

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии  
Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
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»

Е.П. Собина

«16» сентября 2024 г.



ГСИ. Системы измерительные геометрических параметров про-  
ката SMGsteel  
Методика поверки

МП 22-233-2024

Екатеринбург  
2024

Разработана: Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

Исполнители: И.о. заведующего лабораторией 233 Трибушевская Л.А.  
Вед. инженер лаборатории 233 Добренчикова Л.Г.

Согласована УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»  
«26 » сентябрь 2024 г.

Введена впервые

## Содержание

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	4
3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ .....	5
4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	5
5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ .....	6
6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....	6
7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....	7
8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	7
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ .....	7
10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ.....	8
11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ .....	9
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ .....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Локальная поверочная схема для систем измерений от плоскостности.....	16
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Калибраторы из состава системы .....	18

Государственная система обеспечения единства измерений  
 Системы измерительные геометрических параметров проката SMGsteel  
 Методика поверки

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Системы измерительные геометрических параметров проката SMGsteel (далее – системы), предназначенные для бесконтактных измерений длины, ширины и отклонений формы листового проката.

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

1.3 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость системы к ГЭТ 2-2021 «Государственному первичному эталону единицы длины – метра» в соответствии Государственной поверочной схемой 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 и ГЭТ 130-2019 Государственному первичному специальному эталону единицы длины в области измерений отклонений от прямолинейности и плоскостности в соответствии с Локальной поверочной схемой для систем измерений отклонений от плоскостности.

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

1.5 Настоящая методика поверки применяется для поверки системы измерительной геометрических параметров проката SMGsteel, используемой в качестве рабочего средства измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений ширины листа, мм	от 1400 до 2600
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ширины листа, мм	$\pm 1$
Диапазон измерений длины листа, мм	от 4000 до 12500
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений длины листа, %	$\pm 0,03$
Диапазон измерений отклонений от прямолинейности (серповидности), мм	от 0 до 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонений от прямолинейности (серповидности), мм/м	$\pm 1$
Диапазон измерений отклонений от плоскостности (с учетом толщины листа), мм	от 0 до 100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонений от плоскостности, мм/м	$\pm 1$
Диапазон измерений отклонений от перпендикулярности (косины реза), мм	от 0 до 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонений от перпендикулярности (косины реза), мм	$\pm 1$

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Росстандарта от Государственная поверочная схема для средств измерений  
 29 декабря 2018 г. № 2840 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 Государственная поверочная схема для средств измерений  
 15 марта 2021 г. № 314 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 изменен 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 её ремонта или замены отдельных блоков.

3.2 Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации системы.

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	-	-	11
Определение действительных значений геометрических параметров калибраторов и поверочного профиля, входящих в состав системы	да	да	11.1
Определение относительной погрешности при измерении длины листа	да	да	11.2
Определение абсолютной погрешности при измерении ширины листа	да	да	11.3
Определение погрешности при измерении отклонений от прямолинейности (серповидности)	да	да	11.4
Определение погрешности при измерении отклонений от плоскостности	да	да	11.5
Определение относительной погрешности при измерении отклонений от перпендикулярности (косины реза)	да	да	11.6
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11.7

3.4 При получении отрицательного результата при проведении любой из операций по таблице 3.1, поверку системы следует прекратить.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- изменение температуры окружающего воздуха во время поверки, °C, 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 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	Уровень брусковый с ценой деления 0,02 мм/м - рабочий эталон 2-го разряда по Приказу № 314 от 15 марта 2021 г.	Уровень брусковый, рег. № 9095-91
	Меры длины концевые в диапазоне значений от 0,5 до 100 мм - рабочий эталон 3-го разряда по Приказу № 2840 от 29 декабря 2018 г.)	Меры длины концевые рег. № 9771-98
	Лента измерительная 3-го разряда в диапазоне значений от 0 до 20 м, 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, утвержденная Приказом Ростандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840	
	Штангенциркуль, диапазон измерений от 0 до 150 мм, $\Delta = \pm 0,03$ мм	Штангенциркуль цифровой серии 500, рег. № 30380-05
	Штангенциркуль ШЦ-III, диапазон измерений длины от 800 до 2000 мм, $\Delta = \pm 0,2$ мм	Штангенциркуль ШЦ-III, рег. № 7706-00
	Образец листа стали из имеющихся на предприятии	
	Поверочный профиль	
	Калибраторы из состава системы, согласно приложению А	

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 средство измерений.

## **8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 При внешнем осмотре устанавливают 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 отражены класс опасности лазера (на измерительном модуле), наименование предприятия-изготовителя; наименование типа; заводской номер; год выпуска;
- надписи и отметки на органах управления должны быть четкими и легко читаемыми;
- комплектность системы должна соответствовать комплектности, указанной в описании 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.

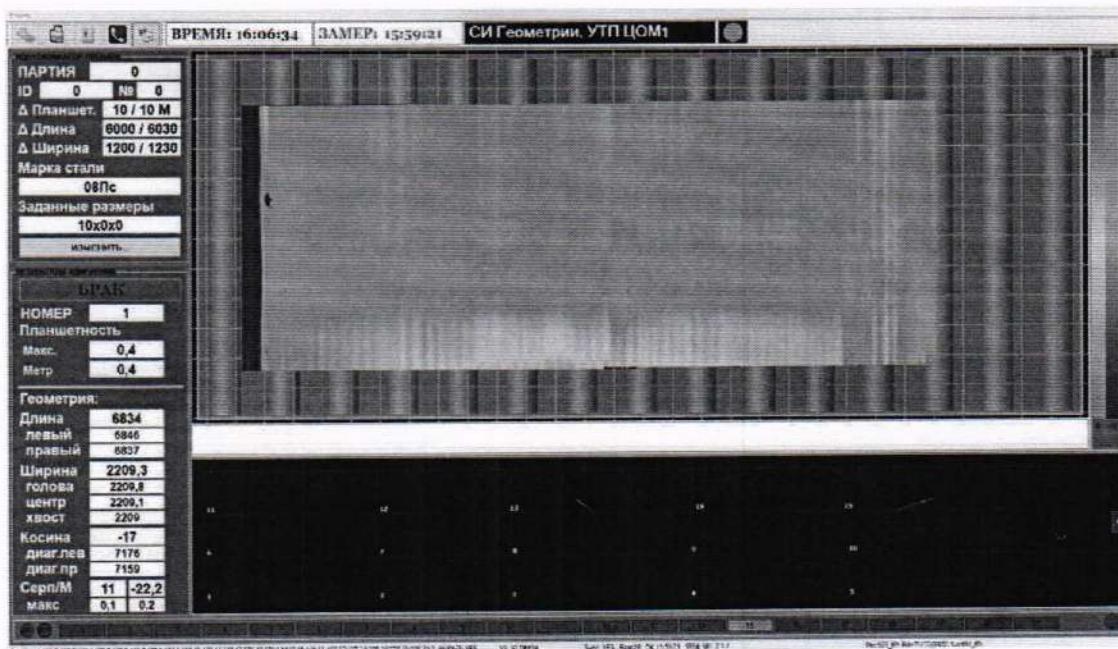


Рисунок 1 – Окно рабочей программы

9.4 Ввести идентификационные данные по рулону. При входжении проката в зону контроля система распознает его наличие с помощью оптических датчиков, и перейти в режим измерения, который сопровождается выводом карты листа/метра. Убедиться в изменении показаний на мониторе компьютерного оборудования с программным обеспечением, визуализации при перемещении проката (рисунок 1).

9.5 Результаты проверки признают положительными, если система соответствует требованиям 9.1 - 9.4.

## 10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 После запуска операционной системы рабочая программа должна запуститься автоматически и находиться в режиме контроля измерения.

10.2 На рабочем столе АРМ оператора проверить информацию о программном обеспечении (ПО) рисунок 2, проверить идентификационные данные ПО, которые должны соответствовать таблице 10.1.

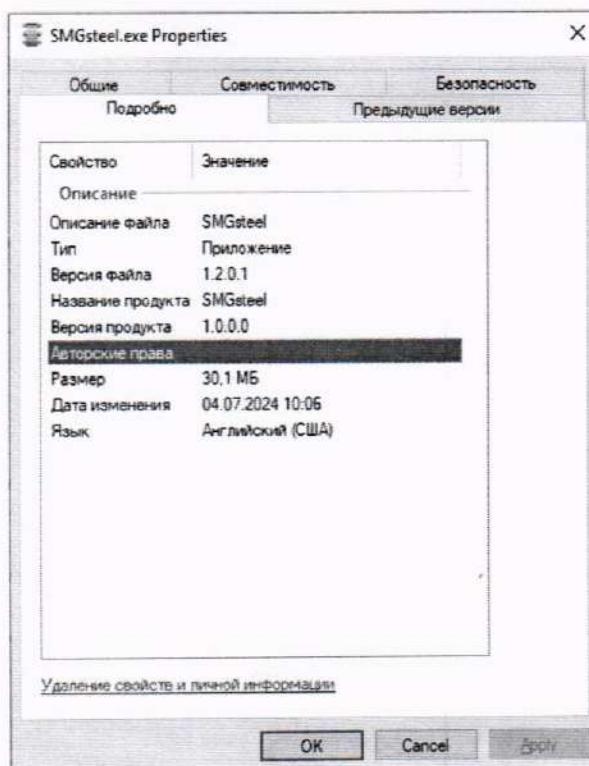


Рисунок 2 – Окно идентификационных данных ПО

Таблица 10.1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	SMGsteel
Номер версии ПО	1.2.0.X*
Цифровой идентификатор ПО	-

\* - где X не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значения от 0 до 9

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

11.1 Определение действительных значений геометрических параметров калибраторов и поверочного профиля, входящих в состав системы

11.1.1 На устойчивой поверхности, неподверженной колебаниям и вибрациям устанавливают поверочный профиль. Опорные призмы не требуются. Проверяемая поверхность должна быть установлена в горизонтальное положение. Смещение пузырька уровня относительно нуль-пункта в центре поверочного профиля не должно превышать двух делений шкалы. На остальных участках поверхности пузырек должен находиться в пределах шкалы уровня.

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

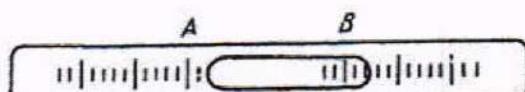


Рисунок 3 - Положение пузырька уровня относительно шкалы ампулы

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 3 отсчет по левому концу пузырька равен +2,0, а по правому +2,5 деления шкалы ампулы уровня.

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.

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.

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  $\delta_i$  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 цену деления ампулы в мкм/м.

Таблица 11.1 – Порядок обработки данных

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

Если расхождения значений  $H_i$  не превышает 1/3 допускаемого отклонения от плоскости, 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  $H_i$ .

11.1.2 На устойчивой поверхности, неподверженной колебаниям и вибрациям устанавливают калибратор 4581.09.000. С помощью ленты измерительной и штангенциркуля определить ширину и длину калибратора в пяти сечениях в каждом направлении. С помощью штангенциркуля измерить глубину и ширину каждого дефекта не менее, чем три раза. За результат измерений принять среднее арифметическое значение для каждого параметра.

11.1.3 На устойчивой поверхности, неподверженной колебаниям и вибрациям устанавливают калибратор 4581.11.000. С помощью ленты измерительной и штангенциркуля определить ширину и длину калибратора в пяти сечениях в каждом направлении. За результат измерений принять среднее арифметическое значение для каждого параметра.

11.1.4 На устойчивой поверхности, неподверженной колебаниям и вибрациям устанавливают калибратор 4581.12.000. С помощью ленты измерительной и штангенциркуля определить ширину и длину калибратора в пяти сечениях в каждом направлении. За результат измерений принять среднее арифметическое значение для каждого параметра.

11.1.5 На устойчивой поверхности, неподверженной колебаниям и вибрациям

устанавливают поочередно калибраторы 4581.12.000, 4581.11.000, 4581.09.000. С помощью ленты измерительной определить троекратно длину диагоналей калибраторов. За результат измерений отклонений от перпендикулярности (косины реза) принять разность средних арифметических значений.

### 11.2 Определение относительной погрешности при измерении длины листа

Определение относительной погрешности при измерениях длины проводят в динамическом режиме.

Для определения длины проката выбрать лист из имеющихся в наличии в цехе, длиной от 4 до 12 м. Лист плоского проката разместить так, чтобы он был прижат к левой бортовине рольганга перед системой измерений вдоль оси агрегата. Отметить маркером край листа, находящийся у левой бортовины.

Запустить движение рольганга до тех пор, пока лист полностью не пройдет через зону измерений и система выдаст результат измерений.

Произвести не менее трех измерений длины листа с помощью системы.

Произвести измерения действительного значения длины листа в одном сечении на расстоянии 1 м от отмеченного маркером края листа при помощи ленты измерительной (расстояние 1 м соответствует расположению датчика измерения).

Рассчитать относительную погрешность измерений длины по формуле:

$$\Delta_L = \frac{L - L_n}{L_n} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $\Delta_L$  – относительная погрешность при измерении длины листа, %;

$L$  – показание системы при измерении длины, мм;

$L_n$  – действительное значение длины листа, мм.

### 11.3 Определение абсолютной погрешности измерений ширины листа

11.3.1 Определение абсолютной погрешности при измерениях ширины листа проводится в статическом режиме, с помощью калибраторов, обеспечивающих измерение ширины во всем диапазоне.

11.3.2 В рабочую зону измерений системы поместить калибратор, с номинальным значением ширины 1400 мм таким образом, чтобы проекции лазеров поперечных профилометров находились на объекте измерений и не попадали на искусственный дефект.

11.3.3 С помощью ПО системы провести измерения ширины по трем линиям лазеров поперечных профилометров. Для этого в окне программы в строке меню вызвать окно “Диагностика”, выбрать “Карта высот” (см. рисунок 3), в котором отобразятся текущие измеренные значения системой ширины линий.

11.3.4 Повторить операции 11.3.2 – 11.3.3 с калибраторами, воспроизводящими максимальную и промежуточные значения ширины листа.

11.3.5 Рассчитать абсолютную погрешность измеренных значений ширины

$$\Delta_{B,i} = B_{изм,i} - B_{действ}, \quad (2)$$

где  $\Delta_{B,i}$  – абсолютная погрешность при  $i$ -ом измерении длины листа, мм;

$B_{изм,i}$  – показание системы при  $i$ -ом измерении ширины листа, мм;

$B_{действ}$  – действительное значение ширины листа, мм.

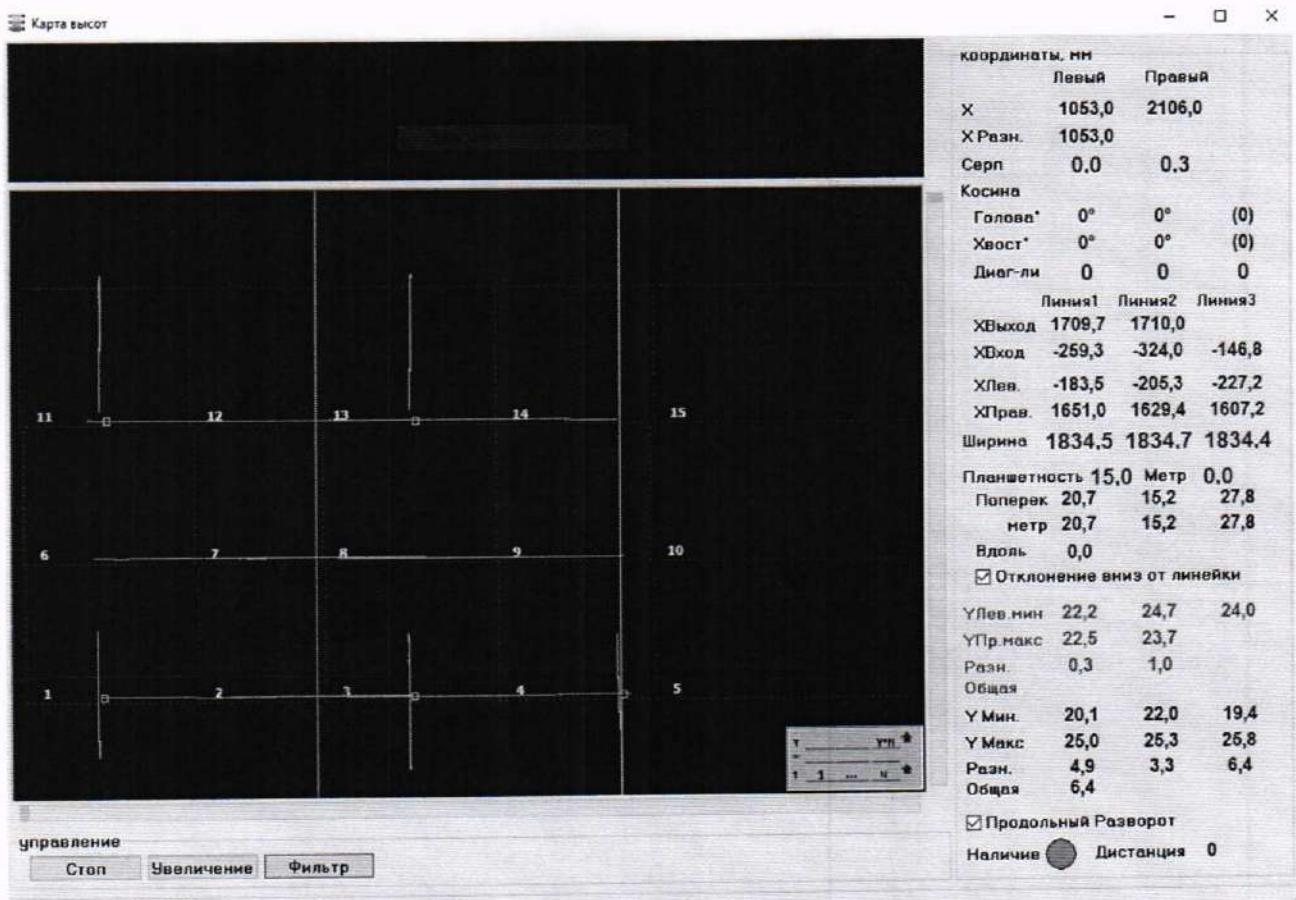


Рисунок 3 - Окно “Карта высот”

#### 11.4 Определение абсолютной погрешности измерений отклонений от прямолинейности (серповидности)

11.4.1 Определение абсолютной погрешности при измерениях отклонений от прямолинейности (серповидности) проводится в статическом режиме, с помощью калибратора 4581.09.000, имеющего искусственные дефекты, обеспечивающие измерения серповидности.

11.4.2 В рабочую зону измерений системы поместить калибратор, с номинальным значением ширины 1400 мм таким образом, чтобы проекции лазеров поперечных профилометров находились на объекте измерений и попадали на искусственный дефект.

11.4.3 С помощью ПО системы провести измерения серповидности по двум кромкам.

11.4.4 Для этого в окне программы в строке меню вызывать окно “Диагностика”, выбирать “Карта высот” (см. рисунок 3), в котором отобразятся текущие измеренные системой значения серповидности для левой и правой кромки.

11.4.5 Рассчитать абсолютную погрешность измеренных значений отклонений от прямолинейности (серповидности) от действительных значений длины дефекта калибратора левой и правой кромки в соответствии с направлением движения объекта измерения

$$\Delta S_i \equiv S_{\text{univ},i} - S_{\text{постоян.}} \quad (3)$$

где  $\Delta_{S_i}$  – абсолютная погрешность при  $i$ -ом измерении отклонений от прямолинейности (серповидности), мм;

$S_{\text{изм } i}$  – показание системы при  $i$ -ом измерении отклонений от прямолинейности (серповидности), мм;

$S_{\text{действ}}$  – действительное значение отклонений от прямолинейности (серповидности), мм.

11.4.6 Повторить операции 11.4.2 - 11.4.4 для каждого номинала длины дефекта калибратора

11.4.7 Определить максимальную абсолютную погрешность при измерении отклонений

от прямолинейности (серповидности) левой и правой кромки соответственно.

11.4.8 Значения абсолютной погрешности, выраженное в мм, соответствует абсолютной погрешности системы, выраженное в мм/м, поскольку система производит синхронно измерения расстояния от нулевой линии, длиной 1000 мм, до дефекта измеряемого объекта в поперечном сечении.

11.5 Определение абсолютной погрешности измерений отклонений от плоскостности

11.5.1 Определение абсолютной погрешности при измерениях отклонений от плоскостности проводится в статическом режиме для каждого из поперечных профилометров, входящих в систему.

11.5.2 Установить поверочный профиль в зону измерений системы, согласно эксплуатационной документации.

11.5.3 С помощью ПО системы провести измерения отклонений от плоскости калибратора. Рассчитать абсолютную погрешность построения опорной плоскости системой

$$\Delta_n = h_{\text{п изм}} - h_{\text{п действ.}} \quad (4)$$

где  $\Delta_n$  – абсолютная погрешность построения опорной плоскости системой, мм;

$h_{\text{п изм}}$  – показание системы при измерении отклонений от плоскости, мм;

$h_{\text{п действ.}}$  – действительное значение отклонений от плоскости, мм.

11.5.4 Проверка диапазона измерений отклонений от плоскости и абсолютной погрешности измерений отклонений от плоскости проводится в статическом режиме для каждого из поперечных профилометров, входящих в систему, с помощью мер длины с номинальными значениями 1, 10, 50, 100 мм.

11.5.5 В рабочую зону измерений системы поместить поверочный профиль, таким образом, чтобы проекция лазера первого поперечного профилометра находились на плоской поверхности калибратора. Установить в центре рабочей зоны измерений КМД, с номинальным значением 1 мм. С помощью ПО системы провести измерения расстояния от поверхности калибратора до поверхности КМД. Для этого в окне программы в строке меню вызывать окно “Диагностика”, выбрать поперечный профилометр с соответствующим номером (рисунок 4). При помощи правой и левой кнопки мыши выставить маркеры на концевую меру и рядом с ней соответственно. Параметр «YDelta» показывает измеренное значение расстояния от поверхности концевой меры до калибратора, что соответствует измеренному значению плоскости.

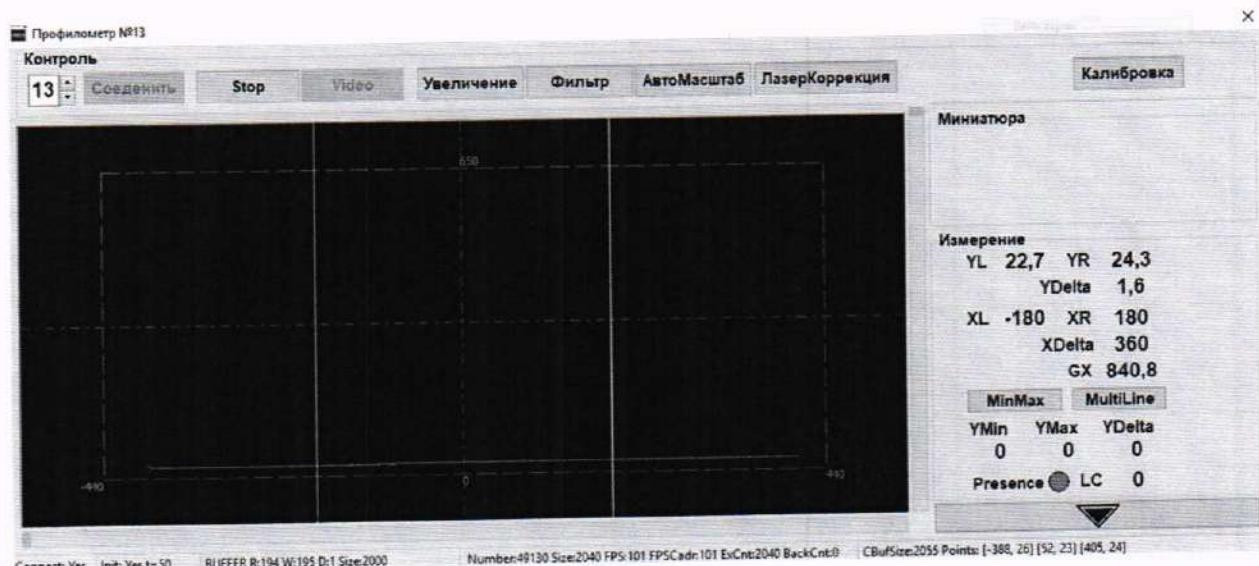


Рисунок 4 - Сигнал с профилометра

11.5.6 Повторить операцию 11.5.5, расположив концевую меру в левой и правой стороне

рабочей зоны по ходу движения объекта измерения соответственно.

11.5.7 Повторить операции 11.5.5 - 11.5.6, имитируя с помощью концевых мер значения отклонений от плоскости 10, 50, 100 мм.

11.5.8 Повторить операции 11.5.5 - 11.5.7 для каждого из поперечных профилометров (с 1 по 15).

11.5.9 Для каждой точки,  $j$ , и длины КМД,  $l$ , определить размах показаний,  $r_{jl}$ , и погрешность системы,  $\Delta_{pj}$ , по формулам

$$r_{jl} = a_{jlmax} - a_{jlmin}, \quad (5)$$

$$\bar{a}_{jl} = \frac{\sum_{i=1}^3 a_{jli}}{3} \quad (6)$$

$$\Delta_{jl} = 2 \cdot \sqrt{(\bar{a}_{jl} - a_{j\text{эт}})^2 + \frac{r_{jl}^2}{6} + \Delta_n^2 + H^2} \quad (7)$$

где  $a_{jlmax}$  ( $a_{jlmin}$ ) – максимальное (минимальное) показание системы для  $j$  – ой точки профиля и  $l$ -ой длины КМД, мм;

$\bar{a}_{jl}$  – среднее арифметическое показание системы для  $j$  – ой точки профиля и  $l$ -ой длины КМД, мм;

$a_{j\text{эт}}$  – номинальная  $l$ -ая длина КМД, мм;

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

$\Delta_n$  – абсолютная погрешность построения опорной плоскости системой, мм (определяется по формуле (4));

$H$  – отклонение от плоскостности калибратора, мм (определяется по 11.1.1 настоящей методики)

11.5.10 В случае, если составляющие погрешности, обусловленных отклонением от плоскостности калибратора, абсолютной погрешности определения опорной прямой системой и размаха показаний не превышают 0,1 мм допускается не учитывать данные составляющие в расчете абсолютной погрешности измерений длины в области измерений отклонений от прямолинейности при поверке.

11.5.11 Значение абсолютной погрешности, выраженное в мм, соответствует абсолютной погрешности системы, выраженное в мм/м, поскольку система производит синхронно измерения расстояния от нулевой линии, длиной 1000 мм, до дефекта измеряемого объекта поперечном сечении.

11.6 Определение погрешности при измерении отклонений от перпендикулярности (косины реза)

11.6.1 Определение абсолютной погрешности при измерениях отклонений от перпендикулярности (косины реза) проводится в статическом режиме, с помощью калибратора и мер длины концевых для трех точек диапазона измерений.

11.6.2 В рабочую зону измерений системы поместить калибратор, с номинальным значением ширины 1400 мм таким образом, чтобы проекции лазеров поперечных профилометров находились на объекте измерений и не попадали на искусственный дефект и были задействованы проекции лазеров продольных профилометров (для обеспечения расчета угла разворота объекта измерений).

11.6.3 С помощью ПО системы провести измерения косины реза по двум диагоналям объекта измерения. Для этого в окне программы в строке меню вызывают окно "Диагностика", выбирают "Карта высот" (рисунок 3), в котором отобразятся текущие измеренные системой диагонали объекта измерений и их разница, которая является измеренным значением косины реза.

11.6.4 К левому краю торца калибратора, перпендикулярному направляющим рольганга приложить концевую меру длиной 10 мм.

11.6.5 Рассчитать абсолютную погрешность измеренного значения отклонения от

перпендикулярности (косины реза)

$$\Delta_k = \sqrt{(K_{\text{изм max}} - K_{\text{действ}})^2 + \Delta_{\text{действ}}} \quad (8)$$

где  $\Delta_k$  – абсолютную погрешность измеренного значения отклонения от перпендикулярности (косины реза), мм;  
 $K_{\text{изм}}$  – измеренное значение отклонения от перпендикулярности (косины реза) по показаниям системы, мм;  
 $K_{\text{действ}}$  – действительное значение отклонения от перпендикулярности (косины реза), мм;  
 $\Delta_{\text{действ}}$  – абсолютная погрешность измерений отклонения от перпендикулярности (косины реза) обусловленная применением эталонных средств ( $\Delta_{\text{действ}} = 0,15$  мм), мм.

11.6.6 Повторить операции 11.6.2 – 11.6.4 для других значений мер .

11.7 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.7.1 Значения погрешности измерений длины, ширины и отклонений формы листового проката должны соответствовать данным таблицы 1.1.

## 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 действующими на дату проведения поверки нормативными актами в области обеспечения единства измерений.

12.3 Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки средство измерений признают непригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии действующими на дату проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с установленным порядком.

И.о. заведующего лабораторией 233

Вед. инженер лаборатории 233

Л.А. Трибушевская

Л.Г. Добренчикова

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**(обязательное)**

**Локальная поверочная схема для систем измерений отклонений от плоскости**

**A.1 Область применения**

Настоящая локальная поверочная схема устанавливает порядок передачи единицы длины в области измерений отклонений от плоскости для систем измерений отклонений от плоскости от исходного эталона единицы длины в области отклонений от прямолинейности и плоскости к средствам измерений при их поверке с указанием погрешностей и основного метода передачи единицы длины.

Для данной локальной поверочной схемы принятая доверительная вероятность 0,95.

Соотношение между пределами допускаемой погрешности исходного эталона и поверяемого средства измерений не должно превышать 1/3.

**A.2 Нормативные ссылки**

Использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 марта 2021 г. № 314, «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений отклонений от прямолинейности и плоскости».

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. № 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».

Примечание - При пользовании настоящим документом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования – на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя, «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим документом, следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

**A.3 Сокращения и обозначения**

**A.3.1 Сокращения:**

ГПС – Государственная поверочная схема

ЛПС – Локальная поверочная схема

ИЭ – Исходный эталон

**A.3.2 Обозначения:**

Δ – предел допускаемой абсолютной погрешности;

δ – доверительные границы абсолютной погрешности;

H – отклонение от прямолинейности и плоскости, мкм;

L – длина измеряемой поверхности, м.

**A.4 Исходные эталоны единицы длины**

ИЭ согласно данной ЛПС являются Уровень брусковый с ценой деления 0,02 мм/м - рабочий эталон 2-го разряда по Приказу Росстандарта № 314 от 15 марта 2021 г и меры длины концевые в диапазоне значений от 0,5 до 100 мм - рабочий эталон 3 го разряда по Приказу № 2840 от 29 декабря 2018 г.

ИЭ применяют для передачи единицы длины средствам измерений методом косвенных измерений (сличений при помощи средства сравнения и совокупных измерений). В качестве средства сравнения применяют поверочный профиль из состава системы измерений отклонений от плоскости,  $\delta = \pm 0,050$  мм.

**A.5 Средства измерений**

В качестве средства измерений отклонений от плоскостности применяют системы измерений отклонений от плоскостности в диапазоне измерений отклонений от плоскостности от 0,0 до 100,0 мм.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений отклонений от плоскостности для рабочего средства измерений составляют  $\pm 1$  мм.

Локальная поверочная схема для систем измерений отклонений от плоскостности



**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
**Калибраторы из состава системы**

