

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
по производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

« 02 » 08 20 21 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Измерители многофункциональные DeFelsko PosiTector

МП 207-032-2021

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Общие положения

Настоящая методика распространяется на Измерители многофункциональные DeFelsko PosiTector (далее – измерители) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Поверяемые средства измерений должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 34-2020 «Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С», ГЭТ 35-2021 «Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К» в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры»; к ГЭТ 151-2020 «Государственный первичный эталон единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней, температуры конденсации углеводородов» в соответствии с ГОСТ 8.547-2009; к ГЭТ 132-2018 «Государственный первичный эталон единицы удельной электрической проводимости жидкостей в диапазоне от 0,001 до 50 См/м» в соответствии с ГОСТ 8.457-2015 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений удельной электрической проводимости жидкостей».

1 Перечень операций поверки

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
2. Опробование средства измерений	7	Да	Да
3. Определение метрологических характеристик средства измерений	8	Да	Да

Примечания:
1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается;
2) при проведении периодической поверки по согласованию с заказчиком допускается возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов, при этом делается соответствующая запись в Федеральном информационном фонде.

2 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Определение метрологических характеристик средства измерений	Термометры сопротивления (платиновые), электронные (цифровые) термометры эталонные	Рабочий эталон 3 разряда (или выше) по ГПС в соответствии с ГОСТ 8.558-2009	Термометр лабораторный электронный LTA (Регистрационный № 69551-17)

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	Приборы комбинированные для измерения температуры и относительной влажности и термогигрометры	Рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.547-2009	Измеритель комбинированный Testo 645 с зондом 0636 9741 (Регистрационный № 17740-12)
	Камеры климатические (холода, тепла и влаги) (при необходимости с пассивным термостатом)	Нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ; нестабильность поддержания относительной влажности в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Камера климатическая мод. MNU-880CSSA
	Излучатели в виде модели абсолютно черного тела	Рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 (ч. 3)	Излучатель в виде модели абсолютно черного тела АЧТ 70/-40/80 (Регистрационный № 69533-17), Излучатели ОИ АЧТ 50/1500 (Регистрационный № 22249-15), Калибраторы температуры инфракрасные Fluke 418 мод. Fluke 4180, Fluke 4181 (Регистрационный № 40221-08), Излучатель в виде модели абсолютно черного тела М300 (Регистрационный № 56559-14) и др.
	Калибраторы температуры поверхностные	Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры не более 1/3 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Калибраторы температуры поверхностные КТП (Регистрационный № 53247-13)

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	Кондуктометр лабораторный	Рабочий эталон 2-го разряда по ГОСТ 8.457-2015	Кондуктометр лабораторный КЛ-С-1 (Регистрационный № 46635-11)
	Весы электронные неавтоматического действия	Класс точности I (специальный), поверочный интервал 1 мг, наибольший предел взвешивания 220 г по ГОСТ OIML R 76-1-2011	Весы электронные неавтоматического действия PR223M, класс точности II (высокий), поверочный интервал 10 мг, наибольший предел взвешивания 220 г по ГОСТ OIML R 76-1-2011 (Регистрационный № 73104-18)
	Калий хлористый	Квалификация "х.ч." по ГОСТ 4234-77	Калий хлористый, квалификация "х.ч." по ГОСТ 4234-77
	Колбы мерные	2-й класс точности с притёртой пробкой по ГОСТ 1770-74	Колбы мерные, 2-й класс точности по ГОСТ 1770-74
	Пипетки мерные	2-й класса точности по ГОСТ 29169-91	Пипетки мерные, 2-й класс точности по ГОСТ 29169-91
	Деионизированная вода	Деионизированная вода по ГОСТ Р 52501-2005	Деионизированная вода по ГОСТ Р 52501-2005
	Термостат жидкостной	Рабочий диапазон воспроизводимых температур от минус 25 до плюс 100°C, отклонение температуры от заданного значения в объеме термостата $\pm 0,08^\circ\text{C}$, нестабильность поддержания заданного значения температуры, не более $\pm 0,08^\circ\text{C}$, градиент температуры по вертикали рабочего пространства, не более $0,04^\circ\text{C}$, градиент температуры по горизонтали рабочего пространства, не более $0,04^\circ\text{C}$	Термостат жидкостной серии LOIP FT модели FT-311-25

Операция поверки	Средство поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Контроль условий проведения поверки	Измерители комбинированные температуры и влажности окружающего воздуха	Диапазон измерений окружающей температуры: от плюс 15 до плюс 25 °С, ($\Delta = \pm 0,5$ °С (не более)); Диапазон измерений относительной влажности воздуха: от 30 до 80 %, $\Delta = \pm 3$ % (не более).	Приборы комбинированные Testo 608-N1, Testo 608-N2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др.
	Измерители атмосферного давления	Диапазон измерений атмосферного давления: от 86 до 106,7 кПа, $\Delta = \pm 5$ гПа (не более).	Измерители давления Testo 510, Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) и др.

Примечания:

1. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке, испытательное оборудование должно быть аттестовано, ГСО - иметь действующие паспорта.

2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

3 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Поверка СИ должна выполняться аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с СИ.

4 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- требования безопасности, которые предусматривают «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ (2020);
- помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией;
- при выполнении испытаний соблюдают правила техники безопасности при работе с химическими реактивами по 12.1.007-76;
- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации средства измерений;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний.

5 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от + 15 до + 25;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7;

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности измерителей описанию типа, технической и эксплуатационной документации;
- наличие серийного номера;
- наличие и четкость маркировки;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, влияющих на работоспособность измерителей.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При возможности оперативного устранения недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Средства поверки и оборудование подготавливают к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.2 Выполняют необходимые расчеты в соответствии с приложением 1, РЭ и/или инструкциями на средства поверки

7.3 Подготовка измерителей к поверке

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

7.4 Опробование средства измерений

Выдержав измерители при комнатной температуре не менее 30 минут, снимают показания измерителей в соответствии с Руководством по эксплуатации.

Измерители считают прошедшими проверку, если значение температуры, относительной влажности и абсолютного давления визуализируется в виде значений, близких к значениям температуры, относительной влажности окружающей среды.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений

8.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры окружающего воздуха (только для измерителей модификаций DPM, DPMS, DPMD, DPMIR)

8.1.1 Определение абсолютной погрешности измерения температуры измерителей выполняют методом сравнения с показаниями эталонного термометра в рабочем объеме климатической камеры (при необходимости с пассивным термостатом).

Погрешность измерений определяют не менее чем в трех точках диапазона измерений температуры поверяемых измерителей, включая начальное и конечное значение, а также одно значение в середине диапазона измерений.

8.1.2 Поверяемый измеритель и эталонный термометр помещают в центр рабочего объема климатической камеры.

8.1.3 Устанавливают в рабочем объеме камеры требуемую температуру, соответствующую первой контрольной точке.

8.1.4 Не менее, чем через 30 минут после выхода камеры на заданный режим снимают показания эталонного термометра и поверяемого измерителя в течение 10 минут, и заносят их в журнал наблюдений.

8.1.5 Операции по п.п. 8.1.2-8.1.4 повторяют во всех выбранных контрольных точках диапазона измерений температуры.

8.2 Определение абсолютной погрешности измерений температуры поверхности (только для измерителей модификаций DPM, DPMS)

8.2.1 Определение абсолютной погрешности измерения температуры поверхности выполняют с помощью поверхностного калибратора температуры.

Погрешность измерений определяют не менее чем в трех точках диапазона измерений

температуры поверяемых измерителей, включая начальное и конечное значение, а также одно значение в середине диапазона измерений.

8.2.2 При проверке измерителей применяют специальную теплопроводящую пасту, соответствующую температуре контрольных точек. Зонд поверяемого измерителя прижимают к центру рабочей поверхности калибратора.

8.2.3 Устанавливают в соответствии с эксплуатационной документацией на калибратор температуру, соответствующую первой контрольной точке.

8.2.4 Не менее, чем через 15 минут после выхода калибратора на заданный режим снимают показания эталонного термометра и поверяемого измерителя в течение 10 минут, и заносят их в журнал наблюдений.

8.2.5 Операции по п.п. 8.2.2-8.2.4 повторяют во всех выбранных контрольных точках диапазона измерений температуры.

8.3 Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности (только для измерителей модификаций DPM, DPMS, DPMD, DPMIR)

Определение абсолютной погрешности измерений относительной влажности измерителей выполняют методом сравнения с показаниями эталонного гигрометра в рабочем объеме климатической камеры с пассивным термостатом.

Абсолютную погрешность определяют не менее, чем в трех контрольных точках диапазона измерений относительной влажности при температуре окружающего воздуха от +22 до +28 °С, например, в точках 20÷30 %, 50÷60 %, 70÷80 %.

8.3.1 Устанавливают в рабочем объеме климатической камеры требуемое значение относительной влажности, соответствующее первой контрольной точке.

8.3.2 Через 60 минут после выхода камеры на заданный режим и стабилизации показаний эталонного гигрометра и поверяемого измерителя снимают показания эталонного гигрометра и поверяемого измерителя в течение 10 минут, и заносят их в журнал наблюдений.

8.3.3 Операции по п.п. 8.3.1-8.3.2 повторяют во всех выбранных контрольных точках диапазона измерений относительной влажности.

8.4 Определение показателя визирования (проводится только при первичной проверке измерителей модификаций DPMIR, IRT)

8.4.1 Установить в предметной плоскости измерителя АЧТ с излучающей поверхностью, перекрывающей поле зрения измерителя и имеющее холодную маску, которая формирует систему отверстий с изменяющимся диаметром.

Примечания:

1. Размеры маски должны обеспечивать перекрытие излучающей поверхности АЧТ.
2. Излучающая способность поверхности маски должна быть не более 0,1.
3. Расстояние от переднего среза оптического датчика пирометра до излучающей поверхности АЧТ должно обеспечивать минимальный размер поля зрения (указывается в Руководстве по эксплуатации).

8.4.2 Провести измерения температуры поверхности АЧТ за полностью открытым отверстием маски. Уменьшая отверстие маски, определить его минимальный размер, при котором измеряемое значение температуры начнет изменяться более чем на величину, соответствующую погрешности пирометра.

8.4.3 Измерить расстояние от входного зрачка объектива оптического датчика пирометра до излучающей поверхности АЧТ.

8.5 Определение погрешности измерений температуры бесконтактным способом (только для измерителей модификаций DPMIR, IRT)

8.5.1 Определение погрешности проводят не менее чем в трех точках диапазона измерений температур поверяемого измерителя (нижняя, верхняя и одна точка внутри диапазона измерений температур).

Измерение температуры производить на расстоянии, обеспечивающем минимальный диаметр поля зрения измерителя.

Диаметр выходного отверстия АЧТ должен быть больше минимального диаметра поля зрения пирометра.

8.5.2 Включить АЧТ согласно Руководству по эксплуатации и установить требуемую температуру, соответствующую нижней границе диапазона измерений температуры. Включить измеритель, ввести значение излучательной способности АЧТ, используя управляющие кнопки на лицевой стороне блока электроники.

8.5.3 Навести оптический датчик измерителя на излучающую поверхность АЧТ и при достижении заданного режима АЧТ измерить температуру поверхности АЧТ согласно Руководству по эксплуатации измерителя. Проводится серия из пяти измерений и рассчитывается среднее значение.

8.5.4 Операции по п.п. 8.5.2-8.5.3 повторяют для остальных контрольных точек

8.6 Определение погрешности измерений удельной электропроводности (только для измерителей модификации SST)

Поверку проводят с помощью поверочных растворов, приготовленных с использованием хлорида калия и деионизированной воды (приложение 1). Определение погрешности измерений УЭП проводят методом сличения показаний поверяемого и эталонного приборов в трех точках, расположенных на начальном (20 ± 10), среднем (50 ± 10) и конечном (80 ± 10) % участках каждого диапазона.

8.7 Определение погрешности измерений температуры раствора (только для измерителей модификации SST)

8.7.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры раствора выполняют методом сравнения с показаниями эталонного термометра в пассивном термостате в одной точке, соответствующей температуре окружающей среды (в диапазоне температур от $+20$ до $+28$ °С).

8.7.2 Поверяемый измеритель и эталонный термометр помещают в рабочий объем пассивного термостата.

8.7.3 Не менее, чем через 30 минут после стабилизации показаний эталонного термометра снимают показания эталонного термометра и поверяемого измерителя в течение 10 минут, и заносят их в журнал наблюдений.

9 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Рассчитывают и заносят в журнал наблюдений значение абсолютной погрешности измерений температуры поверяемого измерителя Δ_t (°С). Значение Δ_t определяется как разность между средними арифметическими показаний измерителя ($t_{сн}$) и показаний эталонного термометра ($t_э$), измеренным по эталонному термометру:

$$\Delta_t = t_{сн} - t_э \quad (1)$$

Результаты поверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле (1), не превышает значений, приведенных в описании типа на измерители.

9.2 Рассчитывают и заносят в журнал наблюдений значение абсолютной погрешности измерений относительной влажности поверяемого измерителя Δ_t (%). Абсолютная погрешность поверяемого измерителя Δ_t (%) в каждой контрольной точке определяется как

разность между средним значением показаний измерителя (Rh_{cp}) и средним значением показаний, измеренных по эталонному гигрометру ($Rh_{cp}(\text{Э})$):

$$\Delta Rh = Rh_{cp} - Rh_{cp}(\text{Э}) \quad (2)$$

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле 2 не превышает значений, приведённых в описании типа, в любой контрольной точке.

9.3 Рассчитывают и заносят в журнал наблюдений значение погрешности измерений температуры поверяемого измерителя погрешности измерения температуры бесконтактным способом Δt ($^{\circ}\text{C}$). Допускаемую абсолютную погрешность измерений температуры Δt рассчитывают по формуле:

$$\Delta t = t_{cp}^t - t_{cp}, \quad ^{\circ}\text{C} \quad (3)$$

где t_{cp}^t – среднее значение измеренной температуры, $^{\circ}\text{C}$;

t_{cp} – среднее значение температуры эталонного (образцового) излучателя, $^{\circ}\text{C}$.

Допускаемую относительную погрешность измерений температуры Δt рассчитывают по формуле. Относительная погрешность измерений (δ , %) определяется по формуле 4:

$$\delta = \frac{T_{изм} - T_{\text{Э}}}{T_{\text{Э}}} \cdot 100\% \quad (4)$$

где $T_{изм}$ – среднее арифметическое значение показаний температуры поверяемого датчика, $^{\circ}\text{C}$;

$T_{\text{Э}}$ – среднее арифметическое значение показаний температуры эталонного термометра, $^{\circ}\text{C}$.

Результаты проверки считаются положительными, если погрешность в каждой точке, рассчитанная по формуле 3 или 4, не превышает значений, приведенных в описании типа на измерителе.

9.4 Для каждого значения УЭП определяют значение погрешности: приведенной – по формуле (5), относительной – по формуле (6):

$$v_0 = \frac{k_u - k_{\text{Д}}}{k_{\text{max}} - k_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (5)$$

$$\delta_0 = \frac{k_u - k_{\text{Д}}}{k_{\text{Д}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где k_u – значение УЭП, измеренное с помощью поверяемого кондуктометра, мкСм/см;

$k_{\text{Д}}$ – значение УЭП, измеренное с помощью эталонного кондуктометра, мкСм/см;

k_{max} – верхняя граница диапазона измерений кондуктометра, мкСм/см;

k_{min} – нижняя граница диапазона измерений кондуктометра, мкСм/см.

Погрешность не должна превышать значений, приведенных в разделе «Метрологические и технические характеристики» описания типа на средство измерений.

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 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 и (или) в руководство по эксплуатации средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

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

Начальник отдела 207
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»

 А.А. Игнатов


Начальник отдела 205
метрологического обеспечения физико-химических измерений
ФГУП «ВНИИМС»

 С.В. Вихрова

Старший научный сотрудник отдела 205
метрологического обеспечения физико-химических измерений
ФГУП «ВНИИМС»

 Г.А. Микрюкова

Инженер 2-й категории
отдела метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»

 В.В. Яснева

МЕТОДИКА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПОВЕРОЧНЫХ РАСТВОРОВ

1 СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, ПОСУДА, РЕАКТИВЫ

- 1.1 Калий хлористый, квалификация "х.ч." по ГОСТ 4234-77
- 1.2 Весы лабораторные по ГОСТ OIML R 76-1-2011, класс точности II (высокий), поверочный интервал 10 мг, наибольший предел взвешивания 220 г
- 1.3 Термостат, рабочий диапазон воспроизводимых температур от 5 до минимум + 40°C
- 1.4 Колбы мерные 2-го класса точности с притёртой пробкой по ГОСТ 1770-74
- 1.5 Пипетки мерные 2-го класса точности по ГОСТ 29169-91
- 1.6 стакан СН-34/12 по ГОСТ 25336-82
- 1.7 Деионизированная вода по ГОСТ Р 52501-2005.

2 ПРИГОТОВЛЕНИЕ ПОВЕРОЧНЫХ РАСТВОРОВ

2.1 По таблице 1-1 с помощью линейной интерполяции определяют концентрацию водного раствора хлористого калия, с требуемым значением УЭП:

$$C_N = \frac{x_2 - x}{x_2 - x_1} \cdot C_{N_1} + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \cdot C_{N_2},$$

$$k_1 < k < k_2,$$

где C_N – концентрация хлористого калия в растворе с требуемой УЭП, моль/дм³,
 C_{N_1}, C_{N_2} – концентрации хлористого калия из таблицы 1-1 ($C_{N_2} > C_{N_1}$), моль/дм³,
 k_2, k_1 – соответствующие вышеуказанным концентрациям УЭП (таблица 1-1), См/м,
 k – УЭП получаемого раствора, См/м.

Количество хлористого калия, необходимое для приготовления раствора заданной концентрации, рассчитывают по формуле

$$m = C_N \cdot M \cdot V,$$

где m – количество хлористого калия, г,
 M – молярная масса, г/моль,
 V – объем изготавливаемого раствора, дм³.

2.2 На лабораторных весах взвешивают рассчитанное количество хлорида калия. Бюкс, в котором проводят взвешивание, заполняют не более чем на 1/3 объема деионизированной водой и переносят получившийся раствор в колбу. Повторяют данную процедуру 2-3 раза для полного переноса контрольного вещества в колбу. Раствор в колбе доводят до нужного объема: на 2-3 см ниже отметки. Помещают мерную колбу в термостат и выдерживают в течение 30 минут при температуре 25°C, затем доводят объем раствора в колбе до метки деионизированной водой той же температуры.

Для диапазона от $1 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ См/м значение УЭП приготовленного раствора будет равно сумме рассчитанного по таблице 1-1 и предварительно измеренного значения УЭП деионизированной воды, используемой для приготовления раствора.

Таблица 1-1 – Зависимость УЭП (k) водных растворов хлористого калия от его концентрации (C_N) при температуре 25°C (молярная масса КСl 74,552 г/моль)

C_N , моль/л	0,0005	0,001	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0
k , См/м	0,0074	0,0147	0,072	0,1413	0,277	0,67	1,288	2,43	5,86	11,18	20,5