

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»

Е.А. Гаврилова
2024 г.

«ГСИ. Измеритель удлинения световодов ИД-2-3В.

Методика поверки»

МП 030.Ф3-24

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода
2024 г.

Москва

2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измеритель удлинения световодов ИД-2-3В (далее – ИД-2-3В) и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки. ИД-2-3В предназначен для измерений удлинения волоконных световодов (оптических волокон (ОВ) и волоконно-оптических кабелей) при проведении их механических и температурных испытаний.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к Государственному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021, в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 № 2840.

1.3 Поверка ИД-2-3В выполняется методом сличений с помощью компаратора.

1.4 Метрологические характеристики ИД-2-3В приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики ИД-2-3В

Наименование характеристики	Значение
Рабочая длина волны, нм	1550±20
Диапазон измерений удлинения ОВ, мм	от 0,5 до 1000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений удлинения ОВ, мм	±(0,5+0,002·L+0,5·T), где L – удлинение ОВ, мм; T – коэффициент, зависящий от времени измерений, равный количеству часов от их начала
Динамический диапазон, дБ	15

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 2 – 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
Проверка рабочей длины волны	Да	Нет	10.1
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений удлинения ОВ	Да	Да	10.2
Проверка динамического диапазона	Да	Да	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 Допускается проведение поверки в меньшем диапазоне измерений удлинения и для ограниченного числа измерительных каналов. Для поверки в меньшем диапазоне измерений удлинения и для ограниченного числа измерительных каналов 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 240; |
| – частота питающей сети, Гц | от 50 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) поверяемого ИД-2-3В 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 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения 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	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %.	Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,13 кПа</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>	
п. 10.1 Проверка рабочей длины волны	Средства измерений длины волны и спектра оптического излучения в диапазоне от 1500 до 1600 нм с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,1$ нм	Анализатор спектра оптического BRISTOL 771A-NIR-APC, ГРСИ 74066-19 (далее АОС)
п. 10.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений удлинения ОВ и п. 10.3 Проверка динамического диапазона	<p>Эталоны единицы длины, не ниже уровня 2-го разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.18 № 2840, в диапазоне измерений линейных перемещений от 0 до 80000 мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm (0,02 + 0,5 \cdot L)$ мкм, где L – измеряемое перемещение, м.</p> <p>Эталоны средней мощности и ослабления оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи, не ниже уровня рабочего эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 05.12.2019 № 2862, в диапазоне измерений:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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: $\pm 2\%$; - пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности: $\pm 1\%$ 	<p>Система лазерная измерительная XL-80, рег. № 35362-13</p> <p>Государственный рабочий эталон единиц средней мощности и ослабления непрерывного и импульсно-модулированного лазерного излучения в волоконно-оптических системах передачи в диапазоне от 10^{-10} до 1 Вт на длинах волн от 500 до 1700 нм (далее – РЭСМ), рег. № 3.1.ZZA.0100.2017</p>
Вспомогательное оборудование		
	Микроскоп волоконно-оптический EXFO FIP-400-P-SINGLE	
	Модуль линейных перемещений – длина хода не менее 1 м	
	Лазер с длиной волны 630 ± 30 нм, волоконный выход FC	
	Волоконно-оптические соединительные кабели FC/APC на основе оптического волокна стандарта G.652 и совместимых	
	Спирт изопропиловый по ГОСТ 9805-84	

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 (проверены) в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки соблюдаются 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 регистраторов должна быть защищена от колебаний и пиков сетевого напряжения, искровые генераторы не должны устанавливаться вблизи регистраторов.

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 регистраторов 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 поверяемый ИД-2-3В;
- отсутствие на наружных поверхностях поверяемого ИД-2-3В повреждений, влияющих на его работоспособность;
- отсутствие ослаблений элементов конструкции, сохранность пломб, чистота разъемов.

7.3 ИД-2-3В считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если корпус, внешние элементы, органы управления и индикации не повреждены, отсутствуют механические повреждения и ослабления элементов конструкции, а комплектность соответствует таблице состава РЭ и ОТ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подключают к сети питания поверяемый ИД-2-3В.

8.2 Подготавливают поверяемый ИД-2-3В 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 ИД-2-3В считается прошедшим 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 ИД-2-3В. Для этого включают ИД-2-3В, запускают файл ПО ID_2_3.exe, в появившемся окне главного меню активируют раздел «Помощь», подраздел «О программе» и в выпадающем окне находят идентификационные данные ПО.

9.2 ИД-2-3В считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки) ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	Измеритель удлинения ИД-2-3
Номер версии (идентификационный номер) ПО	4.9.0.75
Цифровой идентификатор ПО	–

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка длины волны

Для проверки длины волны излучения оптического передатчика ИД-2-3В используют анализатор оптического спектра BRISTOL 771A.

10.1.1 Подключают опорный канал ИД-2-3В/И с помощью волоконно-оптического соединительного кабеля FC/APC-FC/APC к входному разъему BRISTOL 771A. Включают источник излучения ИД-2-3В/И согласно РЭ на ИД-2-3В.

10.1.2 Измеряют однократно длину волны излучения с помощью BRISTOL 771A согласно его РЭ.

10.1.3 ИД-2-3В считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если полученное в ходе измерений значение длины волны лежит в диапазоне от 1530 до 1570 нм.

10.2 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений удлинения ОВ

Для проверки диапазона измерений удлинения ОВ применяют схему с использованием системы лазерной измерительной XL-80 (см. рисунок 1). Применяют оптическую линию задержки на основе модуля линейных перемещений.

10.2.1 Собирают схему, приведённую на рисунке 1. На подвижный столик модуля линейных перемещений устанавливают рефлектор из состава XL-80 и один объектив-коллиматор с волоконно-оптическими разъёмами типа FC/PC в оправе для угловой юстировки. Второй объектив-коллиматор в аналогичной оправе устанавливают неподвижно возле лазерного блока XL-80. Подключают к объективам одномодовые волоконно-оптические соединительные кабели (пачкорды) с разъёмами FC/PC-FC/APC. Юстируют XL-80 для измерений линейных перемещений по схеме с подвижным рефлектором согласно РЭ XL-80. Юстируют оптическую систему из двух объективов-коллиматоров с помощью лазера видимой области спектра (например, красного, с длиной волны 630 нм), оснащённого волоконно-оптическим разъёмом типа FC/APC. Для этого подключают лазер к одному из объективов-коллиматоров посредством пачкорда и с помощью юстировочных винтов оправы добиваются совмещения пятна излучения лазера на ответном объективе с его центром. Затем перемещают подвижный столик модуля линейных перемещений на расстояние, равное максимальному удлинению, измеряемому поверяемым ИД-2-3В и повторяют операцию центровки пятна. Аналогично проводят юстировку второго объектива-коллиматора. После юстировки визуально убеждаются, что из свободного

пачкорда выходит излучение лазера. При отсутствии видимых признаков излучения на выходе системы {лазер-пачкорд-объектив-воздушное пространство-объектив-пачкорд} операции юстировки объективов-коллиматоров повторяют сначала.

10.2.2 Подключают оба пачкорда к измерительному каналу ИД-2-3В. Запускают программу измерений удлинения ИД-2-3В, формируют новое измерение удлинения и фиксируют время начала измерений T_1 , часы (см. РЭ ИД-2-3В), далее делают десять измерений нулевого удлинения $\Delta l_0_i, i = (1; 10)$. Запускают программу измерений линейных перемещений XL-80 и обнуляют текущие показания перемещений (см. РЭ XL-80).

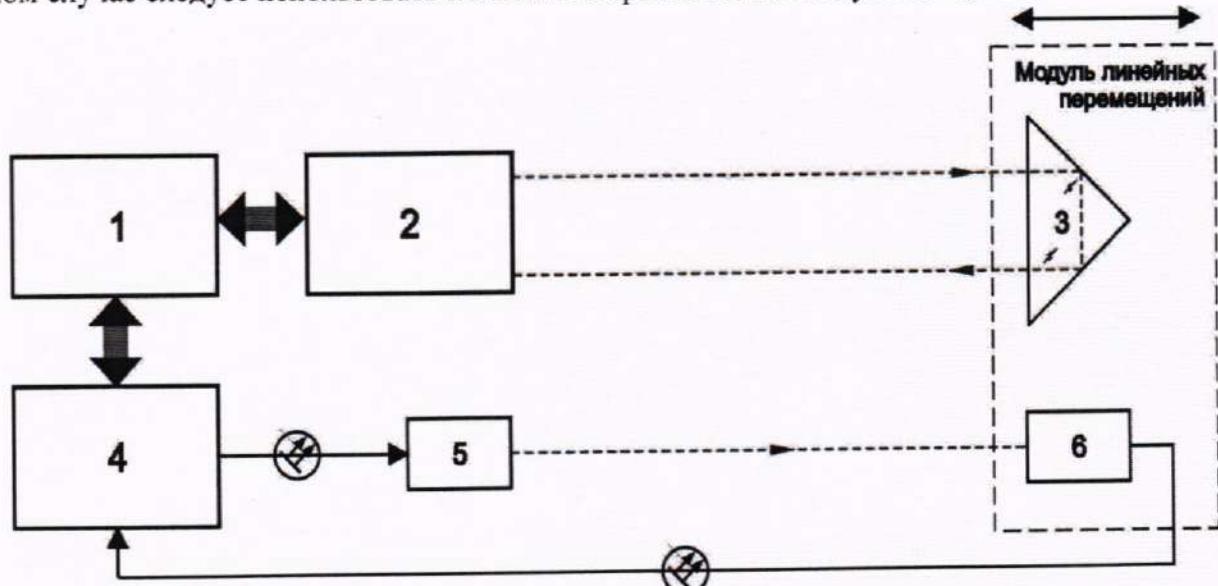
Для определения нижней границы диапазона измерений удлинения ОВ перемещают подвижный столик модуля линейных перемещений на длину, которая соответствует минимальному значению диапазона измеряемого удлинения согласно РЭ ИД-2-3В.

10.2.3 Фиксируют показания измеренного перемещения $\Delta L_{ref,i}$, мм, с индикатора главного окна программы измерений линейных перемещений XL-80 и Δl_i , мм, с окна программы поверяемого СИ удлинения десять раз: $i = (1; 10)$. Вычисляют значения удлинения, полученные с помощью поверяемого СИ по формуле:

$$\Delta L_i = \Delta l_i - \Delta l_0_{cpred}, \quad (1)$$

где $\Delta l_0_{cpred} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \Delta l_0_i}{10}$ – среднее значение нулевого удлинения при запуске измерений поверяемым СИ, мм.

Следует учесть, что в настройках программы ИД-2-3В для показателя преломления среды в данном случае следует использовать показатель преломления воздуха $n_l = 1,0003$.



1 – ЭВМ; 2 – система лазерная измерительная XL-80; 3 – рефлектор на основе трипель-призмы из состава XL-80; 4 – поверяемый ИД-2-3В; 5,6 – два объектива-коллиматора с волоконно-оптическими разъёмами типа FC/PC и рабочей длиной волны (1550 ± 30) нм

Рисунок 1 – Блок-схема эталонной установки для проверки диапазона и абсолютной погрешности измерений удлинения

10.2.4 Проводят операции п.п.10.2.2-10.2.3 для определения верхней границы диапазона измерений удлинения перемещая подвижный столик модуля линейных перемещений на длину, которая соответствует максимальному значению диапазона измеряемого удлинения ИД-2-3В.

10.2.5 После завершения всех измерений удлинения с помощью ИД-2-3В фиксируют время их окончания T_2 , часы. Вычисляют количество целых часов, прошедших с момента начала измерений удлинения поверяемым СИ по формуле

$$T = T_2 - T_1. \quad (2)$$

10.3 Проверка динамического диапазона

Проверку динамического диапазона измерений удлинения проводят с помощью аттенюаторов из состава РЭСМ-ВС, которые последовательно включают в опорный и измерительные каналы поверяемого ИД-2-3В и вносят ослабление, равное 15 дБ.

10.3.1 Собирают схему рисунка 1, вставив в разрыв соединения позиций 4 и 5 измерительного канала аттенюатор из состава РЭСМ-ВС, а также аттенюатор в опорный канал. Устанавливают на аттенюаторах ослабление 15 дБ согласно РЭ на РЭСМ-ВС.

10.3.2 Проводят операции п.п.10.2.2-10.2.5 для всех каналов поверяемого ИД-2-3В.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Для полученных в п.10.2 и 10.3 результатов измерений удлинения ОВ с помощью XL-80 вычисляют средние значения удлинения ОВ $\Delta\bar{L}_{ref}$, мм, по формуле:

$$\Delta\bar{L}_{ref} = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta L_{ref_i}}{m}, \quad (3)$$

где m – количество измерений.

Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.1).

11.2 Для полученных в п.10.2 и 10.3 результатов измерений удлинения ОВ с помощью ИД-2-3В СИ вычисляют средние значения удлинения ОВ $\Delta\bar{L}$, мм, по формуле:

$$\Delta\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta L_i}{m}. \quad (4)$$

Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.1).

11.3 Определяют значения абсолютной погрешности измерений удлинения с помощью ИД-2-3В Δ , мм, по формуле:

$$\Delta = \Delta\bar{L} - \Delta\bar{L}_{ref}. \quad (5)$$

Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.1).

11.4 ИД-2-3В считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений удлинения ΔL составляет от 0,5 до 1000,0 мм, а значения абсолютной погрешности измерений удлинения ОВ Δ , мм, не превышают пределы $\pm(0,5 + 0,002 \cdot \Delta\bar{L}_{ref} + 0,5 \cdot T)$ в том числе в динамическом диапазоне 15 дБ.

12 Оформление результатов поверки

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

12.2 ИД-2-3В считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям к ИД-2-3В в соответствии с его ОТ, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае ИД-2-3В считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается 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 ИД-2-3В 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 средства измерений.

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

Заместитель начальника отделения Ф-3



А.П. Мамонов

Начальник лаборатории отделения Ф-3



А.К. Митюров

Приложение А (Рекомендуемое)

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

Измеритель удлинения световодов ИД-2-3В

(регистрационный № _____, 2007 года выпуска)

Заводской номер:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые эталоны:

Применяемая методика поверки: МП _____.Ф3-24 «ГСИ. Измеритель удлинения световодов ИД-2-3В. 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:

Результаты проверки рабочей длины волны: _____ нм.

Таблица А.1 – Результаты проверки диапазона и определения абсолютной погрешности измерений удлинения ОВ в динамическом диапазоне 15 дБ

При ослаблении сигнала на 15 дБ				

5. Заключение по результатам поверки:

Поверитель:

Подпись _____ Фамилия И.О. _____

Руководитель:

Подпись _____ Фамилия И.О. _____