

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»

Е.А. Гаврилова

«03» 10 2023 г.

«ГСИ. Рефлектометры оптические SNR-OTDR.

Методика поверки»

МП 034.Ф3-23

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«02» 10 2023 г.

Москва
2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Рефлектометры оптические SNR-OTDR (далее – рефлектометры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки. Рефлектометры предназначены для измерений ослабления в одномодовых оптических волокнах и их соединениях и длины (расстояния) до мест неоднородностей.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться 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 передачи информации ГЭТ 170-2011, в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 05.12.2019 № 2862.

1.3 Поверка рефлектометров выполняется методом прямых измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	Да	Да	10
Определение рабочих длин волн	Да	Нет	10.1
Проверка диапазонов и определение абсолютной погрешности измерений длины	Да	Да	10.2
Определение динамического диапазона измерений ослабления	Да	Да	10.3
Определение абсолютной погрешности измерений ослабления	Да	Да	10.4
Определение мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности	Да	Нет	10.5
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов измерений длины, на меньшем числе значений ослабления, рабочих длин волн. Для поверки на меньшем числе значений ослабления, рабочих длин волн и отдельных измерительных каналов измерений длины проводится периодическая поверка на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформленного в произвольной форме.

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

3 Требования к условиям проведения поверки

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

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

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

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации (далее – РЭ) поверяемых рефлектометров и средств поверки, ознакомившихся с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н, и имеющих опыт работы с высокоточными средствами измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации; прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15°С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С.</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %.</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа</p>	<p>Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04</p>
	<p>Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с относительной погрешностью не более 0,01 %.</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с относительной погрешностью не более 0,1 %</p>	<p>Вольтметры универсальные НМ8112-3S, рег. № 50576-12</p>
п. 10.1 Определение рабочих длин волн	Эталоны средней мощности и ослабления оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи, не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме,	Государственный рабочий эталон единиц средней мощности и ослабления оптического излучения в волоконно-оптических

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	утвержденной приказом Росстандарта от 05.12.2019 № 2862, в диапазоне измерений: - средней мощности оптического излучения: от 10^{-10} до 1 Вт; - длин волн исследуемого излучения: от 500 до 1700 нм; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки: - в диапазоне от 10^{-10} до 10^{-2} Вт: $\pm 2\%$; - в диапазоне от 10^{-7} до 1 Вт: $\pm 2\%$; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности: $\pm 1\%$	системах передачи в диапазоне значений от 10^{-10} до 1 Вт на длинах волн от 500 до 1700 нм (далее – РЭСМ), рег. № 3.1.ZZA.0100.2017
п. 10.2 Проверка диапазонов и определение абсолютной погрешности измерений длины; п. 10.3 Определение динамического диапазона измерений ослабления; п. 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений ослабления; п.10.5 Определение мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности	Эталоны длины и ослабления в световоде, не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 05.12.2019 № 2862, в диапазоне измерений: - длины (расстояния) до мест неоднородностей в оптическом волокне: от 0,06 до 500 км; - пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения длины (расстояния) до мест неоднородностей в оптическом волокне: $\pm (0,15 + 5 \cdot 10^{-6} \cdot L)$ м, где L – воспроизводимая длина, м; - ослабления оптического излучения: от 0,5 до 40 дБ; - пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления оптического излучения: $\pm 0,015 \cdot A$, где A – измеряемое ослабление, дБ	Государственный рабочий эталон единиц длины и ослабления в световоде в диапазонах воспроизведения от 0,06 до 600 км и от 0,5 до 20,0 дБ (далее – РЭДО), рег. № 3.1.ZZA.0035.2015

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

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

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдают требования, установленные ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н. Оборудование, применяемое при поверке, должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

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

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Комплектность поверяемых рефлектометров должна соответствовать комплектности, приведенной в эксплуатационной документации (РЭ) и описании типа (далее – ОТ).

7.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

– наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемые рефлектометры;

– отсутствие на наружных поверхностях поверяемых рефлектометров повреждений, влияющих на их работоспособность;

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

7.3 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции, а комплектность рефлектометров соответствует таблице состава РЭ и ОТ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подключают к сети питания поверяемый рефлектометр.

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

8.3 Дожидаются загрузки программного обеспечения (ПО) и появления на экране главного меню.

8.4 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если не происходит отказа световых индикаторов, ошибок при запуске ПО и в работе ПО при загрузке меню.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверяют соответствие заявленных идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в ОТ на рефлектометры. Для этого включают рефлектометр, в появившемся окне главного меню выбирают пункт «Setting» далее активируют раздел «Системные настройки» и пункт меню «Системная информация».

9.2 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

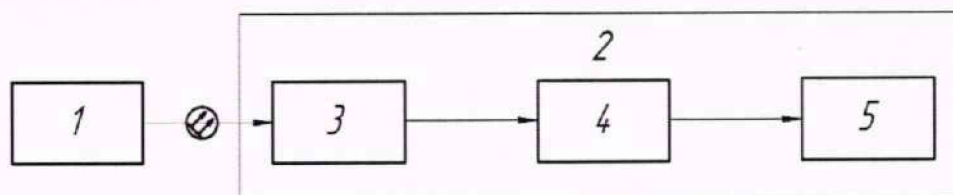
Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	SNR-OTDR
Номер версии (идентификационный номер) ПО -для модификаций SNR-OTDR-01, SNR-OTDR-01M -для модификаций SNR-OTDR-02, SNR-OTDR-03, SNR-OTDR-04, SNR-OTDR-05, SNR-OTDR-07, SNR-OTDR-09, SNR-OTDR-11, SNR-OTDR-12, SNR-OTDR-02F, SNR-OTDR-03F, SNR-OTDR-04F, SNR-OTDR-05F, SNR-OTDR-07F, SNR-OTDR-09F, SNR-OTDR-11F, SNR-OTDR-12F	1.0.18M и выше 1.0.35 и выше
Цифровой идентификатор ПО	–

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение рабочих длин волн

10.1.1 Собрать установку, приведенную на рисунке 1.



1 – поверяемый рефлектометр; 2 – установка для измерений спектральных характеристик приёмников и источников оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи (ВОСП) из состава РЭСМ (далее по тексту – СУ); 3 – монохроматор;

4 – фотоприемное устройство; 5 – регистратор

Рисунок 1 – Установка для определения рабочих длин волн оптического излучения

10.1.2 Оптическим кабелем из состава РЭСМ соединить выходной разъем рефлектометра с входным разъемом СУ. В меню поверяемого рефлектометра установить одну из рабочих длин волн и максимальное значение длительности зондирующего импульса.

10.1.3 Изменяя длину волны на шкале монохроматора СУ, регистрировать длину волны λ_{p_i} , нм, соответствующую максимальному значению сигнала. Операцию проводить не менее 3 раз.

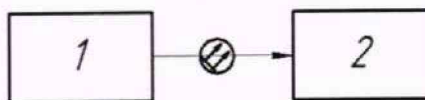
10.1.4 В меню поверяемого рефлектометра провести установку другой рабочей длины волны и выполнить операцию по пункту 10.1.3.

10.1.5 Допускается проведение операций по пунктам 10.1.2 -10.1.4 для меньшего числа рабочих длин волн, значения которых определяются письменным заявлением владельца средства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

10.2 Проверка диапазонов и определение абсолютной погрешности измерений длины

Проверка диапазонов измерений длины и определение абсолютной погрешности измерений длины проводится на каждой рабочей длине волны путем сравнения заданных с помощью оптического генератора из состава РЭДО (далее – ОГ) значений времени задержки оптического импульса (выраженных в единицах длины на шкалах ОГ и рефлектометра), подаваемых ОГ в поверяемый рефлектометр, с соответствующими значениями времени задержки, измеренными рефлектометром.

10.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 2.



1 – поверяемый рефлектометр; 2 – ОГ из состава РЭДО

Рисунок 2 – Установка для определения диапазона измерений длины и расчета абсолютной погрешности измерений длины

10.2.2 Проверку диапазонов измерений длины и определение абсолютной погрешности измерений длины допускается проводить на отдельных измерительных каналах измерений длины, указанных в описании типа, значения которых определяются письменным заявлением владельца средства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510.

10.2.3 Установить в меню ОГ параметры измерений согласно руководству по эксплуатации РЭДО (далее – РЭ).

10.2.4 Установить в меню поверяемого рефлектометра начальные параметры измерений: минимальную рабочую длину волны, минимальное значение диапазона измерений длины. Значение показателя преломления оптического волокна должно быть равным значению, установленному в меню ОГ.

10.2.5 При включении ОГ в рабочий режим на экране дисплея рефлектометра появляется импульс. Провести рефлектометром измерение длины в режиме усреднений результатов.

После завершения цикла измерений, используя курсор, измерить длину L_i , м, от начала шкалы до точки положения курсора, установленного на переднем фронте импульса (рекомендуется устанавливать курсор в точке, соответствующей уровню 15 дБ от вершины импульса). Операцию проводить не менее 3 раз.

10.2.6 Провести измерения по пунктам 10.2.2 – 10.2.5 для других значений диапазонов длины.

10.2.7 Провести измерения по пунктам 10.2.2 - 10.2.6 на другой рабочей длине волны.

10.3 Определение динамического диапазона измерений ослабления

10.3.1 Подключить к поверяемому рефлектометру катушку с оптическим волокном из состава РЭДО (далее - ОВ). В главном меню рефлектометра открыть окно «OTDR» и в разделе «Настройка параметров» установить параметры измерений: одну из рабочих длин волн, время усреднений 180 секунд, максимальные значения длительности импульса и диапазона измерений длины.

10.3.2 Включить процесс тестирования ОВ в соответствии с РЭ рефлектометра и на полученной рефлектограмме установить курсоры А и В в начало и конец линейного участка рефлектограммы. Зафиксировать значения длины и ослабления, соответствующие курсорам А и В: l_A , м, Ar_A , дБ, и l_B , м, Ar_B , дБ, соответственно.

10.3.3 Установить курсор А в точку рефлектограммы, соответствующей самому высокому пику шумов в последней четверти диапазона измерений длины, зафиксировать значение ослабления Ar_{max} , дБ.

10.3.4 Операции по пунктам 10.3.2 – 10.3.3 настоящей методики повторить не менее 3 раз.

10.3.5 Операции по пунктам 10.3.2 – 10.3.4 провести для другой рабочей длины волны.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений ослабления

Определение абсолютной погрешности измерений ослабления проводится на каждой рабочей длине волны путем сравнения заданных с помощью ОГ значений перепадов амплитуд двух оптических импульсов, имитирующих ослабление и подаваемых в поверяемый рефлектометр, с соответствующими значениями перепадов амплитуд импульсов, измеренными поверяемым рефлектометром.

10.4.1 Подключить поверяемый рефлектометр к ОГ с помощью короткого отрезка оптического волокна в соответствии с рисунком 2.

10.4.2 Установить в меню ОГ параметры измерения согласно РЭ, при этом положение первого импульса должно быть в начале шкалы, а второй импульс устанавливать на расстоянии от первого, соответствующем типовому коэффициенту ослабления оптического волокна для выбранной рабочей длины волны.

10.4.3 Установить в разделе меню поверяемого рефлектометра «Настройка параметров» начальные параметры измерения: одну из рабочих длин, диапазон измерений длины – 40 км, длительность импульса – 1 мкс.

10.4.4 При включении ОГ в рабочий режим на экране дисплея рефлектометра появляются два импульса. В меню ОГ поочередно вводить значения ослабления: 1,0; 5,0; 15,0 дБ, определяя соответствующие значения ослабления А по шкале рефлектометра.

10.4.5 Операции по пункту 10.4.4 проводить для каждого значения вводимого ослабления не менее трех раз.

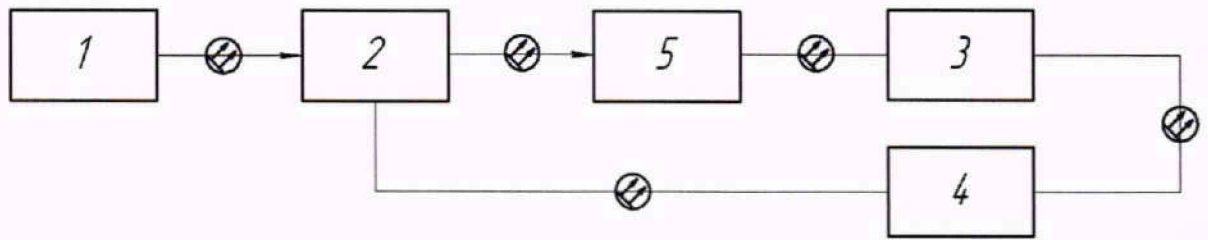
10.4.6 Операции по пунктам 10.4.2 – 10.4.5 провести для другой рабочей длины волны.

10.5 Определение мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности

Мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений ослабления (потерь) в оптическом волокне.

Мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне.

10.5.1 Собрать схему, представленную на рисунке 3.



1 – поверяемый рефлектометр; 2 – оптический ответвитель из состава РЭДО;
3 – оптическое волокно из состава РЭДО; 4 – оптический аттенюатор из состава РЭДО;
5 – оптический соединитель из состава РЭДО

Рисунок 3 – Установка для определения мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности

10.5.2 Установить в меню поверяемого рефлектометра параметры измерений: минимальную длительность зондирующего импульса, диапазон измерений по шкале длин от 0 до 5 км. С помощью аттенюатора установить значение ослабления достаточное для отсутствия насыщения отраженного импульса (от -45 до -55 дБ). Отраженный импульс должен находиться в средней части рефлектограммы.

10.5.3 Определить мертвую зону при измерении ослабления ($l_{i_осл}$) как длину между началом отраженного импульса и точкой заднего фронта отраженного импульса, отстоящей от кривой обратного рассеяния на 0,5 дБ, в соответствии с рисунком 4. Операцию проводить не менее 3 раз.

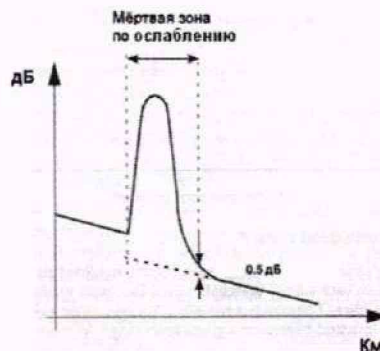


Рисунок 4 – Мертвая зона при измерении ослабления

10.5.4 Определить мертвую зону при измерении положения неоднородности ($l_{i_н}$) 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. Операцию проводить не менее 3 раз.

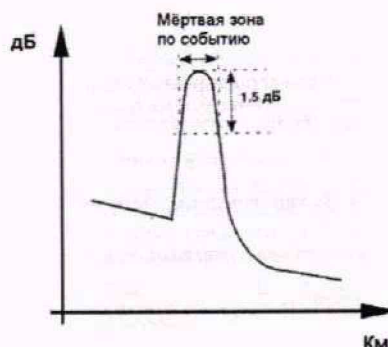


Рисунок 5 – Мертвая зона при измерении положения неоднородности

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений рабочих длин волн оптического излучения

11.1.1 Для полученных в пунктах 10.1.3 и 10.1.4 настоящей методики результатов измерений λ_{p-i} , нм, определить среднее арифметическое значение регистрируемых длин волн по формуле

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{p-i}}{n}, \quad (1)$$

где n – количество измерений длины волны.

11.1.2 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если значения рабочих длин волн оптического излучения соответствуют значениям, представленным в таблицах А1 – А9 приложения А настоящей методики.

11.2 Обработка результатов измерений длины

11.2.1 Для полученных в пунктах 10.2.5 - 10.2.7 настоящей методики результатов измерений L_i , м, рассчитать средние арифметические значения измеряемых длин \bar{L} , м, по формуле

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}, \quad (2)$$

где L_i – i -тое значение длины, м;

n – количество измерений длины.

11.2.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений длины по формуле

$$\Delta L = \bar{L} - L_0 \quad (3)$$

где \bar{L} – среднее арифметическое значение длины, измеряемой поверяемым рефлектометром, м;
 L_0 – значение длины, задаваемое ОГ, м.

11.2.3 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазоны измерений длины соответствуют значениям, представленным в таблицах А1 – А9 приложения А настоящей методики, а значения абсолютной погрешности измерений длины находятся в пределах, определяемых формулой $\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)$, м, где L – измеряемая длина, м; δ – дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м

11.3 Обработка результатов измерений динамического диапазона измерений ослабления

11.3.1 Для полученных в пунктах 10.3.4 – 10.3.5 настоящей методики результатов измерений l_A , м, Ar_A , дБ, l_B , м, Ar_B , дБ, Ar_{max} , дБ, определить значение ослабления Ar_0 , дБ, соответствующего длине $l_0 = 0$ м с помощью соотношения

$$Ar_0 = \frac{Ar_A \cdot l_B - Ar_B \cdot l_A}{l_B - l_A}, \quad (4)$$

11.3.2 Определить значение динамического диапазона измерений ослабления по уровню 98 % с помощью соотношения

$$DD_{98\%} = Ar_0 - Ar_{max} + \delta DD_{98\%}, \quad (5)$$

где $\delta DD_{98\%}$ – соотношение между пиковым значением гауссова шума и уровнем сигнала, ниже которого находится 98 % значений гауссова шума, дБ, равное 0,84 дБ.

11.3.3 За значение динамического диапазона измерений ослабления для каждой рабочей длины волны принять меньшее (DD_{min}) из полученных в п.11.3.2.

11.3.4 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если динамический диапазон измерений ослабления соответствует значениям, приведенным в таблицах А1 – А9 приложения А настоящей методики.

11.4 Обработка результатов измерений ослабления

11.4.1 Для полученных в пунктах 10.4.4 - 10.4.6 настоящей методики результатов измерений A , дБ, рассчитать средние арифметические значения ослабления \bar{A} , дБ, по формуле

$$\bar{A} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}, \quad (6)$$

где A_i – i -е значение ослабления, дБ.

n – количество измерений значений ослабления.

11.4.2 Рассчитать абсолютную погрешность измерений ослабления по формуле

$$\Delta A = \bar{A} - A_0, \quad (7)$$

где \bar{A} – среднее арифметическое значение ослабления, измеренное поверяемым рефлектометром, дБ;

A_0 – значение ослабления задаваемое ОГ, дБ.

11.4.3 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если значения абсолютной погрешности измерений ослабления находятся в пределах, определяемых формулой $\pm 0,05 \cdot A$, дБ, где A – измеряемое ослабление, дБ.

11.5 Обработка результатов измерений мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности

11.5.1 Для полученных в пунктах 10.5.3 настоящей методики результатов измерений рассчитать среднее арифметическое значение величины мертвой зоны при измерениях ослабления в соответствии с формулой (1).

11.5.2 Для полученных в пунктах 10.5.4 настоящей методики результатов измерений рассчитать среднее арифметическое значение величины мертвой зоны при измерениях положения неоднородности в соответствии с формулой (1).

11.5.3 Рефлектометры считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если значения мертвой зоны при измерении ослабления и положения неоднородности соответствуют значениям, приведенным в таблицах А1 – А9 приложения А настоящей методики.

12 Оформление результатов поверки

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

12.2 Рефлектометры считаются прошедшими поверку с положительным результатом и допускаются к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к рефлектометрам в соответствии с их ОТ, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае рефлектометры считаются прошедшими поверку с отрицательным результатом и не допускаются к применению.

12.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510. Нанесение знака поверки на рефлектометр не предусмотрено.

12.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено

соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению средств измерений.

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

Заместитель руководителя отделения Ф-3



А.П. Мамонов

Начальник лаборатории Ф-3



А.К. Митюрёв

Ведущий инженер лаборатории Ф-3



Л.В. Подюкова

Приложение А

(Обязательное)

Метрологические характеристики рефлектометров оптических SNR-OTDR

Таблица А.1 – Метрологические характеристики рефлектометров модификаций SNR-OTDR-01, SNR-OTDR-01M

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-01	SNR-OTDR-01M
Рабочие длины волн, нм	1310±30 1550±30	850±30 1300±30
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98 % от максимума шумов), дБ: - при длительности импульса 2 мкс: для длины волны 850 нм для длины волны 1300 нм - при длительности импульса 20 мкс: для длины волны 1310 нм для длины волны 1550 нм	- - 24 22	20 24 - -
Мертвая зона при измерении ослабления ¹⁾ , м, не более	12 ²⁾	12 ³⁾
Мертвая зона при измерении положения неоднородности ⁴⁾ , м, не более	3 ²⁾	4 ³⁾
Диапазоны измерений длины, м	от 60 до 100; от 60 до 500; от 60 до 2000; от 60 до 5000; от 60 до 10000; от 60 до 20000; от 60 до 40000; от 60 до 60000; от 60 до 100000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)^{5)}$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	$\pm(0,05 \cdot A)^{6)}$	
<p>¹⁾ мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений ослабления (потерь) в оптическом волокне;</p> <p>²⁾ при уровне отраженного сигнала от -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 3 нс;</p> <p>³⁾ при уровне отраженного сигнала -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 5 нс;</p> <p>⁴⁾ мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне;</p> <p>⁵⁾ где L - измеряемая длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м;</p> <p>⁶⁾ где A - измеряемое ослабление, дБ.</p>		

Таблица А.2 – Метрологические характеристики рефлектометров модификаций SNR-OTDR-02, SNR-OTDR-03

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-02	SNR-OTDR-03
Рабочие длины волн, нм	1310±30 1550±30	1310±30 1550±30

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-02	SNR-OTDR-03
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс), дБ: - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1550 нм	26 24	28 26
Мертвая зона при измерении ослабления ¹⁾ , м, не более	12 ²⁾	12 ²⁾
Мертвая зона при измерении положения неоднородности ³⁾ , м, не более	3 ²⁾	3 ²⁾
Диапазоны измерений длины, м	от 60 до 100; от 60 до 500; от 60 до 1000; от 60 до 2000; от 60 до 5000; от 60 до 10000; от 60 до 20000; от 60 до 40000; от 60 до 80000; от 60 до 120000; от 60 до 200000; от 60 до 250000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)$ ⁴⁾	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	$\pm(0,05 \cdot A)$ ⁵⁾	
<p>¹⁾ мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений ослабления (потерь) в оптическом волокне;</p> <p>²⁾ при уровне отраженного сигнала от -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 3 нс;</p> <p>³⁾ мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне;</p> <p>⁴⁾ где L - измеряемая длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м;</p> <p>⁵⁾ где A - измеряемое ослабление, дБ.</p>		

Таблица А.3 – Метрологические характеристики рефлектометров модификаций SNR-OTDR-04, SNR-OTDR-05

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-04	SNR-OTDR-05
Рабочие длины волн, нм	1310±30 1550±30	1310±30 1550±30
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс), дБ: - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1550 нм	30 28	32 30
Мертвая зона при измерении ослабления ¹⁾ , м, не более	12 ²⁾	12 ²⁾
Мертвая зона при измерении положения неоднородности ³⁾ , м, не более	3 ²⁾	3 ²⁾
Диапазоны измерений длины, м	от 60 до 100; от 60 до 500; от 60 до 1000; от 60 до 2000; от 60 до 5000; от 60 до 10000;	

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-04	SNR-OTDR-05
	от 60 до 20000; от 60 до 40000; от 60 до 80000; от 60 до 120000; от 60 до 200000; от 60 до 250000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)^{4)}$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	$\pm(0,05 \cdot A)^{5)}$	
<p>¹⁾ мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений ослабления (потерь) в оптическом волокне;</p> <p>²⁾ при уровне отраженного сигнала от -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 3 нс;</p> <p>³⁾ мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне;</p> <p>⁴⁾ где L - измеряемая длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м;</p> <p>⁵⁾ где A - измеряемое ослабление, дБ.</p>		

Таблица А.4 – Метрологические характеристики рефлектометров модификаций SNR-OTDR-07, SNR-OTDR-09

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-07	SNR-OTDR-09
Рабочие длины волн, нм	1310±30 1550±30	1310±30 1550±30
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс), дБ: - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1550 нм	34 32	36 32
Мертвая зона при измерении ослабления ¹⁾ , м, не более	12 ²⁾	12 ²⁾
Мертвая зона при измерении положения неоднородности ³⁾ , м, не более	3 ²⁾	3 ²⁾
Диапазоны измерений длины, м	от 60 до 100; от 60 до 500; от 60 до 1000; от 60 до 2000; от 60 до 5000; от 60 до 10000; от 60 до 20000; от 60 до 40000; от 60 до 80000; от 60 до 120000; от 60 до 200000; от 60 до 250000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)^{4)}$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	$\pm(0,05 \cdot A)^{5)}$	
<p>¹⁾ мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений ослабления (потерь) в оптическом волокне;</p> <p>²⁾ при уровне отраженного сигнала от -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 3 нс;</p> <p>³⁾ мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально</p>		

разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне;

⁴⁾ где L - измеряемая длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м;

⁵⁾ где A - измеряемое ослабление, дБ.

Таблица А.5 – Метрологические характеристики рефлектометров модификаций SNR-OTDR-11, SNR-OTDR-12

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-11	SNR-OTDR-12
Рабочие длины волн, нм	1310±30 1550±30	1310±30 1550±30
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс), дБ: - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1550 нм	38 36	40 38
Мертвая зона при измерении ослабления ¹⁾ , м, не более	12 ²⁾	12 ²⁾
Мертвая зона при измерении положения неоднородности ³⁾ , м, не более	3 ²⁾	3 ²⁾
Диапазоны измерений длины, м	от 60 до 100; от 60 до 500; от 60 до 1000; от 60 до 2000; от 60 до 5000; от 60 до 10000; от 60 до 20000; от 60 до 40000; от 60 до 80000; от 60 до 120000; от 60 до 200000; от 60 до 250000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)$ ⁴⁾	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	$\pm(0,05 \cdot A)$ ⁵⁾	

¹⁾ мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений ослабления (потерь) в оптическом волокне;

²⁾ при уровне отраженного сигнала от -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 3 нс;

³⁾ мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне;

⁴⁾ где L - измеряемая длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м;

⁵⁾ где A - измеряемое ослабление, дБ.

Таблица А.6 – Метрологические характеристики рефлектометров модификаций SNR-OTDR-02F, SNR-OTDR-03F

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-02F	SNR-OTDR-03F
Рабочие длины волн, нм	1310±30 1550±30 1625±10	1310±30 1550±30 1625±10
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от		

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-02F	SNR-OTDR-03F
максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс), дБ: - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1550 нм - для длины волны 1625 нм	26 24 24	28 26 26
Мертвая зона при измерении ослабления ¹⁾ , м, не более	4 ²⁾	4 ²⁾
Мертвая зона при измерении положения неоднородности ³⁾ , м, не более	0,8 ²⁾	0,8 ²⁾
Диапазоны измерений длины, м	от 60 до 100; от 60 до 500; от 60 до 1000; от 60 до 2000; от 60 до 5000; от 60 до 10000; от 60 до 20000; от 60 до 40000; от 60 до 80000; от 60 до 120000; от 60 до 200000; от 60 до 250000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)$ ⁴⁾	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	$\pm(0,05 \cdot A)$ ⁵⁾	
<p>¹⁾ мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений ослабления (потерь) в оптическом волокне;</p> <p>²⁾ при уровне отраженного сигнала от -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 3 нс;</p> <p>³⁾ мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне;</p> <p>⁴⁾ где L - измеряемая длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м;</p> <p>⁵⁾ где A - измеряемое ослабление, дБ.</p>		

Таблица А.7 – Метрологические характеристики рефлектометров модификаций SNR-OTDR-04F, SNR-OTDR-05F

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-04F	SNR-OTDR-05F
Рабочие длины волн, нм	1310±30 1550±30 1625±10	1310±30 1550±30 1625±10
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс), дБ: - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1550 нм - для длины волны 1625 нм	30 28 28	32 30 30
Мертвая зона при измерении ослабления ¹⁾ , м, не более	4 ²⁾	4 ²⁾
Мертвая зона при измерении положения неоднородности ³⁾ , м, не более	0,8 ²⁾	0,8 ²⁾
Диапазоны измерений длины, м	от 60 до 100; от 60 до 500; от 60 до 1000; от 60 до 2000;	

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-04F	SNR-OTDR-05F
	от 60 до 5000; от 60 до 10000; от 60 до 20000; от 60 до 40000; от 60 до 80000; от 60 до 120000; от 60 до 200000; от 60 до 250000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)^4$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	$\pm(0,05 \cdot A)^5$	
<p>1) мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений ослабления (потерь) в оптическом волокне;</p> <p>2) при уровне отраженного сигнала от -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 3 нс;</p> <p>3) мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне;</p> <p>4) где L - измеряемая длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м;</p> <p>5) где A - измеряемое ослабление, дБ.</p>		

Таблица А.8 – Метрологические характеристики рефлектометров модификаций SNR-OTDR-07F, SNR-OTDR-09F

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-07F	SNR-OTDR-09F
Рабочие длины волн, нм	1310±30 1550±30 1625±10	1310±30 1550±30 1625±10
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс), дБ:		
- для длины волны 1310 нм	34	36
- для длины волны 1550 нм	32	34
- для длины волны 1625 нм	31	34
Мертвая зона при измерении ослабления ¹⁾ , м, не более	4 ²⁾	4 ²⁾
Мертвая зона при измерении положения неоднородности ³⁾ , м, не более	0,8 ²⁾	0,8 ²⁾
Диапазоны измерений длины, м	от 60 до 100; от 60 до 500; от 60 до 1000; от 60 до 2000; от 60 до 5000; от 60 до 10000; от 60 до 20000; от 60 до 40000; от 60 до 80000; от 60 до 120000; от 60 до 200000; от 60 до 250000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)^4$	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	$\pm(0,05 \cdot A)^5$	
<p>1) мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений</p>		

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-07F	SNR-OTDR-09F
ослабления (потерь) в оптическом волокне; ²⁾ мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне; ³⁾ при уровне отраженного сигнала от -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 3 нс; ⁴⁾ где L - измеряемая длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м; ⁵⁾ где A - измеряемое ослабление, дБ.		

Таблица А.9 – Метрологические характеристики рефлектометров модификаций SNR-OTDR-11F, SNR-OTDR-12F

Наименование характеристики	Значение	
	SNR-OTDR-11F	SNR-OTDR-12F
Рабочие длины волн, нм	1310±30 1550±30 1625±10	1310±30 1550±30 1625±10
Динамический диапазон измерений ослабления (при усреднении 3 мин, по уровню 98% от максимума шумов, при длительности импульса 20 мкс), дБ: - для длины волны 1310 нм - для длины волны 1550 нм - для длины волны 1625 нм	38 36 36	40 38 38
Мертвая зона при измерении ослабления ¹⁾ , м, не более	4 ²⁾	4 ²⁾
Мертвая зона при измерении положения неоднородности ³⁾ , м, не более	0,8 ²⁾	0,8 ²⁾
Диапазоны измерений длины, м	от 60 до 100; от 60 до 500; от 60 до 1000; от 60 до 2000; от 60 до 5000; от 60 до 10000; от 60 до 20000; от 60 до 40000; от 60 до 80000; от 60 до 120000; от 60 до 200000; от 60 до 250000	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины, м	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta)$ ⁴⁾	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ослабления, дБ	$\pm(0,05 \cdot A)$ ⁵⁾	

¹⁾ мертвая зона при измерении ослабления – минимальная длина (расстояние) после отражающего события, в пределах которой невозможно проведение измерений ослабления (потерь) в оптическом волокне;

²⁾ при уровне отраженного сигнала от -45 дБ до -55 дБ, длительности импульса 3 нс;

³⁾ мертвая зона при измерении положения неоднородности – минимально разрешимая длина (расстояние) между двумя отражающими событиями (неоднородностями) в оптическом волокне;

⁴⁾ где L - измеряемая длина, м; δ - дискретность отсчета в измеряемом диапазоне длин, м;

⁵⁾ где A - измеряемое ослабление, дБ.

Приложение Б
(Рекомендуемое)
Форма протокола поверки

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

Рефлектометры оптические SNR-OTDR,
модификация _____
(регистрационный № _____, год выпуска)

Заводской номер:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые эталоны:

Применяемая методика поверки: МП 034.Ф3-23 «ГСИ. Рефлектометры оптические SNR-OTDR. Методика поверки»

Место проведения поверки:

Условия поверки:

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

Проведение поверки:

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

Полученные результаты измерений метрологических характеристик:

Таблица Б.1 – Результаты определений рабочих длин волн

Метрологическая характеристика	Полученные значения, нм		Требования технической документации	Результат (соответствие)
_____ нм	$\lambda_{p,1}$	$\bar{\lambda}$	в соответствии с модификацией рефлектометра	
	$\lambda_{p,2}$			
	$\lambda_{p,3}$			

Таблица Б.2 – Результаты проверки диапазона и определений абсолютной погрешности измерений длины

Метрологическая характеристика	Полученные значения, м		Значение на ОГ, м	Требования технической документации	Результат (соответствие)
Диапазон измерений длины от _____ до _____ м	L_1	\bar{L}	L_0	в соответствии с модификацией рефлектометра	
	L_2				
	L_3				

Абсолютная погрешность измерений длины	$\Delta L, \text{ м}$	$\Delta L = \pm(1+3 \cdot 10^{-5}L+\delta), \text{ м}$	
--	-----------------------	--	--

Таблица Б.3 – Результаты определений динамического диапазона измерений ослабления для рабочей длины волны _____ нм

Полученные значения						Требования технической документации	Результат (соответствие)
$I_{A(1)}, \text{ м}$	$Ar_{A(1)}, \text{ дБ}$	$I_{B(1)}, \text{ м}$	$Ar_{B(1)}, \text{ дБ}$	$Ar_{(1)max}, \text{ дБ}$	$DD_{(1)98\%}, \text{ дБ}$		
$I_{A(2)}, \text{ м}$	$Ar_{A(2)}, \text{ дБ}$	$I_{B(2)}, \text{ м}$	$Ar_{B(2)}, \text{ дБ}$	$Ar_{(2)max}, \text{ дБ}$	$DD_{(2)98\%}, \text{ дБ}$		
$I_{A(3)}, \text{ м}$	$Ar_{A(3)}, \text{ дБ}$	$I_{B(3)}, \text{ м}$	$Ar_{B(3)}, \text{ дБ}$	$Ar_{(3)max}, \text{ дБ}$	$DD_{(3)98\%}, \text{ дБ}$		

Таблица Б.4 – Результаты определений абсолютной погрешности измерений ослабления

Полученные значения, дБ				Требования технической документации	Результат (соответствие)
A_1	\bar{A}	A_0	ΔA		
A_1					
A_2					
A_3					

Таблица Б.5 – Результаты определений мертвой зоны при измерении ослабления

Полученные значения, м		Требования технической документации	Результат (соответствие)
$l_{1_осл}$	\bar{l}		
$l_{1_осл}$			
$l_{2_осл}$			
$l_{3_осл}$			

Таблица Б.6 – Результаты определений мертвой зоны при измерении положения неоднородности

Полученные значения, м		Требования технической документации	Результат (соответствие)
$l_{i_н}$	\bar{l}		
$l_{1_н}$			
$l_{2_н}$			
$l_{3_н}$			

5. Заключение по результатам поверки:

Поверитель:

Подпись Фамилия И.О.

Руководитель:

Подпись Фамилия И.О.