

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО



И.о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

А.Н. Пронин

08 апреля 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи влажности и температуры измерительные Galltec+Mela
модификаций А, В, DI, DK, DW, GC, GC-ME, KC, ZC, KL, PL, WL

Методика поверки

МП 2411-0174-2021

Заместитель руководителя
лаборатории термометрии

В.М. Фуксов

Инженер лаборатории термометрии

Н.Ю. Александров

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на преобразователи влажности и температуры измерительные Galltec+Mela модификаций А, В, DI, DK, DW, GC, GC-ME, KC, ZC, KL, PL, WL (далее – приборы), предназначенные для измерений относительной влажности и температуры окружающей воздушной среды, неагрессивной к материалу защитной арматуры и чувствительного элемента (ЧЭ) первичного преобразователя (также опционально имеют возможность расчета точки росы (для модификаций А, В, DK, DW)), и преобразовании измеренных сигналов в унифицированные аналоговые сигналы постоянного тока от 0 до 20 мА (только для GC, KC, ZC), от 4 до 20 мА, напряжения от 0 до 10 В или от 0 до 1 В (только для А, В, DI, DK, DW), изготавливаемые фирмой «MELA Sensortechnik GmbH», Германия, и устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок.

Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость преобразователей влажности и температуры измерительных Galltec+Mela модификаций А, В, DI, DK, DW, GC, GC-ME, KC, ZC, KL, PL, WL к государственному первичному эталону единицы температуры ГЭТ 34 – 2020 и государственному первичному эталону единиц относительной влажности газов, молярной (объемной) доли влаги, температуры точки росы/иней ГЭТ 151-2020.

Метод поверки основан на непосредственном сличении показаний измерительных преобразователей прибора с эталонными СИ температуры и на прямом методе измерений относительной влажности.

Нормативные документы:

ГОСТ 8.547-86 ГСИ. Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений относительной влажности газов;

ГОСТ 8.558-2009 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.

Приборы имеют конструктивные исполнения, различные по способу монтажа: канальное, настенное, комнатное, с вынесенным на кабеле зондом.

Внутри защитного корпуса прибора размещены клеммы для подключения к питающему напряжению, клеммы выходных электрических сигналов (от 0 (4) до 20 мА; от 0 до 1 (10) В) или клеммы выходного сигнала сопротивления ЧЭ без преобразования. В модификации PL подключение напряжения питания и выходных сигналов осуществляется при помощи встроенного 1,5 м кабеля.

Примечание: Исполнения модификаций А, В, DI, DK, DW дополнительно к аналоговому выходу могут иметь встроенный дисплей. Настоящая методика поверки описывает порядок поверки аналоговых выходов и отдельно показаний дисплея.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1

Таблица 2.1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр приборов	7	Да	Да
2 Опробование приборов	8	Да	Да
3 Проверка программного обеспечения	9	Да	Да
4 Определение метрологических характеристик приборов	10	Да	Да
5 Оформление результатов поверки	12	Да	Да

2.2 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +10 до +40
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 86 до 106,7
- нагрузка для аналогового выхода и минимальная скорость потока воздуха в соответствии с руководством по эксплуатации на поверяемые приборы.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на приборы, имеющие необходимую квалификацию в области тепловых измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 5.1

Таблица 5.1

Номер пункта документа по поверке	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательно-го средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, метрологические и основные технические характеристики средства поверки
3.1	термогигрометр ИВА-6Н-Д, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 46434-11, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, температуры от -20 до +60 °С, атмосферного давления от 700 до 1100 гПа; погрешность измерений относительной влажности при (+23,0)°С, от 0 до 90 % ± 2 %, от 90 до 98 % ± 3 %, температуры $\pm 0,3$ °С, атмосферного давления $\pm 2,5$ гПа
10.1	Генератор влажности воздуха HygroGen, модификации HygroGen 2 (1-й разряд ГОСТ 8.547-2009), регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 32405-11, диапазон воспроизведения относительной влажности от 5 до 95 %, погрешность воспроизведения $\pm 0,5$ %, диапазон воспроизведения температуры от 0 до +60 °С, погрешность воспроизведения $\pm 0,1$ °С
10.2	Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100М 3-го разряда ГОСТ 8.558-2009, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 70903-18, диапазон измерений от -196 до 0 °С
	Термометр сопротивления цифровой прецизионный ДТИ 1000, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 15595-06, диапазон измерений от -50 до +400 °С, погрешность $\pm(0,03+\text{ед. мл. разряда})$ °С
	Камера климатическая КХТВ-100-О, диапазон поддержания температуры от -70 до +80 °С, диапазон поддержания влажности от 10 до 98 %
	Термостат жидкостный прецизионный переливного типа модели ТПП-1.0, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 33744-07, диапазон от +50 до +300 °С, нестабильность поддержания температуры $\pm 0,05$ °С
	Термостат Термотест-05-02, диапазон воспроизводимой температуры от -80 до +20 °С, нестабильность $\pm 0,02$ °С
10.2	Калибратор температуры сухоблочный Fluke серии 9140 модели 9143, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 44371-10, диапазон воспроизводимой температуры от +33 до +350 °С, погрешность воспроизведения $\pm 0,2$ °С, нестабильность $\pm 0,01$ °С
10.2	Калибратор температуры сухоблочный Fluke модели 9190А, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 56153-14, диапазон вос-

	производимой температуры от -95 до +140 °С, погрешность воспроизведения $\pm 0,2$ °С, нестабильность $\pm 0,015$ °С
8.1; 10.1; 10.2	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) , регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 52489-13, диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 25 мА, погрешность $\pm(10^{-4} \cdot I + 1)$ мкА, диапазон измерений напряжения постоянного тока от -1 до 1 В, погрешность $\pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot U + 4)$ мкВ, от 1 до 60 В, погрешность $\pm(6 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,25)$ мВ, сопротивления от 0 до 100 Ом, погрешность ± 6 мОм
Примечание: допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью	

5.2 Указанные средства поверки должны иметь действующие документы о поверке или аттестации.

5.3 Работа с указанными средствами измерений должна проводиться в соответствии с документацией по их эксплуатации.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства поверки;

- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве эксплуатации поверяемых СИ.

6.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в их эксплуатационной документации.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре устанавливают соответствие внешнего вида описанию типа, наличие знака утверждения типа, отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу приборов и качество поверки и наличие компонентов (съёмного фильтра, изоляционного материала) для поверки.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются вышеуказанные требования. При наличии дефектов поверяемый прибор бракуется и подлежит ремонту.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 В соответствии с нормативной документацией подготовить средства поверки для проведения измерений, проверить соблюдение требований п.3.1.

8.2 В соответствии с руководством по эксплуатации подключить прибор к источнику питания и вторичному прибору для измерений силы или напряжения постоянного тока (0-20 мА или 0-10 В). В случае с токовым выходным сигналом установить дополнительно нагрузочные сопротивления.

Результат опробования считают положительным, если измеренные значения находятся в пределах диапазона выходного сигнала, указанного на маркировке прибора или в пределах условий п. 3.1 по дисплею при наличии.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проверку идентификационных данных ПО модификаций А, В, DI, DK, DW проводят по маркировке на корпусе прибора.

Модификации GC, GC-ME, KC, ZC, KL, PL, WL работают по принципу преобразования сигналов ЧЭ относительной влажности и температуры посредством аналоговой схмотехники и не имеют встроенного ПО.

Результат проверки считают положительным, если номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение абсолютной погрешности канала относительной влажности в диапазоне измерений прибора

10.1.1 Погрешность определяют при пяти значениях относительной влажности (5, 35, 50, 75, 95) % от верхнего предела диапазона измерений при температуре 23 ± 1 °С в рабочей камере генератора влажности воздуха (далее по тексту – генератор). Допускается отступать от крайних значений диапазона измерений на 5 %.

Примечание: Допускается с целью сокращения процедур периодической поверки проводить измерения температуры поверяемым прибором с зондом со встроенными чувствительными элементами отн. влажности и температуры при двух значениях (7 ± 2) °С и (55 ± 2) °С в генераторе без последующей поверки в сухоблочных калибраторах. В диапазоне отрицательной температуры приборы поверяют в климатической камере или криостате при значении температуры близком к нижнему пределу. Абсолютную погрешность определяют как разность между измеренным значением поверяемого прибора и значением по заданию генератора (расчет значения температуры по выходному сигналу по формуле 4).

10.1.2 При установке зонда поверяемого прибора в рабочую камеру генератора необходимо:

- для модификации с вынесенным на кабеле зондом, чтобы зонд с частью кабеля располагался полностью внутри рабочей камеры генератора;
- для модификации канального монтажа, чтобы зонд был погружен в рабочую камеру на глубину, соответствующую требованиям по монтажу, описанным в руководстве по эксплуатации;
- для прочих модификаций, располагать прибор полностью внутри рабочей камеры.

10.1.3 При поверке необходимо **полностью** установить измерительный зонд в измерительную камеру генератора. Измерения проводят после установления постоянных показаний при каждом заданном значении относительной влажности в генераторе, результаты заносят в протокол.

Показания прибора снимают с помощью калибратора многофункционального (таблица 5.1), подключенного к клеммам выходного аналогового сигнала канала относительной влажности, и с дисплея при его наличии.

10.1.4 Значение абсолютной погрешности измерений определяют по формуле 1:

$$\Delta RH = (RH_{изм} - RH_{эт}) \quad (1)$$

где: $RH_{эт}$ – значение отн. влажности по показаниям эталонного СИ, %;

$RH_{изм}$ – значение отн. влажности по показаниям поверяемого прибора с дисплеем и с выходным аналоговым сигналом, которое определяется по формуле 2:

$$RH_{изм} = \frac{(B_{изм} - B_n)}{(B_в - B_n)} \cdot (RH_в - RH_n) + RH_n \quad (2)$$

где $B_{изм}$ – значение выходного сигнала силы ($I_{изм}$) или напряжения ($U_{изм}$) постоянного тока в проверяемой точке диапазона, мА или В;

$B_в - B_n$ – разность верхнего и нижнего пределов диапазона выходного сигнала силы ($I_в - I_n$) или напряжения ($U_в - U_n$) постоянного тока, мА или В;

$RH_в - RH_n$ – разность верхнего и нижнего пределов настроенного диапазона измерений относительной влажности, %

10.2 Определение абсолютной погрешности канала температуры в диапазоне измерений прибора

10.2.1 Определение абсолютной погрешности канала измерений температуры проводят в сухоблочных калибраторах температуры или в жидкостных термостатах (приборы настенного и комнатного исполнений — в камере климатической) методом сравнения с эталонным термометром.

Погрешность определяют при двух (при периодической поверке) или трех (при первичной поверке) равно распределенных значениях диапазона измерений температуры. Допускается отступать от крайних значений диапазона измерений на 10 °С.

10.2.2 Эталонный термометр и измерительный зонд прибора в соответствии с руководством по эксплуатации погружают на одну глубину в сухоблочный калибратор или в жидкостный термостат в пробирке, приборы настенного и комнатного исполнений - в камеру климатическую.

При установке поверяемого прибора необходимо:

- для модификации с вынесенным на кабеле зондом, чтобы весь измерительный зонд располагался полностью внутри теплоносителя.

- для модификации канального монтажа, чтобы зонд был погружен на глубину, соответствующую требованиям по монтажу, описанным в руководстве по эксплуатации.

Часть зонда, располагающуюся снаружи термостата (криостата), рекомендуется дополнительно термоизолировать, не допуская контакта её поверхности с окружающим воздухом, обернув слоем ваты;

- для прочих модификаций, необходимо располагать прибор полностью внутри камеры климатической, в непосредственной близости от эталонного термометра.

Примечание: При использовании жидкостного термостата (криостата) зонд поверяемого прибора вместе с эталонным ТС предварительно помещают в защитный герметичный теплопроводный чехол (стеклянную пробирку, гильзу или запаивную с одной стороны медную трубку). Для обеспечения лучшего теплового контакта, допускается применение фильтров открытого типа (из комплекта для поверки) с соблюдением особой осторожности при замене фильтров во избежание повреждения чувствительного элемента.

10.2.3 В соответствии с эксплуатационной документацией в калибраторе (термостате) устанавливают температурную точку.

10.2.4 После достижения теплового равновесия записывают показания поверяемого прибора с дисплея при наличии и по выходному сигналу с калибратора многофункционального, подключенного к клеммам канала температуры; эталонного термометра - с дисплея вторичного преобразователя (подключить ТС к калибратору многофункциональному по каналу измерений температуры). Повторяют измерения при значениях температуры п.10.2.1.

10.2.5 Значение абсолютной погрешности измерений температуры определяют по формуле 3:

$$\Delta T = (T_{изм} - T_{эт}) \quad (3)$$

где: $T_{эт}$ – значение температуры по показаниям эталонного СИ, °С;

$T_{изм}$ – значение температуры по показаниям поверяемого прибора с дисплеем или с выходным аналоговым сигналом, которое определяется по формуле 4:

$$T_{изм} = \frac{(B_{изм} - B_n)}{(B_v - B_n)} \cdot (T_v - T_n) + T_n \quad (4)$$

где $B_{изм}$ – значение выходного сигнала силы ($I_{изм}$) или напряжения ($U_{изм}$) постоянного тока в проверяемой точке диапазона, мА или В;

$B_v - B_n$ – разность верхнего и нижнего пределов диапазона выходного сигнала силы ($I_v - I_n$) или напряжения ($U_v - U_n$) постоянного тока, мА или В;

$T_v - T_n$ – разность верхнего и нижнего пределов настроенного диапазона измерений температуры, °С.

Значение $T_{изм}$ приборов с выходным сигналом сопротивления постоянному току, определяют по ГОСТ 6651-2009.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Средства измерений соответствуют метрологическим требованиям, указанным в описании типа, если полученные значения абсолютной погрешности измерений во всех контрольных точках находятся в пределах или равны:

- по каналу измерений относительной влажности – пределам допускаемой основной абсолютной погрешности;

- по каналу измерений температуры – арифметической сумме допускаемой основной и дополнительной абсолютной погрешности. В модификациях KL, PL, WL и для приборов с выходным сигналом сопротивления постоянному току - только основной абсолютной погрешности.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении 1).

По заявлению владельца преобразователей влажности и температуры измерительных Galltec+Mela модификаций А, В, DI, DK, DW, GC, GC-ME, KC, ZC, KL, PL, WL или лица, представившего их на поверку при положительных результатах поверки, выдается свидетельство о поверке установленной формы и (или) в паспорт вносится запись о проведенной поверке. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) в паспорт.

ПРОТОКОЛ № _____
первичной (периодической) поверки

Наименование прибора, тип	Преобразователь влажности и температуры измерительный Galltec+Mela модификации А (В, DI, DK, DW, GC, GC-ME, KC, ZC, KL, PL, WL)
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ	
Заводской номер	
Изготовитель	
Год выпуска	
Заказчик	ИНН
Серия и номер знака предыдущей поверки	
Дата предыдущей поверки	

Место проведения поверки _____

Вид поверки Периодическая (первичная) _____

Методика поверки МП 2411-0174-2021 «ГСИ. Преобразователи влажности и температуры измерительные Galltec+Mela модификации А, В, DI, DK, DW, GC, GC-ME, KC, ZC, KL, PL, WL. Методика поверки», согласованная ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 08.04.2021 г.

Средства поверки:

Наименование и регистрационный номер эталона, тип СИ, заводской номер	Метрологические характеристики

Условия поверки

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С		
Относительная влажность воздуха, %		

Результаты поверки

- 1 Внешний осмотр _____
- 2 Опробование _____
- 3 Подтверждение соответствия ПО, версия: _____

Таблица 1- Результаты определения абсолютной погрешности измерений

Контрольное значение измеряемой величины	Действительное значение измеряемой величины	Показания поверяемого преобразователя		Полученное значение абсолютной погрешности, % (°С)
		мА (В; Ом)	% (°С)	

Вывод: Метрологические характеристики соответствуют требованиям описания типа

Поверитель _____

Дата проведения поверки « ___ » _____ 2021 г.