

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
Западно-Сибирского филиала
ФГУП «ВНИИФТРИ»

В. Ю. Кондаков
«28» августа 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Мера длины штриховая

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-383-RA.RU.310556-2021

г. Новосибирск
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	4
3 Требования к условиям проведения поверки	5
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7 Внешний осмотр средства измерений.....	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
9 Проверка качества поверхности шкалы и штрихов.....	7
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	7
11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	9
12 Оформление результатов поверки.....	10
Приложение А	12

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок средства измерений «Мера длины штриховая» (далее – мера), используемого в качестве рабочего средства измерения или в качестве рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с частью 2 Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от 1·10⁻⁹ 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. N 2840, с изменениями, внесенными приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 августа 2022 года N 2018 (далее – ГПС длины).

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 — Метрологические характеристики меры

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение общей длины шкалы, мм	400
Допускаемое отклонение общей длины и длины отдельных интервалов шкалы от номинальных значений, при температуре 20°C, мкм (L – длина в метрах)	$\pm(0,5+0,5 \cdot L)$
Длина штрихов, мкм, не более	500
Ширина штрихов, мкм, не более	6
Расстояние между продольными осевыми линиями, мкм, не более	300
Отклонение от прямолинейности продольных осевых линий, мкм, не более	4
Отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям, ...', не более	1

1.3 При применении меры в качестве рабочего эталона 2-го разряда в соответствии с частью 2 ГПС длины должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 — Метрологические требования к рабочим эталонам 2-го разряда

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений длины, мм	от 1 до 400
Доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99, мкм (L – длина в метрах)	$\pm(0,2+0,5 \cdot L)$

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений в рамках настоящей методики обеспечивается передача единицы длины в соответствии с ГПС длины, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021.

1.5 Передача единицы длины при поверке осуществляется методом сличения с помощью компаратора.

1.6 Интервал между поверками — 2 года.

1.7 Перечень нормативных документов, на которые даны ссылки в настоящей методике, приведен в приложении А.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодических поверок выполняют операции, указанные в таблице 3.

Таблица 3 — Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при поверке		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной	периодической	
1. Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
3. Проверка качества поверхности шкалы и штрихов	Да	Да	9
4. Определение метрологических характеристик средства измерений			10
– Измерение длины и ширины штрихов и расстояния между продольными осевыми линиями	Да	Нет	10.1
– Измерение отклонения от прямолинейности продольных осевых линий	Да	Нет	10.2
– Измерение отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям	Да	Нет	10.3
– Измерение общей длины и длины отдельных интервалов шкалы	Да	Да	10.4
5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			11
– Установление соответствия полученных значений длины и ширины штрихов, расстояния между продольными осевыми линиями, отклонения от прямолинейности продольных осевых линий, отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям, установленным требованиям	Да	Да	11.1
– Установление соответствия полученных значений общей длины и длины отдельных интервалов шкалы установленным требованиям	Да	Да	11.2
– Расчет доверительных границ абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99	Да	Да	11.3

2.2 Проведение поверки состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений для данных средств измерений не допускается.

2.3 При получении отрицательного результата любой из операций дальнейшая поверка не проводится, а результаты поверки оформляются в соответствии с 12.5.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 8.050 при следующих значениях основных влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °С..... от +19,9 до +20,1
- верхний предел относительной влажности воздуха, %, не более 70
- атмосферное давление, кПа от 85 до 105
- скорость изменения температуры окружающего воздуха, °С/час, не более.....0,5

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, имеющие квалификацию инженера, опыт работы с оптическими и электронными приборами не менее трех лет, аттестованных в качестве поверителей в установленном порядке и аттестованных не ниже III группы по технике безопасности на право проведения работ с электрооборудованием до 1000 В.

4.2 Лица, допущенные к проведению поверки, должны изучить весь комплект эксплуатационной документации (ЭД) на поверяемые средства измерений, ЭД на средства поверки и настоящую методику поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Рекомендуемые средства поверки, включая вспомогательное оборудование и приспособления, указаны в таблице 4.

Таблица 4 — Рекомендуемые средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п.3.1 Требования к условиям проведения поверки	– Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25°С с абс. погрешностью не более 0,1°С; – Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90% с погрешностью не более ±6%; – Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 110 кПа с абс. погрешностью не более 0,5 кПа	– Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-19, диапазон измерений (+10...+35)°С, ц.д. 0,1°С (рег. № 1879-63); – Гигрометр психрометрический ВИТ-1, диапазон измерений относительной влажности от 20% до 90%, ПГ _(абс) ±6% при температуре (10...30)°С (рег. № 9364-08); – Измеритель абсолютного и дифференциального давления газа МБГО-2, диапазон измерений абсолютного давления (40...150) кПа, ПГ ±0,1% (рег. № 39837-08)
п.9 Проверка качества поверхности шкалы и штрихов	– Микроскоп, обеспечивающий отчетливое наблюдение штрихов и поверхности шкалы	– Государственный вторичный эталон единицы длины в диапазоне значений от 0,001 до 1000 мм (ВЭТ 2-14-59), № в реестре эталонов 2.1.ZZH.0111.2014
п.10.1 Измерение длины и ширины штрихов и расстояния между продольными осевыми линиями	– Средства измерений длины в диапазоне от 0 до 150 мм, с абсолютной погрешностью не более 0,003 мм	– Инструментальный микроскоп ИМЦЛ 150х50,Б (рег. № 10742-03)

Продолжение таблицы 4

1	2	3
п.10.2 Измерение отклонения от прямолинейности продольных осевых линий	– Средства измерений длины в диапазоне от 0 до 150 мм, с абсолютной погрешностью не более 0,003 мм	– Инструментальный микроскоп ИМЦЛ 150х50,Б (рег. № 10742-03)
п. 10.3 Измерение отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям	– Средства измерений плоского угла в диапазоне от 0 до 1°, с абсолютной погрешностью не более 1'	– Инструментальный микроскоп ИМЦЛ 150х50,Б (рег. № 10742-03)
п.10.4 Измерение общей длины и длины отдельных интервалов шкалы	При поверке на 2 разряд: – Средства измерений единицы длины в диапазоне значений от 0 до 1000 мм, применяемые в качестве рабочих эталонов единицы длины 1-го разряда, в соответствии с частью 2 ГПС длины, доверительные границы абс. погрешностей при доверительной вероятности 0,99 от $\pm(0,02+0,2 \cdot L)$ до $\pm(0,1+0,2 \cdot L)$ мкм, где L – длина, м; – Установка для поверки штриховых мер длины в диапазоне от 0,001 до 1000 мм, в соответствии с частью 2 ГПС длины, S_{Σ} = от $(0,03+0,1 \cdot L)$ до $(0,05+0,1 \cdot L)$ мкм, где L - длина, м – Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 до +25°C с абсолютной погрешностью не более 0,02°C	– Государственный эталон единицы длины 1 разряда в диапазоне значений от 0 до 1000 мм № в реестре эталонов 3.1.ZZH.0044.2012 – Государственный вторичный эталон единицы длины в диапазоне значений от 0,001 до 1000 мм (ВЭТ 2-14-59), № в реестре эталонов 2.1.ZZH.0111.2014 – Измеритель температуры многоканальный прецизионный «Термоизмеритель ТМ-12м», рег. № 51628-12

5.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке и иметь соответствующие записи в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ ОЕИ). Применение средств поверки с истекшим сроком поверки или аттестации не допускается.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При подготовке и проведении поверки соблюдать правила техники безопасности в соответствии с ЭД на поверяемые средства измерений и ЭД на средства поверки, а также требования ГОСТ 12.1.004.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Проверить комплектность и маркировку меры на соответствие описанию типа средства измерений.

7.2 Проверить рабочие поверхности меры на отсутствие коррозии, вмятин, загрязнений и других дефектов, влияющих на её метрологические характеристики.

7.3 Результаты осмотра внести в протокол и считать положительными, если комплектность и маркировка меры соответствуют описанию типа средства измерений и на рабочих поверхностях меры отсутствуют дефекты, влияющие на её метрологические характеристики.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Проверить наличие и состояние средств поверки в соответствии с ЭД. Проверить наличие сведений о поверке в ФИФ ОЕИ на средства поверки, а так же срок поверки или аттестации.

8.2 Рабочие поверхности меры протереть чистой хлопчатобумажной салфеткой по ГОСТ 29298 смоченной ректифицированным спиртом по ГОСТ Р 55878 или спиртоэфирной смесью в вытяжном шкафу с включенной вентиляцией.

8.3 После протирки, перед поверкой, меру выдержать в помещении, в котором проводится поверка, в условиях 3.1 не менее двух часов.

9 Проверка качества поверхности шкалы и штрихов

9.1 Качество поверхности шкалы и штрихов проверять на Государственном вторичном эталоне единицы длины в диапазоне значений от 0,001 до 1000 мм (далее – вторичный эталон).

9.2 Меру установить на столе вторичного эталона параллельно его продольному перемещению. Установить сменный объектив с увеличением 20×. Качество поверхности шкалы штрихов проверить по всей поверхности шкалы. На поверхности шкалы между штрихами не должно быть дефектов, мешающих отсчету. Штрихи должны быть без разрывов, ровными и четкими.

9.3 Результаты проверки внести в протокол и считать положительными, если качество поверхности шкалы и штрихов удовлетворяет вышеперечисленным требованиям.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Измерение длины и ширины штрихов и расстояния между продольными осевыми линиями

10.1.1 Измерение длины и ширины штрихов и расстояния между продольными осевыми линиями выполнять с помощью инструментального микроскопа ИМЦЛ 150х50,Б (далее – микроскоп).

10.1.2 Меру установить на столе микроскопа параллельно его продольному перемещению.

10.1.3 Длину штриха измерять последовательно, совмещая перекрестие сетки окуляра с верхним и нижним краями штриха, и снимая показания цифрового отсчетного устройства микроскопа (далее – УЦО).

10.1.4 Ширину штриха измерять последовательно, совмещая перекрестие сетки окуляра с правым и левым краями штриха в зоне между продольными осевыми линиями, и снимая показания УЦО.

10.1.5 Расстояние между продольными осевыми линиями измеряют, совмещая перекрестие сетки окуляра последовательно с нижней осевой, а затем с верхней осевой линией и снимая показания УЦО.

10.1.6 Длину и ширину штрихов определять не менее чем для пяти штрихов в начале, середине и конце шкалы.

10.1.7 Результаты измерений внести в протокол.

10.2 Измерение отклонения от прямолинейности продольных осевых линий

10.2.1 Определение отклонения от прямолинейности продольных осевых линий выполнять с помощью микроскопа.

10.2.2 Меру установить на столе микроскопа параллельно его продольному перемещению.

10.2.3 Стол вывести в крайнее левое положение. Совместить перекрестие сетки окуляра микроскопа с продольной осевой линией. Медленно перемещая стол с мерой вправо на максимальный диапазон перемещения измерительного стола микроскопа (150 мм), наблюдая отклонение осевой линии от перекрестия сетки в поперечном направлении. Обнулить показания УЦО по оси Y и совместить горизонтальную линию окуляра с продольной осевой линией. Снять первый отсчет УЦО по оси Y. Обнулить показания УЦО по оси Y.

10.2.4 Стол вывести в крайнее левое положение. Совместить перекрестие сетки окуляра с продольной осевой линией на длине шкалы меры примерно равной 150 мм. Медленно перемещая стол с мерой вправо на максимальный диапазон перемещения измерительного стола микроскопа (150 мм), наблюдая отклонение осевой линии от перекрестия сетки в поперечном направлении. Обнулить показания УЦО по оси Y и совместить горизонтальную линию окуляра с продольной осевой линией. Снять второй отсчет УЦО по оси Y. Обнулить показания УЦО по оси Y.

10.2.5 Стол вывести в крайнее левое положение. Совместить перекрестие сетки окуляра с продольной осевой линией на длине шкалы меры примерно равной 300 мм. Медленно перемещая стол с мерой вправо до конца шкалы меры, наблюдая отклонение осевой линии от перекрестия сетки в поперечном направлении. Обнулить показания УЦО по оси Y. Совместить горизонтальную линию окуляра с продольной осевой линией. Снять третий отсчет УЦО по оси Y.

10.2.6 За отклонение от прямолинейности принимают сумму 3 отсчетов с УЦО микроскопа по оси Y.

10.2.7 Результаты измерений внести в протокол.

10.3 Измерение отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям

10.3.1 Определение отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям выполнять с помощью микроскопа и угломерной головки.

10.3.2 Меру установить на столе микроскопа параллельно его продольному перемещению.

10.3.3 Центр перекрестия окулярной угломерной головки навести на пересечение штриха и продольной осевой линии. Одну из штриховых линий сетки угломерной головки совместить с изображением штриха и выполнить первый отсчет. Затем поворотом лимба с сеткой совместить горизонтальную линию сетки с продольной осевой линией и выполнить второй отсчет.

10.3.4 Вычислить угол между штрихами и продольной осевой линией.

10.3.5 Определение отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям выполнять выборочно, но не менее чем для пяти штрихов в начале, середине и конце шкалы.

10.3.6 Результаты измерений внести в протокол.

10.4 Измерение общей длины и длины отдельных интервалов шкалы

10.4.1 Измерение общей длины и длины отдельных интервалов шкалы выполнять с помощью Государственного эталона единицы длины 1 разряда в диапазоне значений от 0 до 1000 мм (далее – компаратор).

10.4.2 Меру установить на столе компаратора горизонтально.

10.4.3 Провести юстировку меры на столе компаратора, устанавливая меру параллельно перемещению так, чтобы вертикальный штрих перекрестия окуляра был параллелен штрихам меры, соответствующим началу и концу измерения (0 и 400 мм).

10.4.4 Меру выдержать на столе компаратора не менее 8 часов.

10.4.5 Фотоэлектрический микроскоп компаратора навести на начальный штрих интервала шкалы и на счетчике основного интерферометра установить нулевое значение. Затем окуляр микроскопа переместить на следующий штрих измеряемого интервала и снять показания счетчика.

10.4.6 Измерения длин интервалов штриховой меры выполнять в двух положениях (0–400 и 400–0) по следующей программе:

- длины миллиметровых интервалов на первом сантиметре шкалы;
- длины сантиметровых интервалов на первом дециметре;
- длины всех дециметровых интервалов;
- общая длина меры.

10.4.7 Измерения длин интервалов на каждом этапе данной программы выполнять не менее трех раз.

10.4.8 Результаты измерений внести в протокол.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Установление соответствия полученных значений длины и ширины штрихов, расстояния между продольными осевыми линиями, отклонения от прямолинейности продольных осевых линий, отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям установленным требованиям.

11.1.1 Полученные (измеренные) значения метрологических характеристик меры не должны превышать указанных в таблице 5.

Таблица 5 – метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Ширина штрихов, мкм, не более	6
Длина штрихов, мкм, не более	500
Расстояние между продольными осевыми линиями, мкм, не более	300
Отклонение от прямолинейности продольных осевых линий, мкм, не более	4
Отклонения от перпендикулярности штрихов к продольным осевым линиям, ...', не более	1

11.2 Установление соответствия полученных значений общей длины и длины отдельных интервалов шкалы установленным требованиям

11.2.1 Вычислить действительное значение длины интервала как среднее арифметическое значение полученных в двух положениях:

$$L_0 = (L_1 + L_2) \cdot \frac{1}{2} \quad (1)$$

где: L_1, L_2 – длина интервалов в 2 положениях (прямой и обратный ход), мм.

Если колебание температуры при проведении измерений превышает допускаемые, но не более чем на 2 °С, то в результаты измерений ввести поправку, а действительное значение длины интервала меры при температуре 20 °С вычислить по формуле:

$$L_{0н} = L + \alpha(T_m - 20)L_{ном} \quad (2)$$

где: T_m – температура штриховой меры, °С;
 α – температурный коэффициент линейного расширения меры, К⁻¹;
 $L_{ном}$ – номинальная длина шкалы меры, мм.

11.2.2 Результаты вычислений внести в протокол и считать положительными, если полученные значения отклонения действительного значения длины интервала и общей длины меры от номинального значения не превышают $\pm(0,5+0,5 \cdot L)$ мкм (где L – длина, м).

11.3 Расчет доверительных границ абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99.

11.3.1 Вычислить среднеарифметическое значение результатов измерений для интервалов меры по формуле:

$$L_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad (3)$$

где: n – число измерений;

L_i – i -е измерение значения интервала меры, мм.

11.3.2 Вычислить отклонение измеренного значения интервала от среднеарифметического значения по формуле:

$$V_i = L_i - L_{cp} \quad (4)$$

11.3.3 Вычислить среднее квадратическое отклонение среднеарифметического значения результатов измерений по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n V_i^2}{n(n-1)}} \quad (5)$$

11.3.4 Вычислить доверительные границы абсолютных погрешностей при доверительной вероятности 0,99 по формуле:

$$\varepsilon = tS \quad (6)$$

где: t – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности 0,99.

Примечание: Значение коэффициентов Стьюдента приведены в приложении Д ГОСТ 8.736.

11.4 Результаты вычислений вносят в протокол и результаты поверки считают положительными, если полученные значения отклонения действительного значения длины интервала и общей длины меры от номинального значения не превышает $\pm(0,5+0,5 \cdot L)$ мкм, и доверительные границы абсолютной погрешности при доверительной вероятности 0,99 соответствуют требованиям, предъявляемым к рабочим эталонным 2 разряда по 2-ой части ГПС длины – не превышают $\pm(0,2+0,5 \cdot L)$ мкм (где L – длина, м).

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки меры, как в качестве рабочего средства измерения, так и в качестве рабочего эталона, подтверждающее соответствие меры обязательным требованиям к рабочим эталонам 2-го разряда по 2-ой части ГПС длины, оформляют в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений.

12.2 Протоколы поверки оформляются в произвольной форме с учетом действующих требований в области обеспечения единства измерений к содержанию протоколов поверки.

12.3 При положительных результатах поверки сведения о результатах поверки средств измерений передаются в ФИФ ОЕИ. Для применения меры в качестве рабочего эталона в ФИФ ОЕИ так же передается копия протокола поверки.

12.4 По письменному заявлению владельца средств измерений, представившего их на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с нормативными требованиями к содержанию свидетельства о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

12.5 При отрицательных результатах поверки сведения о результатах поверки средств измерений передаются в ФИФ ОЕИ и оформляют извещение о непригодности к применению средства измерений с указанием причин непригодности и в соответствии с требованиями действующего законодательства в области обеспечения единства измерений.

12.6 Пломбирование меры по результатам поверки не предусмотрено.

Начальник отдела 10
Западно-Сибирского филиала
ФГУП «ВНИИФТРИ»



М. Д. Безбородов

Приложение А
(справочное)

**Список нормативных документов (НД),
на которые даны ссылки в методике поверки (МП)**

Таблица А.1 – Список НД, на которые даны ссылки в МП

Обозначение НД	Наименование НД	Пункт МП
ГОСТ 8.050-73	ГСИ. Нормальные условия выполнения линейных и угловых измерений	3.1
ГОСТ 8.736-2011	ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения	11.3.4
ГОСТ 12.1.004-91	ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования	6.1
ГОСТ 29298-2005	Ткани хлопчатобумажные и смешанные бытовые. Общие технические условия	8.2
ГОСТ Р 55878-2013	Спирт этиловый технический гидролизный ректифицированный. Технические условия	8.2
—	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, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2018 г. N 2840, с изменениями, внесенными приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 августа 2022 года N 2018	1.1 1.3 1.4 12.1