

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и
испытаний в Красноярском крае, Республике Хакасия и Республике Тыва»

СОГЛАСОВАНО:

Главный метролог
ФБУ «Красноярский ЦСМ»



Самонин А.В. Самонин

«15» мая 2025 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

Меры электрического сопротивления постоянного тока многозначные
термостатированные ММСТ-1

Методика поверки

18-18/049 МП

г. Красноярск
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Нормативные ссылки	4
3 Обозначения и сокращения	4
4 Перечень операций поверки средства измерений	5
5 Требования к условиям проведения поверки	5
6 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	6
7 Метрологические и технические требования к средствам поверки	6
8 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	7
9 Внешний осмотр	7
10 Подготовка к поверке и опробование	8
11 Проверка программного обеспечения средства измерений	8
12 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
12.1 Проверка сопротивления развязки	8
12.2 Определение относительного отклонения действительного значения сопротивления от номинального	9
12.3 Определение действительного значения сопротивления и доверительной границы погрешности ($P=0,95$)	9
12.4 Определение относительной нестабильности за год	10
12.5 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	10
13 Оформление результатов поверки	11

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки (далее по тексту – методика) распространяется на средство измерений (далее – СИ), «Меры электрического сопротивления постоянного тока многозначные термостатированные ММСТ-1» (ММСТ-1), серийного производства и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверки.

1.2 Изготовитель: Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Красноярском крае, Республике Хакасия и Республике Тыва» (ФБУ «Красноярский ЦСМ»), г. Красноярск.

1.3 При определении метрологических характеристик ММСТ-1 в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы электрического сопротивления в соответствие с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Определяемые характеристики при применении	
в качестве рабочего средства измерений	в качестве рабочего разрядного эталона
Доверительные границы погрешности при доверительной вероятности $P=0,95$ (пределы допускаемой относительной погрешности определения действительного значения сопротивления), относительная нестабильность сопротивления за год, относительное отклонение действительного значения сопротивления	Пределы допускаемой относительной погрешности определения действительного значения сопротивления, относительная нестабильность сопротивления за год
Примечание – значения характеристик указаны в таблице 2	

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Режим / Цвет индикатора	Номинальное значение сопротивления, Ом			Доверительная граница погрешности ($P=0,95$) (пределы допускаемой относительной погрешности определения действительного значения сопротивления), %	Предел допускаемой относительной нестабильности сопротивления за год, %, не более
	ММС1	ММС2	ММС3		
красный - R1	604,54	600,00	558,36	±0,005	±0,01
зеленый - R2	630,00	600,00	692,53		
синий - R3	841,67	500,00	842,39		
желтый - R4	604,54	500,00	401,53		

1.5 ММСТ-1 применяют в качестве средств измерений, разрядных рабочих эталонов 4-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г.

1.6 Первичную поверку ММСТ-1 проводят до ввода в эксплуатацию.

1.7 Периодическую поверку ММСТ-1 проводят в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта, в соответствии с установленным интервалом времени между поверками.

1.8 При определении метрологических характеристик поверяемой ММСТ-1 используется метод прямых измерений.

1.9 Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки отдельных многозначных мер сопротивления постоянному току (ММС) в составе меры.

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Приказ Минпромторга РФ от 28.08.2020 г. № 2907	«Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требований к методикам поверки средств измерений»;
Приказ Минпромторга РФ от 28.08. 2020 г. № 2510	«Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»;
Приказ Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456	Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока;
ГОСТ Р 56069-2018	Требования к экспертам и специалистам. Поверитель средств измерений. Общие требования
ГОСТ 12.1.004-91	ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования;
ГОСТ 12.3.019-80	ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности;
ГОСТ 12.2.003-91	ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
ГОСТ 12.2.007.0-75	ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности;
МИ 3650-2022	ГСИ. Рекомендация по оформлению заявок, заявлений и прилагаемых к ним документов при утверждении типа средств измерений и внесении изменений в сведения о них, содержащиеся в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений

Примечание – При пользовании настоящей методики поверки целесообразно проверять действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой поверки, следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Обозначения и сокращения

3.1 В настоящей методике поверки использованы следующие сокращения:

ММСТ-1	– меры электрического сопротивления постоянного тока многозначные термостатированные ММСТ-1;
МП	– методика поверки;
МХ	– метрологическая характеристика;
ПО	– программное обеспечение;
ПС	– паспорт;
РЭ	– руководство по эксплуатации;
ССБТ	– система стандартов безопасности труда;
СИ	– средство измерений;

- ЭД – эксплуатационная документация;
 ФИФ – Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

3.2 В настоящей методике поверки использованы следующие обозначения:

- δ_R – относительное отклонение действительного значения сопротивления от номинального, %;
 $\delta_0^{\%}$ – доверительная граница погрешности δ_0 при доверительной вероятности 0,95 (пределы допускаемой относительной погрешности определения действительного значения сопротивления), %;
 V_0 – относительную нестабильность сопротивления за год, %;
 R_{cp} – среднее значение при числе измерений 10.

4 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной	периодической	
Внешний осмотр	Да	Да	9
Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	10
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	11
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	12
Проверка сопротивления развязки	Да	Да	12.1
Определение относительного отклонения действительного значения сопротивления от номинального	Да	Да	12.2
Определение действительного значения сопротивления и доверительной границы погрешности ($P=0,95$)	Да	Да	12.3
Определение относительной нестабильности за год	Нет	Да	12.4
Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям	Нет	Да	12.5

5 Требования к условиям проведения поверки

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- атмосферное давление, кПа (гПа) от 84,0 до 106 (от 840,0 до 1060);
- относительная влажность воздуха, % не более 80;
- напряжение электропитания частотой от 47 до 63 Гц, В от 200 до 240.

5.2 Условия поверки могут быть отличными от указанных и определяются условиями применения используемых средств поверки и их требованиями безопасности.

6 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

6.1 Поверку проводят юридические лица или индивидуальные предприниматели, аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации на право проведения поверки средств измерений с соответствующей областью аккредитации.

6.2 К проведению поверки допускают поверителей, аттестованных на соответствие требований ГОСТ Р 56069, изучивших ЭД на ММСТ-1, настоящую методику поверки, ЭД и инструкцию по применению СИ, применяемых при поверке ММСТ-1, имеющих стаж работы по данным видам измерений не менее 1 (одного) года, а так же прошедших инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

7 Метрологические и технические требования к средствам поверки

7.1 При проведении поверки меры могут применяться средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 12, п.п. 12.1+12.5 Контроль условий поверки (при проведении всех операций поверки по указанным пунктам)	Средства измерений температуры, атмосферного давления и относительной влажности, диапазон измерений: – атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, предел допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа; – температуры от минус 20 до +60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,3$ °С; – относительной влажности от 0 до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений относит. влажности ± 2 %	Термогигрометр ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д, рег. № в ФИФ 46434-11
п. 12, п.п. 12.1+12.5 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Измерители электрического сопротивления постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г., диапазон измерений:	Мультиметр цифровой прецизионный 8508А, рег. № в ФИФ 25984-03

	<p>– предел измерения электрического сопротивления 2 ГОм, предел основной допускаемой погрешности измерений в диапазоне измерений от 0,01 до 2 ГОм, не более $\pm 10\%$;</p> <p>– предел измерения электрического сопротивления 2 кОм, предел основной допускаемой погрешности измерений в диапазоне измерений от 400 до 900 Ом, не более $\pm 0,001\%$ (далее – Мультиметр 8508А)</p>	
<p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные. Удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p> <p>В случае изменения Государственной поверочной схемы (ГПС) для средств измерений электрического сопротивления, необходимо сопоставить требования к средствам поверки и обязательные требования действующей ГПС.</p> <p>Работа с указанными средствами измерений должна проводиться в соответствии с и документацией по их эксплуатации.</p>		

7.2 Все используемые средства поверки должны быть исправны и иметь действующие сведения о результатах поверки или аттестации эталона единицы величины в ФИФ.

8 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

8.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.3.019, а также требования безопасности указанные в ЭД на средства поверки и ММСТ-1.

8.2 К работам по поверке меры допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности и имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже 3 для электроустановок до 1000В.

8.3 Все оборудование и средства измерений, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Заземление производится многожильным медным проводом без изоляции сечением не менее 4 мм^2 . Подсоединение зажимов заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

9 Внешний осмотр

9.1 При внешнем осмотре ММСТ-1 проверяется комплект поставки, маркировка, отсутствие механических повреждений, которые могут повлиять на ее работу - повреждения корпуса, клемм, разъемов, соединительных кабелей, адаптера питания и других изделий в соответствии с комплектом поставки.

9.2 Комплект поставки должен соответствовать эксплуатационной документации.

9.3 ММСТ-1 не соответствующая указанным выше требованиям дальнейшим операциям поверки не подвергается и признается непригодной к эксплуатации.

10 Подготовка к поверке и опробование

10.1 Перед проведением поверки ММСТ-1 выдерживают в условиях окружающей среды, указанных в разделе 5 настоящей методики, не менее 2 часов, если она находилась в условиях, отличающихся от указанных.

10.2 Подготавливают ММСТ-1 и средства поверки к работе в соответствии с их РЭ.

10.3 Проверяют наличие действующих сведений о поверке и клейм на средства поверки, а также срок очередной поверки средства измерений.

10.4 Подключают ММСТ-1 к источнику питания из ее комплекта, до выхода в режим термостатирования индикатор меры мигает.

10.5 Проверяют с помощью последовательного нажатия кнопочного переключателя меры цикличность воспроизведения четырех значений электрического сопротивления постоянному току для каждой из трех встроенных многозначных мер сопротивления по изменению цвета индикатора меры – красный, зеленый, синий и желтый и так циклично.

10.6 После выхода в режим термостатирования индикатор меры светит одним цветом установленного режима непрерывно, без перехода снова на мигание.

10.7 ММСТ-1 не соответствующая указанным выше требованиям дальнейшим операциям поверки не подвергается и признается непригодной к эксплуатации.

11 Проверка программного обеспечения средства измерений

11.1 Проверку встроенного ПО ММСТ-1 проводят в форме подтверждения соответствия ПО, которое было установлено при испытаниях в целях утверждения типа. Процедура соответствия состоит из сравнения идентификационных данных ПО, содержащихся в РЭ и ПС на ММСТ-1 с данными, которые были внесены в описание типа.

11.2 Конструкция ММСТ-1 не предусматривает возможность внесения изменений в ПО и исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию, микроконтроллер прошит и заблокирован. ММСТ-1 должна содержать механическую защиту в виде пломбирования корпуса ММСТ-1 мастичной пломбой.

11.3 Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные ПО, указанные в РЭ и ПС ММСТ-1, соответствуют данным, указанным в таблице 5 и имеется мастичная пломба.

Таблица 5 – Характеристика ПО ММСТ-1

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	-
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	V1.0
Цифровой идентификатор ПО	-

12 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Проверка сопротивления развязки

12.1.1 Сопротивление развязки меры проверяется между тремя встроенными ММС и каждой из них и зажимом заземления.

12.1.2 Проверить сопротивление развязки между тремя встроенными ММС меры и зажимом заземления - проверяется между объединенными проводником зажимами всех мер и зажимом заземления, которое не должно быть менее 1 ГОм.

12.1.3 Проверить сопротивление развязки между тремя встроенными ММС меры - проверяется между любым зажимом ММС1 и ММС2, между ММС1 и ММС 3, между ММС2 и ММС 3, которое не должно быть менее 1 ГОм.

12.1.4 ММСТ-1 не соответствующая указанным выше требованиям дальнейшим операциям поверки не подвергается и признается непригодной к эксплуатации.

12.2 Определение относительного отклонения действительного значения сопротивления от номинального

12.2.1 При первичной поверке меры измерения проводят при двух направлениях тока.

12.2.2 Подключить по четырехпроводной схеме к зажимам меры ММС1 мультиметр 8508А (таблица 3), перевести его в режим $4\omega\Omega$, включить предел измерений 2 кОм, разрешение не менее 7,5.

12.2.3 Зафиксировать значение измеренного сопротивления $R_{и}$ по показаниям мультиметра 8508А и занести в таблицу 6.

12.2.4 Последовательно с помощью кнопочного переключателя меры зафиксировать значения измеренного сопротивления для каждого значения сопротивления воспроизводимого ММС1.

12.2.5 Повторить операции по пунктам 12.2.2-12.2.4 для ММС2 и ММС3 меры.

12.2.6 При первичной поверке повторить операции по пунктам 12.2.2-12.2.5 для другого направления тока.

Таблица 6 – Результаты измерения сопротивления

Режим /Цвет индикатора	ММС1			ММС2			ММС3		
	$R_{и}$, Ом	$R_{н}$, Ом	δ_R , %	$R_{и}$, Ом	$R_{н}$, Ом	δ_R , %	$R_{и}$, Ом	$R_{н}$, Ом	δ_R , %
красный - R1	604,54			600,00			558,36		
зеленый - R2	630,00			600,00			692,53		
синий - R3	841,67			500,00			842,39		
желтый - R4	604,54	-	-	500,00	-	-	401,53		
другое направление тока									
красный - R1	604,54			600,00			558,36		
зеленый - R2	630,00			600,00			692,53		
синий - R3	841,67			500,00			842,39		
желтый - R4	604,54	-	-	500,00	-	-	401,53		

12.2.7 Относительное отклонение действительного значения сопротивления от номинального определяют по формуле:

$$\delta_R = 100 \cdot (R_{и} - R_{н}) / R_{н}, \quad (1)$$

где δ_R – относительное отклонение действительного (измеренного) значения сопротивления от номинального, %;

$R_{и}$ – значение измеренного сопротивления, Ом;

$R_{н}$ – номинальное значение сопротивления, Ом.

12.2.8 Если для какого-либо значения сопротивления, относительное отклонение действительного значения сопротивления от номинального при периодической поверке, превышает $\pm 0,004$ %, то для этого сопротивления меры необходимо произвести измерение при другом направлении тока.

12.2.9 Результаты определения МХ считают положительным, если ни одно из δ_R не превышает предельных значений, указанных в таблице 2.

12.3 Определение действительного значения сопротивления и доверительной границы погрешности ($P=0,95$)

Действительные значения сопротивления поверяемой ММСТ-1 определяют методом прямых измерений с помощью СИ, указанного в таблице 4.

Прямые измерения действительных значений сопротивления ММСТ-1 проводят в соответствии с п.п. 12.2 настоящей методики поверки.

Доверительную границу погрешности δ_0 при доверительной вероятности 0,95 (пределы допускаемой относительной погрешности определения действительного значения сопротивления) при числе измерений 10 определяют формулам:

$$\delta_0 = 2,3 \cdot S_{\Sigma}, \quad (2)$$

$$\delta_0^{\%} = \pm \frac{\delta_0}{R_{\text{ср}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{k1}^2 + S_{k2}^2 + S_v^2}, \quad (4)$$

где S_{k1}^2, S_{k2}^2 – среднеквадратическое отклонение результатов измерений, полученных при предыдущей и настоящей поверке (при первичной поверке S_{k2}^2 не учитывается);

$$S_v^2 = \frac{V_3}{\sqrt{3}} \frac{\vartheta}{12}, \quad (5)$$

где V_3 – нестабильность исходного эталона;

ϑ – число месяцев, прошедших с момента поверки исходного эталона до момента проведения поверки.

Результаты определения МХ считаются положительными, если доверительная граница погрешности не превышает значений, указанных в таблице 2.

12.4 Определение относительной нестабильности за год

Относительную нестабильность сопротивления за год V_0 , определяют по формуле:

$$V_0 = \frac{R_{\partial 1} - R_{\partial 2}}{m \cdot R_{\text{ном}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где $R_{\partial 1}$ – действительное значение ММСТ-1 при настоящей поверке, Ом;

$R_{\partial 2}$ – действительное значение ММСТ-1 при предыдущей поверке, Ом;

$R_{\text{ном}}$ – номинальное значение сопротивления поверяемой ММСТ-1, Ом;

m – число лет, прошедших со времени предыдущей поверки.

Результаты определения МХ считаются положительными, если V_0 не превышает значений, указанных в таблице 2.

12.5 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

Оценка соответствия ММСТ-1 обязательным метрологическим требованиям рабочему эталону 4-го разряда проводится на соответствие требованиям приказе Росстандарта № 3456 от 30.12.2019 г. с учетом требований п.п. 1.5.2.

Присвоение статуса эталона возможно для отдельных (ММС) в составе меры, входящих в состав одной ММСТ-1.

При проведении оценки соответствия обязательным метрологическим требованиям определяются следующие метрологические характеристики в соответствии с таблицей 1: доверительная граница погрешности δ_0 при доверительной вероятности 0,95, относительная нестабильность за год.

Доверительную границу погрешности δ_0 при доверительной вероятности 0,95 определяют по формуле (3).

Относительную нестабильность за год рассчитывают по формуле (6).

Результаты оценки считаются положительными, если доверительная граница погрешности δ_0 при доверительной вероятности 0,95 и относительная нестабильность за год не превышают значений, указанных в таблице 2.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки ММСТ-1 подтверждаются сведениями о результатах поверки, включенными в ФИФ по обеспечению единства измерений. Сведения о результатах поверки в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в ФИФ.

13.2 При положительных результатах поверки, для предотвращения несанкционированного доступа к узлам регулировки и элементам конструкции, на винт соединяющий крышку и корпус меры наносят оттиск знака поверки на пломбировочную мастику. По заявлению владельца СИ или лица, представившего его на поверку, выдают свидетельство о поверке. Результаты поверки оформляют в соответствии с Порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510.

13.3 Места пломбирования приведены в описании типа и РЭ на ММСТ-1.

13.4 Отрицательные результаты поверки оформляют в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, утвержденным приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510. По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами, при этом ММСТ-1 к дальнейшей эксплуатации не допускают.

Начальник отдела СНТР

(подпись)

Н.М. Лясковский

Начальник ЭТ СИ

(подпись)

В.С. Воротников

Ведущий инженер СНТР

(подпись)

И.Н. Вишталюк