

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Тест-С.-Петербург»

Р. В. Павлов

« 04 » 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи угловых перемещений ЛИР-СИ-158

Методика поверки

437-198-2023 МП

г. Санкт-Петербург

2023 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7 Внешний осмотр средства измерений.....	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	7
10 Оформление результатов поверки.....	8
Приложение А	9
Приложение Б.....	10
Приложение В.....	11

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи угловых перемещений ЛИР-СИ-158 (далее – преобразователи), изготавливаемых Открытым акционерным обществом «Специальное конструкторское бюро станочных информационно-измерительных систем с опытным производством» (ОАО «СКБ ИС»), г. Санкт-Петербург, в соответствии с техническими условиями ВЕРУ.401264.212ТУ (ЛИР-СИ-158.000ТУ) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 Прослеживаемость при поверке преобразователей обеспечивается в соответствии с приказом Росстандарта от 26.11.2018 № 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла» к Государственному первичному эталону единицы плоского угла – градуса ГЭТ 22-2021.

1.3 Для обеспечения реализации методики поверки при определении метрологических характеристик преобразователей применяется метод непосредственного сличения.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование требований	Значение
Диапазон измерений угловых перемещений	от 0° до 360°
Номинальное число периодов выходных сигналов за один оборот вала	от 500 до 250000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угловых перемещений в зависимости от номинального числа периодов выходных сигналов за один оборот вала:	
– от 50000 до 250000	±40"
– от 5000 до 49999	±200"
– от 500 до 4999	±800"

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 Для поверки преобразователей должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

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
1 Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений			8
2.1 Подготовка к поверке	Да	Да	8.1
2.2 Опробование	Да	Да	8.2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
2.3 Определение диаметра вала	Да	Нет	8.3
3 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			9
3.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений угловых перемещений и проверка номинального числа периодов выходных сигналов за один оборот вала	Да	Да	9.1
4 Оформление результатов поверки	Да	Да	10

Поверка преобразователей прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а преобразователи признают не прошедшими поверку.

Проведение поверки в сокращенном диапазоне измерений измеряемой величины не предусмотрено.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25;
- относительная влажность, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки данного вида средств измерений, ознакомленные с устройством и принципом работы поверяемого средства измерений и средств поверки по эксплуатационной документации.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Метрологические и технические требования к рекомендуемым средствам поверки указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к рекомендуемым средствам поверки

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. 8.1.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более ±0,5 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±5 %;	Прибор комбинированный Testo 622, от 10 % до 95 %, ПГ ±3 %; от -10 °С до +60 °С, ПГ ±0,4 °С; от 300 до 1200 гПа, ПГ ±5 гПа (рег. № 53505-13)

Продолжение таблицы 3

1	2	3
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 86,0 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	(рег. № 53505-13)
п. 8.3 Определение диаметра вала	Эталоны единицы длины, соответствующие требованиям к эталонам 3 разряда согласно приказу Росстандарта от 29.12.2018 № 2840 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм» с номинальными размерами 6 мм и 10 мм; Средства измерений длины в диапазоне от 6 до 10 мм с абсолютной погрешностью не более $\pm 1,4$ мкм	Меры длины МКП, 6 мм и 10 мм, разряд 3 (рег. № 1712-76); Скоба рычажная СР-25, ПГ $\pm (0,7-1,4)$ мкм (рег. № 11688-88)
п. 9.1 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы плоского угла, соответствующие требованиям к эталонам 4 разряда согласно приказу Росстандарта от 26.11.2018 № 2482 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла» в диапазоне значений плоского угла от 0° до 360°	Призма многогранная ПМ12 (рег. № 9773-89)
п. 9.1 Определение метрологических характеристик	Средства измерений плоского угла в диапазоне от $0''$ до $10''$ с абсолютной погрешностью не более $\pm 3''$	Автоколлиматор АКУ-0,2, ПГ $\pm (1,5-3)''$ (рег. № 10714-86)
Вспомогательное оборудование		
п. 9.1 Определение метрологических характеристик	Плита поверочная и разметочная, (630×400) мм с допуском отклонением от плоскостности не более 30 мкм	Плита поверочная и разметочная (630×400) мм, КТ 2 (рег. № 11605-00)
	Столик юстировочный с переходными втулками для крепления призмы многогранной	Приложение Б, рисунок Б.1
	Показывающее отсчетное устройство (Приложение В).	Устройство цифровой индикации ЛИР-510МА.01-00-05
	Преобразователь сигналов формата НТЛ в сигналы формата TTL* (Приложение В).	Преобразователь сигналов ЛИР-901-24-05-ПИ
	Струбцины для фиксации преобразователей на плите поверочной и разметочной	
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, а также вспомогательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим и техническим требованиям, указанным в таблице.</p>		
<p>*Только для преобразователей с выходными сигналами формата НТЛ при подключении к показывающему отсчетному устройству с входными сигналами формата TTL.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре преобразователей должно быть установлено:

- наличие товарного знака и наименования предприятия-изготовителя;
- наличие обозначения типа средства измерений, код исполнения, включающий конструктивное исполнение, рабочий диапазон температур, число периодов выходных сигналов за один оборот вала, напряжение питания, формат выходных сигналов и пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений;
 - наличие заводского номера, две первые цифры которого соответствуют двум последним цифрам года выпуска;
 - наличие знака утверждения типа;
 - комплектность должна соответствовать руководству по эксплуатации и описанию типа;
 - отсутствие механических повреждений, коррозии и других дефектов, влияющих на эксплуатационные характеристики преобразователей.

Результат поверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Выдержать преобразователи в условиях проведения поверки не менее трех часов.

8.1.2 Подготовить средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.1.3 Проверить выполнение условий проведения поверки.

8.2 Опробование

В качестве устройства цифровой индикации рекомендуется использовать ЛИР-510МА.01-00-05, а в качестве преобразователя сигналов – ЛИР-901-24-05-ПИ производства ОАО «СКБ ИС», г. Санкт-Петербург.

При подключении преобразователей к другим приемным устройствам необходимо обеспечить соответствие контактов соединителя со стороны приемного устройства контактам соединителя со стороны преобразователя. Адресация контактов соединителя со стороны преобразователя приведена в руководстве по эксплуатации.

Для преобразователей с напряжением питания от 4,7 до 5,3 В подключить преобразователь к устройству цифровой индикации ЛИР-510МА.01-00-05.

Для преобразователей с напряжением питания от 10 до 30 В подключить преобразователь к преобразователю сигналов ЛИР-901-24-05-ПИ, который, в свою очередь, подключить к устройству цифровой индикации ЛИР-510МА.01-00-05 (далее – УЦИ).

Включить УЦИ.

Выбрать в настройках УЦИ цену младшего разряда дисплея УЦИ, равную 0,0001°. Ввести значение номинального числа периодов выходных сигналов за один оборот вала. Выбрать режим отображения «градусы-минуты-секунды». Сохранить настройки в энергонезависимой памяти УЦИ. При последующих включениях УЦИ эти настройки будут воспроизводиться автоматически, и повторной установки настроек для работы с этим преобразователем больше не требуется.

При подключении другого преобразователя с другим значением номинального числа периодов выходных сигналов за один оборот вала необходимо один раз ввести новое значение этого числа и сохранить настройки в памяти УЦИ.

Провернуть вал преобразователя на полный оборот. Вращение должно быть плавным, без скачков и заеданий, а на дисплее УЦИ должны высветиться показания.

Результат поверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

8.3 Определение диаметра вала

Присоединительный диаметр вала преобразователей определить с помощью скобы рычажной СР-25, установленной на размеры 6 мм и 10 мм с помощью мер длины МКП. Измерения произвести в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Результат поверки положительный, если присоединительный диаметр преобразователей находится в следующих пределах: у исполнений А3, А4 – 6h6 ($_{-0,009}^0$) мм, исполнений Д3, Д4 – 10f6 ($_{-0,022}^{-0,013}$), исполнений Ф3, Ф4 – 10g6 ($_{-0,014}^{-0,005}$).

9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений угловых перемещений и проверка номинального числа периодов выходных сигналов за один оборот вала

Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений угловых перемещений и проверку номинального числа периодов выходных сигналов за один оборот вала выполнить путем измерения углов, задаваемых гранями призмы многогранной (далее – призма), при использовании автоколлиматора в качестве нуль-индикатора.

Закрепить преобразователь с помощью струбцин на плите поверочной и разметочной валом вверх. Установить на валу преобразователя столик юстировочный (далее – столик), для крепления призмы (приложение Б, рисунок Б.1). Установить призму на столик. Установить автоколлиматор на плите поверочной и разметочной так, чтобы его оптическая ось пересекала ось вращения и середину призмы.

Подключить преобразователь к УЦИ по п. 8.2 настоящей методики.

Включить УЦИ.

Выполнить настройки УЦИ по п. 8.2 настоящей методики, в том числе ввести значение номинального числа периодов выходных сигналов за один оборот вала. Поворотом вала преобразователя установить нулевые показания на УЦИ. Повернуть призму на столике до наведения автоколлиматора на начальную грань призмы. Закрепить призму на столике.

Отъюстировать столик с призмой путем регулирования наклона так, чтобы ширина диапазона значений вертикального угла на трех базовых гранях призмы не превышала 40". Отрегулировать наклон автоколлиматора так, чтобы предельные отклонения автоколлимационной марки на трех базовых гранях призмы были симметричны относительно горизонтального штриха центрального перекрестия автоколлиматора.

С помощью преобразователя произвести измерения углов между первой (начальной) и всеми последовательными гранями призмы в пределах полного оборота.

Измерения повторить три раза при прямом и обратном ходе.

Вычислить среднее арифметическое $\alpha_{icp, \dots \circ \dots \dots}$, для каждой грани призмы по формуле

$$\alpha_{icp} = \frac{\sum_{i=1}^3 \alpha_{iпр} + \sum_{i=1}^3 \alpha_{iобр}}{6}, \quad (1)$$

где $\alpha_{iпр}$ – измеренное значение угла призмы при прямом ходе, $\dots \circ \dots \dots$;

$\alpha_{\text{обр}}$ – измеренное значение угла призмы при обратном ходе, ...°...′...″.

Абсолютную погрешность измерений Δ , ...″, для каждой грани призмы определить по формуле

$$\Delta = \alpha_{\text{ср}} - \alpha_{\text{ид}}, \quad (2)$$

где $\alpha_{\text{ид}}$ – действительное значение угла призмы, ...°...′...″.

Определение диапазона измерений угловых перемещений совместить с определением абсолютной погрешности измерений угловых перемещений.

Результат поверки положительный, если диапазон и абсолютная погрешность измерений угловых перемещений, а также номинальное число периодов выходных сигналов за один оборот вала соответствуют значениям, указанным в таблице 1.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки заносятся в протокол (рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А).

10.2 Преобразователи, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются пригодными и допускаются к применению.

10.3 При отрицательных результатах поверки преобразователи признаются непригодными к применению.

10.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца преобразователей или лица, представившего их на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений (при положительном результате поверки) или извещение о непригодности средства измерений (при отрицательном результате поверки).

Разработчики настоящей методики:

Начальник отдела № 437

Н. П. Трусов

Ведущий инженер по метрологии
отдела № 437

Д. С. Попченко

Приложение А

Форма протокола поверки (рекомендуемая)

ПРОТОКОЛ № _____ от «___» _____

**первичной/периодической поверки
преобразователей угловых перемещений ЛИР-СИ-158, исполнение _____**

заводской номер _____ принадлежит _____

Условия поверки

Наименование параметра	Значение требований	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25	
Относительная влажность воздуха, %, не более	80	
Атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7	

Методика поверки

Документ 437-198-2023 МП «ГСИ. Преобразователи угловых перемещений ЛИР-СИ-158. Методика поверки», согласованный ФБУ «Тест-С.-Петербург» 31.07.2023.

Средства поверки

Наименование, тип, заводской номер	Метрологические характеристики

Результаты поверки

1 Результат внешнего осмотра _____

2 Результат опробования _____

3 Результат определения диаметра вала _____

4 Определение метрологических характеристик

4.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений угловых перемещений

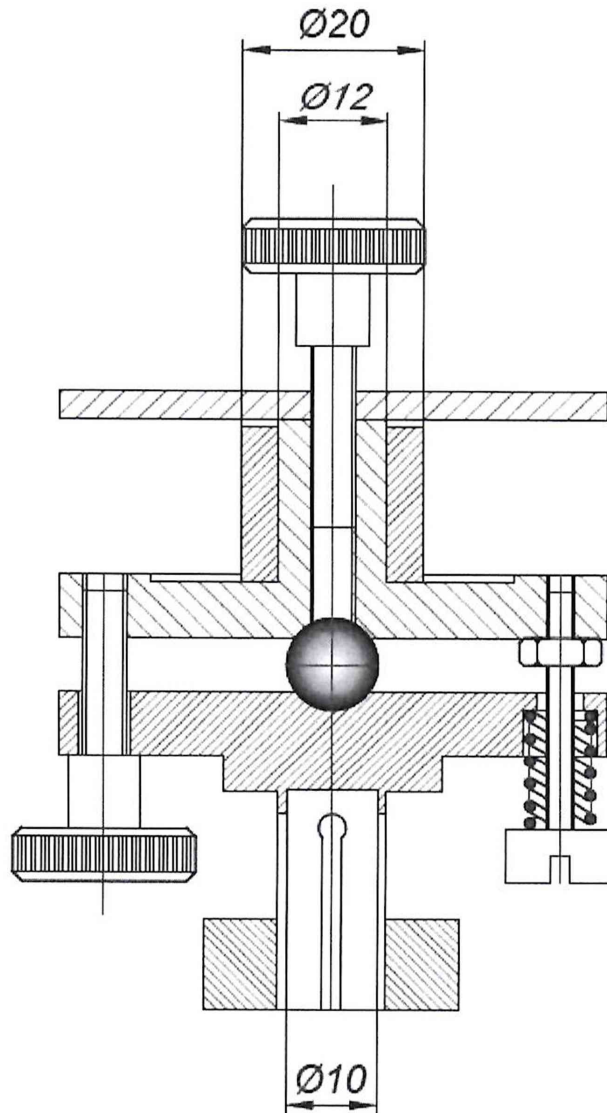
Контролируемые значения углов	Измеренные значения углов			Действит. значения углов	Погрешность,..."
	Прямой ход	Обратный ход	Среднее арифм.		
	0°				
30°					
...					
360°					

4.2 Проверка номинального числа периодов выходных сигналов за один оборот вала _____

Заключение: _____

Поверитель: _____

Приложение Б

Пример исполнения столика юстировочного для крепления призмы многогранной
(рекомендуемое)Рисунок Б.1 – Пример исполнения столика юстировочного
для крепления призмы многогранной

Примечание – Для преобразователей с присоединительным диаметром вала 6 мм рекомендуется изготовить переходную втулку с наружным диаметром 10 мм и внутренним диаметром – 6 мм.

Приложение В

Технические требования к вспомогательному оборудованию – показывающему отсчетному устройству и преобразователю сигналов формата НТЛ в сигналы формата ТТЛ (рекомендуемое)

1 Показывающее отсчетное устройство

Таблица В.1 – технические требования к показывающему отсчетному устройству

Наименование характеристики (опции)	Значение (содержание)	
Входные сигналы	прямоугольные квадратурные сигналы форматов ТТЛ либо НТЛ*	
Число разрядов дисплея, не менее	7	
Формат показаний	...°...′...″	
Диапазон показаний	от 0°0′0″ до 359°59′59″	
Цена единицы наименьшего разряда	1″	
Питание преобразователя		
Выходные сигналы преобразователя	ТТЛ	НТЛ
Напряжение питания, В	от 4,7 до 5,3	от 10 до 30
Потребляемый ток, мА, не более	120	100
Функции		
<ul style="list-style-type: none"> – Прием выходных прямоугольных квадратурных сигналов форматов ТТЛ либо НТЛ, поступающих от преобразователя ЛИР-СИ-158 – Реверсивный счет переходов прямоугольных квадратурных сигналов – Возможность задания номинального значения интервала между соседними переходами сигналов, выраженного в единицах угла (дискретность преобразователя) – Преобразование числа переходов сигналов в значение угла, выраженное в градусах, минутах и секундах – Вывод результата на цифровой дисплей – Питание преобразователя 		
*По п. 2.2 документа «Преобразователи угловых перемещений ЛИР-СИ-158. Руководство по эксплуатации» ВЕРУ.401264.212РЭ (ЛИР-СИ-158.000РЭ).		

В качестве показывающего отсчетного устройства могут быть использованы, например, устройства цифровой индикации ЛИР-510, ЛИР-510М, ЛИР-511, ЛИР-512 и т.п. производства ОАО «СКБ ИС».

При использовании показывающего отсчетного устройства других производителей необходимо проверить соответствие выходного разъема преобразователя и входного разъема отсчетного устройства, а также соответствие назначений их контактов.

Назначения контактов и тип выходного разъема преобразователя приведены в разделе 9.8.2 документа «Преобразователи угловых перемещений ЛИР-СИ-158. Руководство по эксплуатации» ВЕРУ.401264.212РЭ (ЛИР-СИ-158.000РЭ).

Если разъемы либо назначения контактов преобразователя и отсчетного устройства не соответствуют друг другу, применить переходный кабель с соответствующими разъемами и назначениями контактов.

Возможен заказ переходного кабеля в ОАО «СКБ ИС».

2 Преобразователь сигналов формата НТЛ в сигналы формата ТТЛ

Применяется в случае, если выходные сигналы преобразователя ЛИР-СИ-158 имеют формат НТЛ, а показывающее отсчетное устройство предназначено для приема сигналов формата ТТЛ.

Подключения – по п. 8.2. настоящей методики.

Таблица В.2 – технические требования к преобразователю сигналов формата НТЛ в сигналы формата ТТЛ

Наименование характеристики (опции)	Значение (содержание)
Входные сигналы	прямоугольные квадратурные сигналы формата НТЛ*
Выходные сигналы	прямоугольные квадратурные сигналы формата ТТЛ*
Питание преобразователя угловых перемещений	
Напряжение питания, В	от 10 до 30
Потребляемый ток, мА, не более	100
Функции	
<ul style="list-style-type: none"> – Прием выходных прямоугольных квадратурных сигналов формата НТЛ, поступающих от преобразователя ЛИР-СИ-158 – Преобразование уровней входных сигналов формата НТЛ в уровни выходных сигналов формата ТТЛ – Питание преобразователя угловых перемещений 	
*По п. 2.2 документа «Преобразователи угловых перемещений ЛИР-СИ-158. Руководство по эксплуатации» ВЕРУ.401264.212РЭ (ЛИР-СИ-158.000РЭ).	

В качестве преобразователя сигналов формата НТЛ в сигналы формата ТТЛ может быть использован, например, преобразователь сигналов ЛИР-901-24-05-ПИ производства ОАО «СКБ ИС».

Для согласования разъемов и назначений контактов преобразователя перемещений, преобразователя сигналов и отсчетного устройства применить переходные кабели с соответствующими разъемами и назначениями контактов.

Возможен заказ переходных кабелей в ОАО «СКБ ИС».