

СОГЛАСОВАНО:
Главный метролог
ООО «ТМС РУС»



М.В. Максимов

«18» 09 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ИЗМЕРИТЕЛИ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ (ДЕФОРМАЦИЙ)
КОНТАКТНЫЕ ДЛИНОХОДОВЫЕ ИПК-Д**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП-ТМС-073/23

г. Москва,
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	5
5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	6
6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
8.1 Подготовка к поверке.....	7
8.2 Опробование средства измерений	7
9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	8
10.1 Определение погрешности измерений перемещений (деформаций)	8
10.2 Определение относительной погрешности воспроизведения базовой длины	8
11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	9
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителей перемещений (деформаций) контактных длинноходовых ИПК-Д (далее – измерители), используемых в качестве рабочих средств измерений в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений длины.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Метрологические характеристики измерителей ИПК-Д-І (ІІ)

Наименование характеристики	Значения
Диапазон измерений перемещений (деформаций), мм*	от 0 до 2000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещений (деформаций) в диапазоне от 0 до 10 мм включ., мм	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений перемещений (деформаций) в диапазоне св. 10 мм до наибольшего предела измерений, %	$\pm 0,5$
Примечание:	
* Значение наибольшего предела измерений перемещений (деформаций) зависит от значения начальной расчетной длины образца (базовой длины) L_0 и вычисляется по формуле: $2000 - L_0$. Параметр L_0 может выбираться пользователем в диапазоне значений от 10 до 2000 мм.	
Конкретный диапазон измерений перемещений (деформаций) указывается в наименовании модификации и в паспорте на каждый измеритель.	

Таблица 2 - Метрологические характеристики измерителей ИПК-Д-ІІІ (ІV; V)

Наименование характеристики	Значения
Диапазон воспроизведения базовой длины L_0 , мм*	от 10 до 1200
Относительная погрешность воспроизведения базовой длины, %:	
- исполнение по точности измерений 0,5	$\pm 0,5$
- исполнение по точности измерений 1	$\pm 1,0$
- исполнение по точности измерений 2	$\pm 2,0$
Диапазон измерений перемещений (деформаций), мм**	от 0 до 1200
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещений (деформаций) в диапазоне от 0 до 300 мкм включ., мкм:	
- исполнение по точности измерений 0,5	$\pm 1,5$
- исполнение по точности измерений 1	$\pm 3,0$
- исполнение по точности измерений 2	$\pm 6,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений перемещений (деформаций) в диапазоне св. 0,3 мм до наибольшего предела измерений, %:	
- исполнение по точности измерений 0,5	$\pm 0,5$
- исполнение по точности измерений 1	$\pm 1,0$
- исполнение по точности измерений 2	$\pm 2,0$

Наименование характеристики	Значения
<p>Примечание:</p> <p>* Конкретный диапазон указывается в паспорте на каждый измеритель;</p> <p>** Значение наибольшего предела измерений перемещений (деформаций) зависит от значения начальной расчетной длины образца (базовой длины) L_0 и вычисляется по формуле: $1200 - L_0$. Параметр L_0 может выбираться пользователем в диапазоне значений, приведенных в настоящей таблице. Конкретный диапазон измерений перемещений (деформаций) указывается в наименовании модификации и в паспорте на каждый измеритель.</p> <p>При значении базовой длины, равной нижнему пределу диапазона измерений - измеритель работает только на растяжение, а при значении базовой длины, равной верхнему пределу диапазона измерений - измеритель работает только на сжатие.</p>	

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы длины - метра методом прямых измерений от эталонов 4-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 2-2021.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование операции	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	-	-	10
Определение погрешности измерений перемещений (деформаций)	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности воспроизведения базовой длины*	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11
Оформление результатов поверки	Да	Да	12

Примечание:

* Определение относительной погрешности воспроизведения базовой длины проводится только для измерителей исполнений ИПК-Д-III (IV; V).

2.2. Методикой поверки не предусмотрено проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны выполняться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
 - относительная влажность воздуха, % от 10 до 90

Примечание: условия измерений дополнительно должны учитывать требования эксплуатационных документов на средства поверки.

4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны применяться следующие средства, соответствующие требованиям таблицы 4.

Таблица 4 – Средства 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
3.1 Контроль условий проведения поверки	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от +10 °C до +25 °C, с абсолютной погрешностью ±0,3 °C	Термогигрометры ИВА-6, мод. ИВА-6Н-Д, Регистрационный номер типа СИ 46434-11
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 0 % до 90 %, с абсолютной погрешностью ±2 %	
10.1 Определение погрешности измерений перемещений (деформаций)	Рабочие эталоны единицы длины 4 разряда соответствующие требованиям документа «Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от 1·10 ⁻⁹ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм», утвержденного приказом Росстандарта № 2840 от 29 декабря 2018 года – приборы для поверки средств измерений наружных и внутренних размеров	Системы лазерные измерительные XL-80, Регистрационный номер типа СИ 35362-13
10.2 Определение относительной погрешности воспроизведения базовой длины	Рабочие эталоны единицы длины 2 части 3 разряда соответствующие требованиям документа «Государственная поверочная схема для средств измерений длины в диапазоне от 1·10 ⁻⁹ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм», утвержденного приказом Росстандарта № 2840 от 29 декабря 2018 года – приборы измерительные двухкоординатные в диапазоне от 0 до 200 мм	Микроскопы измерительные универсальные УИМ-23, Регистрационный номер типа СИ 3705-73
	Средства измерений длины в диапазоне от 0 до 1000 мм с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных перемещений ±0,2 мм – линейка измерительная металлическая	Линейки измерительные металлические, Регистрационный номер типа СИ 20048-00
	Рабочие средства измерений в диапазоне от 0 до	Рулетки измеритель-

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
	5000 см соответствующие требованиям документа «Государственная поверочная схема 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», утвержденного приказом Росстандарта № 2840 от 29 декабря 2018 года - рулетка измерительная металлическая	ные металлические Fisco TS50/2, Регистрационный номер типа СИ 67910-17
<p>Примечание:</p> <p>Для определения погрешности измерений перемещений (деформаций) рекомендуется применять вспомогательное оборудование – машину универсальную испытательную, адаптеры, имитирующие разрезанный испытуемый образец и контрольные образцы с базовой длиной равной наибольшему пределу измерений измерителя.</p>		

4.2. Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими передачу единицы величины с погрешностью, не превышающей указанную в графе 2 таблицы 2.

4.3. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующую запись о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

5.1 К поверке допускаются поверители, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на измеритель, на средства поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе на электроустановках.

5.2 Поверку измерителей должен выполнять поверитель, освоивший работу с поверяемыми измерителями и используемыми эталонами.

5.3 Поверитель должен быть аттестован в соответствии с действующими нормативными документами.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности при проведении электрических испытаний и измерений согласно ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности»;

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на измеритель и средства поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра измерителя установить:

- наличие маркировочной таблички с указанием модификации, заводского номера, года выпуска и предприятия изготовителя;

- отсутствие механических повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность;

- отсутствие перегибов и повреждений изоляции токопроводящих кабелей;

- соответствие комплектности руководству по эксплуатации.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, измеритель признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- поверитель должен изучить настоящую методику поверки и эксплуатационные документы, входящие в комплект поставки измерителя, а также эксплуатационные документы применяемых средств поверки;
- с помощью термогигрометра проверить соответствие условий окружающей среды требованиям, приведенным в п. 3;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- измеритель и средства поверки должны быть выдержаны в помещении при условиях, указанных в п.3 не менее 1 часа;
- измеритель и средства поверки должны находиться во включенном состоянии не менее 15 минут.

8.2 Опробование средства измерений

8.2.1 При опробовании измерителя необходимо закрепить в захваты испытательной машины адаптеры, имитирующие разрезанный испытываемый образец, после чего установить измерительные щупы измерителя на данные адаптеры, включить измеритель и испытательную машину, подключить к устройству ввода-вывода (персональный компьютер (далее – ПК) с установленным программным обеспечением и (-или) пульт оператора) и должно быть установлено:

- возможность идентификации измерителя и отображения результатов измерений;
- плавное перемещение измерительных щупов в обоих направлениях;
- изменение показаний при перемещении измерительных щупов измерителя;
- возможность обнуления показаний.

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, измеритель признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Для идентификации программного обеспечения (далее – ПО) измерителя необходимо подключить устройство ввода-вывода и запустить ПО.

9.2 Для ПО «M-Test» и «M-Test АСУ» в главном окне выбрать вкладку «Справка» - пункт «О программе». В появившемся окне будут отображены наименование ПО и номер его версии.

9.3 Для ПО «MTest View» в главном окне выбрать вкладку «Настройка системы». В появившемся окне будут отображены наименование ПО и номер его версии.

9.4 Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Идентификационное наименование ПО	«M-Test»	«M-Test АСУ»	«MTest View»

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.30	не ниже 3.00	не ниже V1.3

Результат поверки по данному пункту настоящей методики поверки считают положительным, если выполнены все установленные требования. Если перечисленные требования не выполняются, измеритель признают непригодным к применению и дальнейшие операции поверки не производят.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение погрешности измерений перемещений (деформаций)

10.1.1 Определение погрешности измерений перемещений (деформаций) производить с применением системы лазерной измерительной XL-80 (далее – XL-80).

10.1.2 Установить в захваты универсальной испытательной машины (далее - машины) адаптеры, имитирующие разрезанный испытываемый образец.

10.1.3 Измерительные шупы измерителя установить на верхнюю и нижнюю части испытуемого образца.

10.1.4 Оптические элементы для измерений линейных перемещений XL-80 на магнитных опорах установить на захваты испытательной машины.

10.1.5 Подготовить XL-80 к проведению измерений в соответствии с руководством по эксплуатации.

10.1.6 Обнулить показания на измерителе и XL-80.

10.1.7 Перемещения до выбранной точки производить путём перемещения подвижной траверсы машины. Для обеспечения перемещения до испытываемой точки выбрать оптимальную скорость перемещения подвижной траверсы исходя из технических возможностей машины.

10.1.8 В каждой испытываемой точке снять показания с экрана устройства ввода-вывода измерителя, а также с отсчётного устройства XL-80.

10.1.9 Измерения выполнить тремя сериями измерений. В интервале от 0 до 10 мм (для измерителей ИПК-Д-І (ІІ)) и от 0 до 300 мкм (для измерителей ИПК-Д-ІІІ (ІV, V)) включительно в пяти точках, в интервале свыше 10 мм (для измерителей ИПК-Д-І (ІІ)) и свыше 0,3 мм (для измерителей ИПК-Д-ІІІ (ІV, V)) до наибольшего предела измерений в семи точках распределённых по интервалу измерений включая точку наибольшего перемещения интервала.

10.1.10 Измерения в положительном направлении выполнить при установленной базовой длине 10 мм, установив шупы в крайнее положение для обеспечения измерений во всём диапазоне измерений. В отрицательном направлении выполнить измерения при установленной базовой длине равной наибольшему пределу воспроизводимой базовой длины, диапазон измерений в данном случае будет равен разности наибольшего измеряемого перемещения и минимальной воспроизводимой базовой длины.

10.1.11 Вычислить среднее арифметическое значение результатов измерений в каждой точке выполненных измерений.

10.2 Определение относительной погрешности воспроизведения базовой длины¹

10.2.1 Для определения относительной погрешности воспроизведения базовой длины необходимо подготовить контрольный образец, для чего нанести на рабочую поверхность контрольного образца, на которую будут устанавливаться измерительные шупы измерителя, слой

¹ Определение относительной погрешности воспроизведения базовой длины проводится только для измерителей исполнений ИПК-Д-ІІІ (ІV; V)

покрытия из мягкого материала (краска, парафин и др.) на котором способны оставаться видимые следы от установочных ножей измерительных щупов при их закрытии.

10.2.2 Установить в захваты машины подготовленный контрольный образец, выбрать на пульте оператора базовую длину (операцию выполнить в соответствии с методами, указанными в руководстве по эксплуатации измерителя), закрыть измерительные щупы на образце для получения отпечатка. Открыть измерительные щупы. Базовую длину (по отпечаткам установочных ножей измерительных щупов) в диапазоне от 10 до 100 мм включительно измерить с применением микроскопа измерительного универсального УИМ-23, в диапазоне от 100 мм до 1000 мм с применением линейки измерительной металлической, свыше 1000 мм до наибольшего предела измерений с применением рулетки измерительной металлической.

10.2.3 Измерения выполнить одной серией измерений в трех точках диапазона воспроизведений базовой длины.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Абсолютную погрешность измерений перемещений (деформаций) в диапазоне от 0 до 10 мм (для измерителей ИПК-Д-І (ІІ)) и от 0 до 300 мкм (для измерителей ИПК-Д-ІІІ (ІV, V)) для каждой поверяемой точки вычислить по формуле (1).

$$\Delta = \overline{L_{изм}} - \overline{L_s}, \quad (1)$$

где Δ – абсолютная погрешность измерений перемещений (деформаций), мм,

$\overline{L_{изм}}$ – среднее арифметическое значение показаний измерителя, мм;

$\overline{L_s}$ – среднее арифметическое значение показаний XL-80, мм.

11.2 Относительную погрешность измерений перемещений (деформаций) в диапазоне св. 10 мм (для измерителей ИПК-Д-І (ІІ)) и свыше 0,3 мм (для измерителей ИПК-Д-ІІІ (ІV, V)) до наибольшего предела измерений для каждой поверяемой точки вычислить по формуле (2).

$$\delta = \frac{\Delta}{\overline{L_s}} \cdot 100, \quad (2)$$

где δ – относительная погрешность измерений перемещений (деформаций), %.

11.3 Относительную погрешность воспроизведения базовой длины вычислить по формуле (3).

$$\delta_B = \frac{L_y - L_d}{L_d} \cdot 100, \quad (3)$$

где δ_B – относительная погрешность воспроизведения базовой длины, %;

L_y – установленная базовая длина, мм;

L_d – действительная базовая длина, мм.

11.4. Результаты поверки по определению погрешности измерений перемещений (деформаций) и погрешности воспроизведения базовой длины считать положительными, если полученная погрешность измерений не превышает значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Модификация измерителей	Наименование характеристики	Значение
ИПК-Д-І (ІІ)	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещений (деформаций) в диапазоне от 0 до 10 мм включ., мм	±0,05
	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений пе-	±0,5

Модификация измерителей	Наименование характеристики	Значение
	ремещений (деформаций) в диапазоне св. 10 мм до наибольшего предела измерений, %	
ИПК-Д-III (IV, V)	Пределы относительной погрешности воспроизведения базовой длины, %: - исполнение по точности измерений 0,5 - исполнение по точности измерений 1 - исполнение по точности измерений 2	$\pm 0,5$ $\pm 1,0$ $\pm 2,0$
	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещений (деформаций) в диапазоне от 0 до 300 мкм включ., мкм: - исполнение по точности измерений 0,5 - исполнение по точности измерений 1 - исполнение по точности измерений 2	$\pm 1,5$ $\pm 3,0$ $\pm 6,0$
ИПК-Д-III (IV, V)	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений перемещений (деформаций) в диапазоне св. 0,3 мм до наибольшего предела измерений, %: - исполнение по точности измерений 0,5 - исполнение по точности измерений 1 - исполнение по точности измерений 2	$\pm 0,5$ $\pm 1,0$ $\pm 2,0$

11.5 В случае невыполнения (невозможности выполнения) одного или нескольких пунктов, указанных выше, измеритель признают непригодным к применению.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки заносятся в протокол поверки. Форма протокола произвольная.

12.2 Сведения о результатах поверки измерителя передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

12.3 При положительных результатах поверки измеритель признается пригодным к применению и по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

12.4 При отрицательных результатах поверки измеритель признается непригодным и к применению не допускается. По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается извещение о непригодности, оформленное в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» с указанием основных причин.

Главный специалист по метрологии
ООО «ТМС РУС»

А.А. Борисенко