

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИМС»



Ф.В. Булыгин

«12» апреля 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Измерители-сигнализаторы температуры масла и
обмотки трансформаторов ВВх**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-014-2023

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Измерители-сигнализаторы температуры масла и обмотки трансформаторов BWx (далее по тексту – измерители, термометры или СИ) производства Hangzhou HuaLi Instruments Co., Ltd., КНР.

Измерители предназначены для измерений температуры масла и обмотки силовых трансформаторов.

Настоящая методика устанавливает процедуру первичной и периодической поверки.

Поверяемые средства измерений должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К», ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С» в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23.12.2022 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Контроль условий проведения поверки	8.1	Да	Да
Подготовка к поверке средства измерений	8.2	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	8.3	Да	Нет
Определение основной приведенной погрешности измерений температуры	9.1	Да	Да
Определение приведенной погрешности срабатывания и разницы (вариации) переключения сигнализирующего устройства	9.2	Да	Нет
Определение основной приведенной погрешности выходных аналоговых сигналов (при наличии).	9.3	Да	Нет
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

2.2 Не допускается проведение сокращенной поверки.

3 Метрологические и технические требования к средствам поверки

3.1 При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Операция 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	Средства измерений температуры окружающей среды от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью измерений не более $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающего воздуха до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 3 %	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53505-13) и др.
	Средства измерений атмосферного давления от 86 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более ± 5 гПа	Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 53431-13) и др.
п. 8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции	Измеритель сопротивления изоляции. Диапазон измерений сопротивления изоляции от 2 МОм. Номинальное рабочее напряжение 100 В	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 56407-14) и др.
п. 9.1 Проверка диапазона воспроизводимых температур и определение нестабильности поддержания температуры; п. 9.2 Определение приведенной погрешности срабатывания и разницы (вариации) переключения сигнализирующего устройства; п. 9.3 Определение основной приведенной	Термометры сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 23.12.2022 г. № 3253, в диапазоне значений от -60 °С до +200 °С	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19916-10) и др.
	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8 мод. МИТ 8.15 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19736-11), Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный номер в Федеральном

Операция поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
погрешности выходных аналоговых сигналов.		информационном фонде № 52489-13), Измеритель температуры двухканальный прецизионный МИТ 2.05 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 46432-11) и др.
	Термостаты (криостаты) с нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостат переливной прецизионный ТПП-1 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 33744-07), термостат жидкостной «ТЕРМОТЕСТ-300» (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 25190-03) и др.
	Измерители силы постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда и (или) выше по ГПС в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018г. № 2091	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 52489-13), мультиметр 3458А (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 25900-03) и др.
	Мультиметр с режимом проверки целостности электрической цепи	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607 (Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 56407-14) и др.
Примечания: 1. Все средства измерений (в том числе применяемые в качестве эталона), применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись в сведениях о результатах поверки средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Эталоны, применяемые при поверке, должны иметь соответствующую запись об аттестации в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Испытательное оборудование должно быть аттестовано. 2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации (внесенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений), и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.		

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с руководством по эксплуатации и освоившими работу с СИ.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

–ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

–«Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;

–«Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 N 903Н);

–требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые средства поверки.

6 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25;

– относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 80;

– атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре устанавливают:

– соответствие внешнего вида, комплектности СИ технической и эксплуатационной документации;

– наличие и четкость маркировки;

– отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;

7.2 Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования.

Не допускается к дальнейшей поверке СИ, у которого обнаружено хотя бы одно несоответствие.

Примечание – при оперативном устранении пользователем недостатков СИ, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

8 Контроль условий проведения поверки, подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проведения поверки

8.1.1. Измеряют температуру, относительную влажность окружающего воздуха и атмосферное давление. Температура, относительная влажность окружающего воздуха и атмосферное давление должны соответствовать требованиям п. 6. методики поверки. Если условия не соответствуют требованиям проведения поверки, дальнейшую поверку не проводят.

8.2 Подготовка к поверке средства измерений

Перед проведением поверки СИ должен предварительно выдерживаться в нерабочем состоянии при температуре окружающего воздуха от +15 до +25 °С не менее 30 минут.

8.3 Проверка электрического сопротивления изоляции

8.3.1. Опробование проводят, путем проверки электрического сопротивления изоляции термометра. Для проверки используют мегаомметр с номинальным рабочим напряжением 100 В.

8.3.2 Подключают один из зажимов мегомметра к медному термобаллону (зонду) СИ, а другой – к защитному корпусу СИ.

8.3.3 Запускают процесс измерения электрического сопротивления изоляции.

8.3.4 Результат проверки считается положительным, если полученное значение электрического сопротивления изоляции СИ не менее 20 МОм.

Не допускается к дальнейшей поверке СИ, у которого полученное значение электрического сопротивления изоляции менее 20 МОм.

9 Определение метрологических характеристик

Определение метрологических характеристик проводят в соответствии с п. 9.1 (для циферблата СИ), п. 9.2 (для сигнализирующего устройства СИ).

При наличии встроенного в СИ преобразователя с аналоговыми выходными сигналами, дополнительно проводят поверку в соответствии с п. 9.3.

9.1 Определение основной приведенной погрешности измерений температуры.

9.1.1 При первичной поверке основную приведенную погрешность измерений температуры находят в пяти температурных точках равномерно расположенных в диапазоне измерений, включая начальное и конечное значение диапазона измерений при последовательном возрастании температуры (прямой ход), а также в двух температурных точках лежащих в первой и второй половинах температурного диапазона измерений при последовательном убывании температуры (обратный ход) методом сравнения показаний на циферблате СИ с эталонным термометром (далее – эталон).

При периодической поверке основную приведенную погрешность измерений температуры находят в одной температурной точке расположенной в диапазоне измерений, методом сравнения показаний на циферблате СИ с эталонным термометром.

9.1.2 Погружают в криостат (термостат) зонд поверяемого СИ вместе с эталонным термометром.

9.1.3 Устанавливают на криостате или термостате требуемую температурную точку в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.1.4 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, зондом СИ и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и СИ) снимают измеренное эталоном значение температуры, индицируемое на дисплее измерительного прибора и измеренное СИ значение температуры, индицируемое на циферблате.

9.1.5 Операции по 9.1.3, 9.1.4 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого СИ.

9.1.6 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10.

9.2 Определение приведенной погрешности срабатывания и разницы (вариации) переключения сигнализирующего устройства.

Определение приведенной погрешности срабатывания и разницы (вариации) переключения сигнализирующего устройства проводят для каждого сигнализирующего устройства СИ.

9.2.1 Приведенную погрешность измерений температуры находят в двух температурных точках, находящихся в первой и второй половинах диапазона измерений.

9.2.2 Погружают в криостат (термостат) зонд поверяемого СИ вместе с эталонным термометром.

9.2.3 Подключают мультиметр в режиме проверки целостности электрической цепи к клеммам поверяемого сигнализирующего устройства в соответствии с рисунком 1.

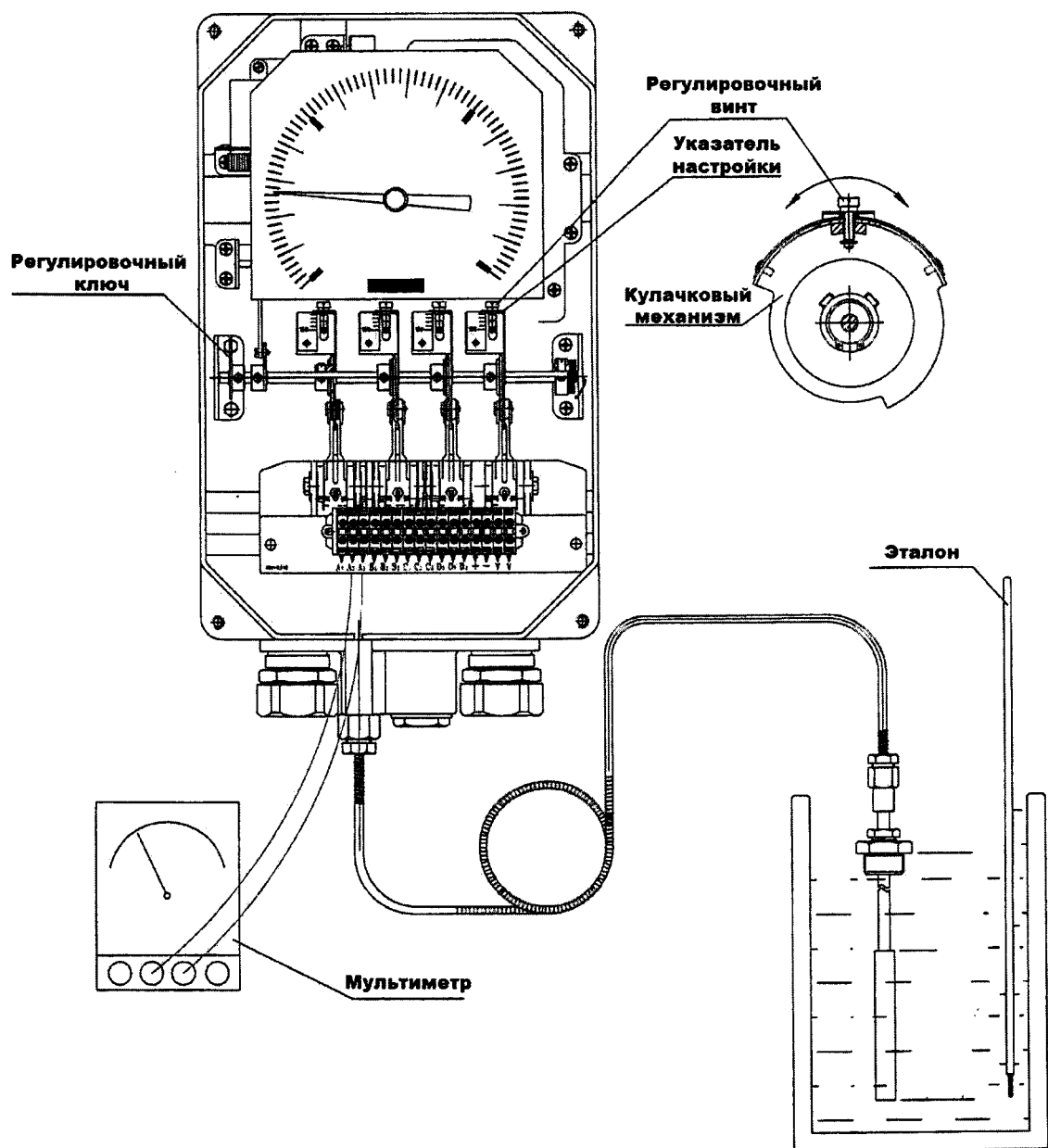


Рисунок 1 – Схема подключения для определения приведенной погрешности срабатывания и разницы (вариации) переключения сигнализирующего устройства поверяемого СИ

9.2.4 Устанавливают на криостате или термостате требуемую температурную точку в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.2.5 Установить требуемое значение на температурной шкале сигнализирующего устройства, для этого необходимо ослабить регулировочный винт указателя настройки, повернуть кулачковый механизм до положения, при котором указатель настройки будет выставлен в соответствии с требуемым значением температуры на температурной шкале сигнализирующего устройства, затем затянуть регулировочный винт для фиксации положения указателя настройки.

9.2.6 Повернуть регулировочный ключ до положения, при котором мультиметр подаст сигнал о срабатывании сигнализирующего устройства (замыкании электрической цепи).

9.2.7 Повернуть регулировочный ключ до положения, при котором мультиметр подаст сигнал об отключении сигнализирующего устройства (размыкании электрической цепи).

9.2.8 Записать значение температуры эталона, при котором произошло срабатывание сигнализирующего устройства (замыкание электрической цепи).

9.2.9 Записать значение температуры по показаниям циферблата, при котором произошло срабатывание и отключение сигнализирующего устройства (замыкание и размыкание электрической цепи).

9.2.10 Повторить операции по п. 9.2.4 – 9.2.9 для остальных температурных точек.

9.2.11 Провести подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10. Допускается корректировка положения температурной шкалы сигнализирующего устройства на кулачковом механизме, если полученные значения срабатывания сигнализирующего устройства превышают нормированные значения. После корректировки, проводят повторную поверку настроенного сигнализирующего устройства.

9.2.12 Операции по п. 9.2.3 - 9.2.11 повторить для остальных сигнализирующих устройств СИ.

9.3 Определение основной приведенной погрешности выходных аналоговых сигналов (при наличии).

Поверку каналов с выходными аналоговыми сигналами силы постоянного тока и электрического сопротивления проводят для каждого канала (при наличии у встроенного преобразователя соответствующих каналов).

9.3.1 Определение основной приведенной погрешности измерений аналогового выходного сигнала находят в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений СИ, включая начальное и конечное значение диапазона измерений, методом сравнения с эталонным термометром в криостате или термостате.

9.3.2 Погружают в криостат (термостат) зонд поверяемого СИ вместе с эталонным термометром.

9.3.3 Подключают кабель питания в соответствии с эксплуатационной документацией к клеммам встроенного преобразователя.

9.3.4 Подключают измеритель электрического сопротивления или измеритель постоянного тока в соответствии с эксплуатационной документацией к клеммам канала аналоговых выходных сигналов встроенного преобразователя.

9.3.5 Устанавливают на криостате или термостате требуемую температурную точку в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.3.6 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, зондом СИ и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и СИ) снимают измеренное значение температуры эталонного термометра, индицируемое на дисплее измерительного прибора и аналоговый выходной сигнал поверяемого СИ при помощи измерителя электрического сопротивления и (или) измерителя постоянного тока. Для измерений показаний аналогового выходного сигнала постоянного тока необходимо предварительно подать напряжение питания на встроенный преобразователь СИ в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.3.7 Операции по п. 9.3.5 и п. 9.3.6 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого СИ.

9.3.8 Проводят подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям в соответствии с п. 10.

9.3.9 Операции по п. 9.3.3 - 9.3.8 повторить для остальных каналов аналоговых выходных сигналов встроенного преобразователя СИ.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение основной приведенной погрешности измерений температуры, приведенной погрешности срабатывания сигнализирующего устройства и выходных аналоговых сигналов.

Определение приведенной погрешности (Δ , %) вычисляют по формуле 1:

$$\Delta = \frac{X_{СИ} - X_{Э}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot 100 \quad (1)$$

где: $X_{Э}$ – измеренное эталоном значение температуры, °С;

$X_{\max}$, $X_{\min}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона измерений СИ, °С;

$X_{СИ}$ – измеренное СИ значение температуры по показаниям циферблата или значение температуры по показаниям циферблата при котором произошло срабатывание (замыкание электрической цепи) сигнализирующего устройства или значение аналогового выходного сигнала в температурном эквиваленте по показаниям встроенного терморезистора СИ (в соответствии с ГОСТ 6651-2009) или по показаниям встроенного преобразователя СИ, рассчитанное по формуле 2, °С:

$$X_{СИ} = X_{\min} + \frac{Y_{\text{изм}} - Y_{\text{выхМин}}}{Y_{\text{выхМакс}} - Y_{\text{выхМин}}} \cdot |X_{\max} - X_{\min}| \quad (2)$$

где: $X_{\max}$, $X_{\min}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона измерений СИ, °С;

$Y_{\text{выхМакс}}$, $Y_{\text{выхМин}}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона выходных сигналов силы постоянного тока встроенного преобразователя СИ, мА;

$I_{\text{изм}}$ – значение измеренного выходного сигнала силы постоянного тока встроенного преобразователя СИ, мА.

10.2 Определение приведенной погрешности разницы (вариации) переключения сигнализирующего устройства.

Определение приведенной погрешности разницы (вариации) переключения сигнализирующего устройства (Δ_p , %) вычисляют по формуле 3:

$$\Delta_p = \frac{X_{\text{сраб}} - X_{\text{откл}}}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot 100 \quad (3)$$

где: $X_{\text{сраб}}$ – значение температуры по показаниям циферблата при котором произошло срабатывание сигнализирующего устройства (замыкание электрической цепи), °С;

$X_{\text{откл}}$ – значение температуры по показаниям циферблата при котором произошло отключение сигнализирующего устройства (размыкание электрической цепи), °С;

$X_{\max}$, $X_{\min}$ – соответственно верхний и нижний пределы диапазона измерений СИ, °С.

10.3 Результат поверки считается положительным, а средство измерений соответствующим метрологическим требованиям, если полученные значения метрологических характеристик не превышают нормированных значений, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений температуры при длине соединительного капилляра не более 6000 мм включ., % (от диапазона измерений)	$\pm 2,0$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности измерений температуры при длине соединительного капилляра св. 6000 мм, % (от диапазона измерений) / 1000 мм	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой приведенной погрешности срабатывания сигнализирующего устройства, % (от диапазона измерений)	$\pm 3,0$
Пределы допускаемой приведенной погрешности разницы (вариации) переключения сигнализирующего устройства, % (от диапазона измерений)	$\pm 4,0$
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности выходных аналоговых сигналов, % (от диапазона измерений)	$\pm 2,0$

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки средства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 Средства измерений, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке.

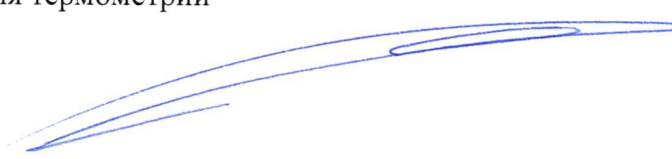
11.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

Разработали:

Научный сотрудник отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГБУ «ВНИИМС»


Л.Д. Маркин

Начальник отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГБУ «ВНИИМС»


А.А. Игнатов