

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



СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»

А.Н. Пронин

М.п. «09» августа 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплексы метеорологические специальные МКС-М6  
Методика поверки

МП 2540-0084-2024

И.о. руководителя научно-исследовательского  
отдела госэталонов в области  
аэрогидрофизических параметров  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»  
А.Ю. Левин

Руководитель лаборатории испытаний  
в целях утверждения типа средств измерений  
аэрогидрофизических параметров  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»  
П.К. Сергеев

г. Санкт-Петербург  
2024 г.

## 1. Общие положения

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

Методика поверки обеспечивает прослеживаемость комплексов МКС-М6 к государственным первичным эталонам единиц величин: ГЭТ34-2020, ГЭТ35-2021, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта № 3253 от 23.12.2022; ГЭТ150-2012, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019; ГЭТ151-2020, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2415 от 21.11.2023; ГЭТ101-2011, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений абсолютного давления в диапазоне  $1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7$  Па, утвержденной приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019; ГЭТ81-2023, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений координат цвета, координат цветности, коэффициента светопропускания, белизны, блеска, коррелированной цветовой температуры, индекса цветопередачи, интегральной (зональной) оптической плотности, светового коэффициента пропускания и метеорологической оптической дальности, утвержденной приказом Росстандарта № 1556 от 07.08.2023; ГЭТ86-2017, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений радиометрических величин некогерентного оптического излучения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра, утвержденной приказом Росстандарта № 2414 от 21.11.2023; ГЭТ2-2021, ГЭТ182-2010, ГЭТ1-2022 в соответствии с Локальной поверочной схемой для средств измерений высоты нижней границы облаков (облачности), структура которой приведена в Приложении Б; ГЭТ2-2021, в соответствии с Локальной поверочной схемой для средств измерений высоты снежного покрова, структура которой приведена в Приложении Г; ГЭТ2-2021, ГЭТ3-2020, в соответствии с Локальной поверочной схемой для средств измерений количества атмосферных осадков, структура которой приведена в Приложении В; ГЭТ1-2022, ГЭТ86-2017 в соответствии с Локальной поверочной схемой для средств измерений продолжительности солнечного сияния, структура которой приведена в Приложении Д; ГЭТ22-2014, в соответствии с Локальной поверочной схемой для средств измерений направления воздушного потока, структура которой приведена в Приложении Е; ГЭТ173-2017, в соответствии с Локальной поверочной схемой для средств измерений влажности почвы, структура которой приведена в Приложении Ж.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- непосредственное сличение – при поверке измерительных каналов (далее – ИК) температуры воздуха, относительной влажности воздуха, атмосферного давления, скорости и направления воздушного потока, температуры почвы, энергетической освещенности, продолжительности солнечного сияния, влажности почвы, вертикальной составляющей скорости воздушного потока;
- косвенные измерения – при поверке ИК количества атмосферных осадков, высоты облаков (п. 10.9);
- прямые измерения – при поверке ИК метеорологической оптической дальности, высоты снежного покрова, высоты облаков (п. 10.8).

Методикой поверки предусмотрена поверка отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков, так как измерительные каналы (автономные блоки) являются полностью независимыми. Информация об объемах проведенной поверки заносится в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Методикой поверки предусмотрена периодическая поверка в условиях эксплуатации.

### Примечания

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

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

### 2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

| Наименование операции поверки   | Обязательность выполнения операций поверки при |                       | Номер пункта методики поверки |
|---|--|-----------------------|-------------------------------|
|   | первичной поверке                              | периодической поверке |                               |
| Внешний осмотр  | да   | да                    | 7                             |
| Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)                | да   | да                    | 8.1                           |
| Опробование   | да   | да                    | 8.6                           |
| Подтверждение соответствия программного обеспечения   | да   | да                    | 9                             |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям: | да   | да                    | 10                            |
| - ИК температуры воздуха, почвы;  | да   | да                    | 10.1                          |
| - ИК относительной влажности воздуха;   | да   | да                    | 10.2                          |
| - ИК скорости и направления воздушного потока;  | да   | да                    | 10.3, 10.15.1*                |
| - ИК атмосферного давления;   | да   | да                    | 10.4                          |
| - ИК количества атмосферных осадков;  | да   | да                    | 10.5                          |
| - ИК высоты снежного покрова;   | да   | да                    | 10.6                          |
| - ИК продолжительности солнечного сияния;   | да   | да                    | 10.7                          |
| - ИК высоты облаков;  | да   | да                    | 10.8, 10.9                    |
| - ИК метеорологической оптической дальности;  | да   | да                    | 10.10, 10.11                  |
| - ИК влажности почвы;   | да   | да                    | 10.12, 10.15.2*               |
| - ИК энергетической освещенности  | да   | да                    | 10.13                         |
| - ИК вертикальной составляющей скорости воздушного потока   | да   | да                    | 10.14                         |

\*При невозможности демонтажа оборудования ИК определение их метрологических характеристик осуществляется по пункту 10.15

2.1 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

### 3. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

3.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки и ЯКИН.411713.716 РЭ «Комплексы метеорологические специальные. Руководство по эксплуатации» (далее – РЭ на комплексы МКС-М6), прилагаемые к комплексам МКС-М6.

### 4. Требования к условиям проведения поверки

При поверке в лабораторных условиях должны быть соблюдены следующие требования:

- температура воздуха, °С от +15 до +35;
- относительная влажность воздуха, % от 25 до 90;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

При проведении поверки в условиях эксплуатации должны быть соблюдены следующие требования:

- температура воздуха, °С от -15 до +45;
- относительная влажность воздуха, % от 20 до 90;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- 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. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки  | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки  | Перечень рекомендуемых средств поверки  |
|---|---|---|
| п. 8.1<br>Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)                              | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -15 °С до +45 °С с абсолютной погрешностью не более ±1 °С.<br>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 20 % до 90 %, с погрешностью не более ±10 %.<br>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 84 до 106 гПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,25 кПа                                    | Термогигрометр ИВА-6, регистрационный номер в ФИФ по ОЕИ (далее – рег. №) 46434-11  |
| п. 9<br>Подтверждение соответствия программного обеспечения   | Персональный компьютер  | Персональный компьютер  |
| п. 10.1<br>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений температуры воздуха и почвы | Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта № 3253 от 23.12.2022 (часть 1–2) в диапазоне значений от от -70 °С до +80 °С.<br>Вспомогательные технические средства:<br>Калибратор температур сухоблочный в диапазоне задания температур от -70 °С до +80 °С | Термометр сопротивления платиновый, вибропрочный эталонный 3-го разряда ПТСВ, рег. № 57690-14.<br><br>Вспомогательные технические средства:<br>Калибратор температур сухоблочный Fluke модели 9190А, рег. № 56153-14. |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применение средств поверки  | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки  | Перечень рекомендуемых средств поверки  |
|---|---|---|
| п. 10.2<br>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений относительной влажности воздуха                     | Эталоны единицы относительной влажности воздуха и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений влажности газов и температуры конденсации углеводородов, утвержденной приказом Росстандарта № 2885 от 15.12.2021, в диапазоне значений от 0 % до 100 %  | Комплекс поверочный портативный КПП-3, рег. № 67967-17  |
| пп. 10.3, 10.15.1<br>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналам измерений скорости и направления воздушного потока | Эталоны единицы скорости и направления воздушного потока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019, в диапазоне измерений от 0,5 до 60,0 м/с с абсолютной погрешностью не более $\pm(0,15+0,02 \cdot V)$ м/с; средства измерений направления воздушного потока (лимбы) в диапазоне измерений от 0° до 360° с абсолютной погрешностью не более $\pm 1^\circ$ ;<br>Средства измерений частоты вращения вала в диапазоне воспроизведения и измерения частоты вращения вала от 20 до 15000 об/мин с относительной погрешностью не более $\pm 0,3$ % и средства измерений угла поворота вала в диапазоне измерений от 0° до 360° с абсолютной погрешностью не более $\pm 1^\circ$ | Установка аэродинамическая АТ-60, рег. № 84585-22;<br><br>Комплекс поверочный портативный КПП-4М, рег. № 83728-21 |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применение средств поверки   | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки   | Перечень рекомендуемых средств поверки  |
|--|--|---|
| <p>п. 10.4<br/>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений атмосферного давления</p>          | <p>Эталоны единицы абсолютного давления и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений абсолютного давления в диапазоне <math>1 \cdot 10^{-1} - 1 \cdot 10^7</math> Па, утвержденной приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019, в диапазоне измерений от 500 до 1100 гПа с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 0,1</math> гПа</p>   | <p>Комплекс поверочный портативный КПП-1, рег. № 66485-17</p>   |
| <p>п. 10.5<br/>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений количества атмосферных осадков</p> | <p>Гири с номинальной массой: 1, 20, 40, 100 г; 1, 5, 10, 15, 30 кг, класс точности F<sub>2</sub> по ГОСТ OIML R 111-1-2009;<br/>Средства измерений длины (штангенциркули) в диапазоне измерений от 0 до 300 мм с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 0,05</math> мм;<br/>Средства измерений объема жидкости (цилиндры) с номинальной вместимостью 10 мл с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 0,2</math> мл; 100 мл с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1</math> мл; 2000 мл с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 20</math> мл</p> | <p>Гири с номинальной массой: 1, 20, 40, 100 г; 1, 5, 10, 15, 30 кг, класс точности F<sub>2</sub> по ГОСТ OIML R 111-1-2009;<br/>Штангенциркуль ШЦ-I, рег. № 22088-07;<br/>Цилиндр 2-го класса точности Klin, рег. № 33562-06</p> |
| <p>п. 10.6<br/>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений высоты снежного покрова</p>        | <p>Средства измерений длины (рулетки измерительные) в диапазоне измерений от 0,15 до 10 м, с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 5</math> мм</p>  | <p>Рулетка измерительная металлическая Р30УЗК, рег. № 35278-07</p>  |



Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применение средств поверки  | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки  | Перечень рекомендуемых средств поверки   |
|---|---|--|
| <p>п. 10.7<br/>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений продолжительности солнечного сияния</p> | <p>Эталоны единицы времени и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 5-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений времени и частоты, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 13.10.2022, в диапазоне измерений и воспроизведения интервалов времени от 0,0001 до 99,99999 с, с абсолютной погрешностью не более <math>\pm (3 \cdot 10^{-6} \cdot T_{\text{изм}} + 0,0002) \%</math>;<br/>Средства измерений энергетической освещенности солнечным излучением (пиранометры) в диапазоне измерений от 10 до 1600 Вт/м<sup>2</sup>.<br/>Установка для создания солнечной радиации с диапазоном от 10 до 1600 Вт/м<sup>2</sup></p>  | <p>Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-2М, рег. № 65349-16;<br/><br/>Пиранометр СМР6, рег. № 48281-11.<br/><br/>Установка для создания солнечной радиации с диапазоном от 10 до 1600 Вт/м<sup>2</sup></p> |
| <p>п. 10.8<br/>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений высоты облаков</p>                      | <p>Средства измерений и передачи эквивалентной длины (высоты облаков) для средств измерений высоты нижней границы облаков в диапазоне от 10 до 7600 м с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 5</math> м в диапазоне от 10 до 100 м включ.; с относительной погрешностью не более <math>\pm 5 \%</math> в диапазоне св. 100 до 7600 м</p>  | <p>Комплект поверочный LCS241, рег. № 92896-24</p>   |
| <p>п. 10.9<br/>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений высоты облаков</p>                      | <p>Средства измерений расстояний и углов наклона в диапазоне измерений от 10 до 1500 м с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 5</math> м в диапазоне от 10 до 100 м включ.; с относительной погрешностью не более 5 % в диапазоне св. 100 до 1500 м;<br/>Средства установки длительности и задержки импульсов в диапазоне установки задержки импульсов от <math>0,067 \cdot 10^{-6}</math> до <math>50,666 \cdot 10^{-6}</math> с с абсолютной погрешностью установки задержки импульсов не более <math>\pm 0,033 \cdot 10^{-6}</math> с в диапазоне от <math>0,067 \cdot 10^{-6}</math> до <math>0,667 \cdot 10^{-6}</math> с включ.; с относительной погрешностью установки задержки импульсов не более <math>\pm 5 \%</math> в диапазоне св. <math>0,667 \cdot 10^{-6}</math> до <math>50,666 \cdot 10^{-6}</math> с</p> | <p>Комплект поверочный LCS241, рег. № 92896-24</p>   |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применение средств поверки  | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки   | Перечень рекомендуемых средств поверки   |
|---|--|--|
| п. 10.10<br>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений метеорологической оптической дальности | Эталоны единицы МОД и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по Государственной поверочной схеме для средств измерений координат цвета, координат цветности, коэффициента светопропускания, белизны, блеска, коррелированной цветовой температуры, индекса цветопередачи, интегральной (зональной) оптической плотности, светового коэффициента пропускания и метеорологической оптической дальности, утвержденной приказом Росстандарта № 1556 от 07.08.2023, в диапазоне воспроизведения МОД от 10 до 20000 м, с относительной погрешностью не более $\pm 5\%$ в диапазоне от 10 до 10000 м включ.; не более $\pm 10\%$ в диапазоне св. 10000 до 20000 м | Устройство задания метеорологической оптической дальности УСМОД, рег. № 86932-22   |
| п. 10.11<br>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений метеорологической оптической дальности | Наборы мер для передачи размеров единиц спектральных коэффициентов направленного пропускания с абсолютной погрешностью измерения светового коэффициента направленного пропускания не более $\pm 0,25\%$  | Комплект светофильтров нейтральных LTOF111, рег. № 35706-07  |
| пп. 10.12, 10.15.2<br>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений влажности почвы              | Средства измерений массовой доли воды в почве в диапазоне измерений от 1 % до 50 % с абсолютной погрешностью не более $\pm 1\%$ ;<br>Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018.<br>Вспомогательное оборудование:<br>Почва дерново-подзолистая супесчаная  | Анализатор влажности весовой РМВ, рег. № 79856-20;<br>Датчик влажности почвы высокой точности ML3Theta Probe, рег. № 68172-17;<br>Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018.<br>Вспомогательное оборудование:<br>Почва дерново-подзолистая супесчаная ГСО 2498-83/2500-83 |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применение средств поверки   | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки  | Перечень рекомендуемых средств поверки   |
|--|---|--|
| <p>п. 10.13<br/>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений энергетической освещенности</p>   | <p>Эталоны единицы энергетической освещенности и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений радиометрических величин некогерентного оптического излучения в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра, утвержденной приказом Росстандарта № 2414 от 21.11.2023 (часть 2), в диапазоне измерений от 400 до 1600 Вт/м<sup>2</sup>.<br/>Вспомогательные технические средства:<br/>Установка для создания солнечной радиации с диапазоном от 10 до 1600 Вт/м<sup>2</sup></p>  | <p>Рабочий эталон 2-го разряда (пиранометр) единицы энергетической освещенности солнечным излучением в диапазоне от 400 до 1600 Вт/м<sup>2</sup>.<br/><br/>Вспомогательные технические средства:<br/>Установка для создания солнечной радиации с диапазоном от 10 до 1600 Вт/м<sup>2</sup></p> |
| <p>п. 10.14<br/>Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений по каналу измерений вертикальной составляющей скорости воздушного потока</p>  | <p>Эталоны единицы скорости и направления воздушного потока и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам по Государственной поверочной схеме для средств измерений скорости воздушного потока, утвержденной приказом Росстандарта № 2815 от 25.11.2019 в диапазоне измерений от 0,5 до 60,0 м/с с абсолютной погрешностью не более <math>\pm(0,15+0,02 \cdot V)</math> м/с; средства измерений направления воздушного потока (лимбы) в диапазоне измерений от 0° до 360° с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1^\circ</math>;<br/>Средства измерений угла наклона относительно горизонтальной или заданной плоскостей в диапазоне измерений плоского угла от 0° до 360° с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1^\circ</math>.<br/>Вспомогательные технические средства:<br/>Штатив</p> | <p>Установка аэродинамическая АТ-60, рег. № 84585-22;<br/><br/>Уровень-угломер цифровой 950, рег. № 86515-22.<br/><br/>Вспомогательные технические средства:<br/>Штатив</p>  |
| <p>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p> |   |  |

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки
- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019-80;
  - требования безопасности, изложенные в РЭ на комплексы МКС-М6;
  - в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

## 7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие комплексов МКС-М6 следующим требованиям:

7.2 Центральное устройство комплексов МКС-М6, ПИП, вспомогательное и дополнительное оборудование не должны иметь механических повреждений или иных дефектов, влияющих на качество их работы.

7.3 Соединения в разъемах питания комплексов МКС-М6, ПИП, вспомогательного и дополнительного оборудования должны быть надежными.

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

## 8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий проведения поверки.

8.1.1 При поверке должны быть проверены условия проведения поверки, указанные в п. 3 настоящей методики поверки.

8.1.2 Для контроля условий поверки используются средства поверки, приведенные в таблице 2.

8.2 Проверьте комплектность комплексов МКС-М6.

8.3 Проверьте электропитание комплексов МКС-М6.

8.4 Подготовьте к работе и включите ПИП из состава комплексов МКС-М6 согласно РЭ на комплексы МКС-М6 (перед началом проведения поверки комплекс МКС-М6 должен проработать не менее 1 часа).

8.5 Убедитесь, что для механических ПИП скорости и направления воздушного потока момент трогания подшипников и характеристики вертушек, флюгарок соответствует установленным в РЭ на комплексы МКС-М6.

8.6 Опробование комплексов МКС-М6 должно осуществляться в следующем порядке:

8.6.1 При опробовании комплексов МКС-М6 устанавливается работоспособность в соответствии с РЭ на комплексы МКС-М6.

8.6.2 Включите центральное устройство и проверьте его работоспособность.

8.6.3 Проведите проверку работоспособности ПИП, вспомогательного и дополнительного оборудования комплексов МКС-М6.

8.6.4 Контрольная индикация должна указывать на работоспособность центрального устройства, ПИП, вспомогательного и дополнительного оборудования.

## 9. Подтверждение соответствия программного обеспечения

9.1 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».

9.2 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».

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

9.4 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 РЭ на комплексы МКС-М6).

9.5 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.

9.6 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».

9.7 Результаты идентификации программного обеспечения считают положительными если номер версии ПО соответствует данным в таблице 3:

Таблица 3 – Идентификационные данные программного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки)       | Значение                 |
|---|--------------------------|
| Идентификационное наименование ПО         | bin.mot                  |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 6.x <sup>1)</sup>        |
| Цифровой идентификатор ПО                 | –                        |
| Идентификационное наименование ПО         | TU41sm                   |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 2.x <sup>1)</sup>        |
| Цифровой идентификатор ПО                 | –                        |
| Идентификационное наименование ПО         | datacollector            |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.x <sup>1)</sup>        |
| Цифровой идентификатор ПО                 | –                        |
| Идентификационное наименование ПО         | Almeta Observer.exe      |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 4.x <sup>1)</sup>        |
| Цифровой идентификатор ПО                 | –                        |
| Идентификационное наименование ПО         | Almeta Avia Observer.exe |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.0.x <sup>1)</sup>      |
| Цифровой идентификатор ПО                 | –                        |

<sup>1)</sup>Обозначения «x» не относятся к метрологически значимой части ПО

10. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений температуры воздуха, почвы выполняются в следующем порядке:

10.1.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.1.1.1 Подготовьте к работе и включите комплекс МКС-М6 в соответствии с РЭ на комплексы МКС-М6.

10.1.1.2 Подключите термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный 3-го разряда (далее – термометр ПТСВ) к калибратору температуры сухоблочному Fluke модели 9190A (далее – калибратор).

10.1.1.3 Поместите ПИП температуры воздуха и почвы комплекса МКС-М6 и термометр ПТСВ в калибратор.

10.1.1.4 Последовательно задайте калибратором значения температуры в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений.

10.1.1.5 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные комплексом МКС-М6,  $t_{визмi}$ , и значения эталонные,  $t_{вэti}$ , измеренные термометром ПТСВ.

10.1.1.6 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры воздуха,  $\Delta t_{в}$ , по формуле:

$$\Delta t_{в} = t_{визмi} - t_{вэti} \quad (1)$$

10.1.1.7 Поместите ПИП температуры почвы комплекса МКС-М6 в калибратор.

10.1.1.8 Последовательно задайте калибратором значения температуры в трех точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений.

10.1.1.9 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные комплексом МКС-М6,  $t_{пизмi}$ , и значения эталонные,  $t_{пэti}$ , измеренные термометром ПТСВ.

10.1.1.10 Вычислите абсолютную погрешность измерений температуры почвы,  $\Delta t_{п}$ , по формуле:

$$\Delta t_{п} = t_{пизмi} - t_{пэti} \quad (2)$$

10.1.1.11 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений температуры воздуха и почвы во всех выбранных точках следующим условиям:

для канала измерений температуры воздуха:

$$|\Delta t_{vi}| \leq (0,1 + 0,002 \cdot |t_v|) \text{ } ^\circ\text{C, где } |t_v| \text{ – измеренное значение температуры воздуха, } ^\circ\text{C.}$$

для канала измерений температуры почвы:

$$|\Delta t_{pi}| \leq 0,4 \text{ } ^\circ\text{C, в диапазоне измерений св. минус } 60,0 \text{ } ^\circ\text{C до плюс } 60,0 \text{ } ^\circ\text{C включ.};$$

$$|\Delta t_{pi}| \leq 0,5 \text{ } ^\circ\text{C, в диапазоне измерений от минус } 70,0 \text{ } ^\circ\text{C до минус } 60,0 \text{ } ^\circ\text{C включ.}$$

и св. плюс  $60,0 \text{ } ^\circ\text{C}$  до плюс  $80,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

10.2 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений относительной влажности воздуха выполняются в следующем порядке:

10.2.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.2.1.1 Последовательно помещайте ПИП относительной влажности воздуха комплекса МКС-М6 и эталонный гигрометр в растворы солей ( $\text{LiCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ) из состава комплекса поверочного портативного КПП-3.

10.2.1.2 Выдерживайте ПИП относительной влажности воздуха комплекса МКС-М6 и эталонный гигрометр в каждой из солей в течение 2 часов.

10.2.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные комплексом МКС-М6,  $\varphi_{\text{изм}i}$ , и значения эталонные,  $\varphi_{\text{эт}i}$ , измеренные эталонным гигрометром.

10.2.1.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений относительной влажности воздуха,  $\Delta\varphi_i$ , по формуле:

$$\Delta\varphi_i = \varphi_{\text{изм}i} - \varphi_{\text{эт}i} \quad (3)$$

10.2.1.5 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\Delta\varphi_i| \leq 3 \%, \text{ в диапазоне измерений от } 0 \% \text{ до } 90 \% \text{ включ.};$$

$$|\Delta\varphi_i| \leq 4 \%, \text{ в диапазоне измерений св. } 90 \% \text{ до } 100 \%.$$

10.3 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений скорости и направления воздушного потока выполняются в следующем порядке:

10.3.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.3.1.1 Разместите ПИП скорости и направления воздушного потока комплекса МКС-М6 в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки.

10.3.1.2 Задайте значения скорости воздушного потока в рабочей зоне аэродинамической измерительной установки,  $V_{\text{эт}i}$ , в пяти точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений.

10.3.1.3 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные комплексом МКС-М6,  $V_{\text{изм}i}$ .

10.3.1.4 Закрепите ПИП скорости и направления воздушного потока комплекса МКС-М6 на поворотном координатном столе (лимбе) в рабочем участке аэродинамической измерительной установки, совместив отметку «Север» на ПИП и «0» на поворотном координатном столе (лимбе).

10.3.1.5 Последовательно задайте поворотным координатным столом (лимбом) значения направления воздушного потока в четырех точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений, при скорости воздушного потока  $0,5 \text{ м/с}$ .

10.3.1.6 Повторите пункт 10.3.1.5, задавая скорость воздушного потока 30 м/с.

10.3.1.7 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные комплексом МКС-М6,  $A_{измi}$ , и значения эталонные,  $A_{эти}$ , заданные лимбом.

10.3.1.8 Вычислите абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока,  $\Delta V_i$ , по формуле:

$$\Delta V_i = V_{измi} - V_{эти} \quad (4)$$

10.3.1.9 Вычислите абсолютную погрешность измерений направления воздушного потока,  $\Delta A_i$ , по формуле:

$$\Delta A_i = A_{измi} - A_{эти} \quad (5)$$

10.3.1.10 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений скорости и направления воздушного потока во всех выбранных точках следующим условиям:

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

где  $V$  – измеренное значение скорости воздушного потока, м/с.

$$|\Delta A_i| \leq 3^\circ.$$

10.3.2 Допускается проведение периодической поверки комплекса МКС-М6 по каналам измерений скорости и направления воздушного потока с механическими ПИП в следующем порядке:

10.3.2.1 Присоедините раскручивающее устройство из состава комплекса поверочного портативного КПП-4М (далее – КПП-4М) к ПИП скорости воздушного потока.

10.3.2.2 Установите на пульте управления КПП-4М значения частоты вращения оси раскручивающего устройства в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений (соответствие частоты вращения и скорости воздушного потока рассчитывается по переводной функции, указанной в формуляре комплексов МКС-М6 «ЯКИН.411713.718 ФО»).

10.3.2.3 На каждой имитируемой скорости воздушного потока фиксируйте значения, измеренные комплексом МКС-М6,  $V_{измi}$ , а значения эталонные,  $V_{эти}$ , снимаемые с пульта КПП-4М.

10.3.2.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений скорости воздушного потока,  $\Delta V_i$ , по формуле:

$$\Delta V_i = V_{измi} - V_{эти} \quad (6)$$

10.3.2.5 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений скорости воздушного потока во всех выбранных точках следующему условию:

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

где  $V$  – измеренное значение скорости воздушного потока, м/с.

10.3.2.6 Определение абсолютной погрешности измерений направления воздушного потока выполняется в следующем порядке:

10.3.2.7 Установите ПИП скорости и направления воздушного потока комплекса МКС-М6 на лимб из комплекта КПП-4М, совместив отметку «Север» на ПИП и «0» на лимбе.

10.3.2.8 Задайте лимбом значения направления воздушного потока,  $A_{эти}$ , в четырех точках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений.

10.3.2.9 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные комплексом МКС-М6,  $A_{\text{изм}i}$ .

10.3.2.10 Вычислите абсолютную погрешность измерений направления воздушного потока,  $\Delta A_i$ , по формуле:

$$\Delta A_i = A_{\text{изм}i} - A_{\text{эт}i} \quad (7)$$

10.3.2.11 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений направления воздушного потока во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\Delta A_i| \leq 3^\circ.$$

10.4 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений атмосферного давления выполняются в следующем порядке:

10.4.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.4.1.1 Подготовьте к работе комплекс поверочный портативный КПП-1 (далее – КПП-1).

10.4.1.2 Подключите ПИП атмосферного давления и эталонный барометр к устройству задания и поддержания давления из состава КПП-1.

10.4.1.3 Установите с помощью КПП-1 значения абсолютного давления в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений. Контроль задания осуществляйте эталонным барометром.

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

10.4.1.5 Вычислите абсолютную погрешность измерений атмосферного давления,  $\Delta P_i$ , по формуле:

$$\Delta P_i = P_{\text{изм}i} - P_{\text{эт}i} \quad (8)$$

10.4.1.6 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений атмосферного давления во всех выбранных точках следующему условию:

$$\begin{aligned} |\Delta P_i| &\leq 0,3 \text{ гПа, в диапазоне от } 500,0 \text{ до } 1100,0 \text{ гПа,} \\ &\text{для канала измерений атмосферного давления с емкостным ПИП;} \\ |\Delta P_i| &\leq 0,33 \text{ гПа, в диапазоне от } 600,0 \text{ до } 1100,0 \text{ гПа,} \\ &\text{для канала измерений атмосферного давления с вибрационно-частотным ПИП.} \end{aligned}$$

10.5 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений количества атмосферных осадков с весовым ПИП выполняются в следующем порядке:

10.5.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.5.1.1 Произведите демонтаж корпуса и контейнера для сбора осадков.

10.5.1.2 Фиксируйте начальное значение (в мм), измеренное комплексом МКС-М6,  $X_0$ .

10.5.1.3 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, 15, 30 кг. Соответствие массы гири количеству осадков указано в приложении А.

10.5.1.4 На каждом заданном значении фиксируйте значения (в мм), измеренные комплексом МКС-М6,  $X_{\text{изм}i}$ , и значения эталонные,  $X_{\text{эт}i}$  (таблица А.1, Приложение А).

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

$$X'_{\text{изм}i} = X_{\text{изм}i} - X_0 \quad (9)$$

10.5.1.6 Вычислите абсолютную погрешность измерений количества атмосферных осадков,  $\Delta X_i$ , по формуле:

$$\Delta X_i = X'_{\text{изм}i} - X_{\text{эт}i} \quad (10)$$

10.5.1.7 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений количества атмосферных осадков во всех выбранных точках следующему условию:

$$\begin{aligned} |\Delta X_i| &\leq 0,1 \text{ мм, в диапазоне от } 0,2 \text{ до } 2,0 \text{ мм включ.;} \\ |\Delta X_i| &\leq (0,1 + 0,01 \cdot X) \text{ мм, в диапазоне св. } 2,0 \text{ до } 1500,0 \text{ мм;} \\ &\text{где } X \text{ – измеренное значение количества атмосферных осадков, мм.} \end{aligned}$$

10.5.2 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений количества атмосферных осадков с челночным ПИП выполняются в следующем порядке:

10.5.2.1 С помощью штангенциркуля ШЦ-I измерьте диаметр приемной камеры челночного ПИП.

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

$$X_{\text{эт}i} = 4 \frac{V_{\text{эт}i}}{\pi d^2}, \quad (11)$$

где  $d$  – внутренний диаметр приемной камеры ПИП, мм;  $V_{\text{эт}i}$  – в мм<sup>3</sup>.

10.5.2.3 Фиксируйте показания по каналу измерений количества атмосферных осадков,  $X_{\text{изм}i}$ , на экране комплекса МКС-М6.

10.5.2.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений количества атмосферных осадков,  $\Delta X_i$ , по формуле:

$$\Delta X_i = X_{\text{изм}i} - X_{\text{эт}i} \quad (12)$$

10.5.2.5 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений количества атмосферных осадков во всех выбранных точках следующему условию:

$$\begin{aligned} |\Delta X_i| &\leq (0,1 + 0,05 \cdot X) \text{ мм,} \\ &\text{где } X \text{ – измеренное значение количества атмосферных осадков, мм.} \end{aligned}$$

10.6 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений высоты снежного покрова выполняются в следующем порядке:

10.6.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.6.1.1 В качестве имитатора поверхности снега используйте ровную поверхность стены. Установите ПИП высоты снежного покрова таким образом, чтобы ось корпуса рупорной антенны была горизонтальна и направьте его на стену перпендикулярно к плоскости стены.

10.6.1.2 Произведите первичное измерение высоты снежного покрова и установите полученное значение как «нулевой уровень»,  $H_0$ .

10.6.1.3 Подготовьте к работе рулетку измерительную металлическую Р30УЗК (далее – рулетка).

10.6.1.4 Последовательно устанавливайте ПИП высоты снежного покрова на расстояниях,  $H_{эти}$ , равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.6.1.5 Проведите измерения высоты снежного покрова ПИП высоты снежного покрова и рулеткой. Фиксируйте измеренные значения рулетки,  $L_{эти}$ , и ПИП высоты снежного покрова,  $H_{измi}$ , на экране ноутбука, а эталонное значение,  $H_{эти}$ , вычислите по формуле:

$$H_{эти} = H_0 - L_{эти}, \quad (13)$$

где  $H_0$  – расстояние, принятое за нулевую точку, м;

$L_{эти}$  – расстояние, измеренное рулеткой, м.

10.6.1.6 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений высоты снежного покрова во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\Delta H_i| \leq 10 \text{ мм.}$$

10.7 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений продолжительности солнечного сияния выполняются в следующем порядке:

10.7.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.7.1.1 Установкой для создания солнечной радиации включите напряжение, обеспечивающее в плоскости измерений энергетической освещенности значение не ниже  $0,4 \text{ кВт/м}^2$ .

10.7.1.2 При достижении значений эталонного пиранометра выше  $0,4 \text{ кВт/м}^2$  запустите секундомер.

10.7.1.3 При понижении значений эталонного пиранометра ниже  $0,4 \text{ кВт/м}^2$  остановите секундомер.

10.7.1.4 Фиксируйте показания продолжительности солнечного сияния по секундомеру,  $T_{эти}$ , и показания продолжительности солнечного сияния комплекса МКС-М6,  $T_{измi}$ .

10.7.1.5 Вычислите относительную погрешность комплекса МКС-М6,  $\delta T_i$ , по каналу измерений продолжительности солнечного сияния по формуле:

$$\delta T_i = \frac{T_{измi} - T_{эти}}{T_{эти}} \times 100 \% \quad (14)$$

10.7.1.6 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие относительной погрешности измерений продолжительности солнечного сияния во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\delta T_i| \leq 10 \%.$$

10.8 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений высоты облаков выполняются в следующем порядке:

10.8.1 Поверка комплекса МКС-М6 по каналу измерений высоты облаков с ПИП, у которых отсутствует режим «Лазер включен», выполняется в следующем порядке:

10.8.1.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.8.1.2 Подготовьте к работе комплект поверочный LCS241 (далее – эталон).

10.8.1.3 С помощью эталона задавайте значения длины (высоты нижней границы облачности),  $H_{эти}$ , не менее чем в трех точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений.

10.8.1.4 На каждом заданном значении фиксируйте значения, измеренные комплексом МКС-М6,  $H_{измi}$ .

10.8.1.5 Вычислите для соответствующих поддиапазонов абсолютную погрешность измерений высоты облаков,  $\Delta H_i$ , по формуле:

$$\Delta H_i = H_{\text{изм}i} - H_{\text{эт}i} \quad (15)$$

10.8.1.6 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность измерений высоты облаков,  $\delta H_i$ , по формуле:

$$\delta H_i = \frac{H_{\text{изм}i} - H_{\text{эт}i}}{H_{\text{эт}i}} \times 100 \% \quad (16)$$

10.8.1.7 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие погрешности измерений высоты облаков во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\Delta H_i| \leq 10 \text{ м, в диапазоне от 10 до 100 м включ.};$$

$$|\delta H_i| \leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 100 до 7600 м.}$$

10.9 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений высоты облаков с ПИП, у которых присутствует режим «Лазер включен», выполняется в следующем порядке:

10.9.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.9.1.1 С ПИП высоты облаков снимите кожух, откройте дверку и установите на блоке измерительном устройстве излучающие на базе ИК-светодиода (далее – устройство).

10.9.1.2 Соедините устройство с генератором импульсов серии АКПП-3300 из состава комплекта поверочного LCS241.

10.9.1.3 Установите следующие параметры работы для генератора импульсов: режим работы – одинарный импульс положительной полярности, амплитуда импульса 5 В, длительность импульса 100 нс.

10.9.1.4 Задавайте генератором импульсов временные интервалы в трех точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений. Рекомендуемые интервалы временных задержек представлены в таблице 4.

Таблица 4

| Интервалы временных задержек, с | Имитируемые значения ВНГО, м, $H_{\text{эт}}$ |
|---------------------------------|---|
| $0,067 \cdot 10^{-6}$           | 10  |
| $0,400 \cdot 10^{-6}$           | 60  |
| $0,667 \cdot 10^{-6}$           | 100   |
| $3,000 \cdot 10^{-6}$           | 450   |
| $6,000 \cdot 10^{-6}$           | 900   |
| $13,333 \cdot 10^{-6}$          | 2000  |
| $24,000 \cdot 10^{-6}$          | 3600  |
| $47,000 \cdot 10^{-6}$          | 7050  |

10.9.1.5 На каждом заданном значении фиксируйте показания ПИП высоты облаков на экране персонального компьютера.

10.9.1.6 Вычислите для соответствующих поддиапазонов абсолютную погрешность измерений высоты облаков,  $\Delta H_i$ , по формуле:

$$\Delta H_i = H_{\text{изм}i} - H_{\text{эт}i}, \quad (18)$$

где  $H_{\text{эт}i}$  – значения высоты облаков, заданные генератором, м;

$H_{\text{изм}i}$  – значения высоты облаков, измеренные ПИП, м.

10.9.1.7 Вычислите для соответствующих поддиапазонов относительную погрешность измерений высоты облаков,  $\delta H_i$ , по формуле:

$$\delta H_i = \frac{H_{\text{изм}i} - H_{\text{эт}i}}{H_{\text{эт}i}} \times 100 \% \quad (19)$$

10.9.1.8 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие погрешности измерений высоты облаков во всех выбранных точках следующему условию:

$$\begin{aligned} |\Delta H_i| &\leq 10 \text{ м, в диапазоне от 10 до 100 м включ.}; \\ |\delta H_i| &\leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. 100 до 7600 м.} \end{aligned}$$

10.10 / Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений метеорологической оптической дальности с нефелометрическим ПИП выполняются в следующем порядке:

10.10.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.10.1.1 Подготовьте к работе устройство задания метеорологической оптической дальности УСМОД (далее – эталон).

10.10.1.2 Закрепите эталон на ПИП метеорологической оптической дальности (далее – МОД).

10.10.1.3 Задавайте эталоном значения МОД,  $S_{\text{эт}i}$ , в трех точках, равномерно распределенных по поддиапазону измерений.

10.10.1.4 После стабилизации показаний фиксируйте показания комплекса МКС-М6,  $S_{\text{изм}i}$ .

10.10.1.5 Вычислите относительную погрешность измерений МОД,  $\delta S_i$ , по формуле:

$$\delta S_i = \frac{S_{\text{изм}i} - S_{\text{эт}i}}{S_{\text{эт}i}} \times 100 \% \quad (20)$$

10.10.1.6 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие относительной погрешности измерений метеорологической оптической дальности во всех выбранных точках следующему условию:

$$\begin{aligned} |\delta S_i| &\leq 10 \%, \text{ в диапазоне от 10 до 10000 м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 20 \%, \text{ в диапазоне св. 10000 до 20000 м.} \end{aligned}$$

10.11 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений МОД с фотометрическим ПИП выполняются в следующем порядке:

10.11.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.11.1.1 Разместите держатель комплекта светофильтров LTOF111 на излучателе ПИП МОД.

10.11.1.2 Подключите ноутбук к сервисному порту ПИП МОД, запустите терминальную программу, следуйте инструкциям на экране.

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

10.11.1.4 Вычислите относительную погрешность измерений МОД,  $\delta S_i$ , по формуле:

$$\delta S_i = \frac{S_{\text{изм}i} - S_{\text{эт}i}}{S_{\text{эт}i}} \times 100 \% \quad (21)$$

10.11.1.5 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие относительной погрешности измерений МОД во всех выбранных точках следующему условию:

$$\begin{aligned} |\delta S_i| &\leq 5 \%, \text{ в диапазоне св. } 10 \text{ до } 2000 \text{ м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 10 \%, \text{ в диапазоне св. } 2000 \text{ до } 4500 \text{ м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 15 \%, \text{ в диапазоне св. } 4500 \text{ до } 6500 \text{ м включ.}; \\ |\delta S_i| &\leq 20 \%, \text{ в диапазоне св. } 6500 \text{ до } 10000 \text{ м.} \end{aligned}$$

10.12 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений влажности почвы выполняются в следующем порядке:

10.12.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.12.1.1 Подготовьте к работе анализатор влажности весовой РМВ (далее – анализатор).

10.12.1.2 Подготовьте три образца почвы со значениями массовой доли воды в почве в следующих поддиапазонах: от 1 % до 5 %, от 10 % до 25 %, от 30 % до 50 %, соответствующих началу, середине и концу диапазона измерений влажности почвы комплекса МКС-М6.

10.12.1.3 Используя первый образец, насыпьте почву на платформу анализатора.

10.12.1.4 Повторите пункты 10.12.1.2–10.12.1.3, используя остальные образцы.

10.12.1.5 Фиксируйте показания анализатора,  $W_{\text{эт}i}$ , и показания,  $W_{\text{изм}i}$ , измеренные комплексом МКС-М6.

10.12.1.6 Вычислите абсолютную погрешность измерений влажности почвы,  $\Delta W_i$ , по формуле:

$$\Delta W_i = W_{\text{изм}i} - W_{\text{эт}i} \quad (22)$$

10.12.1.7 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений влажности почвы во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\Delta W_i| \leq 3 \%$$

10.13 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений энергетической освещенности выполняются в следующем порядке:

10.13.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

10.13.1.1 Установкой для создания солнечной радиации включите напряжение, обеспечивающее в плоскости измерений энергетической освещенности не ниже  $0,4 \text{ кВт/м}^2$ .

10.13.1.2 При помощи штатива установите эталонный пиранометр перпендикулярно к направлению светового потока.

10.13.1.3 Снимите десять значений энергетической освещенности,  $E_{\text{эт}i}$ . Вычислите среднее значение,  $\bar{E}_{\text{эт}i}$ .

10.13.1.4 Снимите эталонный пиранометр и установите ПИП СМР21, СМР6 перпендикулярно оптической оси установки таким образом, чтобы центр приемной поверхности ПИП СМР21, СМР6 расположился в той же точке пространства, что и центр приемной поверхности эталонного пиранометра.

10.13.1.5 Выдержите ПИП СМР21, СМР6 освещенными не менее 2 мин. Снимите десять измерений энергетической освещенности,  $E_{\text{изм}i}$ . Вычислите среднее значение,  $\bar{E}_{\text{изм}i}$ .

10.13.1.6 Повторите пп. 10.13.1.4–10.13.1.5, устанавливая значения энергетической освещенности в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.13.1.7 Вычислите относительную погрешность измерений энергетической освещенности по формуле:

$$\delta E_i = \frac{\bar{E}_{\text{изм}i} - \bar{E}_{\text{эт}i}}{\bar{E}_{\text{эт}i}} \times 100 \% \quad (23)$$

10.13.1.8 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие относительной погрешности измерений энергетической освещенности во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\delta E_i| \leq 11 \%.$$

10.14 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений вертикальной составляющей скорости воздушного потока выполняются в следующем порядке:

10.14.1 Первичная и периодическая поверка выполняются в следующем порядке:

Определение метрологических характеристик при измерении положительных и отрицательных вертикальных составляющих скорости воздушного потока производится в следующем порядке:

10.14.1.1 Установите штатив в рабочую зону установки аэродинамической АТ-60 (далее – АТ-60). При помощи штатива закрепите ПИП вертикальной составляющей скорости воздушного потока под углом  $15^\circ$  навстречу воздушному потоку. Угол установки контролируйте при помощи уровня-угломера цифрового 950.

10.14.1.2 Положительному положению угла соответствует положительная вертикальная составляющая, отрицательному – отрицательная вертикальная составляющая скорости воздушного потока.

10.14.1.3 Задавайте АТ-60 скорость воздушного потока,  $V_{\text{эт}i}$ , не менее чем в пяти точках, равномерно распределенных по диапазону измерений.

10.14.1.4 На каждом заданном значении фиксируйте показания,  $V_{\text{визм}i}$ , измеренные ПИП не менее 5 раз в каждой точке с интервалом около 1 минуты. Вычислите среднее значение,  $\bar{V}_{\text{визм}i}$ , по пяти значениям по формуле:

$$\bar{V}_{\text{визм}i} = \frac{\sum_1^5 V_{\text{визм}i}}{5} \quad (24)$$

10.14.1.5 Определите эталонное значение вертикальной составляющей скорости воздушного потока,  $V_{\text{вэт}i}$ , по формуле:

$$V_{\text{вэт}i} = V_{\text{эт}i} \cdot \cos \alpha, \quad (25)$$

где  $V_{\text{эт}i}$  – эталонное значение скорости воздушного потока, заданное АТ-60, м/с;  
 $\alpha$  – угол наклона оси ПИП относительно вертикали, градус.

10.14.1.6 Вычислите абсолютную погрешность измерений вертикальной составляющей скорости воздушного потока,  $\Delta V_{\text{в}i}$ , по формуле:

$$\Delta V_{\text{в}i} = \bar{V}_{\text{визм}i} - V_{\text{вэт}i} \quad (26)$$

10.14.1.7 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений вертикальной составляющей во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\Delta V_{vi}| \leq (0,2 + 0,02 \cdot |V_v|) \text{ м/с.}$$

где  $V_v$  – измеренное значение вертикальной составляющей скорости воздушного потока, м/с.

10.15 Периодическая поверка комплекса МКС-М6 при невозможности демонтажа оборудования

10.15.1 Поверка комплекса МКС-М6 при невозможности демонтажа оборудования по каналам измерений скорости и направления воздушного потока (с механическими ПИП) выполняется в соответствии с пунктами 10.3.2.1–10.3.2.10 настоящей методики поверки.

10.15.1.1 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений скорости и направления воздушного потока во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\Delta V_i| \leq (0,3 + 0,04 \cdot V_i) \text{ м/с,}$$

где  $V_i$  – измеренное значение скорости воздушного потока, м/с.

$$|\Delta A_i| \leq 3^\circ.$$

10.15.2 Проверка диапазона измерений и определение погрешности измерений влажности почвы при невозможности демонтажа оборудования выполняются в следующем порядке:

10.15.2.1 Подготовьте к работе датчик влажности почвы высокой точности ML3 ThetaProbe (далее – датчик ML3).

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

10.15.2.3 Смочите почву водой дистиллированной по ГОСТ Р 58144-2018 таким образом, чтобы значения влажности почвы были близки к верхнему пределу измерений (от 30 % до 50 %). Контроль производите датчиком ML3. Повторите действия по пункту 10.15.2.2.

10.15.2.4 Вычислите абсолютную погрешность измерений влажности почвы,  $\Delta W_i$ , по формуле:

$$\Delta W_i = W_{измi} - W_{эти} \quad (27)$$

10.15.2.5 В результате анализа характеристик, полученных при поверке, делается вывод о пригодности и возможности дальнейшего использования средства измерений. Критерием пригодности является соответствие абсолютной погрешности измерений влажности почвы во всех выбранных точках следующему условию:

$$|\Delta W_i| \leq 3 \%$$

## 11. Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений и (или) в формуляр средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Протокол оформляется по запросу.

Приложение А  
Соответствие массы гири количеству атмосферных осадков.

Соответствие массы гири количеству атмосферных осадков рассчитывается по формуле:

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

где А – масса гири, кг;

S – площадь приемного отверстия осадкомера, м<sup>2</sup>;

X<sub>x</sub> – измеряемое значение количества атмосферных осадков, м;

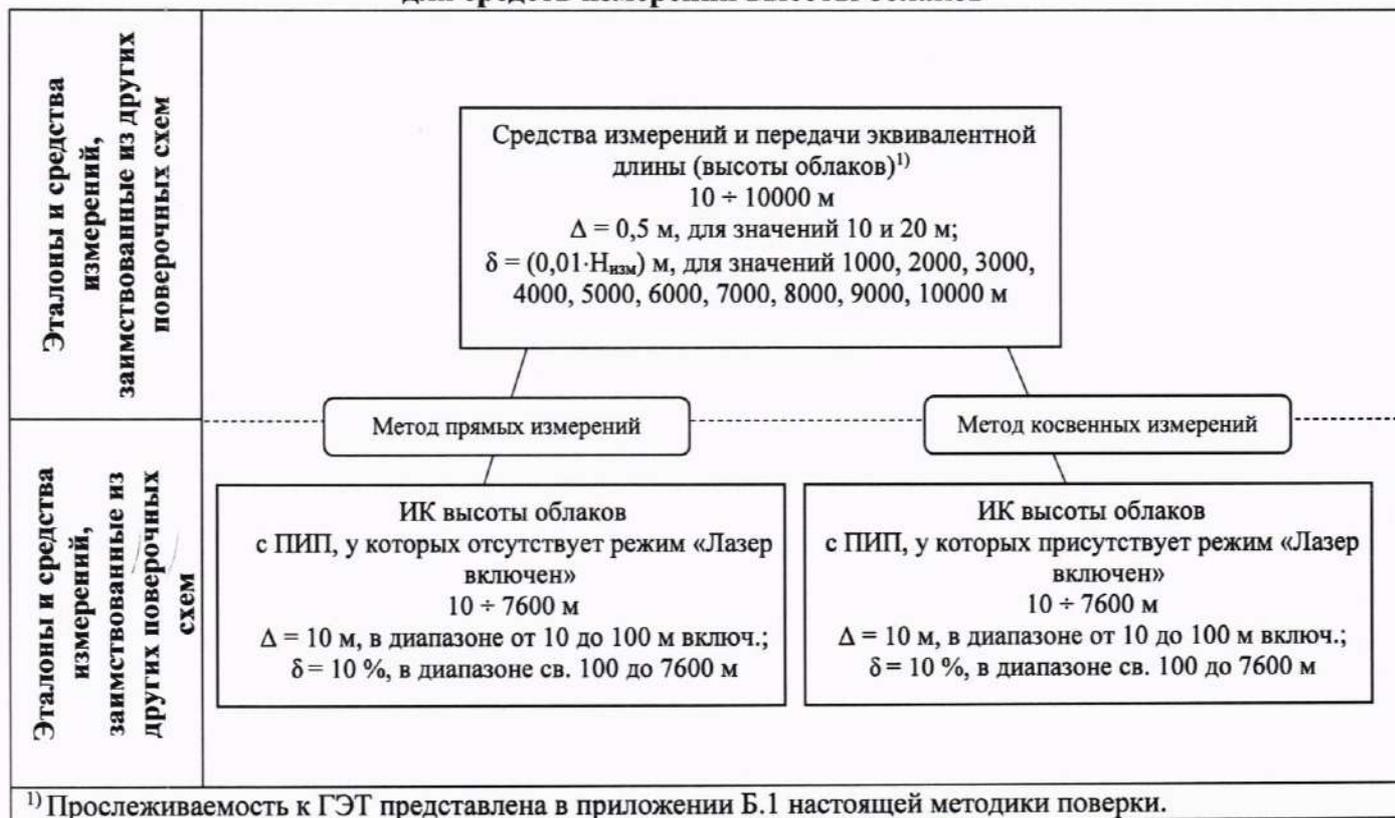
998,205 – плотность воды при 20 °С, кг/м<sup>3</sup>.

Таблица А.1 – Соответствие массы гири количеству осадков

| Масса гири, кг | Эквивалентное количество атмосферных осадков, мм |
|----------------|--|
| 0,004          | 0,2  |
| 0,02           | 1,0  |
| 0,1            | 5,0  |
| 1,0            | 50,0   |
| 5,0            | 250,0  |
| 10,0           | 500,0  |
| 10,0+5,0       | 750,0  |
| 10,0+10,0+10,0 | 1500,0   |

Приложение Б  
(рекомендуемое)

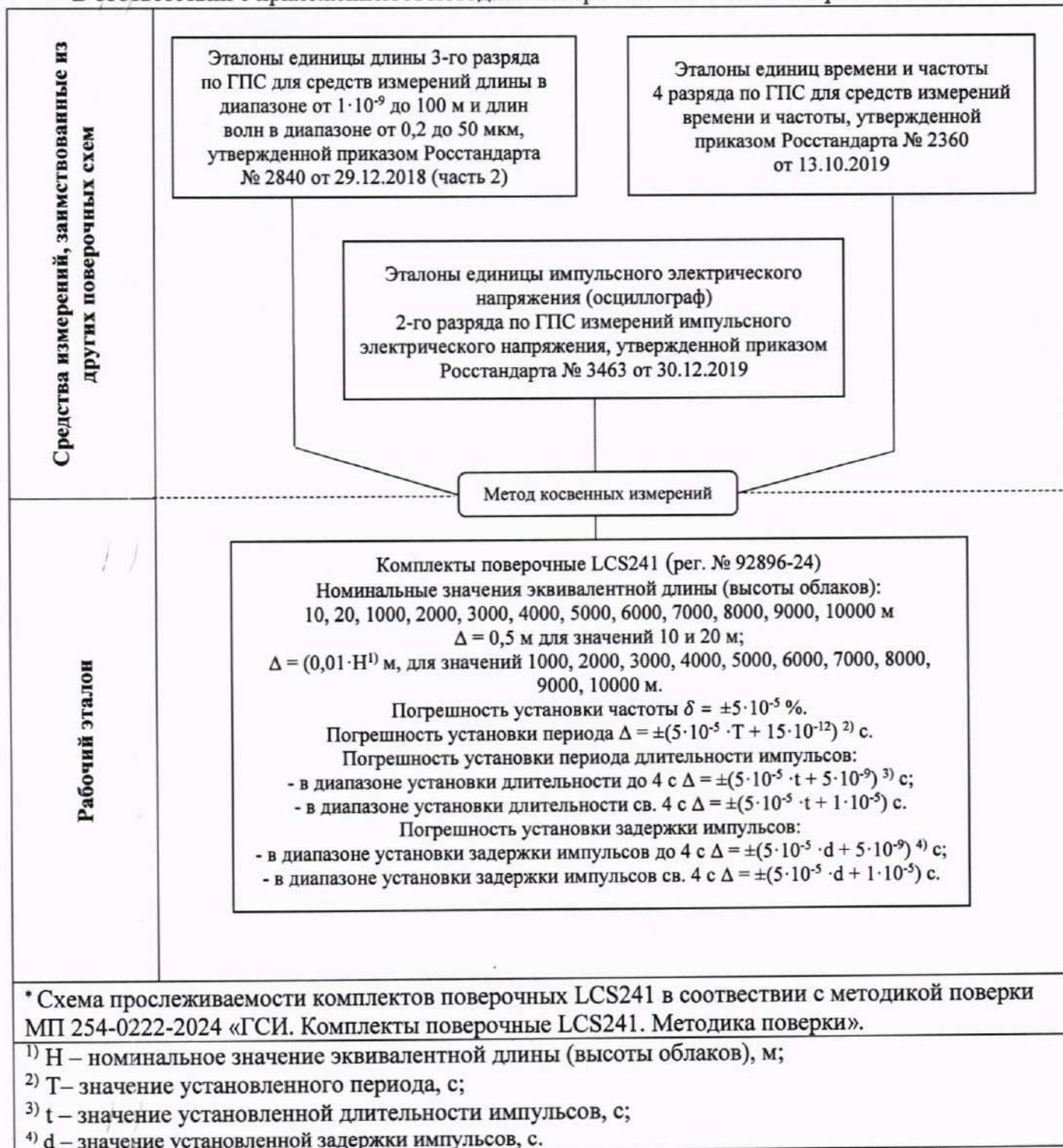
**СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ  
для средств измерений высоты облаков**



Приложение Б.1  
(рекомендуемое)

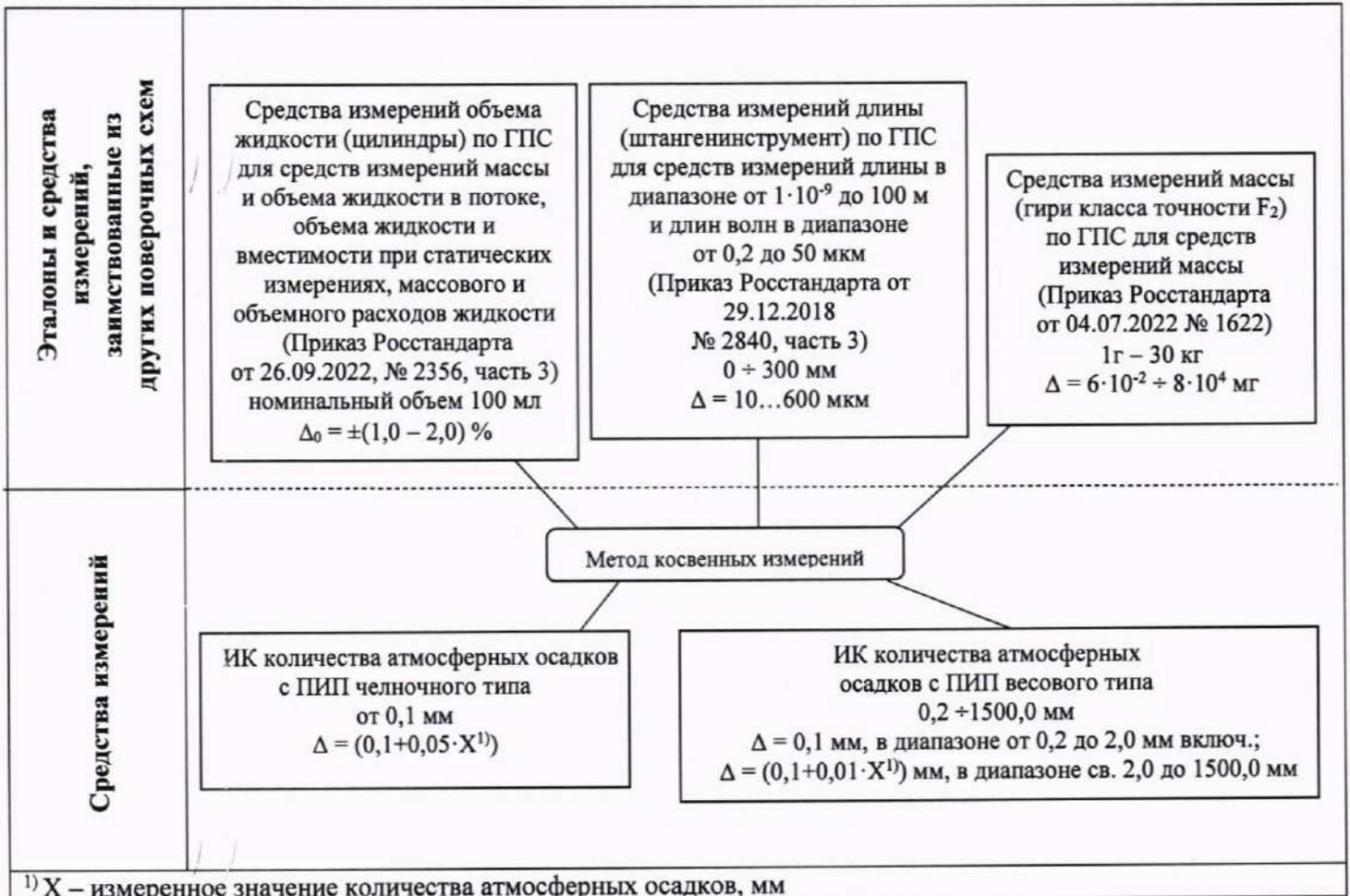
**СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ  
для средств измерений высоты облаков (облачности)**

В соответствии с приложением А методики поверки на комплекты поверочные LCS241\*



Приложение В  
(рекомендуемое)

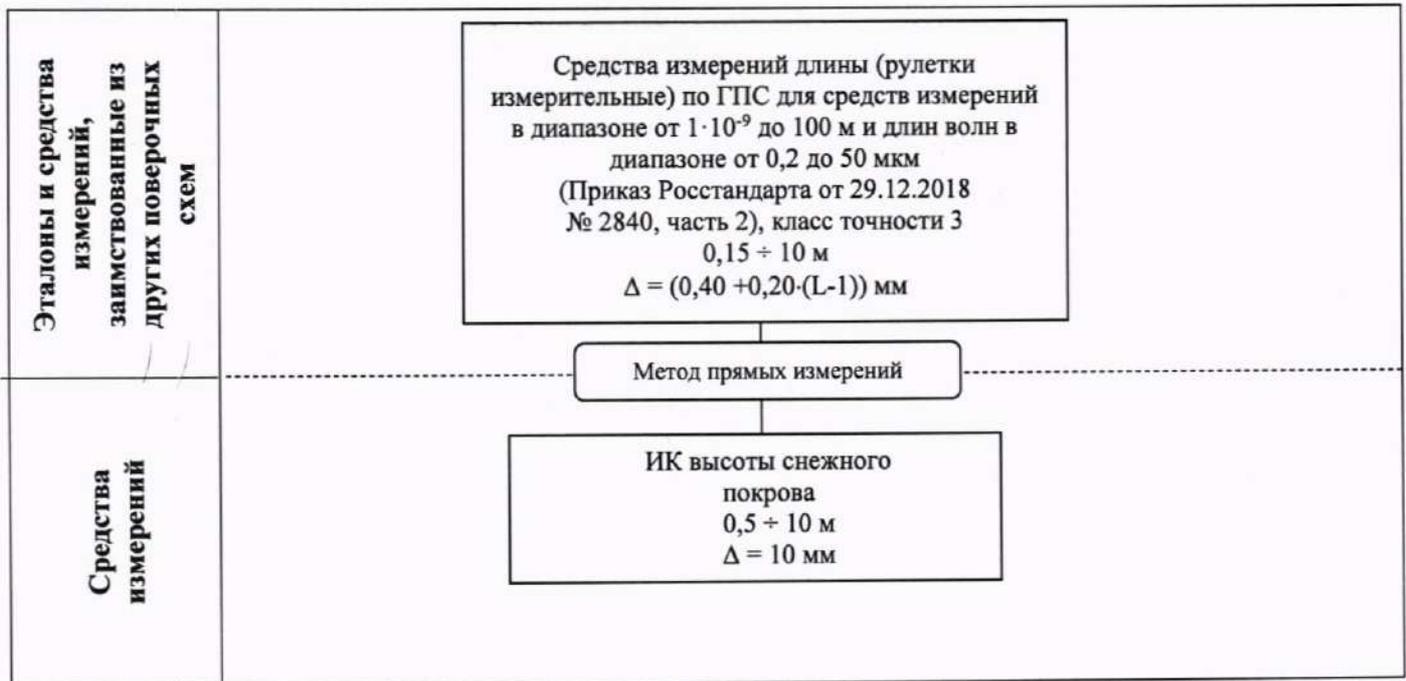
**СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ  
для средств измерений количества атмосферных осадков**



<sup>1)</sup> X – измеренное значение количества атмосферных осадков, мм

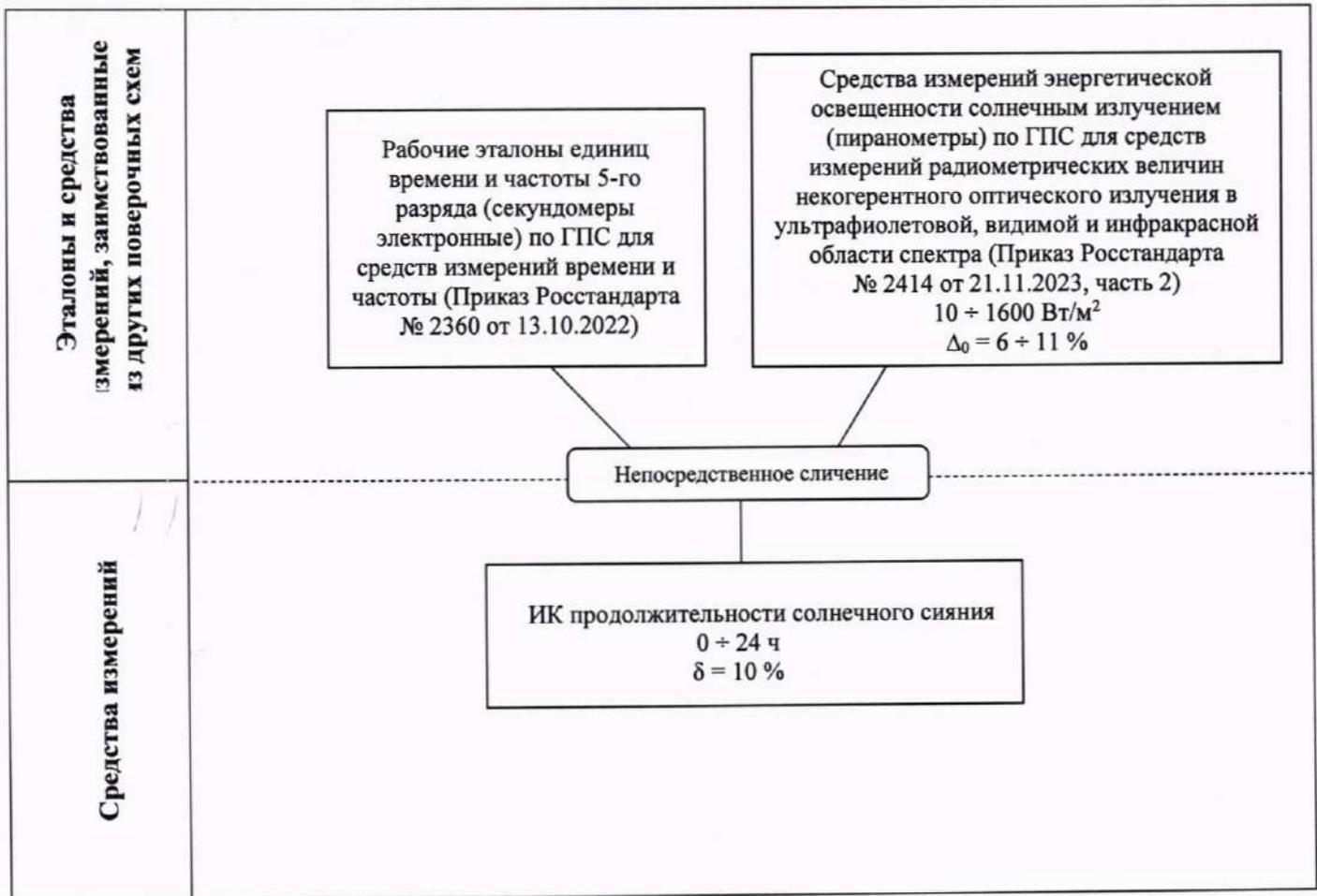
Приложение Г  
(рекомендуемое)

**СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ**  
для средств измерений высоты снежного покрова



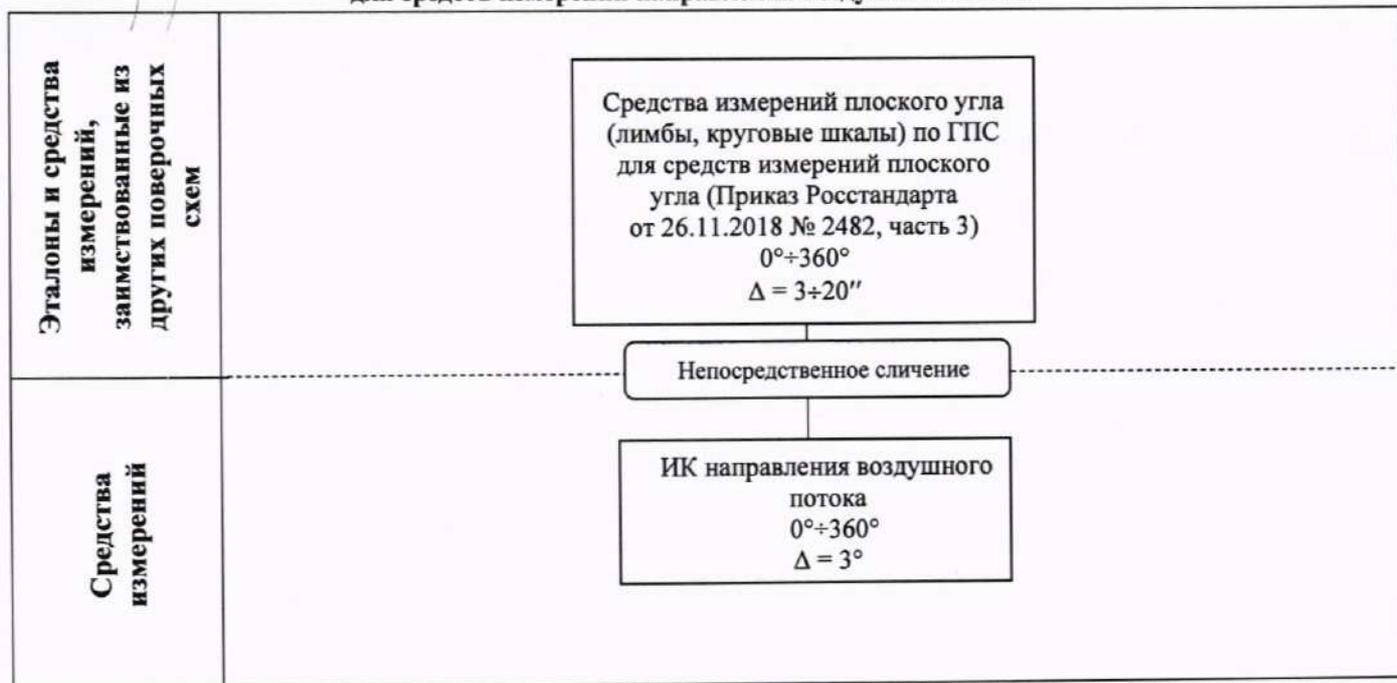
Приложение Д  
(рекомендуемое)

**СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ**  
для средств измерений продолжительности солнечного сияния



Приложение Е  
(рекомендуемое)

**СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ**  
для средств измерений направления воздушного потока



Приложение Ж  
(рекомендуемое)

СТРУКТУРА ЛОКАЛЬНОЙ ПОВЕРОЧНОЙ СХЕМЫ  
для средств измерений влажности почвы

