

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

УТВЕРЖДАЮ

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



А.Н. Пронин

М.п. « 06 » июля 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы метеорологические специальные МКС-М6
Методика поверки

МП 2540-0084-2020

И.о. руководителя научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области
аэрогидрофизических параметров
А.Ю. Левин

Инженер 1 категории научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области
аэрогидрофизических параметров

П.К. Сергеев

г. Санкт-Петербург
2020 г.

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы метеорологические специальные МКС-М6 (далее – МКС-М6) предназначены для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры воздуха, температуры почвы, относительной влажности воздуха, влажности почвы, скорости и направления воздушного потока, атмосферного давления, количества осадков, высоты снежного покрова, энергетической освещенности, продолжительности солнечного сияния, высоты облаков, метеорологической оптической дальности, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Методикой поверки предусмотрена периодическая поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков, с обязательным занесением данной информации в свидетельство о поверке.

Методикой поверки предусмотрена периодическая поверка в условиях эксплуатации.

Примечания:

1) В случае выхода из строя первичного измерительного преобразователя (датчика) МКС-М6, в течение интервала между поверками, допускается проводить ремонт вышедшего из строя датчика или его замену на однотипный, исправный, с проведением поверки измерительного канала (ИК), в котором проводилась замена/ремонт датчика.

2) В случае добавления новых ИК в находящуюся в эксплуатации МКС-М6, имеющую действующее свидетельство о поверке, необходимо проведение поверки только вновь добавленных ИК в соответствии с утвержденной методикой поверки.

1. Операции поверки

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа о поверке	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	+	+
Опробование	6.2	+	+
Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.2.4	+	+
Определение метрологических характеристик измерительных каналов (далее – ИК):			
- ИК температуры воздуха, почвы;	6.3.1	+	+
- ИК относительной влажности воздуха;	6.3.2	+	+
- ИК скорости и направления воздушного потока;	6.3.3, 6.4.1	+	+
- ИК атмосферного давления;	6.3.4	+	+
- ИК количества осадков;	6.3.5, 6.3.6	+	+
- ИК высоты снежного покрова;	6.3.7	+	+
- ИК продолжительности солнечного сияния;	6.3.8	+	+
- ИК высоты облаков;	6.3.9	+	+
- ИК метеорологической оптической дальности;	6.3.10, 6.3.11	+	+
- ИК влажности почвы;	6.3.12, 6.4.2	+	+
- ИК энергетической освещенности.	6.3.13	+	+
*Примечание - при невозможности демонтажа оборудования ИК, определение их метрологических характеристик осуществляется по пункту 6.4			

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

2. Средства поверки и вспомогательное оборудование

Таблица 2

Номер пункта	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2.4	Персональный компьютер с терминальной программой.
6.3.1	Комплекс поверочный портативный КПП-2, диапазон измерений температуры от -60 до +60 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,015$ °С, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. номер) 66622-17. Калибратор температуры сухоблочный Fluke модели 9190А, диапазон воспроизводимых температур от -95 до +140 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры $\pm 0,2$ °С, рег. номер 56156-14.
6.3.2	Комплекс поверочный портативный КПП-3, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений ± 1 %, рег. номер 67967-17.
6.3.3, 6.4.1	Рабочий эталон (аэродинамическая измерительная установка) по государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2815 от 25.11.2019, диапазон измерений скорости воздушного потока от 0,5 до 60 м/с, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,04+0,02 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока. Комплекс поверочный портативный КПП-4, диапазон воспроизведения и измерений частоты вращения вала от 20 до 15000 об/мин; диапазон измерений угла поворота от 0 до 360°, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,003 \omega)$ об/мин, ω - показания значения частоты вращения вала, об/мин, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений угла поворота $\pm 1^\circ$, рег. номер 68664-17.
6.3.4	Комплекс поверочный портативный КПП-1, диапазон измерений абсолютного давления от 5 до 1100 гПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 0,1$ гПа, рег. номер 66485-17.
6.3.5, 6.3.6	Гири с номинальной массой: 1 г, 20 г, 40 г, 100 г, 1 кг, 5 кг, 10 кг, 15 кг, 30 кг, класс точности F2 по ГОСТ OIML R 111-1-2009. Цилиндры 2-го класса точности Klin 10 мл, 100 мл, 2000 мл, рег. номер 33562-06.
6.3.7	Комплекс поверочный портативный КПП-6, диапазон измерений расстояния от 0,05 до 200 м; диапазоны значений имитируемых (эквивалентных) расстояний высоты облаков: от 12 до 18 м, от 24 до 36 м, от 48 до 72 м, от 96 до 144 м, от 405 до 495 м, от 1728 до 2112 м, от 2619 до 3201 м, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния $\pm(0,005+0,005 \cdot D)$ м, D – измеренное значение расстояния, рег. номер 70981-18.
6.3.8	Секундомер механический СОСпр, временной интервал 3600 с, погрешность $\pm 5,4$ с, рег. номер 11519-11.
6.3.9	Рабочий эталон единицы длины по локальной поверочной схеме, согласованной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева», для средств измерений высоты нижней границы облачности в диапазоне от 10 до 10000 м, абсолютная погрешность $\pm 0,5$ м в диапазоне от 10 до 50 м включительно, относительная погрешность ± 1 % в диапазоне свыше 50 до 10000 м.

6.3.10, 6.3.11	Рабочий эталон единицы длины по локальной поверочной схеме, согласованной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева», для средств измерений метеорологической оптической дальности в диапазоне от 10 до 50000 м, относительная погрешность $\pm 5\%$. Комплект нейтральных светофильтров LTOF111, номинальные значения КНП 3,12 %, 71,63 %, 90,02 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2\%$, рег. номер 35706-07.
6.3.12	Почва дерново-подзолистая супесчаная, ГСО 2498-83. Сушильный шкаф (устройство для нагревания материалов в воздушной среде), стабилизируемая температура 105 °С, нестабильность поддержания $\pm 2\text{ °С}$. Весы электронные специального назначения ВСН-1/0,01, диапазон измерений массы от 0,0001 до 1 кг, интервалы взвешивания: от 0,0001 до 0,025 кг включительно, пределы абсолютной погрешности измерений $\pm 0,03\text{ г}$; свыше 0,025 до 0,1 кг включительно, пределы абсолютной погрешности измерений $\pm 0,05\text{ г}$; свыше 0,1 до 1,0 кг, пределы абсолютной погрешности измерений $\pm 0,05\text{ г}$, рег. номер 27303-04.
6.3.13	Рабочий эталон 2 разряда (пиранометр) по государственной поверочной схеме для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности силы излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, силы излучения и энергетической освещенности в диапазоне длин волн от 0,2 до 25,0 мкм, спектральной плотности потока излучения в диапазоне длин волн от 0,25 до 2,5 мкм, энергетической освещенности и энергетической яркости монохроматического излучения в диапазоне длин волн от 0,45 до 1,6 мкм, спектральной плотности потока излучения возбуждения флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,8 мкм и спектральной плотности потока излучения эмиссии флуоресценции в диапазоне длин волн от 0,25 до 0,85 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2815 от 29.12.2018. Установка ПО-4 по ТУ 25-04-1570.
6.4.2	Датчик влажности почвы высокой точности ML3 ThetaProbe, диапазон измерений влажности почвы от 1 до 50 %, пределы абсолютной погрешности измерений $\pm 1\%$, рег. номер 68172-17.

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 МКС-М6 с требуемой точностью.

3. Требования к квалификации поверителей и требования безопасности.

3.1. К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, изучившие настоящую методику и эксплуатационную документацию (далее ЭД), прилагаемую к МКС-М6.

3.2. При проведении поверки должны соблюдаться:

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

4. Условия поверки

При поверке в лабораторных условиях допускается соблюдать следующие требования:

- температура воздуха, °С от +15 до +35;
- относительная влажность воздуха, % от 25 до 90;
- атмосферное давление, гПа от 860 до 1060.

При проведении поверке в условиях эксплуатации допускается соблюдать следующие требования:

- температура воздуха, °С от -15 до +45;
- относительная влажность воздуха, % от 20 до 90;
- метеорологическая оптическая дальность, м не менее 10000;
- отсутствие атмосферных осадков, опасных явлений.

При этом не должны нарушаться требования к условиям применения (эксплуатации) средств поверки (эталонов).

5. Подготовка к поверке

- 5.1. Проверить МКС-М6.
- 5.2. Проверить электропитание МКС-М6.
- 5.3. Подготовить к работе и включить МКС-М6 согласно ЭД.

6. Проведение поверки

6.1. Внешний осмотр

6.1.1. МКС-М6 не должен иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество его работы.

6.1.2. Соединения в разъемах питания МКС-М6 должны быть надежными.

6.1.3. Маркировка МКС-М6 должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

6.2. Опробование

Опробование МКС-М6 должно осуществляться в следующем порядке:

6.2.1. Включите МКС-М6.

6.2.2. Убедитесь, что измерительная информация поступает со всех измерительных каналов (далее – ИК) и отображается на устройствах отображения, сообщения о ошибках – отсутствуют.

6.2.3. При поверке, измеренные значения по соответствующим измерительным каналам фиксируются на дисплее устройства отображения комплекса МКС-М6.

6.2.4. Убедитесь, что для механических чувствительных элементов скорости и направления воздушного потока момент трогания подшипников и характеристики вертушек, винтов, флюгарок соответствуют установленным в ЭД.

6.2.5. Подтверждение соответствия программного обеспечения.

6.2.6. Идентификация автономного ПО «Almeta Observer» (при его наличии в комплекте поставки) осуществляется путем проверки номера версии ПО, номер версии ПО отображается в окне «О программе».

6.2.7. Идентификация автономного ПО «Almeta Avia Observer» (при его наличии в комплекте поставки) осуществляется путем проверки номера версии ПО, номер версии ПО отображается в окне «О программе».

6.2.8. Идентификация встроенного ПО, в зависимости от исполнения центрального устройства, производится одним из следующих способов:

6.2.7.1 Идентификация встроенного ПО «bin.mot» осуществляется путем проверки номера версии ПО. Номер версии встроенного ПО «bin.mot» отображается в рабочем поле терминальной программы, при установке соединения с модулем центрального устройства (параметры соединения указаны в ЭД).

6.2.7.2 Идентификация встроенного ПО «datacollector» осуществляется путем проверки номера версии ПО. Номер версии ПО отображается в SSH или Telnet-терминале в ответном сообщении на команду datacollector –version.

6.2.7.3 Идентификация встроенного ПО «TU41sm» осуществляется путем проверки номера версии ПО. Номер версии встроенного ПО «TU41sm» отображается в конфигурационном ПО, в рабочем поле «Версия мидлета», вкладка «Информация», в группа «Java».

6.2.9. Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными если:

- номер версии автономного ПО «Almeta Observer» не ниже 4.0;
- номер версии автономного ПО «Almeta Avia Observer» не ниже 1.0.1;
- номер версии встроенного ПО «bin.mot» не ниже 6.04;
- номер версии встроенного ПО «datacollector» не ниже 1.0;
- номер версии встроенного ПО «TU41sm» не ниже 2.0.

6.3. Определение метрологических характеристик:

6.3.1. Поверка МКС-М6 по каналу измерений температуры воздуха, почвы выполняется в следующем порядке:

6.3.1.1. Подготовьте к работе и включите МКС-М6 в соответствии с ЭД.

6.3.1.2. Поместите чувствительный элемент ИК температуры воздуха МКС-М6 и эталонный термометр в калибратор температуры комплекса поверочного портативного КПП-2.

6.3.1.3. Последовательно задайте значения температуры калибратором в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

6.3.1.4. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $t_{в\text{ изм}i}$ и значения эталонные, $t_{в\text{ эт}i}$ измеренные комплексом КПП-2.

6.3.1.5. Вычислите абсолютную погрешность МКС-М6 канала измерений температуры воздуха по формуле:

$$\Delta t_v = t_{в\text{ изм}i} - t_{в\text{ эт}i}$$

6.3.1.6. Поместите чувствительный элемент ИК температуры почвы МКС-М6 в калибратор температуры сухоблочный Fluke модели 9190А.

6.3.1.7. Последовательно задайте значения температуры калибратором в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

6.3.1.8. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $t_{п\text{ изм}i}$ и значения эталонные, $t_{п\text{ эт}i}$ заданные калибратором температуры сухоблочным Fluke модели 9190А.

6.3.1.9. Вычислите абсолютную погрешность МКС-М6 канала измерений температуры почвы по формуле:

$$\Delta t_p = t_{п\text{ изм}i} - t_{п\text{ эт}i}$$

6.3.1.10. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналам измерений температуры воздуха, почвы во всех выбранных точках не превышает:

для канала измерений температуры воздуха:

$$\Delta t_v \leq \pm (0,1 + 0,002 \cdot |t_v|) \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ где } |t_v| - \text{ значение измеренной температуры воздуха.}$$

для канала измерений температуры почвы:

$$\Delta t_p \leq \pm 0,4 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ в диапазоне измерений св. } -60 \text{ до } +60 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ.,}$$

$$\Delta t_p \leq \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ в диапазоне измерений от } -70 \text{ до } -60 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ включ. и св. } +60 \text{ до } +80 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

6.3.2. Поверка МКС-М6 по каналу измерений относительной влажности воздуха выполняется в следующем порядке:

6.3.2.1. Последовательно помещайте чувствительный элемент ИК относительной влажности воздуха МКС-М6 и эталонный гигрометр в растворы солей (LiCl, MgCl₂, NaCl, K₂SO₄) из состава комплекса поверочного портативного КПП-3.

6.3.2.2. Выдерживайте в каждой из солей чувствительный элемент ИК относительной влажности воздуха МКС-М6 и эталонный гигрометр в течение 2 часов.

6.3.2.3. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $\phi_{изм}i$ и значения эталонные, $\phi_{эт}i$ измеренные эталонным гигрометром.

6.3.2.4. Вычислите абсолютную погрешность МКС-М6 по каналу измерения относительной влажности воздуха по формуле:

$$\Delta \phi = \phi_{изм}i - \phi_{эт}i$$

6.3.2.5. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений относительной влажности воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta\varphi \leq \pm 3 \% \text{ в диапазоне измерений от } 0 \% \text{ до } 90 \% \text{ включительно,}$$
$$\Delta\varphi \leq \pm 4 \% \text{ в диапазоне измерений свыше } 90 \% \text{ до } 100 \%.$$

6.3.3. Поверка МКС-М6 по каналу измерений скорости и направления воздушного потока. Первичная поверка выполняется в следующем порядке:

6.3.3.1. Разместите чувствительный элемент ИК скорости и направления воздушного потока МКС-М6 в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки.

6.3.3.2. Задайте значения скорости воздушного потока в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

6.3.3.3. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $V_{\text{изм}i}$ и значения эталонные, $V_{\text{эт}i}$ измеренные аэродинамической измерительной установкой.

6.3.3.4. Закрепите чувствительный элемент ИК скорости и направления воздушного потока МКС-М6 на поворотном координатном столе (лимбе) в рабочем участке аэродинамической измерительной установки таким образом, чтобы показания координатного стола (лимба) и МКС-М6 соответствовали значению (0 ± 1) градус.

6.3.3.5. Последовательно задайте значения направления воздушного потока поворотным координатным столом (лимбом) в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений при скорости воздушного потока 0,5 м/с.

6.3.3.6. Повторите пункт 6.3.3.5 задавая скорость воздушного потока 30 и 60 м/с.

6.3.3.7. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $h_{\text{изм}i}$ и значения эталонные, $h_{\text{эт}i}$ заданные аэродинамической измерительной установкой.

6.3.3.8. Вычислите абсолютную погрешность МКС-М6 по каналу измерений скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta v = v_{\text{изм}i} - v_{\text{эт}i}$$

6.3.3.9. Вычислите абсолютную погрешность МКС-М6 по каналу измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta h = h_{\text{изм}i} - h_{\text{эт}i}$$

6.3.3.10. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений скорости воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta v \leq \pm(0,3 + 0,04 \cdot V) \text{ м/с,}$$

где V – измеренное значение скорости воздушного потока.

6.3.3.11. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta h \leq \pm 3^{\circ}$$

Периодическая поверка МКС-М6 по каналу измерений скорости и направления воздушного потока с ультразвуковыми преобразователями выполняется в соответствии с пунктами 6.3.3.1 – 6.3.3.11 настоящей методики поверки.

Периодическая поверка МКС-М6 по каналу измерений скорости и направления воздушного потока с механическими преобразователями выполняется в следующем порядке.

6.3.3.12. Присоедините раскручивающее устройство из состава комплекса поверочного портативного КПП-4 (далее – КПП-4) к чувствительному элементу поверяемого ИК скорости воздушного потока в соответствии с ЭД на КПП-4.

6.3.3.13. Установите на пульте управления КПП-4 значения частоты вращения оси раскручивающего устройства в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений (соответствие частоты вращения и скорости воздушного потока рассчитывается по переводной функции, указанной в формуляре МКС-М6 «ЯКИН.411713.716 ФО»).

6.3.3.14. На каждой имитируемой скорости воздушного потока фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $V_{\text{изм}}$ и значения эталонные, $V_{\text{эт}}$ снимаемые с пульта КПП-4.

6.3.3.15. Вычислите абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока ΔV_n , м/с, по формуле:

$$\Delta V_n = V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}$$

6.3.3.16. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений скорости воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta V_n \leq \pm(0,3 + 0,04 \cdot V) \text{ м/с,}$$

где V – измеренное значение скорости воздушного потока.

Определение погрешности измерения направления воздушного потока производится в следующей последовательности:

6.3.3.17. Установите ИК скорости и направления воздушного потока МКС-М6 на лимб из комплекта КПП-4 таким образом, чтобы показания соответствовали (0 ± 1) градус.

6.3.3.18. Задайте лимбом значения направления воздушного потока в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

6.3.3.19. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $h_{\text{изм}i}$ и значения эталонные, $h_{\text{эт}i}$ заданные лимбом.

6.3.3.20. Вычислите абсолютную погрешность измерений направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta h = h_{\text{изм}i} - h_{\text{эт}i}$$

6.3.3.21. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta h \leq \pm 3^\circ$$

6.3.4. Поверка МКС-М6 по каналу измерений атмосферного давления выполняется в следующем порядке.

6.3.4.1. Разместите чувствительный элемент ИК атмосферного давления МКС-М6 и эталонный барометр на одном уровне.

6.3.4.2. Подключите к ИК атмосферного давления МКС-М6 к эталонному барометру и задатчику давления.

6.3.4.3. Задайте значения абсолютного давления в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений, контроль задания осуществляйте эталонным барометром. Повторите измерения в каждой точке не менее двух раз.

6.3.4.4. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $p_{\text{изм}i}$ и значения эталонные, $p_{\text{эт}i}$ измеренные эталонным барометром.

6.3.4.5. Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления по формуле:

$$\Delta p = p_{\text{изм}i} - p_{\text{эт}i}$$

6.3.4.6. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений атмосферного давления во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta p \leq \pm 0,3 \text{ гПа в диапазоне от 500 до 1100 гПа,}$$

для канала измерений атмосферного давления с емкостным преобразователем;

$$\Delta p \leq \pm 0,33 \text{ гПа, в диапазоне от 600 до 1100 гПа,}$$

для канала измерений атмосферного давления с вибрационно-частотным преобразователем.

6.3.5. Поверка МКС-М6 по каналу измерений количества осадков с весовым преобразователем выполняется в следующем порядке.

6.3.5.1. Произведите демонтаж корпуса и контейнера для сбора осадков.

6.3.5.2. Фиксируйте начальное значение (в мм), измеренные МКС-М6, M_0 .

6.3.5.3. Поместите на устройство взвешивания гирию (гири) массой (общей массой) 4 г, что соответствует количеству осадков равному 0,2 мм (приложение А). Повторите операцию, помещая на устройство взвешивания гири общей массой 20, 100 г и 1, 5, 10 кг, 15 кг, 30 кг. Соответствие массы гири количеству осадков указано в приложении А.

6.3.5.4. На каждом заданном значении фиксируйте значения (в мм), измеренные МКС-М6, $M_{измi}$ и значения эталонные, $M_{эти}$.

6.3.5.5. Вычислите измеренные значения $M'_{измi}$ (с учетом демонтированных корпуса и контейнера для сбора осадков) по формуле:

$$M'_{измi} = M_{измi} - M_0$$

6.3.5.6. Вычислите абсолютную погрешность измерений количества осадков ΔM , по формуле:

$$\Delta M = M'_{измi} - M_{эти}$$

6.3.5.7. Вычислите относительную погрешность измерений количества осадков δM , по формуле:

$$\delta M = \frac{M'_{измi} - M_{эти}}{M_{эти}} \cdot 100\%$$

6.3.5.8. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений количества осадков с весовым преобразователем всех выбранных точек не превышает:

$$\Delta M \leq \pm 0,1 \text{ мм, в диапазоне от } 0,2 \text{ до } 2 \text{ мм включительно,}$$
$$\delta M \leq \pm 1 \%, \text{ в диапазоне свыше } 2 \text{ до } 1500 \text{ мм.}$$

6.3.6. Поверка МКС-М6 по каналу измерения количества осадков с челночным преобразователем выполняется в следующем порядке.

6.3.6.1. С помощью мерных цилиндров наполняйте приемную камеру челночного преобразователя водой объемом $V_{эт}$ (8; 50; 500; 1000; 2000) мл. Наполняйте камеру водой равномерно, не допускайте перелива. Значения эквивалентного количества осадков вычислены по формуле:

$$M_{эм} = 4 \frac{V_{эм}}{\pi d^2}$$

где d – внутренний диаметр приемной камеры датчика, мм, $V_{эм}$ – в мм³

6.3.6.2. Фиксируйте показания по каналу измерений количества осадков $M_{изм}$ на экране МКС-М6. Проведите измерения три раза.

6.3.6.3. Вычислите абсолютную погрешность МКС-М6 по каналу измерений количества осадков ΔM по формуле

$$\Delta M = M_{изм} - M_{эм}$$

6.3.6.4. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений количества осадков с челночным преобразователем всех выбранных точек не превышает:

$$\Delta M \leq \pm(0,1 + 0,05 \cdot M) \text{ мм, где } M \text{ – измеренное значение количества осадков.}$$

6.3.7. Поверка МКС-М6 по каналу измерений высоты снежного покрова выполняется в следующем порядке.

6.3.7.1. В качестве имитатора поверхности снежного покрова используйте ровную поверхность стены. Установите ИК высоты снежного покрова так, чтобы ось его корпуса была горизонтальна, направьте его на стену перпендикулярно к плоскости стены.

6.3.7.2. Произведите первичное измерение высоты снежного покрова и установите полученное значение как «нулевая высота».

6.3.7.3. Выдержите 2-3 минуты пока показания стабилизируются.

6.3.7.4. Произведите отсчет высоты снежного покрова, показания должны быть 0 м.

6.3.7.5. Последовательно устанавливайте ИК высоты снежного покрова на расстояниях от стены $H_{эм}$, равномерно распределенных по диапазону измерений (всего не менее 5 точек). Расстояние отмеряйте с помощью с помощью дальномера лазерного Leica DISTO D510 из состава комплекса поверочного портативного КПП-6.

6.3.7.6. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $H_{измi}$ и значения эталонные, $H_{эти}$ измеренные дальномером лазерным Leica DISTO D510.

6.3.7.7. Вычислите абсолютную погрешность измерений высоты снежного покрова ΔH , по формуле:

$$\Delta H = H_{\text{изм}i} - H_{\text{эт}i}$$

6.3.7.8. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений высоты снежного покрова всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta H \leq \pm 10 \text{ мм.}$$

6.3.8. Поверка МКС-М6 по каналу измерений продолжительности солнечного сияния выполняется в следующем порядке.

6.3.8.1. Разместите стол на ровном, открытом участке земли, так чтобы при любом положении солнца не происходило затенения стола. Поставьте ИК продолжительности солнечного сияния МКС-М6 на стол.

6.3.8.2. Запустите измерение продолжительности солнечного сияния. Одновременно с этим запустите секундомер.

6.3.8.3. Фиксируйте значения, измеренные МКС-М6, $t_{\text{изм}i}$ и значения эталонные, $t_{\text{эт}i}$ измеренные секундомером в течении светового дня, снимая показания каждые 30 мин.

6.3.8.4. Вычислите относительную погрешность измерений продолжительности солнечного сияния по формуле:

$$\delta t = \left(\frac{t_{\text{изм}i} - t_{\text{эт}i}}{t_{\text{эт}i}} \right) \cdot 100\%$$

6.3.8.5. Результаты считаются положительными, если относительная погрешность МКС-М6 по каналу измерений продолжительности солнечного сияния во всех выбранных точках не превышает:

$$\delta t \leq \pm 10 \text{ \%}.$$

6.3.9. Поверка МКС-М6 по каналу измерений высоты облаков выполняется в следующем порядке.

6.3.9.1. Подготовьте к работе рабочий эталон единицы длины по локальной поверочной схеме, согласованной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», для средств измерений высоты нижней границы облачности в диапазоне от 10 до 10000 м (далее – РЭВНГО) в соответствии с его ЭД.

6.3.9.2. Используя РЭВНГО задавайте значения длины (высоты нижней границы облачности) в десяти точках, равномерно распределённых по диапазону измерений.

6.3.9.3. На каждом заданном значении фиксируйте эталонные значения, $S_{\text{эт}i}$ полученные РЭВНГО и измеренные значения МКС-М6 $S_{\text{изм}i}$.

6.3.9.4. Вычислите абсолютную погрешность МКС-М6 ΔS_i по каналу измерений высоты облаков в диапазоне от 10 до 100 м включительно, по формуле:

$$\Delta S_i = S_{\text{изм}i} - S_{\text{эт}i}$$

6.3.9.5. Вычислите относительную погрешность МКС-М6 ΔS_i по каналу измерений высоты облаков в диапазоне свыше 100 до 7600 м по формуле:

$$\delta S_i = \frac{S_{\text{изм}i} - S_{\text{эт}i}}{S_{\text{эт}i}} \cdot 100\%$$

6.3.9.6. Результаты считаются положительными, если погрешность МКС-М6 по каналу измерений высоты облаков во всех выбранных точках не превышает:

$$\begin{aligned} \Delta H &< \pm 10 \text{ м в диапазоне от 10 до 100 м включительно,} \\ \delta H &< \pm 10 \text{ \% в диапазоне свыше 100 м до 7600 м.} \end{aligned}$$

6.3.10. Поверка МКС-М6 по каналу измерений метеорологической оптической дальности с нефелометрическим преобразователем выполняется в следующем порядке.

6.3.10.1. Закрепите рабочий эталон метеорологической оптической дальности в диапазоне от 10 до 50000 м (далее – эталон) на преобразователе ИК метеорологической оптической дальности (далее – МОД).

6.3.10.2. Задавайте эталоном значения МОД в пяти точках, равномерно распределённых по диапазону измерений.

6.3.10.3. Выждите 10 минут на каждом заданном значении МОД.

6.3.10.4. На каждом заданном значении МОД фиксируйте показания МКС-М6 $L_{изм}$, эталонные значения $L_{эт}$ фиксируйте с контрольной таблицы эталона.

6.3.10.5. Вычислите относительную погрешность измерений МОД по формуле:

$$\delta L = \frac{L_{изм} - L_{эт}}{L_{эт}} \times 100 \%$$

6.3.10.6. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений МОД всех выбранных точек не превышает:

$$\delta L \leq \pm 10 \% \text{ в диапазоне от 10 до 10000 м включительно;}$$

$$\delta L \leq \pm 20 \% \text{ в диапазоне свыше 10000 до 50000 м.}$$

6.3.11. Поверка МКС-М6 по каналу измерений метеорологической оптической дальности с фотометрическим преобразователем выполняется в следующем порядке.

6.3.11.1. Разместите держатель комплекта светофильтров LTOF111 на излучателе преобразователя ИК МОД.

6.3.11.2. Подключите ноутбук к сервисному порту преобразователя ИК МОД, запустите терминальную программу, следуйте инструкциям на экране.

6.3.11.3. Последовательно устанавливайте нейтральные светофильтры из состава LTOF111 в держатель, в порядке возрастания значений их КНП, на каждом установленном фильтре дождитесь стабильного значения (около 5 мин). Фиксируйте эталонное значение $L_{эт}$, м, в поле «Calculated» и измеренное значение $L_{изм}$, м, в поле «Measured». Повторите операцию в порядке уменьшения значений их КНП.

6.3.11.4. Вычислите относительную погрешность МКС-М6 δL , по каналу измерений метеорологической оптической дальности по формуле:

$$\delta L = \frac{L_{изм} - L_{эт}}{L_{эт}} \times 100 \%$$

6.3.11.5. Результаты считаются положительными, если относительная погрешность МКС-М6 по каналу измерений МОД с фотометрическим преобразователем во всех выбранных точках не превышает:

$$\delta L \leq \pm 5 \% \text{, в диапазоне свыше 10 до 2000 м включительно,}$$

$$\delta L \leq \pm 10 \% \text{, в диапазоне свыше 2000 до 4500 м включительно,}$$

$$\delta L \leq \pm 15 \% \text{, в диапазоне свыше 4500 до 6500 м включительно,}$$

$$\delta L \leq \pm 20 \% \text{, в диапазоне свыше 6500 до 10000 м.}$$

6.3.12. Поверка МКС-М6 по каналу измерений влажности почвы выполняется в следующем порядке.

6.3.12.1. Подготовьте к работе весы электронные специального назначения ВСН-1/0,01, поставьте емкость на весы, произведите измерение массы емкости, M_e , г.

6.3.12.2. Насыпьте почву (ГСО 2498-83/2500-83) в емкость.

6.3.12.3. Проведите измерения массы емкости с почвой, M_0 , г.

6.3.12.4. Уплотните почву, проведите измерения влажности почвы в емкости при помощи МКС-М6, $W_{измi}$.

6.3.12.5. Поместите емкость с почвой в сушильный шкаф, высушите почву в течении шести часов при температуре +105 °С.

6.3.12.6. Извлеките емкость из сушильного шкафа, закройте крышкой, дайте емкости остыть. Проведите измерения массы емкости с почвой, M_1 , г, выждите час, проведите повторное измерение массы, M_2 , г. Если масса M_2 меньше массы M_1 , более чем на 0,1 г, то сушку продолжают ещё в течение 1 ч, после чего ещё раз определяют массу M_1 .

6.3.12.7. Уплотните почву, проведите измерения влажности почвы в емкости при помощи МКС-М6, $W_{измi}$, значения влажности почвы после высушивания $W_{эт0}$ соответствуют 1 %.

6.3.12.8. Произведите расчет влажности почвы $W_{эti}$, по формуле:

$$W_{эti} = \frac{m_w}{m_{dn}} \cdot 100 \%, \text{ где}$$

$$m_w = M_0 - M_1,$$

$$m_{dn} = M_0 - M_e$$

6.3.12.9. Повторите пункты 6.3.12.2...6.3.12.8 предварительно смочив почву водой дистиллированной по ГОСТ 6709-72, массой 15 г, перемешайте.

6.3.12.10. Вычислите абсолютную погрешность измерений влажности почвы МКС-М6 ΔW_i , по формуле:

$$\Delta W_i = W_{\text{изм}i} - W_{\text{эт}i}$$

6.3.12.11. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений влажности почвы во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta W_i \leq \pm 3 \%$$

6.3.13. Поверка МКС-М6 по каналу измерений энергетической освещенности выполняется в следующем порядке

6.3.13.1. Подготовьте к работе и включите установку ПО-4 в соответствии с ЭД.

6.3.13.2. Задайте значения энергетической освещенности в трех точках равномерно распределенных по диапазону измерений. На каждом заданном значении выждите не менее 30 мин для прогрева лампы.

6.3.13.3. Установите эталонный пиранометр нормально к направлению светового потока, выдержите его освещенным не менее 2 мин затем затените экраном. Снимите экран и не менее, чем через 2 мин, снимите три отсчета $U_{эi}$, из которых вычислите среднее значение $\bar{U}_{э}$.

6.3.13.4. Установите чувствительный элемент ИК энергетической освещенности перпендикулярно оптической оси установки таким образом, чтобы центр его приемной поверхности располагался в той же точке пространства, что и эталонного. Выдержите его освещенным не менее 2 мин, затените экраном. Снимите экран и не менее чем через 2 мин, снимают 3 отсчета $U_{иi}$, из которых вычисляют среднее значение $\bar{U}_{изм}$.

6.3.13.5. Вычислите относительную погрешность МКС-М6 δU , по каналу измерений энергетической освещенности по формуле:

$$\delta U = \frac{\bar{U}_{изм} - \bar{U}_{эт}}{\bar{U}_{эт}} \times 100 \%$$

6.3.13.6. Результаты считаются положительными, если относительная погрешность МКС-М6 по каналу измерений энергетической освещенности всех выбранных точках не превышает:

$$\delta U \leq \pm 11 \%$$

6.4. Первичная поверка МКС-М6 при невозможности демонтажа оборудования.

6.4.1. Поверка МКС-М6 при невозможности демонтажа оборудования по каналу измерений скорости и направления воздушного потока (с механическими датчиками) выполняется в соответствии с пунктами 6.3.3.12 - 6.3.3.20 настоящей методики поверки.

Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений скорости и направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta v_n \leq \pm(0,3+0,04 \cdot V) \text{ м/с,}$$

где V – измеренное значение скорости воздушного потока.

$$\Delta h \leq \pm 3^\circ.$$

6.4.2. Поверка МКС-М6 при невозможности демонтажа оборудования по каналу измерения влажности почвы выполняется в следующем порядке:

6.4.2.1. Подготовьте к работе датчик влажности почвы высокой точности ML3 ThetaProbe (далее – датчик ML3) в соответствии с его ЭД.

6.4.2.2. Проведите 10 независимых измерений влажности почвы при помощи датчика ML3, $W_{эti}$, затем при помощи МКС-М6, $W_{измi}$.

6.4.2.3. Смочите почву водой дистиллированной по ГОСТ 6709-72, таким образом, чтобы значения влажности почвы были близки к верхнему пределу измерений (30...50 %), контроль смачивания производите датчиком ML3, повторите пункт 6.4.2.2.

6.4.2.4. Вычислите абсолютную погрешность измерений влажности почвы МКС-М6 ΔW_i , по формуле:

$$\Delta W_i = W_{\text{изм}i} - W_{\text{эт}i}$$

6.4.2.5. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность МКС-М6 по каналу измерений влажности почвы во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta W_i \leq \pm 3 \%$$

7. Оформление результатов поверки

7.1. При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установленного образца. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

7.2. При отрицательных результатах поверки оформляют извещение о непригодности установленной формы.

Приложение А
Соответствие массы количеству осадков.

Соответствие массы количеству осадков рассчитывается по формуле:

$$A = S * Mx * 998,205$$

где А – масса, кг

S – площадь приемного отверстия осадкомера, м².

Mx – минимальное измеряемое значение количества осадков, м.

998,205 – плотность воды при 20 °С, кг/м³.

Ниже приведена таблица соответствия массы количеству осадков при следующих значениях:
S – 0,02 м², Mx – 0,001 м.

Масса гири, кг	Эквивалентное количество осадков, мм	Пределы допускаемой абсолютной погрешности осадкомера, мм
0,004	0,2	0,10
0,02	1,0	0,11
0,1	5,0	0,15
1,0	50,0	0,60
5,0	250,0	2,60
10,0	500,0	5,10
10,0 + 5,0	750,0	7,60
10,0 + 10,0 + 10,0	1500,0	15,10