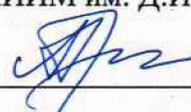


Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



УТВЕРЖДАЮ

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

  
А.Н. Пронин

М.п. «20» 02 2018 г.

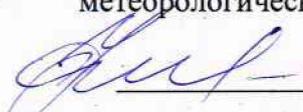
Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы метеорологические специальные «МКС-М5»

Методика поверки

МП 2551-0182-2018

Руководитель проблемной лаборатории  
метрологического обеспечения  
метеорологических систем измерений

  
В.П. Ковальков

Инженер 2 категории  
А.Ю. Левин  


г. Санкт-Петербург  
2018 г.

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы метеорологические специальные «МКС-М5» (далее – «МКС-М5») предназначены для автоматических измерений метеорологических параметров: температуры воздуха, температуры почвы, относительной влажности воздуха, 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.

Интервал между поверками 1 год.

## 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):<br>- ИК температуры воздуха, почвы;<br>- ИК относительной влажности воздуха;<br>- ИК скорости и направления воздушного потока;<br>- ИК атмосферного давления;<br>- ИК количества осадков;<br>- ИК высоты снежного покрова;<br>- ИК продолжительности солнечного сияния;<br>- ИК высоты облаков;<br>- ИК метеорологической оптической дальности; | 6.3                              | +                       | +                     |
| *Примечание - при невозможности демонтажа оборудования ИК, определение их метрологических характеристик осуществляется по пункту 6.4  |                                  |                         |                       |

1.1. При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

1.2. По письменному обращению владельца СИ возможна периодическая поверка в ограниченном диапазоне измерений с обязательным занесением данной информации в свидетельство о поверке.

1.3. По письменному обращению владельца СИ возможна периодическая поверка ограниченного набора измерительных каналов, с обязательным занесением данной информации в свидетельство о поверке.

## 2. Средства поверки и вспомогательное оборудование

Таблица 2

| Наименование средства поверки и вспомогательного оборудования                                   | Метрологические характеристики   |   |
|---|----------------------------------|---|
|   | Диапазон измерений               | Погрешность, класс                              |
| Вторичный эталон единицы величины энергетической освещенности солнечным излучением ВЭТ 142-2-87 | от 400 до 1360 Вт/м <sup>2</sup> | СКО 0,2*10 <sup>-2</sup>                        |
| Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Б, исполнение 2П   | от 0 до 98 %                     | ± 1 %   |
| Гири классов точности F2  | от 1 мг до 20 кг                 | Класс точности F2, погрешность ±(0,06...300) мг |

|   |  |   |
|---|--|---|
| Секундомер механический СОСпр   | от 0 до 60 мин   | $\pm (1,7 \cdot 0,2/T + 4,3 \cdot 10^{-4})$ с, для второго класса точности                              |
| Рабочий эталон метеорологической оптической дальности в диапазоне от 10 до 50000 м  | от 10 до 50000 м   | $\pm 5 \%$  |
| Комплекс поверочный портативный КПП-1   | Диапазон измерений атмосферного давления от 5 до 1100 гПа  | $\pm 0,1$ гПа   |
| Комплекс поверочный портативный КПП-2   | Диапазон измерений температуры от -60 до +60°C   | $\pm 0,015$ °C  |
| Комплекс поверочный портативный КПП-3   | диапазон измерений относительной влажности воздуха от 0 до 100 %   | $\pm 1 \%$  |
| Комплекс поверочный портативный КПП-4   | Диапазон воспроизведения и измерения частоты вращения вала от 20 до 15000 об/мин; диапазон измерения угла поворота от 0 до 360°          | $\pm 0,003 \omega^*$<br>* $\omega$ - показания значения частоты вращения вала, об/мин;<br>$\pm 1^\circ$ |
| Линия задержки ЛЗТ-3  | Диапазон измерений высоты облаков 15, 30, 60, 120, 450, 1500, 2400 м;  | $(\pm 1,80; \pm 2,70; \pm 3,60; \pm 5,55; \pm 13,80; \pm 19,55; \pm 48,75)$ м;                          |
| Дальномер лазерный Leica DISTO D510   | Диапазон измерений расстояния от 0,05 до 200 м   | $\pm (2,0 + 0,3 \cdot D^*)$ ;<br>*D - измеренное расстояние, м  |
| Рабочий эталон 1-го разряда (аэродинамическая измерительная установка) по ГОСТ Р 8.886-2015   | от 0,5 до 60 м/с,  | $\pm (0,04 + 0,02 \cdot V)$ м/с, где V – измеренная скорость воздушного потока                          |
| Термогигрометр ИВА-6  | по атмосферному давлению от 700 до 1100 гПа;<br>по относительной влажности воздуха от 0 до 98 %;<br>по температуре воздуха от 0 до 60 °C | $\pm 2,5$ гПа<br>$\pm 3 \%$<br>$\pm 0,3$ °C   |
| Примечание: пиранометр СМР6 (рег.№ 48281-11) из состава «МКС-М5» подлежит поверке по документу «Государственная система обеспечения единства измерений. Пиранометры СМР6 и СМР21. Методика поверки № 02-2011» |  |   |

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-М5» 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-М5».

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 должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха, °С от 15 до 30;
- относительная влажность воздуха, % от 20 до 90;

#### 5. Подготовка к поверке

5.1. Проверить «МКС-М5».

5.2. Проверить электропитание «МКС-М5».

5.3. Подготовить к работе и включить «МКС-М5» согласно ЭД.

#### 6. Проведение поверки

##### 6.1. Внешний осмотр

6.1.1. «МКС-М5» не должен иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество его работы.

6.1.2. Соединения в разъемах питания «МКС-М5» должны быть надежными.

6.1.3. Маркировка «МКС-М5» должна быть целой, четкой, хорошо читаемой.

##### 6.2. Опробование

Опробование «МКС-М5» должно осуществляться в следующем порядке:

6.2.1. Включите «МКС-М5».

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-М5».

6.2.4. Подтверждение соответствия программного обеспечения.

6.2.5. Идентификация автономного ПО «Almeta Observer» осуществляется путем проверки номера версии ПО, номер версии ПО отображается во вкладке «Настройки».

6.2.6. Идентификация встроенного ПО «bin.mot» осуществляется путем проверки опломбирования корпуса модуля центрального устройства «МКС-М5» и проверки номера версии ПО. Номер версии встроенного ПО «bin.mot» отображается в рабочем поле терминальной программы (HyperTerminal), при установке соединения с модулем центрального устройства, параметры соединения указаны в ЭД.

6.2.7. Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными, если пломбы на корпусе модуля центрального устройства «МКС-М5» не повреждены, номер версии автономного ПО «Almeta Observer» не ниже 4.0, номер версии встроенного ПО «bin.mot» не ниже 6.04.

##### 6.3. Определение метрологических характеристик:

6.3.1. Поверка «МКС-М5» по каналу измерений температуры воздуха выполняется в следующем порядке:

6.3.2. Подготовьте к работе и включите «МКС-М5» в соответствии с ЭД.

6.3.3. Поместите чувствительный элемент ИК температуры воздуха «МКС-М5» и эталонный термометр в калибратор температуры комплекса поверочного портативного КПП-2.

6.3.4. Последовательно задайте значения температуры калибратором в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений. Повторите измерения в каждой точке не менее двух раз.

6.3.5. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные «МКС-М5»,  $t_{измi}$  и значения эталонные,  $t_{эти}$  измеренные комплексом КПП-2.

6.3.6. Вычислите абсолютную погрешность «МКС-М5» по каналу измерения температуры воздуха по формуле:

$$\Delta t = t_{измi} - t_{эти}$$

6.3.7. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений температуры воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta t \leq \pm (0,1 + 0,002 \cdot |t|) \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $|t|$  - значение измеренной температуры.

6.3.8. Поверка «МКС-М5» по каналу измерения температуры почвы выполняется в следующем порядке:

6.3.9. Поместите чувствительный элемент ИК температуры почвы «МКС-М5» и эталонный термометр в калибратор температуры комплекса поверочного портативного КПП-2.

6.3.10. Последовательно задайте значения температуры калибратором в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений. Повторите измерения в каждой точке не менее двух раз.

6.3.11. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные «МКС-М5»,  $t_{пизмi}$  и значения эталонные,  $t_{пэти}$  измеренные комплексом КПП-2.

6.3.12. Вычислите абсолютную погрешность «МКС-М5» по каналу измерения температуры почвы по формуле:

$$\Delta t_n = t_{пизмi} - t_{пэти}$$

6.3.13. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений температуры почвы во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta t_n \leq \pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

6.3.14. Поверка «МКС-М5» по каналу измерений относительной влажности воздуха выполняется в следующем порядке:

6.3.15. Последовательно помещайте чувствительный элемент ИК относительной влажности воздуха «МКС-М5» и эталонный гигрометр в растворы солей ( $\text{LiCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ).

6.3.16. Выдерживайте в каждой из солей чувствительный элемент ИК относительной влажности воздуха «МКС-М5» и эталонный гигрометр в течение 2 часов. Повторите измерения в каждой соли не менее двух раз.

6.3.17. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные «МКС-М5»,  $\varphi_{измi}$  и значения эталонные,  $\varphi_{эти}$  измеренные эталонным гигрометром.

6.3.18. Вычислите абсолютную погрешность «МКС-М5» по каналу измерения относительной влажности воздуха по формуле:

$$\Delta \varphi = \varphi_{измi} - \varphi_{эти}$$

6.3.19. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений относительной влажности воздуха во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta \varphi \leq \pm 3 \% \text{ в диапазоне измерений от } 0,8 \% \text{ до } 90 \% \text{ включительно,}$$

$$\Delta \varphi \leq \pm 4 \% \text{ в диапазоне измерений свыше } 90 \% \text{ до } 100 \%.$$

6.3.20. Первичная поверка «МКС-М5» по каналу измерения скорости и направления воздушного потока выполняется в следующем порядке.

6.3.21. Поместите чувствительный элемент ИК скорости и направления воздушного потока «МКС-М5» в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки.

6.3.22. Последовательно задайте значения скорости воздушного потока в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений.

6.3.23. На каждом заданном значении фиксируйте значения измеренные «МКС-М5»,  $V_{изм}$  и значения эталонные,  $V_{эти}$  измеренные аэродинамической измерительной установкой.

6.3.24. Закрепите чувствительный элемент ИК скорости и направления воздушного потока «МКС-М5» на поворотном координатном столе (лимбе) в рабочем участке аэродинамической измерительной установки таким образом, чтобы показания соответствовали МКС-М5 и значению  $(0 \pm 1)$  градус.

6.3.25. 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.

6.3.26. Повторите пункт 6.3.25 задавая скорость воздушного потока 30 и 60 м/с.

6.3.27. На каждом заданном значении фиксируйте значения измеренные «МКС-М5»,  $h_{изм}$  и значения эталонные,  $h_{эти}$  заданные аэродинамической измерительной установкой.

6.3.28. Вычислите абсолютную погрешность «МКС-М5» по каналу измерения скорости воздушного потока по формуле:

$$\Delta v = v_{изм} - v_{эти}$$

6.3.29. Вычислите абсолютную погрешность «МКС-М5» по каналу измерения направления воздушного потока по формуле:

$$\Delta h = h_{изм} - h_{эти}$$

6.3.30. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» 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.

6.3.31. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

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

6.3.32. Периодическая поверка «МКС-М5» по каналу измерения скорости и направления воздушного потока выполняется в следующем порядке.

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

6.3.34. Присоедините раскручивающее устройство (КПП-4) к чувствительному элементу поверяемого ИК скорости воздушного потока.

6.3.35. Установите на пульте управления КПП-4 значения частоты вращения оси раскручивающего устройства из КПП-4 в пяти точках равномерно распределённых по диапазону измерений (соответствие частоты вращения и скорости воздушного потока рассчитывается по переводной функции, указанной в формуляре МКС-М5 «ЯКИН.411713.715 ФО»).

6.3.36. На каждой имитируемой скорости воздушного потока фиксируйте значения измеренные «МКС-М5»,  $V_{изм}$  и значения эталонные,  $V_{эт}$  снимаемые с пульта КПП-4.

6.3.37. Вычислите абсолютную погрешность преобразования частоты вращения вала в значение скорости воздушного потока  $\Delta V_{п}$ , м/с, по формуле:

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

6.3.38. Погрешность преобразования частоты вращения вала в значение скорости воздушного потока должна составлять:

$$\Delta v_n \leq \pm(0,3 + 0,04 \cdot V) \text{ м/с, где } V - \text{измеренное значение скорости воздушного потока.}$$

6.3.39. Определения погрешности измерения направления воздушного потока производится в следующей последовательности:

6.3.40. Установите ИК скорости и направления воздушного потока «МКС-М5» на лимб из комплекта КПП-4 таким образом, что бы показания соответствовали  $(0 \pm 1)$  градус.

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

6.3.42. На каждом заданном значении фиксируйте значения измеренные «МКС-М5»,  $h_{\text{изм}i}$  и значения эталонные,  $h_{\text{эт}i}$  заданные лимбом.

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

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

6.3.44. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

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

6.3.45. Поверка «МКС-М5» по каналу измерения атмосферного давления выполняется в следующем порядке.

6.3.46. Разместите чувствительный элемент ИК атмосферного давления «МКС-М5» и эталонный барометр на одном уровне.

6.3.47. Подключите к ИК атмосферного давления «МКС-М5» к эталонному барометру и датчику давления.

6.3.48. 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.

6.3.49. На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные «МКС-М5»,  $p_{\text{изм}i}$  и значения эталонные,  $p_{\text{эт}i}$  измеренные эталонным барометром.

6.3.50. Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления по формуле:

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

6.3.51. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений атмосферного давления во всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta p \leq \pm 0,3 \text{ гПа.}$$

6.3.52. Поверка «МКС-М5» по каналу измерения количества осадков выполняется в следующем порядке.

6.3.53. Произведите демонтаж корпуса и контейнера для сбора осадков.

6.3.54. Фиксируйте начальное значение (в мм), измеренные «МКС-М5»,  $M_0$ .

6.3.55. Поместите на устройство взвешивания гирию (гири) массой (общей массой) 4 г, что соответствует количеству осадков равному 0,2 мм (приложение Б). 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 Б.

6.3.56. На каждом заданном значении фиксируйте значения (в мм), измеренные «МКС-М5»,  $M_{\text{изм}i}$  и значения эталонные,  $M_{\text{эт}i}$ .

6.3.57. Вычислите измеренные значения  $M'_{\text{изм}i}$  (с учетом демонтированных корпуса и контейнера для сбора осадков) по формуле:

$$M'_{\text{изм}i} = M_{\text{изм}i} - M_0$$

6.3.58. Вычислите абсолютную погрешность измерений количества осадков  $\Delta M$ , по формуле:

$$\Delta M = M'_{\text{изм}i} - M_{\text{эти}}$$

6.3.59. Вычислите относительную погрешность измерений количества осадков  $\delta M$ , по формуле:

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

6.3.60. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений количества осадков всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta M \leq \pm 0,1 \text{ мм, в диапазоне от } 0,2 \text{ до } 100 \text{ мм включительно,}$$

$$\delta M \leq \pm 1 \%, \text{ в диапазоне свыше } 100 \text{ до } 1500 \text{ мм.}$$

6.3.61. Поверка «МКС-М5» по каналу измерения высоты снежного покрова выполняется в следующем порядке.

6.3.62. 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.

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

6.3.64. Выдержите 2-3 минуты пока показания стабилизируются.

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

6.3.66. Последовательно устанавливайте ИК высоты снежного покрова на расстояниях от стены  $H_{\text{эт}}$ , равномерно распределенных по диапазону измерений (всего не менее 5 точек). Расстояние отмеряйте с помощью дальномера лазерного Leica DISTO A5.

6.3.67. На каждом заданном значении фиксируйте значения измеренные «МКС-М5»,  $H_{\text{изм}i}$  и значения эталонные,  $H_{\text{эти}}$  измеренные дальномером лазерным Leica DISTO A5.

6.3.68. Вычислите абсолютную погрешность измерений высоты снежного покрова  $\Delta H$ , по формуле:

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

6.3.69. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений высоты снежного покрова всех выбранных точках не превышает:

$$\Delta H \leq \pm 10 \text{ мм.}$$

6.3.70. Поверка «МКС-М5» по каналу измерения продолжительности солнечного сияния выполняется в следующем порядке.

6.3.71. Разместите стол на ровном, открытом участке земли, так чтобы при любом положении солнца не происходило затенения стола. Поставьте ИК продолжительности солнечного сияния «МКС-М5» на стол.

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

6.3.72 Фиксируйте значения измеренные «МКС-М5»,  $t_{\text{изм}i}$  и значения эталонные,  $t_{\text{эти}}$  измеренные секундомером в течении светового дня, снимая показания каждые 30 мин.

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

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

6.3.74. Результаты считаются положительными, если относительная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений продолжительности солнечного сияния во всех выбранных точках не превышает:

$$\delta t \leq \pm 10 \%$$

6.3.75. Поверка «МКС-М5» по каналу измерения высоты облаков выполняется в следующем порядке.

6.3.76. Переведите ИК высоты облаков в горизонтальное положение.

6.3.77. Установите щит (размеры: 1,5 м x 1,5 м) на расстоянии 10 м от ИК высоты облаков. Расстояние измерьте при помощи дальномера.

6.3.78. Нацельте ИК высоты облаков на щит.

6.3.79. Проведите измерение расстояния до щита.

6.3.80. Повторите измерения не менее 5 раз.

6.3.81. Повторите пункты 6.3.76 – 6.3.80, устанавливая щит на расстояниях 60, 100, 150, 200 м.

6.3.82. Вычислите среднее значение  $H_{cp}$ , м, расстояний до щита, измеренное «МКС-М5», для каждой серии измерений по формуле:

$$H_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}$$

где  $H_i$  – измеренное расстояние, м,  
 $i$  – значения расстояния до щита,  
 $n$  – количество измерений.

6.3.83. Абсолютная погрешность измерений  $\Delta H$ , м, определяется по формуле:

$$\Delta H = H_{cp} - H_{эт}$$

где  $H_{эт}$  – значение расстояния до щита, измеренное дальномером, м;  
 $H_{cp}$  – среднее значение расстояния до щита, измеренное «МКС-М5», м.

6.3.84. Относительная погрешность измерений  $\delta H$ , %, определяется по формуле:

$$\delta H = \left| \frac{H_{cp} - H_{эт}}{H_{эт}} \right| * 100 \%$$

где  $H_{эт}$  – значение расстояния до щита, измеренное дальномером, м;  
 $H_{cp}$  – среднее значение расстояния до щита, измеренное «МКС-М5», м.

6.3.85. Результаты считаются положительными, если погрешность «МКС-М5» по каналу измерений высоты облаков во всех выбранных точках не превышает:

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

6.3.86. Поверка «МКС-М5» по каналу измерения метеорологической оптической дальности выполняется в следующем порядке.

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

6.3.88. Задавайте эталоном значения МОД в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

6.3.89. Выждите 10 минут на каждом заданном значении МОД.

6.3.90. На каждом заданном значении МОД фиксируйте показания «МКС-М5»  $L_{изм}$ , эталонные значения  $L_{эт}$  фиксируйте с контрольной таблицы эталона.

6.3.91. Вычислите относительную погрешность измерений МОД по формуле:

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

6.3.92. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений МОД всех выбранных точках не превышает:

$$\delta L \leq \pm 10 \% \text{ в диапазоне от } 10 \text{ до } 10000 \text{ м включительно;}$$
$$\delta L \leq \pm 20 \% \text{ в диапазоне свыше } 10000 \text{ до } 50000 \text{ м.}$$

6.3.93. Пиранометр СМР6 (рег.№ 48281-11) из состава «МКС-М5» подлежит поверке по документу «Государственная система обеспечения единства измерений. Пиранометры СМР6 и СМР21. Методика поверки № 02-2011». При наличии действующего свидетельства о поверке на пиранометр СМР6 его повторную поверку допускается не производить и зачесть свидетельство о поверке с обязательным занесением данной информации в свидетельство о поверке на «МКС-М5».

6.4. Первичная поверка «МКС-М5», при невозможности демонтажа оборудования, по каналу измерения скорости и направления воздушного потока выполняется в следующем порядке:

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

6.4.2. Присоедините раскручивающее устройство (КПП-4) к чувствительному элементу поверяемого ИК скорости воздушного потока.

6.4.3. Установите на пульте управления КПП-4 значения частоты вращения оси раскручивающего устройства из КПП-4 в пяти точках равномерно распределенных по диапазону измерений (соответствие частоты вращения и скорости воздушного потока рассчитывается по переводной функции, указанной в формуляре МКС-М5 «ЯКИН.411713.715 ФО»).

6.4.4. На каждой имитируемой скорости воздушного потока фиксируйте значения измеренные «МКС-М5»,  $V_{\text{изм}}$  и значения эталонные,  $V_{\text{эт}}$  снимаемые с пульта КПП-4.

6.4.5. Вычислите абсолютную погрешность преобразования частоты вращения вала в значение скорости воздушного потока  $\Delta V_{\text{п}}$ , м/с, по формуле:

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

6.4.6. Погрешность преобразования частоты вращения вала в значение скорости воздушного потока должна составлять:

$$\Delta v_n \leq \pm(0,3 + 0,04 \cdot V) \text{ м/с, где } V - \text{ измеренное значение скорости воздушного потока.}$$

6.4.7. Определения погрешности измерения направления воздушного потока производится в следующей последовательности:

6.4.8. Установите ИК скорости и направления воздушного потока «МКС-М5» на лимб из комплекта КПП-4 таким образом, что бы показания соответствовали  $(0 \pm 1)$  градус.

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

6.4.10. На каждом заданном значении фиксируйте значения измеренные «МКС-М5»,  $h_{\text{изм}i}$  и значения эталонные,  $h_{\text{эт}i}$  заданные лимбом.

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

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

6.4.12. Результаты считаются положительными, если абсолютная погрешность «МКС-М5» по каналу измерений направления воздушного потока во всех выбранных точках не превышает:

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

## 7. Оформление результатов поверки

7.1. Результаты поверки оформляются протоколом, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении А.

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

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

Форма протокола поверки

Комплекс МКС-М5 заводской номер \_\_\_\_\_  
 Дата проведения поверки « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года  
 Представлен (наименование воаделтца) \_\_\_\_\_

Результаты поверки

1. Внешний осмотр

1.1 Выводы \_\_\_\_\_

2. Опробование

Идентификация автономного ПО «Almeta Observer» \_\_\_\_\_

Идентификация встроенного ПО «bin.mot» \_\_\_\_\_

2.1 Выводы \_\_\_\_\_

3. Определение метрологических характеристик:

Определение погрешности измерений температуры воздуха.

| Эталонные значения температуры, °С | Измеренные значения температуры, °С | Абсолютная погрешность измерений, °С |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                                    |                                     |                                      |
|                                    |                                     |                                      |
|                                    |                                     |                                      |
|                                    |                                     |                                      |
|                                    |                                     |                                      |

Определение погрешности измерений температуры почвы.

| Эталонные значения температуры, °С | Измеренные значения температуры, °С | Абсолютная погрешность измерений, °С |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                                    |                                     |                                      |
|                                    |                                     |                                      |
|                                    |                                     |                                      |
|                                    |                                     |                                      |
|                                    |                                     |                                      |

Определение погрешности измерений относительной влажности воздуха.

| Эталонные значения относительной влажности воздуха, % | Измеренные значения относительной влажности воздуха, % | Абсолютная погрешность измерений, % |
|---|--|-------------------------------------|
| LiCl  |  |                                     |
| MgCl <sub>2</sub>                                     |  |                                     |
| NaCl  |  |                                     |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                        |  |                                     |

Определение погрешности измерений скорости воздушного потока.

| Эталонные значения скорости воздушного потока, м/с | Измеренные значения скорости воздушного потока, м/с | Абсолютная погрешность измерений, м/с |
|--|---|---------------------------------------|
|  |   |                                       |
|  |   |                                       |
|  |   |                                       |
|  |   |                                       |
|  |   |                                       |

Определение погрешности измерений направления воздушного потока.

| Эталонные значения направления воздушного потока, ° | Измеренные значения направления воздушного потока, ° |                     |                     | Абсолютная погрешность измерений, ° |
|---|--|---------------------|---------------------|-------------------------------------|
|   | при скорости 0,5 м/с                                 | при скорости 30 м/с | при скорости 60 м/с |                                     |
|   |  |                     |                     |                                     |
|   |  |                     |                     |                                     |
|   |  |                     |                     |                                     |
|   |  |                     |                     |                                     |
|   |  |                     |                     |                                     |

Определение погрешности измерений атмосферного давления.

| Эталонные значения атмосферного давления, гПа | Измеренные значения атмосферного давления, гПа |  | Абсолютная погрешность измерений, гПа |  |
|---|--|--|---------------------------------------|--|
|   |  |  |                                       |  |
|   |  |  |                                       |  |
|   |  |  |                                       |  |
|   |  |  |                                       |  |
|   |  |  |                                       |  |

Определение погрешности измерений количества осадков.

| Эталонные значения количества осадков, мм | Измеренные значения количества осадков, мм | Абсолютная погрешность измерений, мм |
|---|--|--------------------------------------|
|   |  |                                      |
|   |  |                                      |
|   |  |                                      |
|   |  |                                      |
|   |  |                                      |
|   |  |                                      |
|   |  |                                      |

Определение погрешности измерений высоты снежного покрова.

| Эталонные значения высоты снежного покрова, мм | Измеренные значения высоты снежного покрова, мм | Абсолютная погрешность измерений, мм |
|--|---|--------------------------------------|
|  |   |                                      |
|  |   |                                      |
|  |   |                                      |
|  |   |                                      |
|  |   |                                      |

Определение погрешности измерений продолжительности солнечного сияния.

| Эталонные значения продолжительности солнечного сияния, ч | Измеренные значения продолжительности солнечного сияния, ч | Относительная погрешность измерений, % |
|---|--|--|
|   |  |  |
|   |  |  |
|   |  |  |
|   |  |  |
|   |  |  |

Определение погрешности измерений высоты облаков.

| Эталонные значения высоты облаков, м | Измеренные значения высоты облаков, м |  |  |  |  | Среднее измеренное значения высоты облаков, м | Абсолютная погрешность измерений, м    |
|--------------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|--|---|--|
|                                      |                                       |  |  |  |  |   |  |
|                                      |                                       |  |  |  |  |   |  |
|                                      |                                       |  |  |  |  |   |  |
|                                      |                                       |  |  |  |  |   |  |
| Эталонные значения высоты облаков, м | Измеренные значения высоты облаков, м |  |  |  |  | Среднее измеренное значения высоты облаков, м | Относительная погрешность измерений, % |
|                                      |                                       |  |  |  |  |   |  |
|                                      |                                       |  |  |  |  |   |  |
|                                      |                                       |  |  |  |  |   |  |

Определение погрешности измерений продолжительности МОД.

| Эталонные значения МОД, м | Измеренные значения МОД, м | Абсолютная погрешность измерений, % |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
|                           |                            |                                     |
|                           |                            |                                     |
|                           |                            |                                     |
|                           |                            |                                     |

3.2 Выводы \_\_\_\_\_

На основании полученных результатов комплекс МКС-М5 признается: \_\_\_\_\_

Поверитель \_\_\_\_\_

Подпись

ФИО.

Дата поверки « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

## Приложение Б

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, м<sup>2</sup>.

Mx – минимальное измеряемое значение количества осадков, м.

998,205 – плотность воды при 20 °С, кг/м<sup>3</sup>.

Ниже приведена таблица соответствия массы количеству осадков при следующих значениях:

S – 0,02 м<sup>2</sup>, 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   |