

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов
М.П.

«28» марта 2024 г.

Государственная система по обеспечению единства измерений
Угломеры с нониусом Micron
Методика поверки

МП-803/02-2024

г. Москва,
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика применяется для поверки угломеров с нониусом Micron (далее – угломеры) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Угломеры выпускают в нескольких модификациях, которые отличаются диапазонами измерений наружных и внутренних углов и значением отсчета по нониусу:

УН – смонтированы на основании, жестко скрепленным с линейкой. По дуге основания перемещается сектор, несущий нониус. К сектору, посредством зажима, может быть прикреплен угольник или линейка, имеющие возможность перемещаться по граням сектора и фиксироваться в требуемом положении стопорным винтом. Линейка при помощи зажима может прикрепляться и к короткой стороне угольника. Точная установка при измерении углов обеспечивается микрометрической подачей, путем вращения гайки с накаткой, расположенной с тыльной стороны угломеров. Для фиксации размера угломеры имеют стопорный винт. Угломеры модификации УН выпускаются в исполнениях УН-180-2, УН-180-5, УН-180-10 и УН-320. Исполнение УН-320 имеет линейку для измерения внутренних углов, которую можно перемещать с целью изменения длины контакта с измерительной плоскостью измеряемой детали. А у исполнений УН-180-2, УН-180-5, УН-180-10, линейка, предназначенная для измерения внутренних углов жестко закреплена с корпусом угломера.

УНЛ-360 – смонтированы на круговом основании, жестко скрепленным с круговой шкалой-лимбом. На дуге основания с помощью рычажка с зубчатой передачей вращается крышка, несущая нониус и стеклянную линзу, позволяющую точнее снять отсчет показания прибора. Крышка крепится к основанию с помощью винта, который позволяет закрепить одну из двух прилагаемых линеек с пазами, в которые входит шпонка. К основанию угломера с помощью двух винтов прикреплена пластина с выдержаным зазором между пластинами. В зазор между этими двумя винтами с помощью микровинта присоединяется одна (жестко фиксируется) из двух измерительных баз угломера, выполненная в виде небольшой линейки со скосом. Для фиксации размера угломеры имеют стопорный винт.

УТ-180 – состоят из основания, которое представляет собой полукруглый лимб со шкалой углов. На оси основания установлена линейка с нониусом, которая закрепляется в требуемом положении стопорным винтом.

УТЛ 10-170 – состоят из основания, которое представляет собой полукруглый лимб с круговой шкалой, подвижной линейки с указателем и стопорного винта. Конструкция угломеров позволяет производить разметочные работы на плоскости.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические и технические характеристики, приведенные в таблицах А1 – А2 Приложения А.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц величин поверяемому средству измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла» от следующего государственного первичного эталона: ГЭТ22-2014 - ГПЭ единицы плоского угла.

В методике поверки реализован следующий метод передачи единиц: метод прямых измерений.

Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки средств измерений в сокращенном объеме.

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	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Определение метрологических и технических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	-	-	9
Определение отклонений от плоскостности и прямолинейности измерительных поверхностей угломеров (кроме угломеров исполнений УТ-180, УТЛ 10-170)	Да	Да	9.1
Определение отклонения от параллельности измерительных поверхностей линейки угломеров исполнений УНЛ-360, УН-180-10	Да	Да	9.2
Определение диапазонов измерений углов, цен деления основной шкалы и абсолютной погрешности измерений угломеров	Да	Да	9.3

Последовательность проведения операций поверки обязательна.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25;
- относительная влажность, не более, % 80.

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 требованиям к средствам поверки

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

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений); п. 8.2 Опробование	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 0 до 80 % с погрешностью не более 2 %	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег.№ 71394-18
п. 9.1 Определение отклонений от плоскостности и прямолинейности измерительных поверхностей угломеров (кроме угломеров исполнений УТ-180, УТЛ10-170)	Средство измерений для поверки прямолинейности поверхностей методом световой щели «на просвет» - Линейка лекальная типа ЛД КТ1 по ГОСТ 8026-92; Рабочие эталоны 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, класс точности 2 по ГОСТ 9038-90; Пластина плоская стеклянная ПИ 60, отклонение от плоскостности рабочей поверхности не должно превышать 0,09 мкм	Линейка поверочная лекальная ЛД, рег. № 3461-73; Меры длины концевые плоскопараллельные Туламаш, (Рег. № 51838-12); Пластина плоская стеклянная 2-го класса ПИ-60, рег. № 197-70)
п. 9.2 Определение отклонения от параллельности измерительных поверхностей линейки угломеров исполнений УНЛ-360, УН-180-10	Средство измерений, предназначенное для измерений наружных размеров изделий - микрометр типа МКЦ, диапазон измерений 0-25 мм, класс точности 1 по ГОСТ 6507-90	Микрометр МКЦ-25, рег. № 50593-12
п. 9.3 Определение диапазонов измерений углов, цен деления основной шкалы и абсолютной погрешности измерений угломеров	Рабочий эталон 4-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 ноября 2018 г. № 2482–угловые меры с одним или четырьмя рабочими углами с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 10''$; Плита поверочная, размер, не менее 400×400 мм, допуск плоскости, не более 16 мкм;	Меры угловые призматические МУ-1, рег. № 485-64; Плита поверочная и разметочная 400×400 исполнение 3, рег. №76927-19;

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 9.3 Определение диапазонов измерений углов, цен деления основной шкалы и абсолютной погрешности измерений угломеров	Штангенциркуль с диапазоном измерений от 0 до 500 мм с погрешностью, не более $\pm 0,04$ мм.	Штангенциркуль серии 500 мод.AOS ABSOLUTE Digimatic, рег. №72366-18.
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При выполнении 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 угломера следующим требованиям:

- на угломере должны быть нанесены: товарный знак предприятия-изготовителя, заводской номер; пределы измерений в градусах, значение отчета по нониусу и цена деления шкалы основания;
- наличие хромового покрытия. Штрихи шкал и цифры должны быть отчетливыми и хорошо видимыми;
- комплектность должна соответствовать комплектности, представленной в эксплуатационной документации;
- количество линеек для модификации угломеров УНЛ-360 должно соответствовать количеству, указанном в паспорте;
- на измерительных поверхностях не должно быть царапин, забоин, коррозии и других дефектов, влияющих на эксплуатационные качества;
- угломеры с отсчетом по нониусу 2' и 5' должны иметь приспособления для микрометрической подачи или иное устройство для тонкой подачи при установке нониуса на требуемый угол.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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

Угломеры должны быть промыты техническим спиртом, протёрты чистой хлопчатобумажной салфеткой.

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

8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

Передвижение подвижных частей должно быть плавным.

Закрепление подвижных частей после фиксации установленного угла стопорным устройством должно быть надежным, при этом изменение показаний угломера должно отсутствовать.

Начало перемещения нониуса при микрометрической подаче должно быть не более чем на $\frac{1}{4}$ оборота.

9 Определение метрологических и технических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение отклонений от плоскостности и прямолинейности измерительных поверхностей угломеров (кроме угломеров исполнений УТ-180, УТЛ 10-170)

Отклонения от плоскостности и прямолинейности измерительных поверхностей угломеров определяют лекальной линейкой, острое ребро которого прикладывают к измерительным поверхностям угломеров, и оценивают по значению просвета между ними. Лекальную линейку прикладывают также и по диагоналям исследуемой поверхности.

Значение просвета оценивают визуально сравнением с образцами просвета. Для получения «образца просвета» к рабочей поверхности плоской стеклянной пластины притирают параллельно друг к другу меры длины концевой, разность номинальных длин которых соответствует допустимому значению просвета (две одинаковые меры длины концевые большей длины притирают по краям, а меры длины концевые меньшей длины – между ними). Тогда, при наложении ребра лекальной линейки на меры длины концевые в направлении, параллельном их короткому ребру получают соответствующие «образцы просвета» (см. рисунок 1).

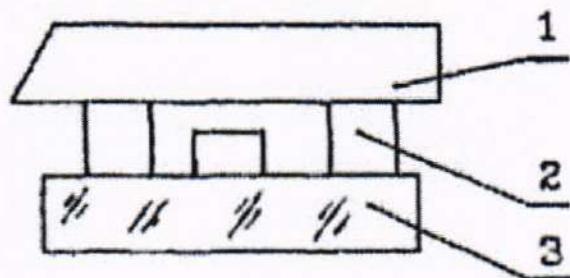


Рисунок 1 – Образец просвета: 1 – лекальная линейка; 2 – концевые меры длины; 3 – плоская стеклянная пластина.

Отклонения от плоскостности и прямолинейности измерительных поверхностей угломеров (кроме угломеров исполнений УТ-180, УТЛ 10-170) не должны превышать значений, указанных в таблице А2 Приложения А.

В случае, если соответствие прибора метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и прибор признают непригодным к применению.

9.2 Определение отклонения от параллельности измерительных поверхностей линейки угломеров исполнений УНЛ-360, УН-180-10

Отклонения от параллельности измерительных поверхностей линейки угломеров исполнений УНЛ-360, УН-180-10 определяют микрометром.

Измерения расстояния между измерительными поверхностями производят не менее чем в трех сечениях.

Отклонение от параллельности определяют, как разность между наибольшим и наименьшим измеренными значениями расстояний.

Отклонения от параллельности измерительных поверхностей линейки угломеров исполнений УНЛ-360, УН-180-10 не должны превышать значений, указанных в таблице А2 Приложения А.

В случае, если соответствие прибора метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и прибор признают непригодным к применению.

9.3 Определение диапазонов измерений углов, цен деления основной шкалы и абсолютной погрешности измерений угломеров

Цены деления основной шкалы определяют визуально. За цену деления основной шкалы принимают абсолютную разность измерений двух соседних значений углов деленое на количество штрихов между ними.

Цена деления основной шкалы не должна превышать значений, указанных в таблице А1 Приложения А.

Определение диапазона измерений углов осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений угломеров методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

Диапазон измерений углов должен соответствовать значениям, указанным в таблице А1 Приложения А.

Абсолютную погрешность измерений угломеров (кроме нулевых положений) определяют при измерении призматических угловых мер. За абсолютную погрешность угломера принимают разность между показанием угломера и номинальным значением призматической угловой меры.

Абсолютную погрешность измерений в нулевых положениях (кроме угломеров модификации УТ 10-170) определяют при совмещении измерительных поверхностей в одной плоскости или измерительной поверхности на поверочной плите. Абсолютную погрешность угломера в нулевом положении определяют по показанию угломера.

Абсолютную погрешность измерений угломеров модификации УТ 10-170 в нулевых положениях определяют при измерении угла 10° измерительных поверхностей в одной плоскости или измерительной поверхности на поверочной плите. Абсолютную погрешность угломера в нулевом положении определяют по показанию угломера.

Абсолютную погрешность измерений угломеров исполнений УН-180-2 и УН-180-5 с угольником определяют при углах $0^\circ 00'$; $15^\circ 10'$; $30^\circ 20'$; $45^\circ 30'$, $60^\circ 40'$; $75^\circ 50'$ и $90^\circ 00'$; без угольника с помощью линейки – при угле 180° .

Абсолютную погрешность измерений угломеров модификации УН-320 с угольником и линейкой определяют при углах $0^\circ 00'$; $15^\circ 10'$; $30^\circ 20'$; $45^\circ 30'$, и $50^\circ 00'$ и без угольника с линейкой – при углах $50^\circ 00'$; $60^\circ 40'$; $75^\circ 50'$; $90^\circ 00'$.

Абсолютную погрешность измерений угломеров модификации УНЛ-360 определяют не менее чем в 7 точках круговой шкалы, размещенных равномерно по всей шкале основания, охватывая при этом различные точки нониуса, включая $90^\circ 00'$.

Абсолютную погрешность измерений угломеров исполнения УН-180-10 определяют в двух положениях угловой меры (при контакте с левым и правым участком измерительной поверхности основания):

- 1) в положении при углах $45^\circ 30'$ и $90^\circ 00'$ (правый угол, образованный измерительными поверхностями правой стороны нониуса и основания угломера);
- 2) в положении при угле $90^\circ 00'$ и $180^\circ 00'$ с помощью лекальной линейки (левый угол).

Абсолютную погрешность измерений угломеров модификации УТ-180, УТ 10-170 определяют в двух положениях угловой меры (при контакте с левым и правым участком измерительной поверхности основания):

- 1) в положении при углах $45^\circ 00'$ и $90^\circ 00'$ (правый угол, образованный измерительными поверхностями правой стороны нониуса и основания угломера);
- 2) в положении при угле $45^\circ 00'$ и $90^\circ 00'$ (левый угол). В этом случае при снятии показаний с угломера к номинальному значению угловой меры $45^\circ 00'$ необходимо прибавить 90° (измеряемый угол $135^\circ 00'$).

Нулевыми положениями, в которых производится определение абсолютной погрешности измерений угломеров, являются:

- для исполнения УН-320 с угольником и линейкой при угле $0^\circ 00'$;
 - для модификации УНЛ-360 – при угле $0^\circ 00'$ при двух положениях линейки относительно основания:
- 1) измерительная поверхность линейки лежит в одной плоскости с основанием;

2) измерительная поверхность линейки и плоскость основания параллельны и лежат в разных плоскостях. В этом случае при определении абсолютной погрешности измерений угломеров, указанные поверхности устанавливают параллельно друг другу. Допуск параллельности этих поверхностей для угломеров модификации УНЛ-360 равен 0,15 мм на 10 мм длины. Отклонение от параллельности измерительной поверхности линейки и основания определяют по разности расстояний, измеренных штангенциркулем в двух сечениях.

Нулевым положением угломеров модификаций УТ-180 и УН-180-10 является положение при 180° , для модификации УТ 10-170 – положение при 10° и 170° .

Абсолютная погрешность измерений угломеров не должна превышать значений, указанных в таблице А1 Приложения А.

В случае подтверждения соответствия прибора метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и прибор признают годным к применению.

В случае, если соответствие прибора метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и прибор признают непригодным к применению.

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке и (или) внесение записи о проведенной поверке в паспорт средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

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

10.3 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 в области обеспечения единства измерений.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»
Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

К.А. Ревин

О.В. Санаева

Приложение А
(обязательное)

Метрологические и технические характеристики

Таблица А1 - Диапазон измерений углов, цена деления основной шкалы, значение отсчета по нониусу, пределы допускаемой абсолютной погрешности:

Обозначение угломеров	Диапазон измерений углов	Цена деления основной шкалы	Значение отсчета по нониусу	Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений
УН-320	от 0 до 320°	1°	2'	$\pm 2,0'$
УНЛ-360	от 0 до $90^\circ \times 4$	1°	5'	$\pm 5,0'$
УТ-180	от 0 до 180°	1°	-	$\pm 0,5^\circ$
УТЛ 10-170	от 10 до 170°	1°	-	$\pm 0,5^\circ$
УН-180-10	от 0 до 180°	1°	10'	$\pm 10,0'$
УН-180-2	от 0 до 180°	1°	2'	$\pm 2,0'$
УН-180-5	от 0 до 180°	1°	5'	$\pm 5,0'$

Таблица А2 - Допускаемые отклонения от плоскостности и прямолинейности, а также от параллельности измерительных поверхностей

Наименование характеристики	Значение, мкм, не более
Допускаемое отклонение от плоскостности и прямолинейности измерительных поверхностей (кроме угломеров исполнений УТ-180, УТЛ 10-170) для измерительных поверхностей:	
- до 100 мм включ.	5
- св. 100 до 150 мм включ.	6
- св. 150 мм	8
Допускаемое отклонение от параллельности измерительных поверхностей линейки угломеров модификации УНЛ-360 и исполнения УН-180-10 для длины измерительных поверхностей:	
- до 100 мм включ.	6
- св. 100 до 150 мм включ.	8
- св. 150 мм	12
Примечание:	
Требования плоскости и прямолинейности не распространяются:	
- на зону в 1 мм от краев, ограничивающих длину, для измерительных поверхностей до 150 мм включительно;	
- на зону в 1,5 мм для измерительных поверхностей свыше 150 мм;	
- на зону 0,2 мм вдоль плоских измерительных поверхностей	