

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»

Е.А. Гаврилова

«19» июня 2025 г.

«ГСИ. Регистраторы сигналов волоконно-оптических датчиков ИКС-49.90.

Методика поверки»

МП 011.Ф3-25

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«19» июня 2025 г.

Москва

2025 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Регистраторы сигналов волоконно-оптических датчиков ИКС-49.90 (далее – регистраторы) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки. Регистраторы предназначены для измерений длины волны оптического излучения, отраженного от оптоволоконных Брэгговских решеток, интерферометров (Фабри-Перо, Майкельсона и т.п.) и других спектрально чувствительных оптических элементов.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственному первичному специальному эталону единиц длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических систем передачи информации ГЭТ 170-2024, в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 06.08.2024 № 1804.

1.3 Поверка регистраторов выполняется методом сличений при помощи компаратора.

1.4 Метрологические характеристики регистраторов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики регистраторов

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длины волны: - для ИКС-49.90-XX-1500-1580, ИКС-49.90-YY-1500-1580 - для ИКС-49.90-XX-1500-1590, ИКС-49.90-YY-1500-1590 - для ИКС-49.90-XX-1500-1600, ИКС-49.90-YY-1500-1600 - для ИКС-49.90-XX-1510-1580, ИКС-49.90-YY-1510-1580 - для ИКС-49.90-XX-1510-1590, ИКС-49.90-YY-1510-1590 - для ИКС-49.90-XX-1510-1600, ИКС-49.90-YY-1510-1600 - для ИКС-49.90-XX-1520-1580, ИКС-49.90-YY-1520-1580 - для ИКС-49.90-XX-1520-1590, ИКС-49.90-YY-1520-1590 - для ИКС-49.90-XX-1520-1600, ИКС-49.90-YY-1520-1600	от 1500 до 1580 от 1500 до 1590 от 1500 до 1600 от 1510 до 1580 от 1510 до 1590 от 1510 до 1600 от 1520 до 1580 от 1520 до 1590 от 1520 до 1600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны, нм	$\pm 0,003$

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

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений длины волны	Да	Да	10.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

2.2 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, в котором 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 регистраторов и средств поверки, ознакомившихся с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными 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 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	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 ± 3 %. Средства измерений атмосферного давления в	Приборы контроля параметров воздушной среды «Метеометр МЭС-200А», рег. № 27468-04

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	диапазоне от 84 до 106 кПа с абсолютной погрешностью $\pm 0,3$ кПа	
	Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,012 \cdot f_{\text{изм}} + 3 \cdot k)$ Гц, где $f_{\text{изм}}$ – измеряемое значение частоты переменного тока, Гц, k – значение единицы младшего разряда, Гц, равное 0,01 Гц. Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm (0,008 \cdot U_{\text{изм}} + 4 \cdot k)$ В, где $U_{\text{изм}}$ – измеряемое значение напряжения переменного тока, В, k – значение единицы младшего разряда, В, равное 0,1 В.	Мультиметры цифровые серии DT модификации DT-9963, рег. № 58550-14
п. 10.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений длины волны	Эталон единицы длины волны оптического излучения в волоконно-оптических системах передачи, не ниже уровня Государственного первичного специального эталона по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта от 06.08.2024 № 1804, в диапазоне воспроизведения: - единицы длины волны: от 0,55 до 1,10 мкм, от 1,10 до 2,10 мкм; - неисключенная систематическая погрешность при воспроизведении единицы длины волны: - в диапазоне от 0,55 до 1,10 мкм: $8,22 \cdot 10^{-8}$ мкм, - в диапазоне от 1,10 до 2,10 мкм: $8,0 \cdot 10^{-9}$ мкм; - среднее квадратическое отклонение при воспроизведении единицы длины волны, не более: - в диапазоне от 0,55 до 1,10 мкм: $5,31 \cdot 10^{-9}$ мкм, - в диапазоне от 1,10 до 2,10 мкм: $5,0 \cdot 10^{-10}$ мкм; - расширенная неопределенность при воспроизведении единицы длины волны (при доверительной вероятности $P = 0,95$ и коэффициенте охвата $k = 2$): - в диапазоне от 0,55 до 1,10 мкм: $9,60 \cdot 10^{-8}$ мкм, - в диапазоне от 1,10 до 2,10 мкм: $1,0 \cdot 10^{-8}$ мкм.	Государственный первичный специальный эталон единиц длины и времени распространения сигнала в оптическом волокне, средней мощности, ослабления и длины волны оптического излучения для волоконно-оптических регистраторов передачи информации ГЭТ 170-2024 (далее – ГЭТ 170)
	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 06.08.2024 № 1804, в диапазоне измерений: - средней мощности оптического излучения: от 10^{-10} до 1 Вт; - длин волн исследуемого излучения: от 500 до	Государственный рабочий эталон единиц средней мощности и ослабления непрерывного и импульсно-модулированного лазерного 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
	<p>1700 нм;</p> <p>- пределы допускаемой относительной погрешности измерений средней мощности оптического излучения на длинах волн градуировки:</p> <p>- в диапазоне от 10^{-10} до 10^{-2} Вт: $\pm 2\%$;</p> <p>- в диапазоне от 10^{-7} до 1 Вт: $\pm 2\%$;</p> <p>- пределы допускаемой относительной погрешности измерений относительных уровней мощности: $\pm 1\%$</p>	<p>системах передачи в диапазоне от 10^{-10} до 1 Вт на длинах волн от 500 до 1700 нм (далее – РЭСМ),</p> <p>рег. № 3.1.ZZA.0100.2017</p>
Вспомогательное оборудование:		
	Волоконно-оптический интерферометр Фабри-Перо FFP-I. Рабочий диапазон длин волн: от 1500 до 1600 нм.	
	Перестраиваемые лазерные источники излучения OSICS T100. Диапазон воспроизводимых значений длин волн: от 1260 до 1680 нм.	
	Волоконно-оптические разветвители. Рабочая длина волны 1550 нм, коэффициент деления 50/50.	
	Волоконно-оптический циркулятор. Рабочая длина волны 1550 нм.	
	Спирт изопропиловый по ГОСТ 9805-84.	

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

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 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, поверяемые регистраторы;

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

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

7.3 Регистраторы 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 регистраторов соответствует таблице состава РЭ и ОТ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подключают к сети электрического питания поверяемый регистратор.

8.2 Подготавливают поверяемый регистратор 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 Регистраторы 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 идентификационных данных ПО сведениям, приведенным в ОТ на Регистраторы. Для этого включают регистратор, запускают файл ПО IKS49.Spectrum, в появившемся окне главного меню активируют кнопку «Запуск» и в появившемся окне находят идентификационные данные ПО, отображаемые в верхнем левом углу окна ПО.

9.2 Регистраторы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

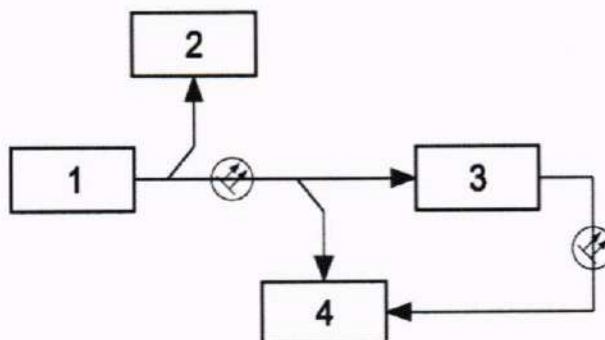
Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки) ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	IKS49.Spectrum
Номер версии (идентификационный номер) ПО	v.1.0.0.2024 и выше

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка диапазона и определение абсолютной погрешности измерений длины волны

10.1.1 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 1. Подключают выходной волоконно-оптический разъем перестраиваемого лазера OSICS T100 с помощью двух волоконно-оптических разветвителей к входному волоконно-оптическому разъему эталонного измерителя длины волны (далее – ИДВ) из состава ГЭТ 170, к первому каналу эталонного СИ средней мощности оптического излучения из состава РЭСМ и к одному из волоконно-оптических разъемов интерферометра Фабри-Перо. Второй волоконно-оптический разъем интерферометра Фабри-Перо подключают ко второму каналу эталонного СИ средней мощности оптического излучения из состава РЭСМ.



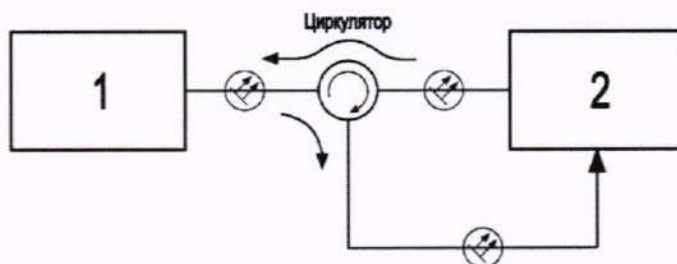
1 – перестраиваемый лазер OSICS T100; 2 – эталонный измеритель длины волны из состава ГЭТ 170; 3 – волоконно-оптический интерферометр Фабри-Перо FFP-I; 4 – эталонное СИ средней мощности оптического излучения из состава РЭСМ

Рисунок 1 – Схема установки для измерений длин волн резонансных пиков фильтра Фабри-Перо с помощью эталонной аппаратуры ГЭТ 170

10.1.2 Выбирают резонансный пик интерферометра Фабри-Перо с ближайшей длиной волны к нижнему краю диапазона регистраторов, λ_{min} , нм. В диапазоне выбранного пика производят сканирование по длине волны с помощью перестраиваемого лазера OSICS T100. Диапазон сканирования устанавливают в зависимости от ширины резонансного пика таким образом, чтобы на полученной зависимости уровня средней мощности от длины волны отражался весь пик целиком. Для получения максимальной точности определения длины волны резонансного пика используют минимальный шаг перестройки длины волны, обеспечиваемый перестраиваемым лазером OSICS T100. Фиксируют актуальные значения длины волны и уровня средней мощности лазера λ_L , нм, и P_L , мВт, с помощью ИДВ и первого канала СИ средней мощности из состава РЭСМ соответственно, а также уровень средней мощности оптического излучения на выходе фильтра Фабри-Перо P_K , мВт, с помощью второго канала СИ средней мощности оптического излучения из состава РЭСМ при каждом приращении длины волны во время сканирования. Для каждого значения λ_L , нм, производят деление P_K , мВт, на P_L , мВт, получая значения P_{K_N} . Полученную нормированную зависимость P_{K_N} от λ_L , нм, аппроксимируют функцией Гаусса в диапазоне полуширины резонансного пика, получив зависимость $P_{K_N_A}$, мВт. Определяют значение из массива λ_L , нм, которому соответствует максимум аппроксимирующей кривой $P_{K_N_A}$. Фиксируют длину волны резонансного пика λ_{ref_i} , нм, соответствующую λ_L , нм, где i – номер измерения.

10.1.3 Повторяют операции п. 10.1.2 настоящей методики, каждый раз измеряя длины волн резонансных пиков λ_{ref_i} , нм, где $i = (1; 5)$, 5 раз. Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.1).

10.1.4 Собирают установку согласно схеме, приведенной на рисунке 2. Подключают выходной волоконно-оптический разъем поверяемого регистратора к интерферометру Фабри-Перо с помощью волоконно-оптического циркулятора.



1 – поверяемый регистратор; 2 – волоконно-оптический интерферометр Фабри-Перо FFP-I

Рисунок 2 – Схема установки для измерений длин волн резонансных пиков фильтра Фабри-Перо с помощью поверяемого регистратора

10.1.5 Проводят измерения длин волн резонансных пиков с помощью поверяемого регистратора λ_i , нм, где $i = (1; 5)$, 5 раз, согласно его РЭ. Резонансный пик интерферометра Фабри-Перо выбирают аналогично п. 10.1.2 настоящей методики. Полученные результаты заносят в протокол поверки, форма которого приведена в приложении А (таблица А.1).

10.1.6 Повторяют операции по п. 10.1.1 – 10.1.5 настоящей методики для резонансных пиков интерферометра Фабри-Перо, соответствующих середине и верхней границе диапазона измерений длин волн поверяемого регистратора λ_{mid} , нм, и λ_{max} , нм, соответственно.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Обработка результатов измерений длины волны

11.1.1 Для полученных в пунктах 10.1.2 - 10.1.6 настоящей методики результатов измерений λ_{ref_i} , нм, и λ_i , нм, вычисляют средние значения длины волны резонансных пиков по формулам:

$$\lambda_{ref} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_{ref_i}}{n}; \quad (1)$$

$$\lambda_{\text{сред}} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{n}, \quad (2)$$

где n – количество измерений ($n = 5$).

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

11.1.2 Определяют значения абсолютной погрешности измерений длин волн с помощью поверяемого регистратора $\Delta\lambda$, нм, по формуле:

$$\Delta\lambda = \lambda_{\text{сред}} - \lambda_{\text{ref}}. \quad (3)$$

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

11.1.3 Регистраторы считаются прошедшими операцию поверки с положительным результатом, если диапазон измерений длины волны и значение допускаемой абсолютной погрешности измерений длины волны соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

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 Регистраторы 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 регистраторам в соответствии с их ОТ, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства. В ином случае регистраторы 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 регистраторы 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 начальника отделения Ф-3



А.П. Мамонов

Начальник лаборатории Ф-3



А.К. Митюрёв

Младший научный сотрудник лаборатории Ф-3



А.О. Погонищев

Приложение А
(Рекомендуемое)
Форма протокола поверки

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

Регистраторы сигналов волоконно-оптических датчиков ИКС-49.90
модификация _____
(регистрационный № _____, год выпуска)

Заводской номер:

Изготовитель:

Владелец СИ:

Применяемые эталоны:

Применяемая методика поверки: МП 011.Ф3-25 «ГСИ. Регистраторы сигналов
волоконно-оптических датчиков ИКС-49.90.
Методика поверки»

Место проведения поверки:

Условия поверки:

- температура окружающей среды: ____ °С
- относительная влажность воздуха: ____ %
- атмосферное давление: ____ кПа
- напряжение сети питания: ____ В
- частота сети питания: ____ Гц

Проведение поверки:

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

Полученные результаты определения метрологических характеристик:

Таблица А.1 – Результаты проверки диапазона и определения абсолютной погрешности измерений длины волны

λ_{ref_i} , нм	λ_{ref} , нм	λ_i , нм	$\lambda_{сред}$, нм	$\Delta\lambda$, нм	Результат (соответствие)

$\lambda_{ref_i}, \text{ нм}$	$\lambda_{ref}, \text{ нм}$	$\lambda_i, \text{ нм}$	$\lambda_{ср\text{ед}}, \text{ нм}$	$\Delta\lambda, \text{ нм}$	Результат (соответствие)

5. Заключение по результатам поверки:

Поверитель:

Подпись

Фамилия И.О.

Руководитель:

Подпись

Фамилия И.О.