

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

М.П.

«05» декабря 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Микроскопы видеоизмерительные порталные UNIMETRO

Методика поверки

МП-223-2023

1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки микроскопов видеоизмерительных портальных UNIMETRO (далее – приборы), применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические и технические требования, приведенные в Приложении А.

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины методом прямых измерений от рабочего эталона 2-го разряда 2-й части и рабочего эталона 4-го разряда 3-й части в соответствии с 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону (далее – ГПЭ): ГЭТ2-2021 - ГПЭ единицы длины – метра, и от рабочего эталона 4-го разряда 3-й части в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоских углов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону: ГЭТ 22-2014 - ГПЭ единицы плоских углов.

2. Перечень операций поверки средств измерений

При проведении поверки средств измерений (далее – поверка) должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – 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
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			10
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X, Y при использовании оптического датчика	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости осей X, Y при использовании оптического датчика	Да	Да	10.2
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z при использовании оптического датчика	Да	Да	10.3

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X, Y, Z при использовании контактного датчика	Да*	Да*	10.4
Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости осей X, Y при использовании оптического датчика широкого разрешения	Да*	Да*	10.5
Определение абсолютной погрешности измерений плоских углов	Да	Да	10.6
* при наличии датчика в комплекте поставки			

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от плюс 18 до плюс 22;
- относительная влажность, %, не более от 40 до 70;
- допустимое изменение температуры, °С не более, в течении:
- 1 часа 1
- 24 часов 2

Примечание: при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталон) должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений, средства поверки, и аттестованные в качестве поверителя средств измерений в установленном порядке. Для проведения поверки достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 18 до плюс 22 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 40 до 70 % с погрешностью не более 2 %	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д (рег.№ 71394-18)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
<p>п. 10.1 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X, Y при использовании оптического датчика;</p> <p>п. 10.2 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости осей X, Y при использовании оптического датчика</p>	<p>Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 - Мера длины штриховая, диапазон измерений не менее 200 мм, допускаемое отклонение длины меры и её интервалов не более $\pm(0,2+0,5 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м</p>	<p>Мера длины штриховая (рег. № 76752-19)</p>
<p>п. 10.3 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z при использовании оптического датчика;</p> <p>п. 10.4 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X, Y, Z при использовании контактного датчика;</p> <p>п. 10.5 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости осей X, Y при использовании оптического датчика широкого разрешения</p>	<p>Рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с 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 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. № 2840 - Меры длины концевые плоскопараллельные, наборы №3, 8, границы абсолютных погрешностей $\pm(0,2+2 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м</p> <p>Пластина плоская стеклянная ПИ 60, отклонение от плоскостности рабочей поверхности не должно превышать 1,2 мкм.</p>	<p>Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, (рег. № 51838-12)</p> <p>Пластина плоская стеклянная типа ПИ-60 (Рег. № 197-70)</p>
<p>п. 10.6 Определение абсолютной погрешности измерений плоских углов</p>	<p>Рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоских углов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «26» ноября 2018 г. № 2482 – угловые меры с одним и четырьмя рабочими углами, доверительные границы абсолютных погрешностей не более $10''$</p>	<p>Набор мер плоских углов МУ-1, рег. № 485-64</p>
<p>Примечания:</p> <p>1) Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы или поверены в установленном порядке. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа и поверены в установленном порядке.</p> <p>2) Допускается применения средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p>		

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7. Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений приведенному описанию и изображению;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений).

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 4 часов при постоянной температуре, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- плавность и равномерность движения подвижных частей;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Идентификацию программного обеспечения (далее – ПО) Ins-C осуществлять путем последовательного входа в пункты меню:

- «Help»;
- «About».

Наименование и номер версии ПО будут отображены в появившемся окне.

9.2 Идентификацию ПО RationalVue осуществлять путем последовательного входа в пункты меню:

- «Help»;
- «About».

9.3 Идентификацию ПО FlashPro осуществлять путем последовательного входа в пункты меню:

- «Help»;
- «About».

Результат проверки считают положительным, если:

- наименование ПО соответствует указанному в описании типа
- номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X, Y при использовании оптического датчика.

Для определения абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X и Y использовать меру длины штриховую (далее – ШМД). ШМД установить на предметный столик вдоль оси X поочередно на участках 1-3 в соответствии с рисунком 1.

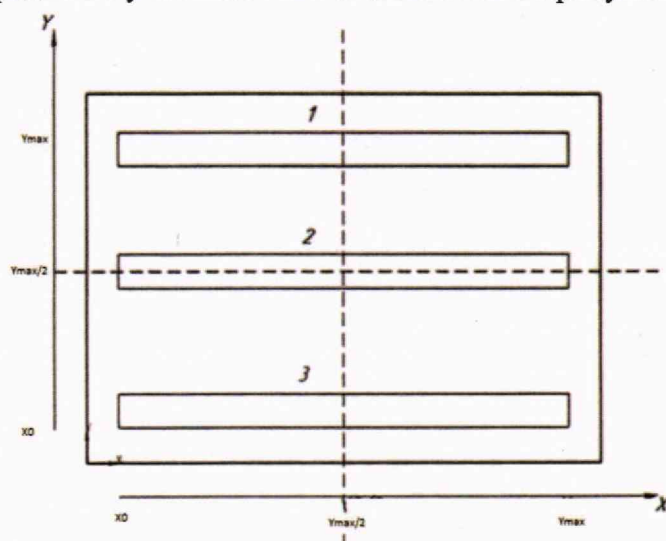


Рисунок 1 – Установка ШМД на предметном столике прибора вдоль оси X.

Совместить начало отсчета с нулевым штрихом меры.

Выполнить последовательно измерения миллиметрового интервала ШМД, интервала, соответствующего половине диапазона измерений и полному диапазону измерений прибора на каждом участке. Измерения каждого интервала выполнить не менее трех раз. Измерения на участках 1 и 3 проводить при прямом, а на участке 2 при обратном ходе.

Если длина ШМД менее 0,8 диапазона измерений линейных размеров по данной оси координат, необходимо проводить измерения располагая ШМД на нескольких участках столика машины, равномерно расположенных вдоль оси координат, с перекрытием не менее 50 мм. При этом проводятся измерения миллиметрового интервала, интервала, соответствующего половине длины шкалы и полной длине шкалы ШМД на каждом участке.

Повторить аналогичные измерения вдоль оси Y, располагая ШМД на участках 1-3 в соответствии с рисунком 2.

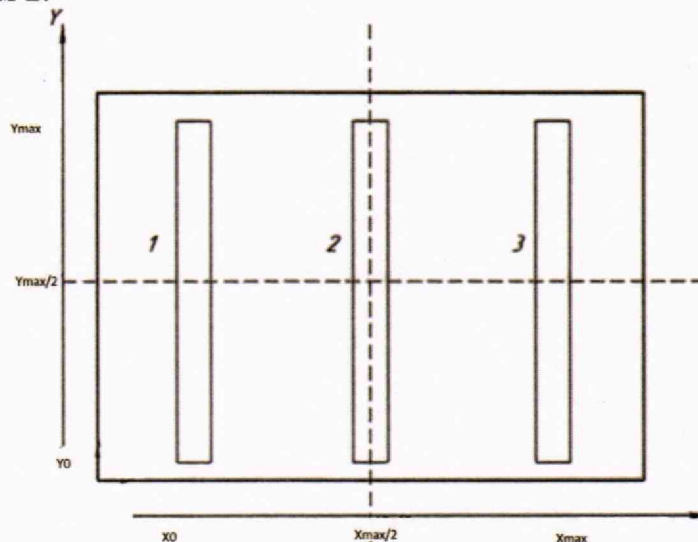


Рисунок 2 – Установка ШМД на предметном столике прибора вдоль оси Y.

Абсолютную погрешность измерений линейных размеров по оси координат X, Y (Δ_{l_i}) в

каждой точке диапазона определяют по формуле (1):

$$\Delta l_i = l_{\text{изм}_i} - l_{\partial_i} \quad (1)$$

где $l_{\text{изм}_i}$ – измеренное значение длины i -го интервала ШМД с помощью прибора, мм;
 l_{∂_i} – действительное значение длины i -го интервала ШМД в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации) с учетом поправки на температурный коэффициент линейного расширения меры, мм.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в Приложении А.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости осей X, Y при использовании оптического датчика.

Для определения абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости двух осей X, Y необходимо использовать ШМД. ШМД установить на предметный столик по диагонали осей X, Y.

Если длина ШМД менее 0,8 диапазона измерений линейных размеров по данной оси координат, необходимо проводить измерения располагая ШМД на нескольких участках столика машины, равномерно расположенных вдоль оси координат, с перекрытием не менее 50 мм. При этом проводятся измерения миллиметрового интервала, интервала, соответствующего половине длины шкалы и полной длине шкалы ШМД на каждом участке.

Абсолютную погрешность измерений линейных размеров в плоскости двух осей X, Y (Δl_i) в каждой точке диапазона определяют по формуле (1).

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в Приложении А.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по оси Z при использовании оптического датчика

Абсолютная погрешность измерений линейных размеров по оси Z при использовании оптического датчика определяется при помощи КМД. Необходимо использовать не менее пяти КМД с номинальными длинами, близкими к началу, середине и концу диапазона измерений прибора по оси Z с шагом 15 – 20 % (максимальная длина должна составлять не менее 80 % от верхнего предела измерений).

Установить на предметном столике пластину стеклянную ПИ 60 (далее – ПИ), с притёртой к ней вдоль оси координат Z КМД с номинальным значением не более 10 мм.

Используя функцию фокусировки, сфокусировать изображение на середине боковой измерительной поверхности КМД и обнулить показания цифрового отсчёта по оси Z.

Не смещая установленной КМД, притереть сверху к её боковой измерительной поверхности следующую КМД.

Используя функцию фокусировки, сфокусировать изображение на середине боковой измерительной поверхности КМД и снять отсчёт по оси Z. Повторить измерение не менее 3 раз, вычислить среднее.

Удалить верхнюю КМД.

Провести аналогичные измерения для остальных КМД.

Для каждого измеренного значения определить абсолютную погрешность измерений линейных размеров по оси Z (Δz_i) по формуле (2):

$$\Delta z_i = l_{\text{изм}_i} - l_{\partial_i} \quad (2)$$

где $l_{\text{изм}_i}$ – измеренное значение длины i -й КМД с помощью прибора, мм;
 l_{∂_i} – действительное значение длины i -й КМД в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации) с учетом поправки на температурный коэффициент линейного расширения меры, мм.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в Приложении А.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров по осям X, Y, Z при использовании контактного датчика

Для определения абсолютной погрешности измерений линейных размеров использовать не менее трех КМД (блока КМД) с номинальными длинами, близкими к началу, середине и концу диапазона измерений (минимальная длина должна составлять не более 50 мм, максимальная длина должна составлять не менее 0,8 верхнего предела измерений).

КМД или приспособление с КМД устанавливаются в пространстве измерений прибора вдоль линии измерений по оси X, используя теплоизолирующие перчатки. Производится сбор точек с измерительных поверхностей КМД и определяется их длина.

Измерить длину каждой КМД не менее трёх раз.

Абсолютную погрешность измерений линейных размеров по одной оси координат (Δ_{L_i}) определяют по формуле (3):

$$\Delta_{L_i} = L_{\text{изм}_i} - L_{\partial_i} \quad (3)$$

где $L_{\text{изм}_i}$ – измеренное значение длины i -ой КМД с помощью прибора, мм;
 L_{∂_i} – действительное значение i -ой КМД в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки, мм.

Наибольшее значение (Δ_{L_i}) принять за абсолютную погрешность измерений линейных размеров по одной оси координат.

Повторить измерения, устанавливая КМД на измерительном столе вдоль осей Y, Z.

При измерениях по оси Z использовать ПИ.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в Приложении А.

10.5 Определение абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости осей X, Y при использовании оптического датчика широкого разрешения

Для определения абсолютной погрешности измерений линейных размеров в плоскости осей X, Y при использовании оптического датчика широкого разрешения использовать КМД (блоки КМД).

Установить на предметный столик КМД номинальной длиной 10 мм по диагонали осей X, Y. Настроить фокус на КМД.

Провести измерения длины КМД. Для этого выделить на изображении КМД в программном обеспечении линию на одной из ее рабочих граней. На второй грани КМД выделить точку.

За результат измерений принимается значение длины отрезка (Δ_{d_i}) проведенного из точки перпендикулярно прямой.

Повторить измерения не менее чем для трёх КМД, номинальные значения длин которых выбираются равномерно для задания всего диапазона измерений.

Определить абсолютную погрешность измерений для каждой КМД по формуле (4):

$$\Delta_{d_i} = l_{\text{изм}_i} - l_{\partial_i} \quad (4)$$

где $l_{\text{изм}i}$ – измеренное значение длины i -й КМД с помощью прибора, мм;
 $l_{\partial i}$ – действительное значение длины i -й КМД в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации) с учетом поправки на температурный коэффициент линейного расширения меры, мм.

Проверка диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в Приложении А.

10.6 Определение абсолютной погрешности измерений плоских углов

Абсолютную погрешность измерений плоских углов определяется при помощи мер плоских углов (далее – МУ).

Меру установить на предметный столик.

В программном обеспечении обозначить точки на рабочих поверхностях МУ и измерить угол, образованный прямыми, проходящими через данные точки.

Измерения проводят не менее, чем для четырёх значений углов.

Повторить измерения не менее четырёх раз, изменяя положение МУ на 90 градусов относительно предыдущего положения.

Для каждого измеренного значения определить абсолютную погрешность измерений плоских углов ($\Delta\alpha_i$) по формуле (5):

$$\Delta\alpha_i = \alpha_{\text{изм}i} - \alpha_{\partial i} \quad (5)$$

где $\alpha_{\text{изм}i}$ – измеренное значение i -го угла, ';

$\alpha_{\partial i}$ – действительное значение i -го угла в соответствии с протоколом (свидетельством) поверки (аттестации), '.

Наибольшее значение ($\Delta\alpha_i$) принять за абсолютную погрешность измерений плоских углов.

Значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в Приложении А.

11. Оформление результатов поверки

Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
 ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



К.А. Ревин

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица 1 – Метрологические характеристики микроскопов видеоизмерительных портальных UNIMETRO серии HE

Модификация	Диапазон измерений линейных размеров, мм			Диапазон измерений плоских углов	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров, мкм, при использовании:				Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоских углов
	по оси X	по оси Y	по оси Z		оптического датчика по оси X, Y	оптического датчика по оси Z	оптического датчика в плоскости осей X, Y	контактного датчика по оси X, Y, Z	
HE542	от 0 до 400	от 0 до 500	от 0 до 200	от 0° до 360°	±(2,5+L/200)	±(3,0+L/150)	±(3,0+L/200)	±(3,0+L/200)	±14"
HE652	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 200						
HE653			от 0 до 300						
HE654			от 0 до 400						
HE762	от 0 до 600	от 0 до 700	от 0 до 200						
HE763			от 0 до 300						
HE764			от 0 до 400						
HE862		от 0 до 800	от 0 до 200						
HE863			от 0 до 300						
HE864			от 0 до 400						
HE10802	от 0 до 800		от 0 до 1000		от 0 до 200				
HE10803		от 0 до 300							
HE10804		от 0 до 400							
HE12102	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 200						
HE12103			от 0 до 300						
HE12104			от 0 до 400						
HE15122	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 200						
HE15123			от 0 до 300						
HE15124			от 0 до 400						
HE18122	от 0 до 1200	от 0 до 1800	от 0 до 200						
HE18123			от 0 до 300						
HE18124			от 0 до 400						

Модификация	Диапазон измерений линейных размеров, мм			Диапазон измерений плоских углов	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров, мкм, при использовании:				Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоских углов
	по оси X	по оси Y	по оси Z		оптического датчика по оси X, Y	оптического датчика по оси Z	оптического датчика в плоскости осей X, Y	контактного датчика по оси X, Y, Z	
HE20152	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 200	от 0° до 360°	$\pm(5,0+L/150)$	$\pm(3,0+L/150)$	$\pm(5,5+L/200)$	$\pm(3,0+L/200)$	$\pm 14''$
HE20153			от 0 до 300						
HE20154			от 0 до 400						
HE25202	от 0 до 2000	2500	от 0 до 200						
HE25203			от 0 до 300						
HE25204			от 0 до 400						
HE30252	от 0 до 2500	от 0 до 3000	от 0 до 200						
HE30253			от 0 до 300						
HE30254			от 0 до 400						

L – измеряемая длина в мм

Таблица 2 – Метрологические характеристики микроскопов видеоизмерительных порталных UNIMETRO серии HE PLUS

Модификация	Диапазон измерений линейных размеров, мм			Диапазон измерений плоских углов	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров, мкм, при использовании:				Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоских углов
	по оси X	по оси Y	по оси Z		оптического датчика по оси X, Y	оптического датчика по оси Z	оптического датчика в плоскости осей X, Y	контактного датчика по оси X, Y, Z	
HE542 PLUS	от 0 до 400	от 0 до 500	от 0 до 200	от 0° до 360°	$\pm(1,8+L/200)$	$\pm(2,9+L/150)$	$\pm(2,4+L/200)$	$\pm(2,5+L/200)$	$\pm 14''$
HE652 PLUS			от 0 до 200						
HE653 PLUS	от 0 до 500	от 0 до 600	от 0 до 300						
HE654 PLUS			от 0 до 400						
HE762 PLUS	от 0 до 600	от 0 до 700	от 0 до 200						
HE763 PLUS			от 0 до 300						
HE764 PLUS			от 0 до 400						

Модификация	Диапазон измерений линейных размеров, мм			Диапазон измерений плоских углов	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров, мкм, при использовании:				Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоских углов
	по оси X	по оси Y	по оси Z		оптического датчика по оси X, Y	оптического датчика по оси Z	оптического датчика в плоскости осей X, Y	контактного датчика по оси X, Y, Z	
HE862 PLUS	от 0 до 600	от 0 до 800	от 0 до 200	от 0° до 360°	±(2,5+L/200)		±(2,9+L/200)		±14"
HE863 PLUS			от 0 до 300						
HE864 PLUS			от 0 до 400						
HE10802 PLUS	от 0 до 800	от 0 до 1000	от 0 до 200						
HE10803 PLUS			от 0 до 300						
HE10804 PLUS			от 0 до 400						
HE12102 PLUS	от 0 до 1000	от 0 до 1200	от 0 до 200						
HE12103 PLUS			от 0 до 300						
HE12104 PLUS			от 0 до 400						
HE15122 PLUS	от 0 до 1200	от 0 до 1500	от 0 до 200						
HE15123 PLUS			от 0 до 300						
HE15124 PLUS			от 0 до 400						
HE18122 PLUS	от 0 до 1200	от 0 до 1800	от 0 до 200						
HE18123 PLUS			от 0 до 300						
HE18124 PLUS			от 0 до 400						
HE20152 PLUS	от 0 до 1500	от 0 до 2000	от 0 до 200						
HE20153 PLUS			от 0 до 300						
HE20154 PLUS			от 0 до 400						
HE25202 PLUS	от 0 до 2000	от 0 до 2500	от 0 до 200						
HE25203 PLUS			от 0 до 300						
HE25204 PLUS			от 0 до 400						
HE30252 PLUS	от 0 до 2500	от 0 до 3000	от 0 до 200						
HE30253 PLUS			от 0 до 300						
HE30254 PLUS			от 0 до 400						
L – измеряемая длина в мм					±(3,0+L/150)	±(2,9+L/150)	±(3,2+L/150)	±(2,5+L/200)	
					±(3,8+L/150)	±(2,9+L/150)	±(4,4+L/200)	±(2,5+L/200)	
					±(4,5+L/150)		±(4,9+L/200)		

Таблица 4 – Метрологические характеристики микроскопов видеоизмерительных порталных UNIMETRO серии GH

Модификация	Диапазон измерений линейных размеров, мм			Диапазон измерений плоского угла	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейных размеров, мкм, при использовании:				Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плоского угла
	по оси X	по оси Y	по оси Z		оптического датчика по оси X, Y	оптического датчика по оси Z	оптического датчика в плоскости осей X, Y	дополнительного телецентрического оптического датчика широкого разрешения в плоскости осей X, Y	
GH542	от 0 до 400	от 0 до 500	от 0 до 200	от 0° до 360°	$\pm(3,0+L/200)$	$\pm(4,0+L/200)$	$\pm(4,0+L/200)$	$\pm(8,0+L/150)$	$\pm 14''$
GH652	от 0 до 500	от 0 до 600							
GH762	от 0 до 600	от 0 до 700							
GH862	от 0 до 600	от 0 до 800							
GH10802	от 0 до 800	от 0 до 1000							
GH12102	от 0 до 1000	от 0 до 1200							
GH15122	от 0 до 1200	от 0 до 1500							
GH20152	от 0 до 1500	от 0 до 2000							

L – измеряемая длина в мм