

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев

« 21 »



М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Рефлектометры оптические KIWI-7400**

**Методика поверки**

**МП-27/003-2023**

**с изменением №1**

2023 г.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на рефлектометры оптические KIWI-7400 (далее – рефлектометры), предназначенные для измерений ослабления, длины (расстояния) до мест неоднородностей, оценки неоднородностей оптического кабеля, измерений средней мощности и ослабления оптического излучения в волоконно-оптических кабелях и оптических компонентах.

1.2. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

1.3. Методика поверки обеспечивает прослеживаемость рефлектометров 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 и передачи информации ГЭТ 170-2011 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.12.2019 № 2862.

1.4. В методике поверки реализован метод передачи единицы непосредственным сличением и метод прямых измерений.

1.5. Допускается проведение поверки отдельных величин и поддиапазонов измерений, в соответствии с заявлением владельца рефлектометра с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

Таблица 1 – Метрологические требования, предъявляемые к рефлектометрам оптическим КИWI-7400

Наименование характеристики	Значение характеристики					
	2	3	4	5	6	7
Модификация	КИWI-7431	КИWI-7451	КИWI-7461	КИWI-7442	КИWI-7444	КИWI-7430
Тип волокна	одномодовое					
Рабочие длины волн, нм	1310±20 1550±20	1310±20 1550±20	1310±20 1550±20	1310±20 1550±20 1625±10	1310±20 1550±20 1650±10	1310±20 1550±20 1300±20
Динамический диапазон измерений ослабления, дБ, не менее:						
- на длине волны 850±20 нм	-	-	-	-	-	23 <sup>2)</sup>
- на длине волны 1300±20 нм	-	-	-	-	-	28 <sup>2)</sup>
- на длине волны 1310±20 нм	38 <sup>1)</sup>	45 <sup>1)</sup>	50 <sup>1)</sup>	43 <sup>1)</sup>	42 <sup>1)</sup>	-
- на длине волны 1550±20 нм	37 <sup>1)</sup>	43 <sup>1)</sup>	48 <sup>1)</sup>	41 <sup>1)</sup>	40 <sup>1)</sup>	-
- на длине волны 1625±10 нм	-	-	-	40 <sup>1)</sup>	-	-
- на длине волны 1650±10 нм	-	-	-	-	39 <sup>1)</sup>	-
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	±0,05·A <sup>3)</sup> , но не менее ±0,1					
Мертвая зона при измерении, м, не болес:						
- ослабления	4,0					
- положения неоднородности	0,8					
Диапазон измеряемых длин, км	от 0,0 до 1,3; от 0,0 до 2,5; от 0 до 5; от 0 до 10; от 0 до 20; от 0 до 40; от 0 до 80; от 0 до 160; от 0 до 240					
	от 0,0 до 1,3; от 0,0 до 2,5; от 0 до 5; от 0 до 10; от 0 до 20; от 0 до 40					
	от 0 до 5; от 0 до 10; от 0 до 20; от 0 до 40					



продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
Длительность зондирующих импульсов, нс	$5_{-1}^{+2}; 10_{-1}^{+2}; 30 \pm 3;$ $100 \pm 10; 300 \pm 30;$ $1000 \pm 100; 2500 \pm 250;$ $10000 \pm 1000;$ $20000 \pm 2000$					$5_{-1}^{+2}; 10_{-1}^{+2}; 30 \pm 3;$ $100 \pm 10; 300 \pm 30;$ $1000 \pm 100;$ $2500 \pm 250$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1 + 5 \cdot 10^{-5} \cdot L + \delta)$ 4)					
Длина волны источника излучения визуального детектора поврежденных, нм	650 ± 10					
Уровень выходной мощности визуального детектора поврежденных в непрерывном режиме, Вт (дБм <sup>6)</sup> ), не менее	$5 \cdot 10^{-4}$ (-3)					
Уровень выходной мощности источника излучения <sup>5)</sup> , Вт (дБм <sup>6)</sup> <sup>7)</sup> , не менее	$2 \cdot 10^{-4}$ (-7)					
Нестабильность выходной мощности оптического излучения <sup>8)</sup> , дБ, не более	0,4					
Диапазон измерений уровня средней мощности оптического излучения, Вт (дБм <sup>6)</sup> <sup>7)</sup> : - на длине волны градуировки 850 нм - на длинах волн градуировки 1300, 1310, 1550, 1625, 1650 нм	от $1 \cdot 10^{-9}$ до $4 \cdot 10^{-3}$ (от -60 до +6) от $1 \cdot 10^{-10}$ до $4 \cdot 10^{-3}$ (от -70 до +6)					



## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение рабочих длин волн оптического рефлектометра	Да	Нет	9.1
Определение рабочих длин волн источника излучения	Да	Да	9.1
Определение длины волны источника излучения визуального детектора повреждений	Да	Нет	9.1
Определение динамического диапазона измерений ослабления	Да	Да	9.2
Определение абсолютной погрешности измерений ослабления	Да	Да	9.3
Определение диапазона измерений длины и абсолютной погрешности измерений длины	Да	Да	9.4
Определение мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности	Да	Нет	9.5
Определение длительности зондирующих импульсов	Да	Нет	9.6
Определение уровня выходной мощности источника излучения	Да	Да	9.7
Определение уровня выходной мощности визуального детектора повреждений в непрерывном режиме	Да	Нет	9.7
Определение нестабильности выходной мощности оптического излучения	Да	Да	9.8



продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Определение диапазона измерений уровня средней мощности и относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки	Да	Да	9.9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С ..... от 15 до 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % ..... не более 90;
- атмосферное давление, кПа ..... от 84 до 107;
- питание от сети переменного тока  
напряжение, В ..... от 110 до 240;  
частота, Гц ..... от 50 до 60.

*Примечание – при проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.*

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области оптико-физических измерений, и допущенные к проведению поверки установленным порядком.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемый рефлектометр и используемые средства поверки.

### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ °С. Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 5 до 60% с относительной погрешностью не более $\pm 3,5\%$ . Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 107 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа.	Метеостанция НМ30, рег. № 33300-06



продолжение таблицы 3

1	2	3
	<p>Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более <math>\pm (0,012 \cdot f_{изм} + 3 \cdot k)</math> Гц, где <math>f_{изм}</math> – измеряемое значение частоты переменного тока, Гц, <math>k</math> – значение единицы младшего разряда, Гц, равное 0,01 Гц.</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более <math>\pm (0,008 \cdot U_{изм} + 4 \cdot k)</math> В, где <math>U_{изм}</math> – измеряемое значение напряжения переменного тока, В, <math>k</math> – значение единицы младшего разряда, В, равное 0,1 В.</p>	<p>Мультиметры цифровые серии DT модификации DT-9963, рег. № 58550-14</p>
<p>п. 9 определение метрологических характеристик средства измерений</p>	<p>Рабочий эталон средней мощности            Диапазон измерений средней мощности оптического излучения <math>1 \cdot 10^{-10}</math> до <math>4 \cdot 10^{-3}</math> Вт            Рабочий спектральный диапазон от 600 до 1700 нм            Пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн источников излучения <math>\pm 3,5\%</math>            Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки значения длины волны на монохроматоре <math>\pm 1</math> нм            Рабочий эталон единиц длины и ослабления в световоде            Диапазон воспроизводимых расстояний:            - для одномодового волокна от 0,13 до 240 км;            - для многомодового волокна от 0,13 до 40 км.            Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения расстояний <math>\pm (0,3 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot L)</math>, где <math>L</math> – значение воспроизводимого расстояния.            Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения вносимого ослабления оптического излучения <math>\pm 0,02 \cdot A</math> дБ, где <math>A</math> – значение вносимого ослабления, дБ.            Метрологические характеристики:            - полоса пропускания: 200 МГц</p>	<p>Рабочий эталон средней мощности оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи РЭСМ-В рег. № 68272-17</p> <p>Генератор оптический ОГ-2-3 рег. № 62509-20</p> <p>Осциллограф цифровой запоминающий 62Xs, рег. № 32487-06</p>
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа, поверенные и удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.038-82,



ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только лица, аттестованные в качестве поверителя в установленном порядке.

## **7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 Внешний вид и комплектность проверить на соответствие данным, приведенным в руководстве по эксплуатации (РЭ) и в паспорте на рефлектометр.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие внешних механических повреждений, ослабления элементов конструкции, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики рефлектометра;

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемое оборудование.

- соответствие комплектности паспорту, наличие маркировок с указанием типа и заводского номера.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если рефлектометр удовлетворяет требованиям п. 7.1.1. В противном случае, рефлектометр считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и к дальнейшим операциям по поверке не допускается.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

### **8.1 Подготовка к поверке**

Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с документацией на рефлектометр, подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки. Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 провести перед началом поверки.

#### **8.1.1 Опробование**

8.1.2 Нажать на передней панели кнопку включения, проверить заряд установленных элементов питания, при необходимости подключить блок питания.

8.1.3 Средство измерения считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если не происходит отказа световых индикаторов, ошибок при запуске программного обеспечения (ПО) и в работе ПО при сканировании системы.

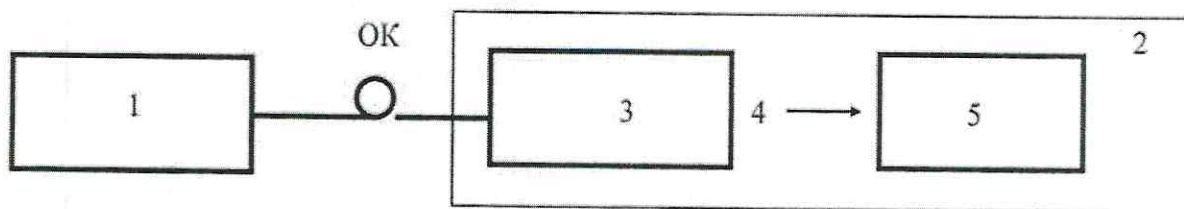
8.1.4 При положительных результатах опробования приступить к проверке метрологических характеристик. В противном случае, рефлектометр считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и к дальнейшим операциям по поверке не допускается.

## **9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

9.1 Определение рабочих длин волн, длин волн источников излучения, длины волны источника излучения визуального детектора повреждений

9.1.1 Собрать установку, приведенную на рисунке 1.





1 – рефлектометр; 2 – спектральная установка из состава рабочего эталона средней мощности; 3 - монохроматор; 4 - фотоприемное устройство; 5 - регистратор, ОК - оптический кабель

Рисунок 1

9.1.2 Оптическим кабелем соединить выход рефлектометра с входным разъемом спектральной установки. На поверяемом рефлектометре провести установку максимального значения длительности зондирующего импульса.

9.1.3 Изменяя длину волны на шкале монохроматора, регистрировать длину волны, соответствующую максимальному значению сигнала.

9.1.4 Повторить операции согласно п. 9.1.3 для всех длин волн рефлектометра.

9.1.5 Повторить операции согласно п. 9.1.3 для всех длин волн встроенного в рефлектометр источника излучения.

9.1.6 Повторить операции согласно п. 9.1.3 для встроенного в рефлектометр источника излучения визуального детектора повреждений.

9.1.7 Зарегистрированные значения длин волн должны находиться в пределах допуска, заданного для каждой из длин волн в РЭ рефлектометра.

9.1.8 Результаты испытаний считать положительными, если длины волн соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

## 9.2 Определение динамического диапазона измерений ослабления

9.2.1 Подключить к поверяемому рефлектометру оптическое волокно стандарта G.652 (G.651.1 при определении динамического диапазона на длинах волн 850/1300 нм). Установить следующие параметры рефлектометра:

- время усреднения 180 секунд;
- длительность импульса 2,5 мкс на длинах волн 850/1300 нм, 20 мкс на длинах волн 1310/1550/1625/1650 нм.

- максимально возможный диапазон измерений длины для длины волны, на которой производится измерение динамического диапазона измерений ослабления.

9.2.2 Провести измерение длины ОВ с помощью поверяемого рефлектометра в соответствии с РЭ на него. Поставить маркеры А и В в начало и конец линейного участка полученной рефлектограммы, и зафиксировать значения длины и затухания, соответствующие маркерам А и В, приведенные на экране поверяемого рефлектометра,  $l_A$ , м,  $Ar_A$ , дБ, и  $l_B$ , м,  $Ar_B$ , дБ, соответственно.

9.2.3 Установить маркер А на точку рефлектограммы, соответствующей самому высокому пику в последней четверти диапазона измерений длины с помощью поверяемого рефлектометра и зафиксировать значение затухания, соответствующего маркеру А, приведенного на экране поверяемого рефлектометра,  $Ar_{max}$ , дБ.

9.2.4 Операции пунктов 9.2.1 – 9.2.3 настоящей методики повторить не менее 3 раз.

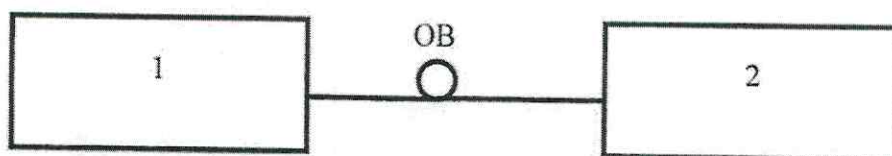
9.2.5 Результаты поверки считать положительными, если диапазон измерений ослабления рефлектометра соответствует значениям, приведенным в таблице 1.

## 9.3 Определение абсолютной погрешности измерений ослабления

Определение абсолютной погрешности измерений рефлектометра при измерениях ослабления провести на каждой рабочей длине волны путем сравнения заданных с помощью генератора оптических значений перепадов амплитуд двух оптических импульсов, имитирующих ослабление, подаваемых в рефлектометр, с соответствующими значениями перепадов, полученными при измерении с помощью рефлектометра.



9.3.1 Подключить поверяемый рефлектометр к генератору оптическому с помощью оптического волокна (рисунок 2).



1 – рефлектометр; 2 – генератор оптический; ОВ - оптическое волокно

Рисунок 2

9.3.2 При включении генератора оптического в рабочий режим на экране дисплея рефлектометра появляются два импульса. С помощью генератора оптического устанавливают первый импульс в начале шкалы и поочередно вводят значения ослабления между импульсами 1, 5, 12 дБ. При этом второй импульс устанавливают на таком расстоянии от первого, которое соответствует типовому коэффициенту ослабления оптического волокна для данной длины волны.

9.3.3 Определить поочередно значения ослаблений  $A$  по шкале рефлектометра для каждого из установленных на генераторе оптическом значений ослабления для каждой длины волны. Измерения провести не менее 5 раз.

9.3.4 Повторить операции согласно п.п. 9.3.1-9.3.3 для всех длин волн рефлектометра.

#### 9.4 Определение диапазона измерений длины и абсолютной погрешности измерений длины

Определение диапазона измерений длины кабеля и абсолютной погрешности при измерении длины кабеля провести на каждой рабочей длине волны путем сравнения заданных с помощью генератора оптического значений времени задержки оптического импульса (выраженных в единицах длины на шкалах генератора оптического и рефлектометра), подаваемого с генератора оптического в рефлектометр, с соответствующими значениями времени задержки, полученными при измерении с помощью рефлектометра.

*Примечание.* На больших диапазонах (0-160 км и 0-240 км) возможно ухудшение отношения сигнал/шум. Из-за чего возможны появления некорректных измеренных значений. В этом случае рекомендуется уменьшить выходной измерительный импульс от генератора оптического на 15-20 дБ и повторить проведенные измерения. В зависимости от положения измерительного импульса, следует увеличивать (при расположении дальше от начала трассы) или уменьшать (при приближении к началу трассы) уровень выходной мощности.

9.4.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 2. Подключить рефлектометр к генератору оптическому.

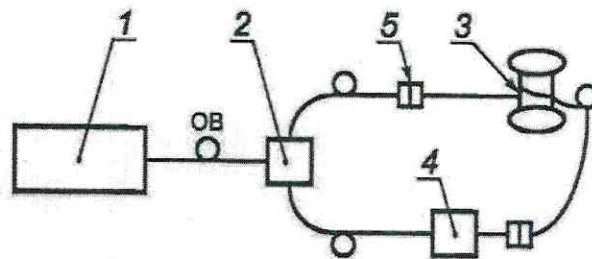
При включении генератора оптического в рабочий режим на экране дисплея рефлектометра появляется импульс. В меню рефлектометра установить значение показателя преломления оптического волокна одинаковым с заданным на генераторе оптическом. С помощью генератора оптического установить время задержки оптического импульса, соответствующее расстоянию не более 1000 м и расстоянию равному разности значений предела шкалы длины поверяемого рефлектометра и удвоенного значения длительности импульса, приведенном в меню генератора оптического. Измерить расстояние  $L$ , м, от начала шкалы до точки, соответствующей положению маркера, установленного на переднем фронте импульса (рекомендуется устанавливать маркер в точке, соответствующей уровню 15 дБ от вершины импульса). При этом в меню генератора оптического и рефлектометра выставить минимальную длительность импульса, соответствующую расстоянию  $L$ , м.

9.4.2 Повторить измерения не менее 5 раз.

9.4.3 Повторить операции согласно п.п. 9.4.1-9.4.2 для каждой рабочей длины волны рефлектометра.

### 9.5 Определение мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности

9.5.1 Собрать схему, представленную на рисунке 3.



1 - поверяемый рефлектометр; 2 - оптический ответвитель; 3 - оптический кабель; 4 - аттенуатор оптический из состава рабочего эталона средней мощности; 5 - оптический соединитель; ОВ - оптическое волокно

Рисунок 3

9.5.2 Установить минимальную длительность зондирующего импульса, указанную в технической документации на поверяемый рефлектометр, задать время усреднения не менее 30 секунд и диапазон измерений по шкале длин 1,3 км. С помощью аттенуатора установить значение ослабления, достаточное для отсутствия насыщения отраженного импульса. Отраженный импульс находится в средней части рефлектограммы.

9.5.3 Определить мертвую зону при измерениях ослабления как расстояние между началом отраженного импульса и точкой заднего фронта отраженного импульса, отстоящей от кривой обратного рассеяния на 0,5 дБ, в соответствии с рисунком 4.

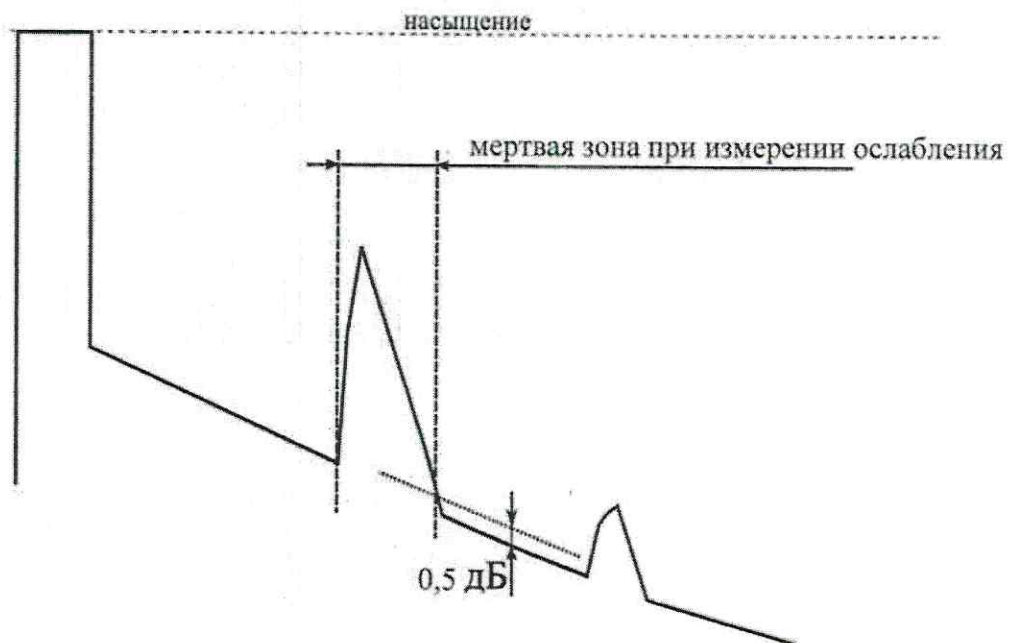


Рисунок 4

9.5.4 Определить мертвую зону при измерениях положения неоднородности как длину между точками переднего и заднего фронтов отраженного импульса, соответствующими уровню ослабления 1,5 дБ от вершины ненасыщенного импульса, в соответствии с полученной рефлектограммой, вид которой представлен на рисунке 5.



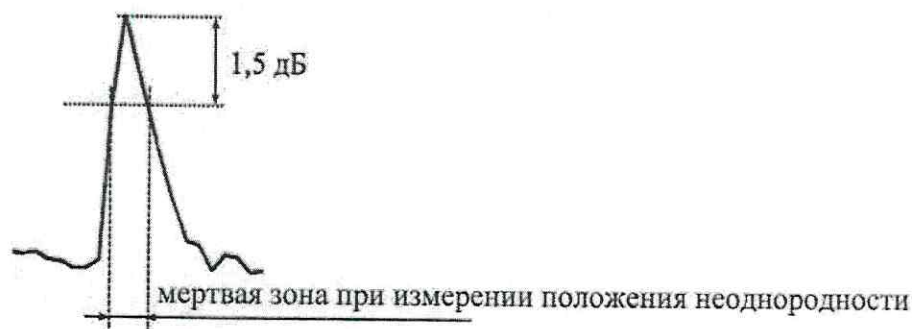


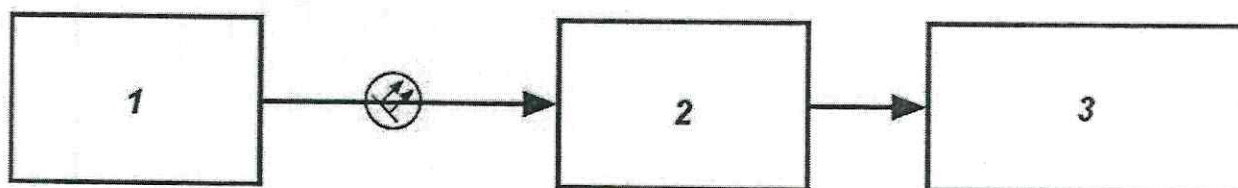
Рисунок 5

9.5.5 Повторить операции согласно п.п. 9.5.1-9.5.4 для каждой рабочей длины волны рефлектометра.

9.5.6 Результаты испытаний считать удовлетворительными, если значения мертвой зоны при измерении ослабления для каждой рабочей длины волны рефлектометра не превышают значений, указанных в таблице 1.

### 9.6 Определение длительности зондирующих импульсов

9.6.1 Собрать схему, представленную на рисунке 6.



1-поверяемый рефлектометр, 2-фотоприемное устройство, 3-осциллограф

Рисунок 6

9.6.2 Поочередно установить имеющиеся в меню рефлектометра длительности импульсов и включая лазер рефлектометра, регистрировать с помощью фотоприемного устройства и осциллографа их длительность по уровню 0,5.

9.6.3 Повторить операции согласно п.п. 9.6.1, 9.6.2 для каждой рабочей длины волны рефлектометра.

9.6.4 Результаты испытаний считать удовлетворительными, если длительности зондирующих импульсов рефлектометра для каждой рабочей длины волны рефлектометра соответствуют значениям, указанным в таблице 1

### 9.7 Определение уровня выходной мощности источника излучения и уровня выходной мощности визуального детектора повреждений в непрерывном режиме

9.7.1 Подать оптическое излучение с выхода встроенного в рефлектометр источника излучения на оптический вход ваттметра из состава рабочего эталона средней мощности с помощью волоконного кабеля. Измерить значение оптической мощности.

9.7.2 Повторить операцию согласно п. 9.7.1 еще 4 раза, каждый раз предварительно вынув и вставив оптический разъем.

9.7.3 Определить значение выходной мощности, как среднее из пяти измерений.

9.7.4 Повторить операции согласно п.п. 9.7.1-9.7.3 для всех длин источника излучения встроенного в рефлектометр.

9.7.5 Повторить операции согласно п.п.9.7.1-9.7.3 для визуального детектора повреждений в непрерывном режиме.

9.7.6 Результаты испытаний считать удовлетворительными, если полученные значения выходной мощности источника излучения, встроенного в рефлектометр и выходной мощности визуального детектора повреждений в непрерывном режиме соответствуют приведенным в таблице 1

## 9.8 Определение нестабильности выходной мощности оптического излучения

9.8.1 Провести предварительный прогрев встроенного в рефлектометр источника излучения в течении 15 минут

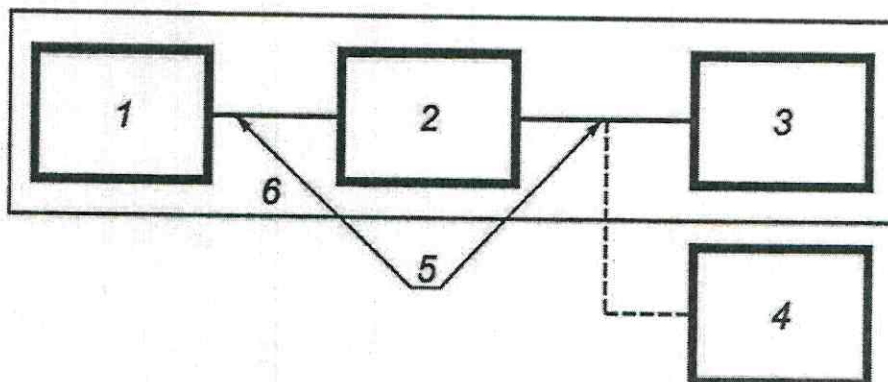
9.8.2 Подать оптическое излучение от встроенного в рефлектометр источника излучения с помощью волоконного кабеля на оптический вход ваттметра из состава рабочего эталона средней мощности.

9.8.3 Регистрировать показания ваттметра из состава рабочего эталона средней мощности в течении 15 минут с интервалом в 1 минуту.

9.8.4 Повторить операции согласно п.п. 9.8.1-9.8.3 для всех длин волны.

## 9.9 Определение диапазона измерений уровня средней мощности и относительной погрешности измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки

9.9.1 Собрать установку согласно схеме, приведенной на рисунке 7.



1 – источник излучения; 2- аттенуатор оптический; 3 – ваттметр из состава рабочего эталона средней мощности; 4 – ваттметр, встроенный в рефлектометр; 5 – волоконно-оптический кабель; 6 – рабочий эталон средней мощности

Рисунок 7

9.9.2 Установить на ваттметре, встроенном в рефлектометр длину волны, соответствующую длине волны источника излучения.

9.9.3 Выход аттенуатора оптического подключить к входу ваттметра из состава рабочего эталона средней мощности и регулировкой аттенуатора установить на его выходе мощность, равную максимально измеряемой ваттметром, встроенным в рефлектометр

9.9.4 Провести 5 измерений мощности последовательно ваттметром из состава рабочего эталона средней мощности и ваттметром, встроенным в рефлектометр.

9.9.5 Повторить операции согласно п.п. 9.9.3, 9.9.4, последовательно уменьшая мощность (с шагом 10-15 дБ) до минимально измеряемой ваттметром, встроенным в рефлектометр мощности.

9.9.6 Повторить операции согласно п.п. 9.9.2-9.9.5 для всех длин волн градуировки ваттметра встроенного в рефлектометр.

## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определить средние значения ослабления  $\bar{A}$  по формуле

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}$$

где  $n$  – число измерений;  
 $A_i$  –  $i$ -е значение ослабления.



10.2 Определить среднее квадратическое отклонение результата измерений  $S$  по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2}{n(n-1)}}$$

10.3 Определить неисключенную систематическая погрешность  $\Theta$  по формуле

$$\Theta = \bar{A} - A_0$$

где  $A_0$  - значение ослабления, установленное по рабочему эталону.

10.4 Определить абсолютную погрешность  $\Delta$  измерений ослабления по формуле

$$\Delta = 2\sqrt{\frac{1}{3}(\Theta^2 + \Delta_0^2) + S^2}$$

где  $\Delta_0$  - абсолютная погрешность установки ослабления рабочим эталоном.

10.5 Результаты испытаний считать положительными, если значения абсолютной погрешности при измерении ослабления находятся в пределах значений, указанных в таблице 1.

10.6 Определить средние значения измеряемых длин  $\bar{L}$  по формуле

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}$$

где  $L_i$  -  $i$ -ое значение длины;

$n$  - число измеряемых длин кабеля.

10.7 Определить неисключенную систематическая погрешность  $\Theta$  по формуле

$$\Theta = \bar{L} - L_0$$

где  $L_0$  - значение длины кабеля по шкале генератора оптического.

10.8 Определить абсолютную погрешность  $\Delta$  (при доверительной вероятности  $p = 0,95$ ) по формуле

$$\Delta = 1,1\sqrt{\Theta^2 + \Delta_0^2}$$

где  $\Delta_0$  - абсолютная погрешность установки длины генератором оптическим.

10.9 Результаты испытаний считать положительными, если диапазоны измерений длины кабеля рефлектометром и абсолютная погрешность измерений длины кабеля для каждой рабочей длины волны рефлектометра находятся в пределах, указанных в таблице 1.

10.10 Определить нестабильность мощности встроенного в рефлектометр источника излучения по формуле

$$S = P_{\max} - P_{\min}$$

где  $P_{\max}$ ,  $P_{\min}$  - максимальное и минимальное значения мощности, зафиксированные за время измерений;

10.11 Полученные значения нестабильности для всех длин волн не должны превышать 0,4 дБ.

10.12 Определить среднее значение разницы показаний ваттметра из состава рабочего эталона средней мощности и ваттметра, встроенного в рефлектометр, по формуле

$$\theta_j = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \theta_{ij}$$

где  $N$  – число последовательных измерений мощности;

$$\theta_{ij} = P_{ij} - P_{0ij}$$

$\theta_{ij}$  – разница в показаниях ваттметра из состава рабочего эталона средней мощности и ваттметра, встроенного в рефлектометр;

$P_{0ij}$ ,  $P_{ij}$  – показания ваттметра из состава рабочего эталона средней мощности и ваттметра, встроенного в рефлектометр.

10.13 Рассчитать относительную погрешность измерений уровня средней мощности оптического излучения по формуле

$$\Delta_j = 2 \sqrt{\frac{(\theta_j^2 + \theta_0^2)}{3} + S_j^2},$$

где  $\theta_0$  – основная погрешность ваттметра из состава рабочего эталона средней мощности,

$$S_j = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N (\theta_{ij} - \theta_j)^2}}{(N-1)}.$$

10.14 Результаты испытаний считать положительными, если диапазон измерений средней мощности на каждой из длин волн градуировки составляет от  $1 \cdot 10^{-10}$  до  $4 \cdot 10^{-3}$  Вт (от -70 до +6 дБм) (на длине волны 850 нм – от  $1 \cdot 10^{-9}$  до  $4 \cdot 10^{-3}$  Вт (от -60 до +6 дБм), а погрешность измерений уровня средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки находится в пределах  $\pm(0,050 \cdot P + 1 \cdot 10^{-11})$  Вт (на длине волны 850 нм –  $\pm 0,122 \cdot P$  Вт), где  $P$  – измеряемый уровень средней мощности оптического излучения, Вт.

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме. Допускается протокол поверки приводить на оборотной стороне свидетельства о поверке. Протокол может храниться на электронном виде.

11.2 Сведения о результатах поверки рефлектометра передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.3 По заявлению владельца рефлектометра или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки, полной или сокращенной, (подтверждено соответствие рефлектометра метрологическим требованиям) оформляется свидетельство о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством и (или) наносится знак поверки.

11.4 По заявлению владельца рефлектометра или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие рефлектометра метрологическим требованиям) оформляется извещение о непригодности к применению.

11.4.1 Способ защиты от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа, дополнительных действий по соблюдению требований по защите от несанкционированного вмешательства не требуется.

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

К.А. Шарганов

