

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»

*Е.П. Собина*  
Е.П. Собина

*апрель*  
апрель 2022 г.

«ГСИ. Системы лазерные измерительные Renishaw ХК10.  
Методика поверки»

МП 31-233-2021

Екатеринбург  
2022



## Содержание

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

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на Системы лазерные измерительные Renishaw XK10 (далее – системы), предназначенные для измерений перемещений и вычисления на их основе значений отклонений формы и взаимного расположения поверхностей. Поверка систем должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 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.

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом сличений с мерами длины концевыми.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки систем, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений перемещений, мм	$\pm 5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений перемещений*, мкм	$\pm(5+2X+5 \cdot L)^*$
*где X – измеряемое перемещение, мм. L – расстояние между измерительными или измерительным и пусковым блоком при измерениях, где $30 \text{ м} \geq L > 1 \text{ м}$ , при расстоянии между измерительными или измерительным и пусковым блоком менее одного метра, $L=0$ , м.	

## 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
ГОСТ 18833-73	Головки измерительные рычажно-зубчатые. Технические условия

*Примечание - При использовании настоящей методики целесообразно проверить действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться замененным (измененным) докумен-*

том. 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 систем должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность проведения операций при поверке		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	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 и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	11
Определение абсолютной погрешности и диапазона измерений при использовании пускового и измерительного блоков	да	да*	11.1
Определение абсолютной погрешности и диапазона измерений при использовании измерительных блоков S и M	да	да**	11.4

\*- Если по заявлению владельца в соответствии с п. 3.4 настоящей методики система представлена на поверку в составе индикаторного и измерительных блоков S и M – операция не проводится.

\*\* - Если по заявлению владельца в соответствии с п. 3.4 настоящей методики система представлена на поверку в составе индикаторного, пускового и измерительного блока M – операция не проводится.

3.4 Допускается проведение периодической поверки отдельных блоков из состава системы в соответствии с заявлением владельца системы, с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки. При этом поверке подвергаются те блоки, которые предполагается использовать в процессе эксплуатации системы в течение последующего интервала между поверками.

#### 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, % от 20 до 80.

#### 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 системы, 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 3.

Таблица 3 – 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 средств измерений	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 10 до 30 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С и относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20 до 90 %, с погрешностью не более 2 %	Термогигрометр электронный «CENTER» 313, рег. № 22129-09
Раздел 11 Определение метрологических характеристик средств измерений	Меры длины концевые в диапазоне значений от 0,5 до 100 мм, не ниже 3 разряда 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 Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840	Меры длины концевые плоскопараллельные образцовые 3-го разряда длиной 100 мм, рег. № 9771-98
	Головка измерительная рычажно-зубчатая, диапазон измерений от $\pm 0,03$ мм, $\Delta = \pm 0,8$ мкм	Головка измерительная рычажно-зубчатая 1 ИГ, рег. № 2681-70
	Стойка с механизмом микроперемещений	Стойка для измерительных головок по ГОСТ 10197-70 с плоскими поверхностями подвижного кронштейна для монтажа системы
	Дальномер лазерный, диапазон измерений (0,05-30) м, $\Delta$ от $\pm 1$ мм до $\pm(2,0+0,3 \text{ мм/м})$	Дальномер лазерный Leica DISTOTM D810 touch, рег. № 56285-14

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

6.3 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяю-

щие метрологическим требованиям, указанным в таблице 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 Внешний вид системы должен соответствовать изображению, приведенному в описании типа. 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 отображены наименование предприятия-изготовителя, класс опасности лазера (на пусковом и измерительных блоках S и M), обозначение типа (на пусковом блоке), заводской номер (на пусковом, индикаторном и измерительных блоках S и M), месяц и год выпуска (на пусковом, индикаторном и измерительных блоках S и M);
- 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 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с таблицей 3.

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

9.3 Средства поверки и поверяемая система должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них. Убедиться в том, что аккумуляторы заряжены (для измерительных блоков и беспроводных модулей).

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 , на экране должна появиться информация о программном обеспечении (ПО) рисунок 1, проверить идентификационные данные ПО, которые должны соответствовать таблице 4.



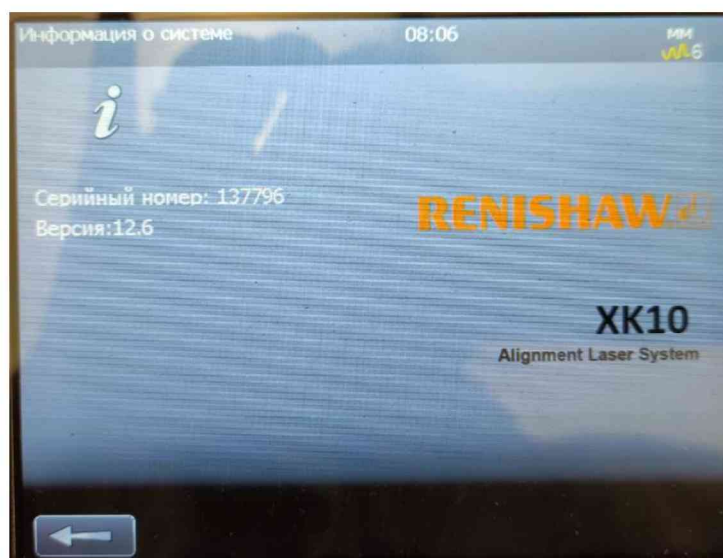


Рисунок 1 – Форма представления идентификационных данных ПО

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	XK10
Номер версии ПО	не ниже 12.6
Цифровой идентификатор ПО	723AAEE8

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

### 11.1 *Определение абсолютной погрешности и диапазона измерений при использовании пускового и измерительного блоков*

Определение абсолютной погрешности и диапазона измерений при использовании пускового и измерительного блоков проводят с помощью мер длины концевых плоскопараллельных (далее - КМД) и компарирующего устройства, которое может быть представлено головкой измерительной и стойкой с механизмом микроперемещений, с последовательной установкой пускового и измерительного блоков на расстоянии менее 0,5 м и не менее 3 м;

11.1.1 В соответствии с ЭД подготавливают систему в составе пусковой блок, измерительный блок М и индикаторный блок, с тем чтобы на индикаторном блоке можно было наблюдать размер относительного перемещения измерительного и пускового блоков. Собирают измерительную схему таким образом, чтобы расстояние между пусковым и измерительным блоками соответствовало примерно 0,5 м, а начальная длина КМД или блока из них, установленного между измерительным наконечником головки, кинематически жестко связанного с измерительным блоком и неподвижным столиком должна быть более 5 мм, например, 8 мм (далее КМД соответствующие нулевым показаниям). Перемещением измерительного блока вдоль стоек крепления и регулировочными винтами пускового блока откорректировать направление лазерных лучей: луч пускового блока должен быть направлен в центр окна фотоприемника измерительного блока, соответственно луч измерительного блока - в центр окна фотоприемника пускового блока, начальное значение положений отметок лазерного луча на измерительном блоке для пускового и измерительного блоков не превышали 0,020 мм по модулю. Обнулить показания системы.

11.1.2 Проверить обеспечение диапазона, изменив значение длины КМД на 5 мм в меньшую, а затем в большую сторону относительно, первоначально установленной, убедится в обеспечении системой возможности снятия показаний во всем диапазоне измерений.

11.1.3 Установить КМД соответствующие нулевым показаниям, обнулить показания системы.



11.1.4 Последовательно подкладывая или убирая КМД воспроизвести перемещение измерительного блока не менее, чем для пяти точек диапазона измерений системы, включая  $\pm 0,1$ ,  $\pm 1$ ,  $\pm 5$  мм, для каждого заданного перемещения снять показания системы не менее трех раз.

11.1.5 Для каждого перемещения,  $j$ , определить размах показаний,  $r_j$ , и погрешность системы,  $\Delta_j$ , по формулам

$$r_{jl} = a_{jlmax} - a_{jlmin}, \quad (1)$$

$$\bar{a}_{jl} = \frac{\sum_{i=1}^3 a_{jli}}{3} \quad (2)$$

$$\Delta_{jl} = \sqrt{(\bar{a}_{jl} - a_{jl\text{эт}})^2 + \frac{r_{jl}^2}{6}} \quad (3)$$

где  $a_{jmax}$  ( $a_{jmin}$ ) – максимальное (минимальное) показание системы при  $j$  – ом перемещении, мм;

$\bar{a}_j$  – среднее арифметическое показание системы при  $j$  – ом перемещении, мм;

$a_{j\text{эт}}$  – заданное перемещение, соответствующее изменению действительного значения срединной длины концевой меры или блока из них, мм;

$l$  – индекс, соответствующий расстоянию между блоками при определении параметра.

$i$  – индекс, соответствующий порядковому номеру определения параметра.

11.1.6 Повторяют операции 11.1.1 – 11.1.5 для горизонтального направления.

11.1.7 Повторяют операции 11.1.1 – 11.1.5 для вертикального и горизонтального направления при установленном расстоянии между пусковым и измерительным блоками не менее 3 м.

## 11.2 **Определение абсолютной погрешности и диапазона измерений при использовании измерительного блока S и M**

11.2.1 Определение абсолютной погрешности системы проводят с помощью мер длины концевых плоскопараллельных, головкой измерительной и стойкой с механизмом микроперемещений.

11.2.2 В соответствии с ЭД подготавливают систему в составе измерительные блоки S и M и индикаторный блок, с тем чтобы на индикаторном блоке можно было наблюдать значение относительного перемещения измерительных блоков. Собирают измерительную схему таким образом, чтобы расстояние между измерительными блоками соответствовало примерно 0,5 м, а начальная длина КМД или блока из них, установленного между измерительным наконечником головки, кинематически жестко связанного с одним из измерительных блоков и неподвижным столиком должна быть более 5 мм, например, 8 мм (далее КМД соответствующие нулевым показаниям). Перемещением измерительных блоков вдоль стоек крепления и регулировочными винтами откорректировать направление лазерных лучей: луч измерительного блока S должен быть направлен в центр окна фотоприемника измерительного блока M, соответственно луч измерительного блока M- в центр окна фотоприемника измерительного блока S, начальное положение положений отметок лазерного луча на измерительном блоке для измерительных блоков не превышали 0,020 мм по модулю. Обнулить показания системы.

11.2.3 Проверить обеспечение диапазона, изменив значение длины КМД на 5 мм в меньшую, а затем в большую сторону относительно, первоначально установленной, убедиться в обеспечении системой возможности снятия показаний во всем диапазоне измерений.

11.2.4 Установить КМД соответствующие нулевым показаниям, обнулить показания системы.

11.2.5 Последовательно подкладывая или убирая КМД воспроизвести перемещение измерительного блока не менее, чем для пяти точек диапазона измерений системы, включая  $\pm 0,1$ ,  $\pm 1$ ,  $\pm 5$  мм, для каждого заданного перемещения снять показания системы не менее трех раз.

11.2.6 Для каждого перемещения,  $j$ , определить погрешность системы,  $\Delta_j$ , по формуле

$$\Delta_j = a_j - a_{jЭТ} \quad (4)$$

где  $a_j$  – показание системы при  $j$  – ом перемещении, мм;

$a_{jЭТ}$  – заданное перемещение, соответствующее изменению действительного значения срединной длины концевой меры или блока из них, мм.

11.2.7 Повторяют операции 11.4.3 – 11.4.6 для горизонтального направления.

11.2.8 Диапазон измерений и рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений должны соответствовать данным таблицы 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 Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 или действующими на дату проведения поверки нормативными актами в области обеспечения единства измерений. При поверке системы в графе «В составе» указывают заводские номера основных элементов системы (измерительных блоков S и M и пускового блока), заводской номер всей системы соответствует заводскому номеру, указанному на индикаторном блоке. При проведении поверки отдельных блоков из состава системы, в соответствии с пунктом 3.4 методики поверки, в свидетельстве о поверке указывают заводские номера только тех элементов системы, для которых была проведена поверка. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

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

12.4 По заявке заказчика при положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, при отрицательных – извещение о непригодности.

12.5 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» или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

И.о. заведующего лабораторией 233

Старший инженер лаборатории 233



Л.А. Трибушевская

Л.Г. Добренчикова