешность измерений относительной спектральной характеристики 3 %.Предел допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны 1 нм. | ГЭТ 170. Установка для измерений спек­тральных характеристик приемников и источников оптического излучения |  |
| Определение мощности излучения на выходе источников и нестабильности мощности излучения источников | 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 % | ГЭТ 170. Компаратор средней мощности оптического излучения в ВОСП. Фотоэлектрический ваттметр блока регистрации |  |
| 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 | Полоса пропускания 200 МГц.Среднеквадратическое значение погрешности измерений временных интервалов периодических сигналов 1,0 нс.Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерений напряжения ± (1,5 • 10“2х х U + 0,5 • 10-2 • 8 • Ко), где U — измеряемое напряжение, Ко — установленный коэффициент от­клонения | Запоминающий цифровой осциллографLeCroy WaveSurfer 422 |  |
| Определение времени нарастания переходной характеристики преобразователя | Полоса пропускания 200 МГц.Среднеквадратическое значение погрешности измерений временных интервалов периодических сигналов 1,0 нс.Пределы допускаемого значения абсолютной погрешности измерений напряжения ± (1,5 • 10-2х х U + 0,5 • 10-2 • 8 • Ко), где U — измеряемое напряжение, Ко — установленный коэффициент от­клонения | Запоминающий цифровой осциллографLeCroy WaveSurfer 422 |  |
| Определение предела линейности преобразователя | Длины волн излучения фиксированные в диапазо­нах 800—900 нм, 1250—1350 нм, 1500—1600 нм. Длительность фронта импульса не более 3 нс | Электронно-оптический преобразова­тель |  |
| Определение абсолютной погрешности градуировки монохроматора по шкале длин волн | Диапазон длин волн от 600 до 1700 нм.Случайная составляющая погрешности, выражен­ная в виде СКО 5,31 • 10-6 нм.НСП воспроизведения единицы длины волны 1,17 • 10-4 нм | ГЭТ 170. Комплекс СИ для воспроизведения и передачи единицы длины волны в ВОСП |  |
| 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 РЭСМ.

# **Требования безопасности**

4.4.1 Лица, выполняющие поверку, должны быть ознакомлены с правилами безопасности при работе с РЭСМ, 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.

# **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 питающей сети, В | 220 ± 22 |
| Частота питающей сети, Гц | 50 ± 0,5 |

# **Подготовка к поверке**

При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

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

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

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

4.6.4 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.

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

4.6.6 Проводят прогрев всех включенных приборов в течение 1 ч.

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

# **Проведение поверки**

* + 1. **Опробование**

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

* + 1. **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 РЭСМ должна соответствовать описанию типа средства измерений;

- все маркировки на РЭСМ должны быть хорошо видимыми и легкочитаемыми.

* + 1. **Подтверждение соответствия программного обеспечения**

*Вар.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения осуществляется в соответствии с указаниями эксплуатационной документации*

*Вар. 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.*

* + 1. **Передача единицы средней мощности оптического излучения от компаратора средней мощности оптического излучения в ВОСП ГЭТ 170**
			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

* + - 1. Переводят исследуемый РЭСМ (4) в режим измерений на длине волны 850 нм.
			2. 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.
			3. Выключают излучатель на длине волны 850 нм источника (1). Отсоединяют оптический кабель от измерителя 3 и подсоединяют его ко входу калориметрического приемника компаратора.
			4. После установления теплового режима (20 мин) включают излучатель на длине волны 850 нм источника 1 и проводят измерение мощности Р01 компаратором (6).
			5. 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 Р1.
			6. Проводят операции по 4.7.4.4 – 4.7.4.6 еще четыре раза, регистрируя показания компаратора Pоi и поверяемого измерителя РЭСМ Рi.
			7. Определяют погрешность сличения Θ1 и СКО результата сличения S1 по формулам (1) и (2).

 (1)

 (2)

где

 (3)

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

Poi; Рi — показания компаратора и измерителя мощности РЭСМ (3) соответственно при i-ом измерении, i = 1,2,3,4,5.

* + - 1. Проводят операции 4.7.4.2 – 4.7.4.8 на длинах волн 1310,1550,1490 и 1625 нм.
			2. Полученные значения Θ1 и S1 применяют при расчете погрешностей измерений мощности в пункте 4.7.9.
			3. Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения погрешности сличения Θ1 для всех длин волн должны соответство­вать данным описания типа поверяемого РЭСМ.
		1. **Определение составляющей погрешности, обусловленной нелинейностью измерите­ля мощности**
			1. Измерение нелинейности измерителя мощности РЭСМ проводят на установке для измерений нелинейности приемников оптического излучения в ВОСП ГЭТ170. Нелинейность измеряют на длинах волн 850, 1310 и 1550 нм.
			2. Схема установки для измерений нелинейности приемников оптического излучения в ВОСП ГЭТ 170 приведена на рисунке 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, (п. 4.7.5.4 настоящего стандарта). Вторую реализацию — с детализацией внутри десятичного поддиапазона измерений (декады) — применяют при необходимости более точного измерения нелинейности в узком диапазоне измерений (п. 4.7.5.5 настоящего стандарта).



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

* + - 1. Измерение нелинейности с удвоением сигнала
				1. Подготавливают установку к работе на длине волны 850 нм.
				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 Р0, при котором проводится передача единицы средней мощности измерителю поверяемого РЭСМ на данной длине волны (п. 4.7.4).
				3. Закрывают затворы обоих каналов и устанавливают нулевые показания измерителя мощности поверяемого РЭСМ.
				4. Открывают затвор канала 1 и регистрируют показания измерителя РЭСМ (5) Р1i.
				5. Открывают затвор канала 2 и регистрируют показания измерителя РЭСМ (5) РΣi при обоих открытых затворах.
				6. Закрывают затвор канала А и регистрируют показания измерителя РЭСМ (5) P2i.
				7. Определяют значение нелинейности ΘЛi по формуле (4)

 (4)

* + - * 1. Увеличивают ослабление каждого из аттенюаторов А1 и А2 приблизительно в два раза таким образом, чтобы показания измерителя РЭСМ при обоих открытых затворах РΣi равнялись показаниям измерителя при одном открытом затворе на предыдущем шаге P1(i - 1); при этом максимально возможно должно соблюдаться равенство показаний при каждом отдельно открытом канале: Р1i = P2i.
				2. Повторяют операции по пп. 4.7.5.4.3—4.7.5.4.8 для всего диапазона измерений мощности поверяемого РЭСМ.
				3. Вычисляют значение общей нелинейности, последовательно суммируя локальные i-e значения нелинейности, начиная от точки Р0 (i = 0, согласно п. 4.7.5.4.2), где нелинейность поверяемого РЭСМ равна нулю, по формулам (5)—(7):

 (5)

 (6)

 (7)

где п < 0 соответствует значениям мощности меньше Ро;

п > 0 соответствует значениям мощности больше Ро;

ΘЛi — локальное значение нелинейности на i-м шаге (i = 0 для шага, где РАБi = Ро, п 4.7.5.4.2 настоящего стандарта).

* + - * 1. Вычисляют значение нелинейности Θ0Л по отношению к исходному значению мощности Р0, при котором проводилась передача единицы средней мощности измерителю поверяемого РЭСМ на данной длине волны, по формуле (8):

 (8)

* + - * 1. Вычисляют знание нелинейности ΘЛ в диапазоне измерений РЭСМ по формуле (9):

 (9)

где ΘЛ(Рn) определяются по формулам (5)—(7).

* + - * 1. Проводят операции по 4.7.5.4.1 - 4.7.5.4.12 на длинах волн 1310 и 1550 нм.
				2. Полученные значения нелинейности ΘЛ и Θ0Л для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.
			1. Измерение нелинейности с детализацией внутри декады
				1. Подготавливают установку (рисунок 2) к работе на длине волны 850 нм.
				2. Включают канал 1, открыв затвор аттенюатора А1. Выключают канал 2, закрыв затвор аттенюатора А2. Регулированием ослабления аттенюатора А1 устанавливают и регистрируют точное показание поверяемого РЭСМ Р11 (первый индекс соответствует номеру канала, второй — номеру измерений) таким образом, чтобы выполнялось условие: 1,2Pmin ≤ Р11 ≤1,5Pmin, где Pmin — нижний предел диапазона мощности, в котором необходимо измерить нелинейность для поверяемого РЭСМ.
				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 РΣ1 таким образом, чтобы выполнялось условие: 2,5Pmin ≤ PΣi ≤ 3Pmin. Регистрируют точное значение РΣ1.
				4. Выключают канал 1, закрыв затвор аттенюатора А1 (канал 2 остается включенным, ослабление в нем не меняется). Регистрируют показания поверяемого РЭСМ - Р21.
				5. Включают канал 1, открыв затвор аттенюатора А1 (оба канала включены). Регулировкой ослабления аттенюатора А2 устанавливают показания поверяемого РЭСМ РΣ2 таким образом, чтобы выполнялось условие: 5Pmin ≤ PΣ2 ≤ 5,5Pmin.
				6. Выключают оба канала, закрыв затворы аттенюаторов А1 и А2. При необходимости проводят установку нуля на поверяемом РЭСМ.
				7. Включают канал 1, открыв затвор аттенюатора А1 (канал 2 остается выключенным). Регистрируют точное значение Р12.
				8. Включают канал 2, открыв затвор аттенюатора А2 (канал остается включенным, ослабле­ние в нем не меняется). Регистрируют точное значение РΣ2.
				9. Выключают канал 1, закрыв затвор аттенюатора А1 (канал 2 остается включенным, ослабление в нем не меняется). Регистрируют показания поверяемого РЭСМ Р22.
				10. Повторяют операции по 4.7.5.5.5—4.7.5.5.9 еще два раза, соблюдая условия 7,5Рmin ≤ РΣз ≤ 8Рmin и 10,5Pmin ≤ РΣ4 ≤ 11Pmin, соответственно увеличивая на каждом шаге значение P2i.
				11. Выключают оба канала. Проводят установку нуля на поверяемом РЭСМ. Проводят операции по пп. 4.7.5.5.2—4.7.5.5.10 на следующем диапазоне измерений поверяемого прибора, соответственно, используя в качестве Pmin2 значение, в 10 раз большее значения Pmin1.

Примечание. Пример - если на предыдущем цикле проводились измерения в диапазоне 1 нВт—10 нВт, то Pmin1 было равно 1 нВт, а Pmin2 равно 10 нВт, и измерения в следующем цикле проводят в диапазоне 10 нВт—100 нВт (приблизи­тельно с таким же равномерным распределением PΣ).

* + - * 1. Повторяют операции по пп. 4.7.5.5.2—4.7.5.5.11 на всех диапазонах измерений поверяемого РЭМС (пока не выполнится условие РΣi = Pmax, где Pmax — верхний предел диапазона мощности, в котором необходимо измерить нелинейность для поверяемого РЭМС). Если мощности источников излучения установки оказывается недостаточно для достижения значения Pmax, 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 РЭМС.
				2. Проводят операции по пп. 4.7.5.5.1—4.7.5.5.11 для длин волн 1310 и 1550 нм.
				3. Проводят обработку результатов измерений с помощью программы расчета нелинейности для каждой длины волны и для каждой декады отдельно. В результате получают значения нелинейности △ij в i-й точке (i = 1,2,3,4; N = 4 — максимальное число суммирований на каждой декаде) j-й декады.
				4. Пересчет значений нелинейности 0Лц проводят в соответствии с формулой (10)

 (10)

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

△Лij — результирующее (приведенное к общей прямой) значение нелинейности в i-й точке (i = 1,2,3,4; N = 4)j-ro диапазона, △ЛNо = 0.

* + - * 1. Определяют значение составляющей погрешности ΘЛ, обусловленной нелинейностью измерителя мощности, по формуле (11):

 (11)

* + - * 1. Операции по пп. 4.7.5.5.14—4.7.5.5.16 проводят для всех рабочих длин волн, на которых производилось определение нелинейности (850 нм, 1310 нм, 1550 нм).
				2. Полученные значения нелинейности ΘЛ для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа проверяемого РЭСМ.
		1. **Определение неравномерности спектральной характеристики измерителя мощности**
			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.
			2. При измерении спектральной характеристики для измерителя мощности устанавливают те же значения длин волн, что и на счетчике монохроматора.
			3. Определяют неравномерность спектральной характеристики в каждом спектральном диапазоне по формуле (12):

 (12)

где Smax; Smin — соответственно максимальное и минимальное значения относительной спектральной характеристики в каждом спектральном диапазоне (%).

* + - 1. Полученные значения неравномерности спектральной характеристики ΘCj должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.
		1. **Определение длин волн излучения источников**
			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.
			2. Полученные значения длин волн излучения источников должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.
		2. **Определение мощности излучения на выходе источников и нестабильности мощности излучения источников**
			1. Предварительный прогрев источника поверяемого РЭСМ проводят на длине волны 850 нм в течение 30 мин.
			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.
			3. Регистрируют показания фотоэлектрического ваттметра компаратора в течение 15 мин с интервалом в 1 мин и определяют значение нестабильности мощности источника ΘИ по формуле (13):

 (13)

где Рmах и Pmin — максимальное и минимальное значения мощности соответственно, зарегистрированные за время измерений.

* + - 1. Проводят операции по 4.7.8.1—4.7.8.3 для остальных длин волн излучения источников поверяемого РЭСМ.
			2. За значение мощности излучения на выходе источника принимают значение Pmin для каждой длины волны.
			3. Полученные значения мощности излучения на выходе источника для всех длин волн долж­ны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.
		1. **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**
			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 (по результатам измерений во всем диапазоне измерений мощности, п. 4.7.5) и неравномерности спектральной характеристики.
			2. Определяют значение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длине волны калибровки △К по формуле (14):

 (14)

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

Θ — НСП компаратора (0,8 %);

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

Θ1 — погрешность сличения (пункт 4.7.4);

S1 —СКО сличения (пункт 4.7.4);

ΘОЛ— погрешность, обусловленная нелинейностью измерителя мощности РЭСМ (согласно п. 4.7.5.4.11), для длин волн 1490 и 1625 нм применяют значение, полученное для 1550 нм.

* + - 1. Определяют значение относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне △С по формуле (15)

 (15)

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

Θ — НСП компаратора ГЭТ170 (0,8 %);

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

Θ 1 — погрешность сличения (пункт 4.7.4);

St —СКО сличения (пункт 4.7.4);

ΘОЛ— погрешность, обусловленная нелинейностью измерителя мощности РЭСМ (согласно п. 4.7.5.4.11), для длин волн 1490 и 1625 нм используется значение, полученное для 1550 нм;

ΘСО — основная погрешность установки для измерений спектральных характеристик ГЭТ 170 (3%);

ΘС — неравномерность спектральной характеристики (пункт 4.7.6).

* + - 1. Определяют значение относительной погрешности измерений относительных уровней мощности △отн по формуле (16)

(16)

где S1 — СКО сличения (пункт 4.7.4);

Θ Л — погрешность, обусловленная нелинейностью измерителя мощности РЭСМ (согласно п. 4.7.5.4.12 или п. 4.7.5.5.16), для длин волн 1490 и 1625 нм используется значение, полученное для 1550 нм.

* + - 1. Полученные результаты для диапазона измерений средней мощности оптического излуче­ния, относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн калибровки △К, относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения в рабочем спектральном диапазоне △С и относительной погрешности измерений относительных уровней мощности △отн для всех длин волн при поверке должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.
		1. **Определение времени нарастания переходной характеристики преобразователя**
			1. Подключают выход поверяемого РЭСМ коаксиальным кабелем к осциллографу с нагрузкой 50 Ом. Включают поверяемый РЭСМ.
			2. Подают излучение от электронно-оптического преобразователя с длиной волны 850 нм на соответствующий оптический вход поверяемого РЭСМ.
			3. Получают устойчивую осциллограмму сигнала электронно-оптического преобразователя на осциллографе и определяют время нарастания переходной характеристики преобразователя $τ$ф, равное длительности переднего фронта импульса по уровню 0,1 - 0,9 (измеряют с помощью осциллографа).
			4. Проводят операции по 4.7.10.2, 4.7.10.3 для электронно-оптического преобразователя с дли­нами волн 1310 и 1550 нм, подавая излучение на соответствующий оптический вход.
			5. Полученные значения времени нарастания переходной характеристики преобразователя $τ$ф для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.
		2. **Определение предела линейности преобразователя**
			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

* + - 1. Подключают выход поверяемого преобразователя коаксиальным кабелем к осциллографу с нагрузкой 50 Ом. Включают преобразователь.
			2. Включают источник излучения (1) на длине волны 850 нм.
			3. 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 Р01.
			4. Отсоединяют оптический кабель от измерителя мощности РЭСМ (3), подсоединяют кабель к оптическому входу преобразователя и регистрируют по осциллографу напряжение на нагрузке U1.
			5. Определяют коэффициент преобразования преобразователя Sпp по формуле (17)

 (17)

где U1— напряжение на нагрузке, измеренное по осциллографу (4.7.9.5);

Р01 — значение средней мощности, зарегистрированное измерителем мощности РЭСМ (по п. 4.7.11.4).

* + - 1. Проводят операции по 4.7.11.4—4.7.11.7, увеличивая мощность POi с шагом 0,1 мВт на выходе аттенюатора уменьшением его ослабления. На каждом шаге определяют коэффициент преобразова­ния Sпpi по формуле, аналогичной формуле (15).
			2. Предел линейности преобразователя Рпр определяют как наибольшее значение мощности POi, при котором выполняется условие (18)

 (18)

* + - 1. Проводят операции по 4.7.11.2 – 4.7.11.7 для остальных длин волн источников поверяемого РЭСМ, определяя соответствующие значения Рпр.
			2. Полученные значения предела линейности Рпр для всех длин волн должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.
		1. **Определение абсолютной погрешности градуировки монохроматора по шкале длин волн**
			1. На входную щель монохроматора устанавливают насадку септическим разъемом и подсоединяют к ней оптический разъем лазера из состава комплекса эталона для воспроизведения и передачи единицы длины волны в ВОСП ГЭТ170. Подсоединяют к выходной щели монохроматора оптический кабель, соединенный другим разъемом с оптическим входом опорного приемника поверяемого РЭСМ. Включают излучение лазера.
			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.
			3. Определяют погрешность градуировки монохроматора по шкале длин волн △λ по формуле (19)

 (19)

где λ 0 — фактическое (паспортное) значение длины волны лазера из состава ГЭТ для воспроизведения и передачи единицы длины волны;

λ — измеренное монохроматором значение длины волны лазера из состава рабочего эталона дли­ны волны (4.7.12.2).

* + - 1. Проводят операции по 4.7.12.1—4.7.12.3 для всех лазеров из состава комплекса ГЭТ для вос­произведения и передачи единицы длины волны.
			2. Полученные значения погрешности градуировки монохроматора по шкале длин волн ДЛ для всех лазеров из состава комплекса СИ для воспроизведения и передачи единицы длины волны должны соответствовать данным описания типа поверяемого РЭСМ.
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] ПЭУ1. ПОТ РМ-016—2001, РД 153-34.0-03.150—2000
2. СанПиН 5804—9194
 | 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 |