



СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по
инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»

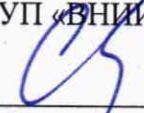

И.С. Филимонов
« 30 » 12 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Мера длины МТ-500-1

**Методика поверки
МП 034.Д4-21**

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»


С.Н. Негода
« 30 » 12 2021 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»


В.Н. Крутиков
« 30 » 12 2021 г.

Москва
2021 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений.....	5
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
9 Определение метрологических характеристик средства измерений	5
10 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	6
11 Оформление результатов поверки.....	9
ПРИЛОЖЕНИЕ А	10

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на меру длины МТ-500-1 (далее по тексту – мера), предназначенную для воспроизведения геометрических размеров меры (высоты, диаметра плоскодонного отражателя, расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя) линейным методом и устанавливает методы и средства ее первичной и периодических поверок. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 2-2021. Поверка меры выполняется методом прямых и косвенных измерений.

1.2 Метрологические характеристики меры указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение и допускаемое отклонение высоты меры, мм	$499,5 \pm 0,1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения высоты меры, мм	$\pm 0,5$
Номинальное значение и допускаемое отклонение диаметра плоскодонного отражателя, мм	$12,0 \pm 0,1$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения диаметра плоскодонного отражателя, мм	$\pm 0,03$
Номинальное значение и допускаемое отклонение расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя, мм	$484,0 \pm 0,5$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя, мм	$\pm 0,1$

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при первичной поверке	Проведение операции при периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9		
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения высоты меры	9.1	да	да
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения диаметра плоскодонного отражателя	9.2	да	да
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя	9.3	да	да

2.2 Поверку меры осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

2.3 Поверка меры прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а меру признают не прошедшей поверку.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха, °С: (20 ± 5) ;
- относительная влажность воздуха, %, не более 80;
- атмосферное давление, кПа (100 ± 4) .

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику и руководства по эксплуатации меры и средств поверки;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются средства, указанные в таблице 3.

5.2 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой установки с требуемой точностью.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Пункт 9.1 методики поверки	Средство измерений по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2840	Диапазон измерений от 400 до 500 мм Класс точности 1	Микрометр МК-500 (далее – микрометр) (рег. № 50593-12)
Пункты 9.2, 9.3 методики поверки	Рабочий эталон 4 разряда по ГПС, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2840	Пределы измерения в продольном направлении от 0 до 150 мм; Цена деления шкал микровинтов 0,005 мм; Суммарная абсолютная погрешность показаний прибора при измерении микрометрическими парами продольных и поперечных салазок, считая от нуля до любого деления (исключая мертвый ход) $\pm 0,003$ мм.	Микроскоп большой инструментальный БМИ-1 (далее – микроскоп) (рег. № 1363-60).
Вспомогательное оборудование			
Оттисочно-слепочный материал «Компар-СТ» (ТУ 2243-015-00482134-2001).			

Определение условий проведения поверки	Средство измерений температуры	Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от +15 °С до + 30 °С $\Delta = \pm 0,2$ °С	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп». (рег. № 32014-06)
	Средство измерений влажности	Измерение влажности окружающего воздуха в диапазоне от 30 до 90 % $\Delta = \pm 3$ %	
	Средство измерений атмосферного давления	Измерение абсолютного атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа, $\Delta = \pm 0,13$ кПа	

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Работа с мерой и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в их нормативно-технической и эксплуатационной документации.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешним осмотром меры должно быть установлено:

- соответствие комплектности меры требованиям руководства по эксплуатации (далее – РЭ);
- отсутствие явных механических повреждений и загрязнений, влияющих на работоспособность меры;
- наличие маркировки меры в соответствии с РЭ.

7.2 Мера считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом, если она соответствует требованиям, приведенным в пункте 7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Если мера и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в пункте 3.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

8.2 Подготовить меру и средства поверки к работе в соответствии с их РЭ.

8.3 При наличии смазки на поверхностях меры удалить ее с помощью чистой хлопчатобумажной ткани и протереть обезжиривающим средством.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения высоты меры

9.1.1 С помощью микрометра произвести измерения высоты меры в десяти точках, равномерно распределенных по рабочей поверхности меры.

9.1.2 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.1.

9.2 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения диаметра плоскодонного отражателя

9.2.1 Изготовить слепок плоскодонного отражателя меры, диаметр которого требуется определить, с помощью слепочного материала Компар СТ согласно МИ 2839-2003 «Геометрические параметры слепков-копий участков поверхностей изделий. Методика выполнения измерений».

9.2.2 Установить слепок на измерительный стол микроскопа большого инструментального БМИ-1. Используя микровинты микроскопа произвести измерение

диаметра слепка в десяти точках, равномерно распределенных по длине окружности слепка.

9.2.3 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.2.

9.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя

9.3.1 Для определения расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя изготовить слепок плоскодонного отражателя меры и определить его длину с помощью слепочного материала Компар СТ согласно МИ 2839-2003 «Геометрические параметры слепков-копий участков поверхностей изделий. Методика выполнения измерений». Длина слепка является глубиной дефекта от поверхности, противоположной рабочей поверхности.

9.3.2 Установить слепок на измерительный стол микроскопа большого инструментального БМИ-1. Используя микровинты микроскопа произвести измерение длины слепка в десяти точках, равномерно распределенных по длине слепка.

9.3.3 Рассчитать расстояние от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя по формуле (10).

9.3.4 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.3.

10 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

10.1 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения высоты меры

10.1.1 Результатом измерений высоты меры по пункту 9.1 является среднее арифметическое высоты меры H_{cp} , мм, рассчитываемое по формуле:

$$H_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (1)$$

где H_i – значение i -го измерения, мм;
 n – количество измерений.

10.1.2 Вычислить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата десяти измерений измеряемой величины S , мм, по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - H_{cp})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где H_i – значение i -го измерения, мм;
 H_{cp} – среднее арифметическое значение измеряемой величины, мм;
 n – количество измерений.

10.1.3 Проверить наличие грубых погрешностей и, при необходимости, исключить их. Для этого вычислить критерии Граббса G_1 , G_2 :

$$G_1 = \frac{|H_{\max} - H_{cp}|}{S}, \quad G_2 = \frac{|H_{\min} - H_{cp}|}{S}, \quad (3)$$

где $H_{\max}$ – максимальное значение результата измерений, мм;
 $H_{\min}$ – минимальное значение результата измерений, мм.

Если $G_1 > G_T$, то $H_{\max}$ исключают, как маловероятное значение, если $G_2 > G_T$, то $H_{\min}$ исключают, как маловероятное значение (здесь критическое значение критерия Граббса для десяти измерений $G_T = 2,482$).

Провести дополнительные измерения (если количество оставшихся результатов измерений стало меньше десяти), повторить пункты 10.1.1 – 10.1.3, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным десяти).

10.1.4 Вычислить СКО среднего арифметического измеряемой величины $S_{\bar{x}}$, мм, по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

где S - СКО результата десяти измерений измеряемой величины, мм;

n - количество измерений.

10.1.5 Вычислить доверительные границы ε , мм, случайной погрешности оценки измеряемой величины при $P=0,95$:

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}}, \quad (5)$$

где $t=2,262$ - значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности $P = 0,95$ и числа результатов измерений равным десяти;

$S_{\bar{x}}$ - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

10.1.6 Вычислить СКО неисключенной систематической погрешности S_{Θ} , мм, (далее - НСП) измеряемой величины по формуле:

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (6)$$

где Θ_{Σ} - сумма НСП применяемых средств измерений (в данном случае - НСП микрометра), мм. За НСП берется абсолютная погрешность микрометра, указанная в свидетельстве о поверке.

10.1.7 Вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение оценки измеряемой величины S_{Σ} , мм, по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}, \quad (7)$$

где S_{Θ} - среднее квадратическое отклонение НСП измеряемой величины, мм;

$S_{\bar{x}}$ - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

10.1.8 Вычислить коэффициент K по формуле:

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}}, \quad (8)$$

где ε - доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины, мм;

Θ_{Σ} - сумма НСП применяемых средств измерений, мм;

$S_{\bar{x}}$ - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм;

S_{Θ} - среднее квадратическое отклонение НСП измеряемой величины, мм.

10.1.9 Вычислить абсолютную погрешность измеряемой величины Δ , мм, по формуле:

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (9)$$

где K - коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП.

10.1.10 Мера считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.1, если номинальное значение и абсолютная погрешность воспроизведения высоты меры соответствуют данным, указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение и допускаемое отклонение высоты меры, мм	499,5±0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения высоты меры, мм	± 0,5

10.2 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения диаметра плоскодонного отражателя

10.2.1 Результатом измерений диаметра слепка по пункту 9.2.2 является среднее арифметическое диаметра слепка, d , мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.2.2 Произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения диаметра слепка (плоскодонного отражателя) согласно пунктам 10.1.2 – 10.1.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность метода $\pm 0,008$ мм в соответствии с МИ 2839-2003.

10.2.3 Мера считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.2, если номинальное значение и абсолютная погрешность воспроизведения диаметра плоскодонного отражателя соответствуют данным, указанным в таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение и допускаемое отклонение диаметра плоскодонного отражателя, мм	12,0±0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения диаметра плоскодонного отражателя, мм	± 0,03

10.3 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя

10.3.1 Результатом измерений длины слепка по пункту 9.3.2 является среднее арифметическое длины слепка, $l_{\text{слеп}}$, мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.3.2 Произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения длины слепка согласно пунктам 10.1.2 – 10.1.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность метода $\pm 0,008$ мм в соответствии с МИ 2839-2003.

10.3.3 Рассчитать расстояние от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя L , мм, по формуле:

$$L = H_{\text{ср}} - l_{\text{слеп}} \quad (10)$$

где $H_{\text{ср}}$ – среднее арифметическое значение высоты меры, мм;

$l_{\text{слеп}}$ – среднее арифметическое значение длины слепка, мм.

10.3.4 Рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя ΔL , мм, по формуле:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta H^2 + \Delta l^2}, \quad (11)$$

где ΔH – абсолютная погрешность высоты меры, мм;

Δl – абсолютная погрешность длины слепка, мм.

10.3.5 Мера считается прошедшей операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.3, если номинальное значение и абсолютная погрешность воспроизведения расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя соответствуют данным, указанным в таблице 6.

Таблица 6 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение и допускаемое отклонение расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя, мм	484,0±0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения расстояния от рабочей поверхности до плоскодонного отражателя, мм	± 0,1

10.4 Поверка меры длины МТ-500-1 производится:

- в качестве средства измерений;
- в качестве средства измерений, применяемого в качестве эталона (указывается соответствие обязательным требованиям к эталонам (с указанием наименований эталонов согласно государственным поверочным схемам, локальным поверочным схемам и методикам поверки и обозначения документов, их содержащим).

10.5 Мера считается прошедшей поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае мера считается прошедшей поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

11.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме. В случае, если по результатам поверки средство измерений соответствует обязательным требованиям к эталону в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются сведения как о средстве измерений, применяемом в качестве эталона, с приложением протокола поверки.

11.3 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

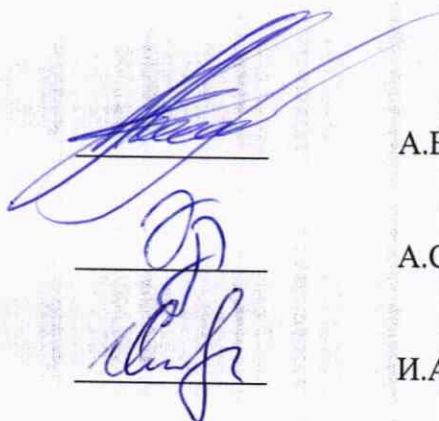
11.4 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Разработчики:

Начальник отдела
ФГУП «ВНИИОФИ»

Инженер 1 категории
ФГУП «ВНИИОФИ»

Инженер 1 категории
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

А.С. Крайнов

И.А. Смирнова

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ первичной/периодической поверки №
от « _____ » _____ 20__ года

Средство измерений: _____
Заводской номер: _____
Год выпуска: _____
Принадлежащее: _____
Поверено в соответствии с методикой поверки: _____

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды _____;
Атмосферное давление _____;
Относительная влажность _____;

С применением эталонов: _____

Результаты поверки:

А.1 Внешний осмотр _____

А.2 Опробование _____

А.3 Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение

Закключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель:

Подпись

/ _____ /

ФИО