

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал
Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологии им. Д.И.Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

СОГЛАСОВАНА:



Директор «УНИИМ- филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»

E.P. Sobina
Е.П. Собина

2022 г.

«ГСИ. Система измерений отклонений
от плоскостности ССС. Методика поверки»

МП 20-233-2022

Екатеринбург
2022

Содержание

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
3	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	5
4	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	5
5	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
6	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	6
7	ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ.....	6
8	ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	6
9	ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10	ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	7
11	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	8
12	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

Государственная система обеспечения единства измерений
Система измерений отклонений от плоскостности CCS
Методика поверки

Дата введения в действия «___» _____ 202_ г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Систему измерений отклонений от плоскостности CCS (далее – система), предназначенную для бесконтактных измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности и вычисления на их основе значений отклонений от плоскостности листового проката (планшетности).

1.2 Поверка системы должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.3 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость систем к ГЭТ 2-2021 «Государственному первичному эталону единицы длины – метра» согласно второй части 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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29 декабря 2018 г. и ГЭТ 130-2019 Государственному первичному специальному эталону единицы длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности согласно государственной поверочной схеме для средств измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 314 от 15.03.2021 г.

1.4 Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – методы косвенных измерений.

1.5 Настоящая методика поверки применяется для поверки системы измерений отклонений от плоскостности CCS, используемой в качестве рабочего средства измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности, мм	от 0 до 80
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности, мм	$\pm 0,25$

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510	«Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.11.2020 № 61033)
Приказ Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840	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
Приказ Росстандарта от 15 марта 2021 г. № 314	Государственная поверочная схема для средств измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности

Примечание - При использовании настоящей методики целесообразно проверить действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то раздел, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

3.1 Первичную поверку систем выполняют до ввода в эксплуатацию, а также после их ремонта или замены отдельных блоков.

3.2 Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации систем.

3.3 При проведении первичной и периодической поверок системы должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при поверке		Пункт методики
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	9
Проверка программного обеспечения (ПО) средства измерений	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11

4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- изменение температуры окружающего воздуха во время поверки, °С, не более 3.

5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

5.1 К проведению работ по поверке системы допускаются лица, прошедшие специальное обучение на поверителя, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией на систему, работающие в метрологической службе предприятия, аккредитованной на право поверки средств измерений.

6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Метрологические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений Раздел 10 Проверка программного обеспечения средства измерений Раздел 11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Средство измерений температуры и относительной влажности с диапазонами измерений, охватывающими условия по п. 4	Термогигрометр электронный «CENTER» 313, рег. № 22129-09
Раздел 11 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Рабочий эталон единицы длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности 2-го разряда согласно Приказу от 15 марта 2021 года № 314 (Брусковый уровень с ценой деления 0,02 мм/м).	Брусковый уровень с ценой деления 0,02 мм/м по ГОСТ 9392, рег. № 9095-91
	Рабочий эталон 3 разряд по Государственной поверочной схеме 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, утвержденной Приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 (Меры длины концевые)	Меры длины концевые в диапазоне значений от 0,5 до 100 мм, рег. № 9771-98

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены.

6.3 Для проведения поверки допускается применение других средств поверки, не приведенных в таблице 6.1, утвержденных и аттестованных эталонов единиц величин, средств измерений утвержденного типа и поверенных, удовлетворяющих метрологическим требованиям, указанным в таблице 6.1.

7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки должны выполняться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки и поверяемое СИ.

8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При внешнем осмотре устанавливаются соответствие системы следующим требованиям:

- корпуса составных частей и органы управления системой не должны иметь механических повреждений;
- токопроводящие кабели не должны иметь повреждений электрической изоляции;
- в маркировке системы должны быть отображены класс опасности лазера (на измерительном модуле), наименование предприятия-изготовителя; обозначение типа; заводской номер; год выпуска;
- надписи и отметки на органах управления должны быть четкими и легко читаемыми;
- комплектность системы должна соответствовать комплектности, указанной в описания типа.

8.2 В случае если при внешнем осмотре системы выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Перед поверкой средства поверки и поверяемая система должны быть выдержаны в условиях поверки не менее 3-х часов.

9.2 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра на соответствие требованиям пункта 4.1 настоящей методики.

9.3 Средства поверки и поверяемая система должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

9.4 Руководствуясь указаниями эксплуатационной документации подготовить систему к работе и убедиться в изменении показаний на индикаторном блоке при изменении взаимного положения измерительных блоков, проверяют соответствие установленной дискретности отсчета показаний длины не менее 0,0001 мм.

10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 На рабочем столе индикаторного блока выбрать иконку IMSVisu, нажать правой кнопкой мыши и выбрать Properties и перейти на вкладку Details, на экране должна появиться информация о программном обеспечении (ПО) рисунок 1, проверить идентификационные данные ПО, которые должны соответствовать таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	IMSVISU
Номер версии ПО	2.5.0.86
Цифровой идентификатор ПО	-



Рисунок 1 – Окно идентификационных данных ПО

11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Определение отклонений от плоскостности поверочной линейки, входящей в состав системы

11.1.1 На устойчивой поверхности, неподверженной колебаниям и вибрациям устанавливают поверочную линейку на опорные призмы (можно использовать старые концевые меры длины) в точках наименьшего прогиба, отмеченных рисками. Проверяемая поверхность должна быть установлена в горизонтальное положение. Смещение пузырька уровня относительно нуля-пункта в центре плиты не должно превышать двух делений шкалы. На остальных участках поверхности пузырек должен находиться в пределах шкалы уровня.

11.1.2 Уровень устанавливают последовательно на участки 0-1, 1-2, 2-3 и т.д. и снимают на каждом участке показания a_i по левому и b_i по правому концам пузырька относительно нулевых штрихов А и В (смотри рисунок 2). За нулевые условно принимают два больших штриха, расположенный симметрично относительно нуля-пункта ампулы на расстоянии один от другого приблизительно равном длине пузырька.

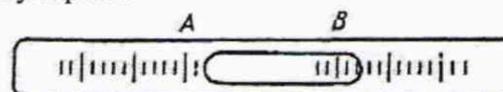


Рисунок 2 – Пояснительный рисунок к порядку снятия показаний уровня брускового

11.1.3 По левому концу пузырька отсчеты снимают относительно штриха А, по правому - относительно штриха В. При расположении концов пузырька слева от нулевых штрихов отсчеты считают отрицательными, при расположении справа - положительными. Так на рисунке 2 отсчет по левому концу пузырька равен +2,0, а по правому +2,5 деления шкалы ампулы уровня.

11.1.4 Сняв показания на последнем участке, вновь возвращаются на участок 0-1 и проверяют начальный отсчет. Его изменение не должно превышать 0,5 деления. В противном случае измерение необходимо повторить.

11.1.5 Обработку результатов измерений проводят в последовательности, приведенной в таблице 11.1. Для упрощения обработки результатов все вычисления проводят с величинами, числовые значения которых выражены в делениях шкалы ампулы. В единицах длины определяют лишь конечный результат.

11.1.6 Сначала вычисляют для каждой точки значения h_i , показывающие, на сколько каждая проверяемая точка выше или ниже предыдущей. Условно принимают, что точка 0 совпадает с началом координат. Далее, вычисляют ординаты y_i , поправки δ_i на наклон профилограмм к оси абсцисс и отклонения H'_i от прямой, соединяющей крайние точки. Поскольку значения H'_i получены в делениях шкалы ампулы, следует определить их в единицах длины. Для этого значения H'_i умножают на постоянную a , определяемую из соотношения

$$a = 4,8 \cdot 10^{-6} \cdot l \cdot \tau, \quad (1)$$

где l - расстояние между опорами уровня, мкм;

τ - действительное значение цены деления ампулы в угловых секундах.

Таблица 11.1 – Порядок обработки данных

Номера проверяемых точек, i	a_i	b_i	$h_i = \frac{a_i + b_i}{2}$	$y_i = y_{i-1} + h_i$	$\delta_i = \frac{y_n}{n} \cdot i$	$H'_i = y_i - \delta_i$	$H_i = a \cdot H'_i$
0	-	-	-	$y_0 = 0$	$\delta_0 = 0$	$H'_0 = 0$	$H_0 = 0$
1	a_1	b_1	$h_1 = \frac{a_1 + b_1}{2}$	$y_1 = h_1$	$\delta_1 = \frac{y_n}{n} \cdot 1$	$H'_1 = y_1 - \delta_1$	$H_1 = a \cdot H'_1$
2	a_2	b_2	$h_2 = \frac{a_2 + b_2}{2}$	$y_2 = y_1 + h_2$	$\delta_2 = \frac{y_n}{n} \cdot 2$	$H'_2 = y_2 - \delta_2$	$H_2 = a \cdot H'_2$
...
n	a_n	b_n	$h_n = \frac{a_n + b_n}{2}$	$y_n = y_{n-1} + h_n$	$\delta_n = y_n$	$H'_n = 0$	$H_n = 0$

Провести не менее трех независимых измерений. Если расхождения значений H_i не превышает 1/3 допускаемого отклонения от прямолинейности, вычисляют средние арифметические значения отклонений в каждой точке и по ним определяют отклонения от прямолинейности. Если при обработке результатов получены положительные и отрицательные значения H_i , то за отклонение от прямолинейности, H , принимают приближенное значение, равное сумме абсолютных значений наибольшего положительного и наибольшего отрицательного значений H_i .

11.2 Определение абсолютной погрешности определения опорной прямой системой

11.2.1 Установить поверочную линейку в зону измерений системы, согласно эксплуатационной документации.

11.2.2 Определить отклонение от прямолинейности поверочной линейки с помощью системы, H_c . Измерения повторить три раза.

11.2.3 Абсолютную погрешность определения опорной прямой системой, Δn , определить по формуле

$$\Delta n = H_c - H. \quad (2)$$

11.3 Определение абсолютной погрешности измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности

11.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности проводят с помощью мер длины концевых плоскопараллельных (далее КМД).

11.3.2 Устанавливают в вертикальном положении на линейку поверочную рядом две КМД с минимальной разницей по длине. Измеряют длину наибольшей меры с помощью системы. В случае если показания системы отсутствуют, это может быть обусловлено неудачным положением КМД относительно CCD-камеры, в данном случае передвинуть КМД вдоль про-

филя поверочной линейки на расстояние от 1 до 4 см.

11.3.3 Операцию по пункту 11.3.2 выполнить для не менее трех точек диапазона измерений, включая наибольший. Измерения системой КМД длиной 80 мм подтверждает диапазон измерений системы.

11.3.4 Операции по пунктам 11.3.2 - 11.3.3 выполнить в шести точках, равномерно распределенных по длине профиля в рабочей зоне измерений.

11.3.5 Для каждой точки профиля, j , и длины КМД, l , определить погрешность системы, Δ_j , по формуле

$$\Delta_{jl} = \sqrt{(a_{jl} - a_{lэт})^2 + \Delta_{п}^2}, \quad (3)$$

где a_{jl} – показание системы для j – ой точки профиля и l -ой длины КМД, мм;

$a_{lэт}$ – номинальная l -ая длина КМД, мм;

Δ_{jl} – абсолютная погрешность измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности для j – ой точки профиля и l -ой длины КМД;

$\Delta_{п}$ – абсолютная погрешность определения опорной прямой системой (в случае, если $|\Delta_{п}| \leq 10$ мкм данную составляющую погрешности допускается не учитывать).

11.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.4.1 Диапазон измерений и рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостность поверочной линейки должны соответствовать данным таблицы 11.2.

Таблица 11.2 – Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристики	Пункт МП	Значение
Диапазон измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности, мм	11.3	от 0 до 80
Допуск плоскостности поверочной линейки, мкм	11.1	10
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности, мм	11.3	$\pm 0,25$

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки систему признают пригодной к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 или действующими на дату проведения поверки нормативными актами в области обеспечения единства измерений. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.3 При отрицательных результатах поверки система к применению не допускают и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 или действующими на дату проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.4 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений».

И.о. заведующего лабораторией 233

Ст. инженер лаборатории 233

Л.А. Трибушевская

Л.Г. Добренчикова