

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора

ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

А.Н. Пронин

«23» сентября 2019 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики точки росы CS Instruments серий FA, DP

Методика поверки

МП 2411-0170- 2019

Руководитель отдела госэталонов в области
теплофизических и температурных измерений

А.И. Походун

Инженер лаборатории термометрии

Н.Ю. Александров

Санкт-Петербург
2019

Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверки датчиков точки росы CS Instruments серий FA, DP модификаций FA500, DP400 и DP500 (далее – датчики точки росы), изготавливаемых компанией «CS Instruments GmbH & Co. KG», Германия.

Датчики точки росы предназначены для измерений температуры точки росы влаги в некоррозионных газовых средах.

Интервал между поверками - 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование операции	№ пункта методики	Наименование эталонов, средств измерений, их характеристики	Обязательность проведения при поверке	
			первичной	периодической
1	2	3	4	5
Внешний осмотр	4.1	Визуально	Да	Да
Опробование	4.2		Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	4.3		Да	Да
Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности	4.4	<p>Генератор влажного газа Michell Instruments модификации VDS-3 (далее – генератор 1), регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 48434-11;</p> <p>генератор влажного газа Michell Instruments модификации DG-4 (далее – генератор 2), в комплектации с контрольным конденсационным гигрометром, имеющий диапазон температуры точки росы от -80 до +20 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С; регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений 48434-11;</p> <p>- калибратор многофункциональный МСх –R, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 22237-08</p> <p>Термогигрометр ИВА-6Н-Д, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, ПГ ± 2 % ± 3 %; диапазон измерений атмосферного давления от 300 до 1100 гПа, ПГ $\pm 2,5$ гПа; диапазон измерений температуры от -20 до +60 °С, ПГ $\pm 0,3$ °С.</p>	Да	Да

Примечание: Допускается применение генераторов влажного газа без опорного конденсационного гигрометра, имеющих пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения температуры точки росы не более $\pm 0,5$ °С или аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

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

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

1.4 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При поверке датчиков точки росы необходимо соблюдать действующие правила эксплуатации электроустановок.

2.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией

2.3 Не допускается попадание прямых солнечных лучей на датчики точки росы.

2.4 К проведению поверки должны быть допущены лица, изучившие эксплуатационную документацию на датчики точки росы, имеющие необходимую квалификацию.

3 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
- относительная влажность, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа 101,3±4,0

При поверке должны соблюдаться требования, приведенные в руководстве по эксплуатации на датчики точки росы.

3.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

3.2.1 Проверка наличия паспорта, свидетельства о предыдущей поверке, руководства по эксплуатации.

3.2.2 Подготовка к работе поверяемого датчика точки росы в соответствии с руководством по эксплуатации.

4 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре устанавливают соответствие датчиков точки росы следующим требованиям:

- наличие заводского номера на корпусе;
- маркировка должна быть четкой и соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых повреждений корпуса, фитингов для подключения образцов газа, USB-разъема, защитного фильтра зонда;
- исправность органов управления (FA500, FA550, DP500/510, DP400);

Датчики точки росы считают выдержавшими внешний осмотр, если они соответствуют указанным выше требованиям.

4.2 Проверка работы (опробование).

4.2.1 Датчики точки росы: FA500, FA550, DP 500/510, DP 400, готовы к работе после включения питания, завершения процедуры самодиагностики и двухминутного прогрева.

Результат проверки считают положительным, если в каждом из окон экрана включается каждый из предусмотренных в нем символов согласно руководству.

4.2.2 Датчики точки росы: FA505, FA510, FA515, FA540, FA545, питаются от внешнего источника напряжения питания (24 В DC). Измерения проводят подключением в соответствии с руководством по эксплуатации ответной части разъема выходного сигнала 4-20 мА (2-10 В) к входным клеммам измерений силы тока (напряжения) калибратора МСх -R.

Результат проверки считают положительным, если выходной сигнал находится в пределах 4-20 мА (2-10 В).

4.2.3 Датчики серии FA с выходным цифровым сигналом подключают через конвертер Modbus к компьютеру с предустановленной программой «CS Instruments GmbH Service Software Dew Point Sensors» либо к дисплею или любому вторичному преобразователю, работающему по протоколу Modbus через интерфейс RS485.

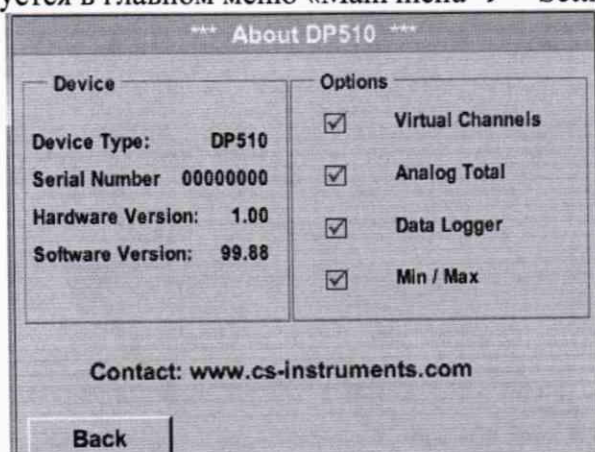
Результат проверки считают положительным, если измеренные данные отображены на дисплее.

4.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

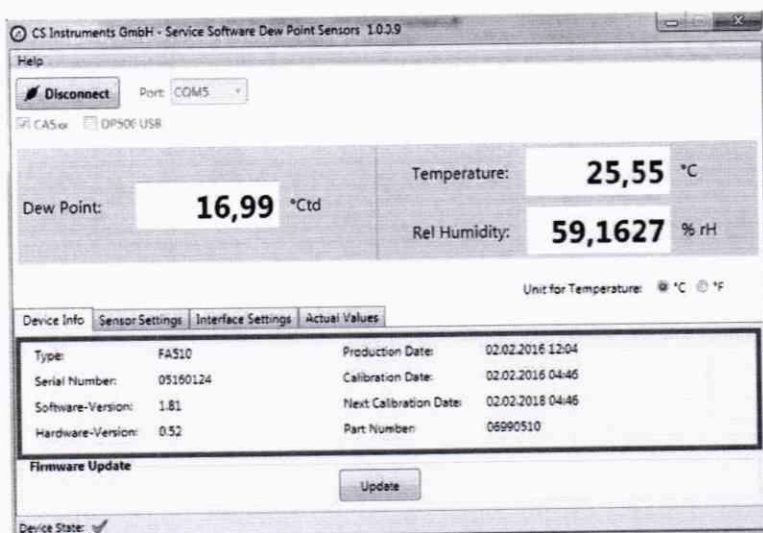
4.3.1 Версия встроенного программного обеспечения датчиков FA500, FA550 идентифицируется в информационном окне главного меню «Settings → Info».



4.3.2 Версия встроенного программного обеспечения датчиков DP500/510, DP400 идентифицируется в главном меню «Main menu → Settings → About DP 400/500/510».



4.3.3 Версия встроенного программного обеспечения датчиков FA505, FA510, FA515, FA540, FA545 идентифицируется в автономной программе ПО «CS Instruments GmbH - Service Software Dew Point Sensors» во вкладке «Device Info» либо с помощью вторичного преобразователя, поддерживающего протокол Modbus, по адресу: регистр Modbus 3, адрес Modbus 2, заводской номер по адресу: регистр Modbus 1, адрес Modbus 0.



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

4.4 Определение абсолютной погрешности в диапазоне измерений температуры точки росы

4.4.1 Определение абсолютной погрешности в диапазоне ниже минус 75 °С.

4.4.1.1 Зонд поверяемого датчика точки росы серии FA с диапазоном измерений температуры точки росы от минус 100 до 0 (минус 20) °С помещают в измерительную камеру генератора 1, ответную часть разъема выходного унифицированного сигнала в соответствии с руководством по эксплуатации к входным клеммам калибратора МСх –R. В генераторе 1 последовательно задают два значения температуры точки росы, распределенные в диапазоне от минус 100 °С до минус 75 °С. Устанавливать значения температуры точки росы следует от нижней границы диапазона к верхней. Не допускается отступать от крайних значений диапазона задания свыше 1 °С.

Примечание:

Допускается по заявлению заказчика при периодической поверке проводить измерения температуры точки росы в рабочем диапазоне датчика от минус 80 °С до минус 75 °С, если диапазон от минус 100 до минус 80 °С не используется.

4.4.1.2 Для датчиков точки росы серий FA и DP с нижним пределом диапазона измерений минус 80 °С проводят измерения при двух значениях температуры точки росы минус 79 °С и минус 76 °С. После выхода генератора 1 на заданный режим и установления постоянных показаний поверяемого датчика точки росы, записывают измеренные значения поверяемого и эталонного приборов в протокол приложения 1.

4.4.1.3 Значение абсолютной погрешности измерений температуры точки росы определяют как разность между значениями по показаниям поверяемого ($T_{Ctd_{изм}}$) и эталонного ($T_{Ctd_{эт}}$) СИ.

4.4.1.4 Для датчиков с выходным унифицированным сигналом силы тока значение $T_{Ctd_{изм}}$ рассчитывают по формуле:

$$T_{Ctd_{изм}} = \frac{(I_{изм} - I_n)}{(I_v - I_n)} \cdot (T_{Ctd_v} - T_{Ctd_n}) + T_{Ctd_n}$$

где: T_{Ctd_v} – верхний предел диапазона измерений точки росы влаги, °С;

T_{Ctd_n} – нижний предел диапазона измерений точки росы влаги, °С;

$I_{изм}$ – значение выходного сигнала силы постоянного тока в проверяемой точке диапазона, мА

I_v – верхний предел выходного сигнала силы тока, линейно пропорционального верхнему пределу диапазона измерений температуры точки росы датчика, мА;

I_n – нижний предел выходного сигнала силы тока, линейно пропорционального верхнему пределу диапазона измерений температуры точки росы датчика, мА

Примечание: в случае выходного сигнала напряжения постоянного тока, в формуле обозначение I , заменяют на обозначение U .

4.4.2 Определение абсолютной погрешности в диапазоне от минус 75 °С до плюс 20 °С.

4.4.2.1 Вход измерительной камеры датчика точки росы подключают к выходу газа генератора 2, при поверке датчиков без измерительной камеры в комплекте – п.4.4.1.1. В генераторе 2 последовательно задают не менее пяти значений температуры точки росы, распределенных в диапазоне от минус 75 °С до плюс 20 °С. Устанавливать значения температуры точки росы следует от нижней границы диапазона к верхней. Не допускается отступать от крайних значений диапазона задания свыше 5 °С.

4.4.2.2 Производят действия аналогично п.п.4.4.1.1- 4.4.1.4.

Результаты определения считают положительными, если значения погрешности во всем диапазоне измерений находятся в пределах или равны указанным в описании типа.

Результат поверки признают положительным, если результаты всех проверок по п.п. 4.1 - 4.4.3 признаны положительными.

5 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении 1). При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке установленной формы. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

ПРОТОКОЛ № _____
первичной (периодической) поверки

Наименование прибора, тип	Датчик точки росы CS Instruments серий FA, DP модификации FA510
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 _____

Методика поверки: МП 2411-0170-2019 «ГСИ. Датчики точки росы CS Instruments серий FA, DP. Методика поверки», утвержденная ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 23 сентября 2019 г.

Значения влияющих факторов:

Температура окружающей среды __ °С

Относительная влажность __ %

Атмосферное давление __ кПа

Основные средства поверки: _____

Результаты внешнего осмотра: _____

Подтверждение соответствия ПО, версия: _____

Результаты поверки:

Таблица 1-Результаты определения абсолютной погрешности температуры точки росы

Контрольное значение температуры точки росы, °С	Действительное значение температуры точки росы, °С	Показания поверяемого датчика		Полученное значение абсолютной погрешности, °С
		мА (В)	°С	

Вывод: Метрологические характеристики соответствуют требованиям описания типа

Поверитель _____

Дата проведения поверки «__» _____ 201_ г.

Таблица значений влажности газов в разных единицах измерений

Точка росы		Давление насыщенного пара, мм рт ст	PPM по объему	Относительная влажность при 70°F (21°C)	PPM по весу в воздухе	PPM по весу в CO ₂
°C	°F					
-90	-130	0,000070	0,0921	0,00037	0,057	0,035
-88	-126	0,00010	0,132	0,00054	0,082	0,049
-86	-123	0,00014	0,134	0,00075	0,11	0,069
-84	-119	0,00020	0,263	0,00107	0,16	0,099
-82	-116	0,00029	0,382	0,00155	0,24	0,14
-80	-112	0,00040	0,526	0,00214	0,33	0,20
-78	-108	0,00056	0,737	0,00300	0,46	0,28
-76	-105	0,00077	1,01	0,00412	0,63	0,38
-74	-101	0,00105	1,38	0,00562	0,82	0,52
-72	-98	0,00143	1,88	0,00765	1,17	0,71
-70	-94	0,00194	2,55	0,0104	1,64	0,96
-68	-90	0,00261	3,43	0,0140	2,13	1,29
-66	-87	0,00349	4,59	0,0187	2,84	1,75
-64	-83	0,00464	6,10	0,0248	3,71	2,29
-62	-80	0,00614	8,07	0,0328	5,01	3,22
-60	-76	0,00808	10,6	0,0433	6,59	3,90
-58	-72	0,0106	13,9	0,0567	8,21	5,24
-56	-69	0,0138	18,2	0,0738	11,6	6,81
-54	-65	0,0178	23,4	0,0952	14,5	8,80
-52	-62	0,0230	30,2	0,126	18,8	11,4
-50	-58	0,0295	38,8	0,160	24,2	14,6
-48	-54	0,0378	49,7	0,202	30,7	18,7
-46	-51	0,0481	63,2	0,257	39,3	23,8
-44	-47	0,0609	80,1	0,325	49,7	30,1
-42	-44	0,0768	101	0,410	62,7	38,0
-40	-40	0,0966	127	0,516	79,1	47,8
-38	-36	0,1209	159	0,646	98,6	59,7
-36	-33	0,1507	197	0,804	123	74,4
-34	-29	0,1873	246	1,01	156	92,5
-32	-26	0,2318	305	1,24	189	115
-30	-22	0,2859	376	1,55	234	141
-28	-18	0,351	462	1,88	287	173
-26	-15	0,430	566	2,30	351	212
-24	-11	0,526	692	2,81	431	260
-22	-8	0,640	842	3,42	524	316
-20	-4	0,776	1,021	4,14	635	384
-18	0	0,939	1,236	5,01	706	464
-16	+3	1,132	1,489	6,06	925	560
-14	+7	1,361	1,791	7,29	1110	672
-12	+10	1,632	2,147	8,75	1340	808
-10	+14	1,950	2,566	10,4	1590	964
-8	+18	2,326	3,061	12,8	1900	1150
-6	+21	2,765	3,638	14,8	2260	1370
-4	+25	3,280	4,316	17,5	2680	1620
-2	+28	3,880	5,105	20,7	3170	1920
0	+32	4,579	6,025	24,1	3800	2360
+2	+36	5,303	6,978	28,2	4439	2824
+4	+39	6,000	7,895	32,5	5100	3245

+6	+42	7,020	9,237	37,5	5900	3754
+8	+46	8,100	10,658	42,9	6746	4293
+10	+50	9,210	12,118	49,2	7729	4919
+12	+54	10,530	13,855	56,0	3854	5634
+14	+57	11,985	15,770	63,8	10 106	6431
+16	+60	13,643	17,951	72,6	11 520	7331
+18	+66	15,477	20,364	88	13 035	8282
+20	+68	17,535	23,072	94	14 769	9384
+22	+71,5	19,827	26,088		16 699	10 610
+24	+75	22,377	29,443		18 847	11 975
+26	+79	25,209	33,169		21 232	13 490
+28	+82	28,349	37,301		23 877	15 170
+30	+86	31,824	41,874		26 804	17 030

Температура воздуха	Температура точки росы при относительной влажности воздуха (%)													
	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
-10°C	-23,2	-21,8	-20,4	-19	-17,8	-16,7	-15,8	-14,9	-14,1	-13,3	-12,6	-11,9	-10,6	-10
-5°C	-18,9	-17,2	-15,8	-14,5	-13,3	-11,9	-10,9	-10,2	-9,3	-8,8	-8,1	-7,7	-6,5	-5,8
0°C	-14,5	-12,8	-11,3	-9,9	-8,7	-7,5	-6,2	-5,3	-4,4	-3,5	-2,8	-2	-1,3	-0,7
+2°C	-12,8	-11	-9,5	-8,1	-6,8	-5,8	-4,7	-3,6	-2,6	-1,7	-1	-0,2	-0,6	1,3
+4°C	-11,3	-9,5	-7,9	-6,5	-4,9	-4	-3	-1,9	-1	0	0,8	1,6	2,4	3,2
+5°C	-10,5	-8,7	-7,3	-5,7	-4,3	-3,3	-2,2	-1,1	-0,1	0,7	1,6	2,5	3,3	4,1
+6°C	-9,5	-7,7	-6	-4,5	-3,3	-2,3	-1,1	-0,1	0,8	1,8	2,7	3,6	4,5	5,3
+7°C	-9	-7,2	-5,5	-4	-2,8	-1,5	-0,5	0,7	1,6	2,5	3,4	4,3	5,2	6,1
+8°C	-8,2	-6,3	-4,7	-3,3	-2,1	-0,9	0,3	1,3	2,3	3,4	4,5	5,4	6,2	7,1
+9°C	-7,5	-5,5	-3,9	-2,5	-1,2	0	1,2	2,4	3,4	4,5	5,5	6,4	7,3	8,2
+10°C	-6,7	-5,2	-3,2	-1,7	-0,3	0,8	2,2	3,2	4,4	5,5	6,4	7,3	8,2	9,1
+11°C	-6	-4	-2,4	-0,9	0,5	1,8	3	4,2	5,3	6,3	7,4	8,3	9,2	10,1
+12°C	-4,9	-3,3	-1,6	-0,1	1,6	2,8	4,1	5,2	6,3	7,5	8,6	9,5	10,4	11,7
+13°C	-4,3	-2,5	-0,7	0,7	2,2	3,6	5,2	6,4	7,5	8,4	9,5	10,5	11,5	12,3
+14°C	-3,7	-1,7	0	1,5	3	4,5	5,8	7	8,2	9,3	10,3	11,2	12,1	13,1
+15°C	-2,9	-1	0,8	2,4	4	5,5	6,7	8	9,2	10,2	11,2	12,2	13,1	14,1
+16°C	-2,1	-0,1	1,5	3,2	5	6,3	7,6	9	10,2	11,3	12,2	13,2	14,2	15,1
+17°C	-1,3	0,6	2,5	4,3	5,9	7,2	8,8	10	11,2	12,2	13,5	14,3	15,2	16,6
+18°C	-0,5	1,5	3,2	5,3	6,8	8,2	9,6	11	12,2	13,2	14,2	15,3	16,2	17,1
+19°C	0,3	2,2	4,2	6	7,7	9,2	10,5	11,7	13	14,2	15,2	16,3	17,2	18,1
+20°C	1	3,1	5,2	7	8,7	10,2	11,5	12,8	14	15,2	16,2	17,2	18,1	19,1
+21°C	1,8	4	6	7,9	9,5	11,1	12,4	13,5	15	16,2	17,2	18,1	19,1	20
+22°C	2,5	5	6,9	8,8	10,5	11,9	13,5	14,8	16	17	18	19	20	21
+23°C	3,5	5,7	7,8	9,8	11,5	12,9	14,3	15,7	16,9	18,1	19,1	20	21	22
+24°C	4,3	6,7	8,8	10,8	12,3	13,8	15,3	16,5	17,8	19	20,1	21,1	22	23
+25°C	5,2	7,5	9,7	11,5	13,1	14,7	16,2	17,5	18,8	20	21,1	22,1	23	24
+26°C	6	8,5	10,6	12,4	14,2	15,8	17,2	18,5	19,8	21	22,2	23,1	24,1	25,1
+27°C	6,9	9,5	11,4	13,3	15,2	16,5	18,1	19,5	20,7	21,9	23,1	24,1	25	26,1
+28°C	7,7	10,2	12,2	14,2	16	17,5	19	20,5	21,7	22,8	24	25,1	26,1	27
+29°C	8,7	11,1	13,1	15,1	16,8	18,5	19,9	21,3	22,5	22,8	25	26	27	28
+30°C	9,5	11,8	13,9	16	17,7	19,7	21,3	22,5	23,8	25	26,1	27,1	28,1	29
+32°C	11,2	13,8	16	17,9	19,7	21,4	22,8	24,3	25,6	26,7	28	29,2	30,2	31,1
+34°C	12,5	15,2	17,2	19,2	21,4	22,8	24,2	25,7	27	28,3	29,4	31,1	31,9	33
+36°C	14,6	17,1	19,4	21,5	23,2	25	26,3	28	29,3	30,7	31,8	32,8	34	35,1
+38°C	16,3	18,8	21,3	23,4	25,1	26,7	28,3	29,9	31,2	32,3	33,5	34,6	35,7	36,9
+40°C	17,9	20,6	22,6	25	26,9	28,7	30,3	31,7	33	34,3	35,6	36,8	38	39