УТВЕРЖДАЮ

Директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____К.В. Гоголинский

«12» мая 2017 г.

КОМПЛЕКСЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ МКС

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2551-0044-2008
(с изменением № 1)

Руководитель лаборатории
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____В.П. Ковальков

г. Санкт-Петербург
2017 г.

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы метеорологические специальные МКС (далее комплексы МКС), предназначенные для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры воздуха, температуры почвы, относительной влажности воздуха, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления, количества осадков, высоты снежного покрова, радиационного фона.

Интервал между поверками 1 год.

1. Операции поверки

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Операции проводимые при поверке	
		Первичной	Периодической
Внешний осмотр	6.1	+	+
Опробование	6.2	+	+
Определение метрологических характеристик при измерении:			
- температуры воздуха;	6.3.1	+	+
- температуры почвы;	6.3.1	+	+
- относительной влажности воздуха;	6.3.2	+	+
- скорости воздушного потока;	6.3.3	+	+
- направления воздушного потока;	6.3.4	+	+
- атмосферного давления;	6.3.5	+	+
- количества осадков;	6.3.6	+	+
- высоты снежного покрова;	6.3.7	+	+
- радиационного фона	6.3.8	+	+

1.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

1.2 Допускается производить периодическую поверку отдельных измерительных каналов с занесением информации о поверенных измерительных каналах в свидетельство о поверке.

1.3. Допускается производить периодическую поверку в ограниченных диапазонах измерений, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке данной информации.

2. Средства поверки

Таблица 2

Наименование средства поверки и вспомогательного оборудования	Метрологические характеристики	
	Диапазон измерений	Погрешность, класс
Аэродинамический стенд	от 0,5 до 5 м/с от 5 до 60 м/с от 0 до 360 градусов	$\pm(0{,}04+0{,}04\cdot V_{изм})$ $\pm(0{,}04+0{,}02\cdot V_{изм})$ где $V_{изм}$ – измеренная скорость воздушного потока ± 1 градус
Барометр образцовый переносной БОП-1М-2	от 5 до 1100 гПа	±0,1 гПа
Калибратор влажности НМК15	11, 33, 75, 97 %	±1,3; ±1,2; ±1,5; ±2,0
Камера климатическая типа тепло-холод-влага	диапазон поддержания температуры от -60 до 60°С; диапазон поддержания относительной влажности от 10 до 98 %	точность поддержания температуры с погрешностью ± 2; точность поддержания влажности с погрешностью ± 5 %

Лимб	от 0 до 360 градусов	± 1 градус
Преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный Теркон	от минус 200 до 600 °С	±0,01 °С
Раскручивающее устройство	от 20 до 15000 об/мин	± 0,3 %
Рулетка измерительная металлическая Р5У2Г	от 0 до 5000 мм	±1 мм
Термогрометр ИВА-6Б	от 0 до 98 %	±1 % в диапазоне от 0 до 90 % включ. ±2 % в диапазоне св. 90 до 98 %
Термостат металлоблочный	от минус 60 °С до 60 °С	±1 °С
Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100	от -60 до 60 °С	±0,02 °С
Установка поверочная дозиметрическая гамма излучения УПГД-2М-Д	от 5 10^{-7} до 5 10^{-2} Зв/ч	±5%
Цилиндр 2 класса точности Klin	номинальная вместимость 100 мл	класс точности 2
Штангенциркуль ЩЦ1-400-0,1 по ГОСТ 166-89	от 0 до 400 мм	±0,1 мм
Задатчик давления	от 600 до 1100 гПа	-

2.1 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке, эталоны - действующие свидетельства об аттестации.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых комплексов МКС с требуемой точностью.

3. Требования к безопасности и квалификации поверителя

3.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие специальное обучение и имеющие право на проведение поверки, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию, прилагаемую к комплексам МКС.

3.2 При проведении поверки должны соблюдаться:

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в эксплутационной документации;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила ТБ при эксплуатации электроустановок потребителей».

4. Условия проведения поверки

При поверке должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С — от 10 до 40;
- относительная влажность воздуха, % — от 10 до 90;
- атмосферное давление, гПа — от 600 до 1100.

5. Подготовка к поверке

5.1 Проверить комплектность комплекса МКС.

5.2 Проверить электропитание комплекса МКС.

5.3 Включить комплекс МКС согласно ЭД (перед началом проведения поверки комплекс МКС должны работать не менее 10 минут).

5.4 Подготовить к работе средства поверки и вспомогательное оборудование.

6. Проведение поверки

6.1.Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие комплекса МКС следующим требованиям:

6.1.1 Центральная система комплекса МКС, преобразователи, вспомогательное и дополнительное оборудование не должны иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество работы комплекса.

6.1.2 На деталях не должно быть пятен, царапин и дефектов, влияющих на качество их работы.

6.1.3 Регулировочные винты и контровочные гайки должны быть надежно затянуты, крепления деталей и узлов должны быть жесткими.

6.1.4 Соединения в разъемах питания комплекса МКС должны быть надежными.

6.1.5 Маркировка комплекса МКС должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

6.1.6 Центральная система комплекса МКС, преобразователи, вспомогательное и дополнительное оборудование должны быть размещены согласно ЭД.

6.1.7 Контрольная индикация должна указывать на работоспособность комплекса МКС.

6.2.Опробование

Опробование комплекса МКС должно осуществляться в следующем порядке:

6.2.1 Включить центральную систему комплекса МКС и проверить ее работоспособность.

6.2.2 Провести проверку работоспособности всех измерительных каналов.

6.3.Определение метрологических характеристик

6.3.1 Поверка канала измерений температуры воздуха и почвы.

Первичная поверка производится в следующем порядке:

6.3.1.1 Установите в климатической камере преобразователь HMP45D (используется под кодом QMH102/110) или ТСПТ300 и эталонный термометр так, чтобы их чувствительные элементы находились в центре климатической камеры, максимально близко друг к другу.

6.3.1.2 Перед определением погрешности измерений температуры воздуха и почвы выдержите преобразователи HMP45D, ТСПТ300 и эталонный термометр в климатической камере в течении не менее 30 минут.

6.3.1.3 Проведите измерения температуры воздуха или почвы с интервалом 10 °С по всему диапазону измерений.

6.3.1.4 Фиксируйте показания канала измерений температуры воздуха или почвы $T_{изм}$ комплекса МКС и эталонного термометра $T_{эт}$.

6.3.1.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры воздуха $\Delta T_в$ или температуры почвы $\Delta T_п$ по формулам:

$$\Delta T_в = T_{изм} - T_{эт}$$
$$\Delta T_п = T_{изм} - T_{эт}$$

6.3.1.6 Критерием положительного результата поверки измерительного канала температуры воздуха при использовании преобразователя HMP45D является:

$\Delta T < \pm (0{,}1 + 0{,}005 \left| t \right|)$ °С, где t-измеренная температура воздуха.

6.3.1.7 Критерием положительного результата поверки измерительного канала температуры почвы при использовании преобразователя ТСПТ300 является:

$\Delta T < \pm 0{,}3$ °С.

Периодическая поверка производится в следующем порядке:

6.3.1.8 Установите в термостат преобразователь HMP45D (используется под кодом QMH102/110) или ТСПТ300 и эталонный термометр.

6.3.1.9 Проведите измерения температуры воздуха или почвы с интервалом 10 °С по всему диапазону измерений.

6.3.1.10 Фиксируйте показания канала измерений температуры воздуха или почвы $T_{изм}$ комплекса МКС и эталонного термометра $T_{эт}$.

6.3.1.11 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры воздуха $\Delta T_в$ или температуры почвы $\Delta T_п$ по формулам:

$$\Delta T_в = T_{изм} - T_{эт}$$
$$\Delta T_п = T_{изм} - T_{эт}$$

6.3.1.12 Критерием положительного результата поверки измерительного канала температуры воздуха при использовании преобразователя HMP45D является:

$\Delta T < \pm (0{,}1 + 0{,}005 \left| t \right|)$°C, где t-измеренная температура воздуха.

6.3.1.13 Критерием положительного результата поверки измерительного канала температуры почвы при использовании преобразователя ТСПТ300 является:

$\Delta T < \pm 0{,}3$°C.

6.3.2 Поверка канала измерений относительной влажности воздуха.

Первичная поверка выполняется в следующем порядке:

6.3.2.1 Установите в климатической камере преобразователь HMP45D и эталонный термогигрометр так, чтобы их чувствительные элементы находились в центре климатической камеры, максимально близко друг к другу.

6.3.2.2 Перед определением погрешности измерений относительной влажности воздуха выдержите преобразователь HMP45D и эталонный термогигрометр в климатической камере в течение не менее 30 минут.

6.3.2.3 Задавайте в климатической камере значения относительной влажности воздуха в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

6.3.2.4 Фиксируйте показания канала измерений влажности воздуха $B_{изм}$ комплекса МКС и эталонного термогигрометра $B_{эт}$ не ранее, чем через 30 минут после выхода климатической камеры на заданный режим.

6.3.2.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений относительной влажности воздуха $\Delta B_п$ по формуле:

$$\Delta B_п = B_{изм} - B_{эт}$$

6.3.2.6 Критерием положительного результата поверки измерительного канала относительной влажности воздуха при использовании преобразователя HMP45D является:

$\Delta B < \pm 2\%$, для диапазона от 0,8 до 90 % включительно;

$\Delta B < \pm 3\%$, для диапазона свыше 90 до 100 %.

Периодическая поверка выполняется в следующем порядке:

6.3.2.7 Установите в калибратор влажности HMK15 преобразователь HMP45D и эталонный термогигрометр.

6.3.2.8 Перед определением погрешности измерений относительной влажности воздуха выдержите преобразователь HMP45D и эталонный термогигрометр в калибраторе влажности в течении не менее 60 минут.

6.3.2.9 Проведите измерения относительной влажности воздуха в трех точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

6.3.2.10 Фиксируйте показания канала измерений влажности воздуха $B_{изм}$ комплекса МКС и эталонного термогигрометра $B_{эт}$.

6.3.2.11 Вычислите абсолютную погрешность измерений относительной влажности воздуха $\Delta B_п$ по формуле:

$$\Delta B_п = B_{изм} - B_{эт}$$

6.3.2.12 Критерием положительного результата поверки измерительного канала относительной влажности воздуха при использовании преобразователя HMP45D является:

$\Delta B < \pm 2\%$, для диапазона от 0,8 до 90 % включительно;
$\Delta B < \pm 3\%$, для диапазона свыше 90 до 100 %.

6.3.3 Поверка канала измерений скорости воздушного потока.

Первичная и периодическая поверка выполняется в следующем порядке:

6.3.3.1 Разместите преобразователь RM Young 05103 в зоне равных скоростей рабочего участка аэродинамического стенда.

6.3.3.2 Перед определением погрешности измерений скорости воздушного потока необходимо провести технологический прогон преобразователя RM Young 05103 при скорости воздушного потока (10±1) м/с в течение не менее 10 минут.

6.3.3.3 Установите скорость воздушного потока в рабочем участке аэродинамического стенда в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

6.3.3.4 Фиксируйте показания канала измерений скорости воздушного потока $V_{изм}$ комплекса МКС и аэродинамического стенда $V_{эт}$.

6.3.3.5 Вычислите абсолютную погрешность канала измерений скорости воздушного потока по формулам:

$$\Delta V = V_{изм} - V_{эт}$$

6.3.3.6 Критерием положительного результата поверки измерительного канала скорости воздушного потока при использовании преобразователя RM Young 05103 является:

$$\Delta V < \pm(0{,}3 + 0{,}04 \cdot V_{имз})$$

6.3.3.7 Периодическая поверка выполняется в следующем порядке:

6.3.3.8 Определение абсолютной погрешности преобразования частоты вращения вала в значение скорости воздушного потока производится в следующем порядке:

6.3.3.9 Присоедините раскручивающие устройство к преобразователю RM Young 05103.

6.3.3.10 Установите на пульте управления раскручивающего устройства значения частоты вращения оси в пяти точках равномерно распределенных по диапазону измерений (соответствие частоты вращения и скорости воздушного потока для преобразователя RM Young 05103 указано в ЭД:

6.3.3.11 На каждой имитируемой скорости воздушного потока $V_{эт}$ фиксируйте показания скорости воздушного потока $V_{изм}$ преобразователя RM Young 05103.

6.3.3.12 Вычислите абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока для преобразователей RM Young 05103 по формуле:

$$\Delta V = V_{изм} - V_{эт}$$

6.3.3.13 Погрешность измерений скорости воздушного потока при использовании преобразователей RM Young 05103 должна удовлетворять условию:

$$\Delta V < \pm(0{,}3 + 0{,}04 \cdot V_{изм})$$

6.3.4 Поверка канала измерений направления воздушного потока.

6.3.4.1 Первичная поверка выполняется в следующем порядке:

6.3.4.2 Разместите преобразователь RM Young 05103 в зоне равных скоростей рабочего участка аэродинамического стенда.

6.3.4.3 Закрепите преобразователь RM Young 05103 на лимб таким образом, что бы показания преобразователя RM Young 05103 $\varphi_{изм}$ согласовались с показаниям лимба $\varphi_{эт}$ в точке (0±1) градус.

6.3.4.4 Перед определением погрешности измерений направления воздушного потока необходимо провести технологический прогон преобразователя RM Young 05103 при скорости воздушного потока (10±1) м/с в течение 10 минут.

6.3.4.5 Установите скорость воздушного потока в рабочем участке аэродинамического стенда равную 1 м/с и следите за показаниями. Показания должны установиться на значении (0±3) градуса.

6.3.4.6 Повторите операцию по п. 6.3.4.6 на скоростях 20 м/с, 40 м/с, 60 м/с.

6.3.4.7 На каждой скорости фиксируйте показания $\varphi_{изм}$ канала измерений направления воздушного потока комплекса МКС.

6.3.4.8 Повторите операции п. 6.3.4.5 – 6.3.4.8 для показаний лимба аэродинамического стенда $\varphi_{эт}$ для значений 60; 120; 180; 210; 270; 330; 359,9 градусов

6.3.4.9 Вычислите абсолютную погрешность измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{изм} - \varphi_{эт}$$

6.3.4.10 Критерием положительного результата поверки измерительного канала направления воздушного потока при использовании преобразователя RM Young 05103 является:

$$\Delta\varphi \leq \pm 3 \text{ градуса}$$

6.3.4.11 Периодическая поверка выполняется в следующем порядке:

6.3.4.13 Установите преобразователь RM Young 05103 на лимб таким образом, что бы показания преобразователя RM Young 05103 $\varphi_{изм}$ согласовались с показаниям лимба $\varphi_{эт}$ в точке (0±1) градус.

6.3.4.14 Поверните флюгарку преобразователя RM Young 05103, таким образом, что бы значения лимба 90 градусов.

6.3.4.15 Фиксируйте показания $\varphi_{изм}$ комплекса МКС и $\varphi_{эт}$ лимба.

6.3.4.16 Повторите операции п. 6.3.4.14 - 6.3.4.15 поворачивая флюгарку преобразователя RM Young 05103 на 180; 270 и 355 градусов

6.3.4.17 Вычислите абсолютную погрешность измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{изм} - \varphi_{эт}$$

6.3.4.34 Показания на экране ноутбука должны установиться на значении (355 ± 3) градуса.

6.3.4.35 Погрешность измерений направления воздушного потока при использовании преобразователей RM Young 05103 должна удовлетворять условию:

$$\Delta\varphi \leq \pm 3 \text{ градуса}$$

6.3.5 Поверка канала измерений атмосферного давления.

6.3.5.1 Первичная и периодическая поверки выполняются в следующем порядке:

6.3.5.2 Установите преобразователи PTB200 или PMT16A на одном уровне с эталонным барометром.

6.3.5.3 Присоедините вакуумные шланги задатчика давления к преобразователям PTB200 ли PMT16A и эталонному барометру.

6.3.5.4 Задавайте значения абсолютного давления $P_{эт}$ в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

6.3.5.5 Фиксируйте показания преобразователей $P_{изм}$, и эталонного барометра $P_{эт}$.

6.3.5.6 Вычислите абсолютную погрешность измерения давления ΔP по формуле:

$$\Delta P = P_{изм} - P_{эт}$$

6.3.5.7 Критерием положительного результата поверки измерительного канала атмосферного давления при использовании преобразователя PMT16A является:

$$\Delta P < \pm 0{,}3 \text{ гПа}$$

6.3.5.8 Критерием положительного результата поверки измерительного канала атмосферного давления при использовании преобразователя PTB200 является:

$$\Delta P < \pm 0{,}25 \text{ гПа}$$

6.3.6 Поверка канала измерений количества осадков.

6.3.6.1 Первичная и периодическая поверки выполняются в следующем порядке:

6.3.6.2 Установите осадкомер на ровную твердую поверхность.

6.3.6.3 Измерьте с помощью штангенциркуля внутренний диаметр d приемной камеры осадкомера.

6.3.6.4 С помощью цилиндра 2-го класса точности «Klin» равномерно, не допуская переполнения челночного механизма, наполняйте приемную емкость осадкомера водой $V_{эт}$ (20, 100; 200; 500; 1000; 1500; 5000) мл. Значения эквивалентного эталонного количества осадков $M_{эт}$ вычисляются по формуле:

$$M_{эт} = 4\frac{V_{эт}}{\pi d^2}$$

6.3.6.5 Фиксируйте показания комплекса МКС по каналу измерений количества осадков $M_{изм}$.

6.3.6.6 Определите погрешность измерений количества осадков по формуле:

$$\sigma M = ((M_{изм} - M_{эт}) / M_{эт}) \cdot 100\%$$

6.3.6.7 Критерием положительного результата поверки измерительного канала количества осадков при использовании преобразователя QMR370 является:

$$\sigma M < \pm (0{,}2 + 0{,}05 \cdot M_{изм}) \text{ мм}$$

6.3.7 Поверка канала измерений высоты снежного покрова с измерителем DSU7210.

6.3.7.1 Первичная и периодическая поверки выполняются в следующем порядке:

6.3.7.2 Переведите измеритель DSU7210 в горизонтальное положение.

6.3.7.3 Включите измеритель DSU7210. Проведите проверку функционального состояния измерителя DSU7210 согласно ЭД.

6.3.7.4 Нацельте измеритель DSU7210 на щит, удаленный от измерителя на расстояние $H_{эт}$ = 30 см, расстояние до щита контролируются рулеткой.

6.3.7.5 Фиксируйте показания комплекса МКС $H_{изм}$.

6.3.7.6 Повторите измерения не менее 5 раз.

6.3.7.7 Вычислите среднее значение $\overline{H}$ - расстояний до щита, проведенное измерителем DSU7210 по формуле.

$$\overline{H} = \frac{\sum_{i=1}^{n} H_{измi}}{n}$$

6.3.7.8 Повторите операции п. 6.3.7.4 – 6.3.7.7 устанавливая щит на расстояниях 50; 100; 300; 488 см.

6.3.7.9 Приведенная погрешность измерений σH определяется по формуле:

$$\sigma H = \frac{\overline{H} - H_{эт}}{488} \cdot 100\%$$

6.3.7.10 Критерием положительного результата поверки канала высоты снежного покрова для измерителя DSU7210 является:

$$\sigma H < \pm 0{,}3\ \%.$$

6.3.8 Поверка измерителей радиационного фона ИРТ-М осуществляется в соответствии с МИ 1788-87 «Приборы дозиметрические для измерения экспозиционной дозы и мощности экспозиционной дозы, поглощенной дозы и мощности поглощенной дозы в воздухе фотонного излучения. Методика поверки».

6.3.8.1 Критерием положительного результата поверки канала измерений радиационного фона для измерителя ИРТ-М является:

$$\delta F < \pm 20\ \%.$$

7. Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформляют в протоколе, форма которого приведена в Приложении А.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленного образца.

7.3 При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности установленного образца.

Приложение А

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

МКС заводской номер_____
Дата ввода в эксплуатацию «_____»_____20__года
Место установки_____

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1. Внешний осмотр
1.1 Замечания_____
1.2 Выводы_____
2. Опробование
2.1 Замечания_____
2.2 Выводы_____
3. Определение метрологических характеристик МКС.
3.1 Канала измерения температуры воздуха.
3.1.1 Результаты измерений_____
3.1.2 Выводы_____
3.2 Канала измерения температуры почвы.
3.2.1 Результаты измерений _____
3.2.2 Выводы_____
3.3 Канала измерений относительной влажности воздуха.
3.3.1 Результаты измерений _____
3.3.2 Выводы_____
3.4 Канала измерений скорости воздушного потока.
3.4.1 Результаты измерений _____
3.4.2 Выводы_____
3.5 Канала измерений направления воздушного потока.
3.5.1 Результаты измерений _____
3.5.2 Выводы_____
3.7 Канала измерений атмосферного давления.
3.7.1 Результаты измерений _____
3.7.2 Выводы_____
3.8 Канала измерений количества осадков.
3.8.1 Результаты измерений _____
3.8.2 Выводы_____
3.9 Канала измерений высоты снежного покрова.
3.9.1 Результаты измерений _____
3.9.2 Выводы_____
3.10 Канала измерений радиационного фона.
3.10.1 Результаты измерений _____
3.10.2 Выводы_____

На основании полученных результатов МКС
признается:_____

Для эксплуатации до «___»_____20___года.

Поверитель_____
Подпись ФИО

Дата поверки «____»_____20__года.